



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA TRABALHOS DO EIXO 4: RISCOS, VULNERABILIDADES E DESASTRES ASSOCIADOS A DINÂMICA CLIMÁTICA



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ESTATÍSTICA MULTIVARIADA APLICADA AO ESTUDO DA VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL A DESASTRES NATURAIS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACAREÍ (CE-PI)

FRANCÍLIO DE AMORIM DOS SANTOS¹

RESUMO

O estudo buscou analisar a vulnerabilidade socioespacial a desastres naturais na Sub-bacia do rio Jacareí (CE-PI) por meio do emprego de estatística multivariada. A área em estudo localiza-se entre os estados do Ceará e do Piauí, compreendendo uma área de 1.770,2 km². Para realização do estudo foi necessária aquisição de arquivos vetorial e alfanumérico dos setores censitários, do Censo de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esses dados foram padronizados e utilizados para aplicação de estatística multivariada Análise Fatorial e modelo de Análise das Componentes Principais (AF/ACP), por meio da integração da Criticidade e da Capacidade de Suporte dos 41 setores censitários da Sub-bacia estudada, para conhecimento de sua vulnerabilidade socioespacial. Desse modo, o estudo apontou que predomina na Sub-bacia: alta e muito alta Criticidade, que somam 17 (41,5%) setores; muito baixa a baixa Capacidade de Suporte, que ocorrem por 36 (87,8%) setores; vulnerabilidade socioespacial baixa, com distribuição por 25 (61%) setores. Dessa forma, ressalta-se a relevância da metodologia aplicada e possibilidade para adequações e aplicações em outros espaços geográficos.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Criticidade; Capacidade de Suporte; Análise Fatorial.

ABSTRACT

The study sought to analyze socio-spatial vulnerability to natural disasters in the Jacareí River Basin (CE-PI) by using multivariate statistics. The study area is located between the states of Ceará and Piauí, comprising an area of 1,770.2 km². To carry out the study, it was necessary to acquire vector and alphanumeric files of the census sectors, from the 2010 Census, conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). These data were standardized and used for the application of multivariate statistics Factor Analysis and Principal Component Analysis (AF / ACP) model, through the integration of Criticality and Supportability of the 41 census tracts of the studied Sub-basin, for knowledge of their socio-spatial vulnerability. Thus, the study pointed out that predominates in the Sub-basin: high and very high Criticality, which add up to 17 (41.5%) sectors; very low to low Support Capacity, which occur across 36 (87.8%) sectors; low socio-spatial vulnerability, with distribution across 25 (61%) sectors. Thus, we emphasize the relevance of the applied methodology and the possibility for adaptations and applications in other geographical spaces.

Keywords: Hydrographic Basin; Criticality; Supportability; Factorial Analysis.

¹Doutor em Geografia, Docente do Instituto Federal do Piauí - Campus Piripiri, francilio.amorim@ifpi.edu.br.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

Inicialmente, ressalta-se que a bacia hidrográfica constitui parte da superfície terrestre que é drenada por um rio principal e seus afluentes (NOVO, 2008), elemento espacial que proporciona a integração (SUERTEGARAY, 2009), cujos componentes atuam de forma interdependente e harmônica, sendo controlados pelo fluxo de massa e de energia (CAZULA; MIRANDOLA, 2010).

Os desastres naturais são fruto da ocorrência de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, frente um cenário vulnerável, resultando em perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade (BRASIL, 2014). Christofolletti (1990) destaca que os eventos naturais manifestam-se em qualquer parte da superfície terrestre, mas as consequências são distintas, pois os espaços geográficos apresentem diferentes potenciais de risco e vulnerabilidades, fruto do processo de segregação socioespacial.

Por sua vez, a segregação socioespacial é a forma desigual pela qual as classes sociais apropriam-se dos bens e serviços sociais, econômicos e culturais produzidos no espaço urbano (RAMOS, 2003). Souza (1998) assevera que o processo de modernização gera um incremento na segregação residencial e na concentração espacial de privilégios, produzindo vazios urbanos, devido à especulação imobiliária, que promove a ocupação de espaços e implantação de equipamentos urbanos que atendem seleta classe social.

Entende-se vulnerabilidade como condição intrínseca a um corpo ou sistema receptor, que ao interagir com um evento natural sofre perdas, que podem ser mensuradas pela intensidade dos danos causados (BRASIL, 2007). Monteiro (2011) complementa ao afirmar que ser vulnerável e/ou suscetível a ser atingido por um evento natural é condição criada pelo próprio homem, cuja vulnerabilidade, de acordo com Cunha *et al.* (2011), está associada a exposição de indivíduos e bens e o grau de resistência e de resiliência desses indivíduos e comunidades à ocorrência de processos e eventos potencialmente danosos.

Ressalta-se a relevância do estudo para conhecimento da vulnerabilidade socioespacial na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Jacareí, situada entre os estados do Ceará e do Piauí. Essa Sub-bacia, cujo rio principal desagua no rio Piracuruca, apresenta periodicamente eventos ligados a secas e a inundações, fato que resulta em prejuízos materiais e econômicos para a população residente nos limites da Sub-bacia. Desse modo, realizou-se pesquisa descritiva a partir do emprego de levantamento bibliográfico e cartográfico, que subsidiou a aplicação dos procedimentos ligados à estatística multivariada.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Realizou-se aquisição de arquivos alfanuméricos e vetoriais dos setores censitários situados no interior da Sub-bacia do rio Jacareí, via banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esses dados foram padronizados refinados para emprego da proposta metodológica de Cunha *et al.* (2011), que consiste em estatística multivariada Análise Fatorial a partir do modelo de Análise das Componentes Principais (ACP). Desse modo, o estudo objetivou analisar a vulnerabilidade socioespacial a desastres naturais na Sub-bacia do rio Jacareí (CE-PI) por meio do emprego de estatística multivariada.

2. Metodologia

2.1 A área em estudo

A Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí (SBHRJ) está situada na porção noroeste do estado do Ceará e setor nordeste do Piauí (Figura 01), ocupando uma área de 1.770,2 km². A SBHRJ tem suas nascentes no Planalto da Ibiapaba, particularmente no município de Viçosa do Ceará, cujo rio principal, o Jacareí, é temporário e desagua no rio Piracuruca, a altura do município piauiense de São José do Divino. O rio Jacareí é constituído pelos riachos da Extrema e do Cajueiro e pelo rio Gameleira. A Sub-bacia abrange áreas de cinco municípios piauienses – Cocal, Cocal dos Alves, Piracuruca, São João da Fronteira e São José do Divino – e do município de Viçosa do Ceará.

2.2 Procedimentos metodológicos

Para conhecimento da vulnerabilidade socioespacial (VSE) demandou-se aquisição de arquivos vetorial e alfanumérico dos 41 setores censitários (39 setores rurais e 2 urbanos), do Censo de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados foram padronizados e empregados na metodologia de Cunha *et al.* (2011), que integrou a Criticidade das populações – características e comportamentos dos indivíduos que podem romper o sistema e os recursos que lhes possibilitam responder ou lidar com cenários de desastre (MENDES *et al.*, 2011) – à Capacidade de Suporte – infraestrutura disponibilizada à população para reagir a eventuais desastres naturais (MENDES *et al.*, 2011) – para cada setor censitário da Sub-bacia.

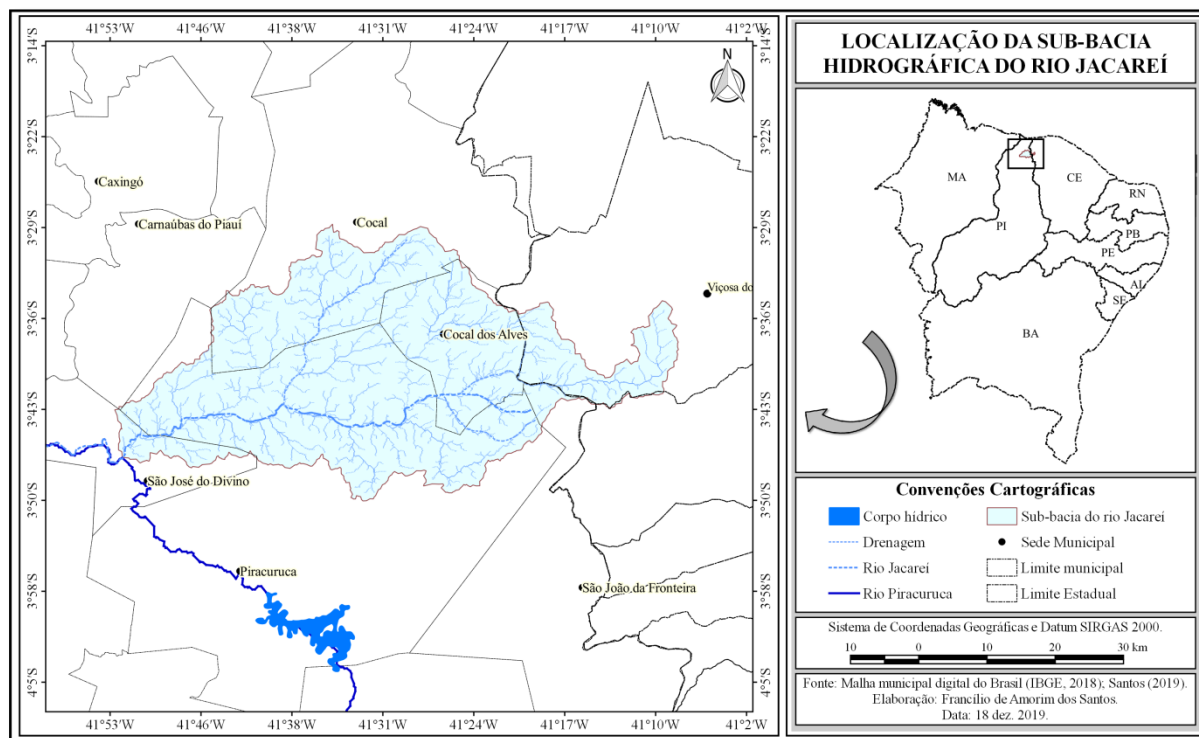


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 - Localização da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí (SBHRJ), situada entre os estados do Ceará e do Piauí.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A operacionalização da metodologia ocorreu a partir do uso do *software SPSS Statistics*, versão 17, e estatística multivariada Análise Fatorial, cujos fatores foram extraídos pelo modelo de Análise das Componentes Principais (AF/ACP). Essa representa um método para redução da quantidade de dados, quando se trabalha com grande número de variáveis, permitindo-se construir fatores que representem proporcionalmente a variabilidade do conjunto de dados (FIELD, 2009; ROGERSON, 2012).

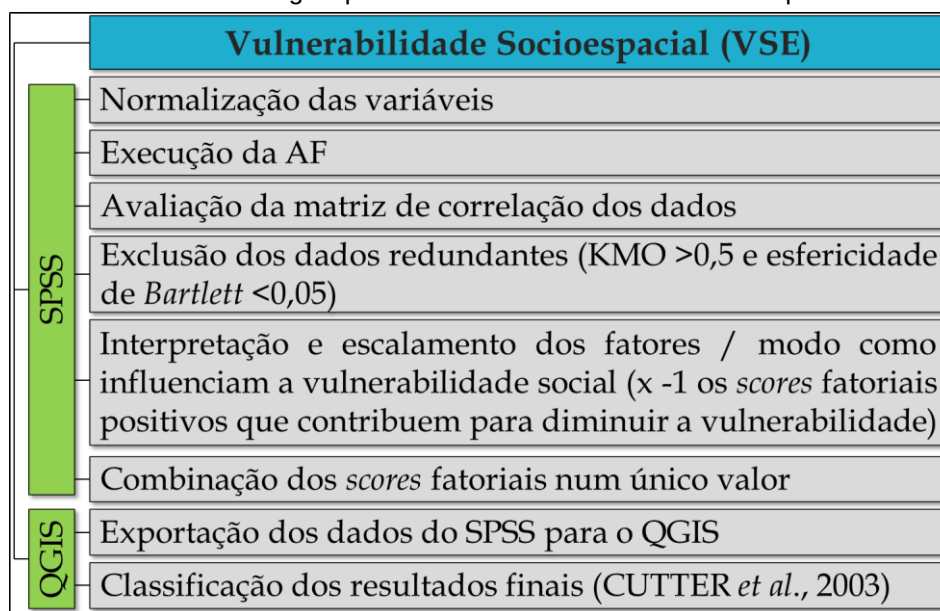
Para identificação das principais componentes de Criticidade (C) e de Capacidade de Suporte (CS) para avaliação da vulnerabilidade socioespacial da SBHRJ foi aplicado, também, o método de rotação ortogonal *Varimax* com normalização *Kaiser*, para integração dos dados censitários do IBGE, para o ano de 2010. Como procedimento para validação do modelo resultante da AF/ACP foram aplicados, ainda, dois testes, quais sejam: *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO), que varia entre 0 e 1 e quanto mais próximo de 1 melhor o modelo; esfericidade de *Bartlett*, que testa a hipótese nula de que a matriz de correlações original (R) é uma matriz identidade e que tenha todos os coeficientes de correlação iguais a 0, cujo valor de significância



deve ser $<0,05$ (FIELD, 2009).

Ressalta-se que a redução do número de variáveis iniciais deu-se por meio da identificação de suas comunalidades e das suas correlações, posto que, de acordo com Field (2009), comunalidades dizem respeito à proporção da variância comum encontrada numa variável. Logo, quanto maior o valor das comunalidades, melhor a explicação da referida variável pelo fator (OLIVEIRA, 2018). Desse modo, foram executadas 8 etapas para redução das variáveis redundantes e agrupamento daquelas remanescentes em fatores, conforme proposto por Cunha *et al.* (2011) (Figura 02).

Figura 02 - Roteiro metodológico para Análise Fatorial/Análise de Componentes Principais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019). Adaptado de Cunha *et al.* (2011).

Para análise da Criticidade foram, inicialmente, utilizadas 18 (dezoito) variáveis. Contudo, posteriormente à aplicação da AF/ACP foi eliminada 1 (uma) variável, pois a essa exibiu coeficiente de comunalidade abaixo de 0,5. Após obtenção do modelo, foi aplicada a Equação 1 para obtenção da Criticidade dos setores censitários da SBHRJ.

$$C = (-F_1) + (-F_2) + F_3 + F_4 \quad (1)$$

Onde: C = Criticidade; F_n = Fatores de Criticidade resultantes da AF/ACP; $n = 1$ a 4.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Os valores de C para cada setor censitário da Sub-bacia foram exportados do formato *excel* (*.csv) para a plataforma de trabalho no QGIS, onde se efetivou sua classificação via método quebra naturais (*jenks*), resultando nas seguintes (Tabela 01).

Tabela 01 - Intervalos, classes atribuídas e notas de Criticidade (C) para os 41 setores censitários da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí, para o ano de 2010.

Intervalos de C	Classes atribuídas	Notas
-6.7095 a -3.5803	Muito baixa	1
-3.5803 a -0.4510	Baixa	2
-0.4510 a 2.6783	Média	3
2.6783 a 5.8075	Alta	4
5.8075 a 8.9368	Muito alta	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Por seu turno, para análise da Capacidade de Suporte (CS) considerou-se grupo de 44 (quarenta e quatro) variáveis, que foram reduzidas a 31 (trinta e uma) após execução de 4 testes, tendo em vista que as variáveis excluídas apresentassem comunalidade inferior a 0,5. Posteriormente, os dados resultantes foram empregados na Equação 2 para obtenção da CS para os setores censitários da Sub-bacia pesquisada.

$$CS = (-F_1) + (-F_2) + (-F_3) + F_4 + F_5 + (-F_6) + F_7 \quad (2)$$

Onde: CS = Capacidade de Suporte; F_n = Fatores de Capacidade de Suporte resultantes da AF/ACP; $n = 1$ a 7.

O resultado da aplicação da Equação 2 permitiu identificar a CS por setor censitário da SBHRJ, cujos valores foram exportados do formato *excel* (*.csv) para o QGIS, onde se delimitaram 5 classes, a partir da opção graduado e método quebra naturais (*jenks*) do referido SIG (Tabela 02). Na sequência, pode-se executar o cálculo para obtenção da vulnerabilidade socioespacial (VSE) por setor censitário, considerando-se o ano de 2010, conforme está representado na Equação 3:



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 02 - Intervalos, classes atribuídas e notas de Capacidade de Suporte (CS) para os 41 setores censitários da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí, para o ano de 2010.

Intervalos de CS	Classes atribuídas	Notas
-14.8816 a -13.4020	Muito baixa	5
-13.4021 a -4.9089	Baixa	4
-4.9089 a 2.6189	Média	3
2.6189 a 7.3682	Alta	2
7.3682 a 9.8888	Muito alta	1

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

$$IVSE = C \times CS \quad (3)$$

Onde: VSE = vulnerabilidade socioespacial; C = Criticidade; CS = Capacidade de Suporte.

Realizadas essas operações ligadas à Criticidade e a Capacidade de Suporte, foi possível proceder à espacialização das classes de vulnerabilidade socioespacial (VSE) para a Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí, conforme está exposto no Quadro 01.

Quadro 01 - Intervalos, classes atribuídas e notas de vulnerabilidade socioespacial (VSE) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí, para o ano de 2010.

Intervalos de VSE			Classes atribuídas		Notas		Criticidade						
1 a 3			Muito baixa		1		Capacidade de Suporte	1	2	3	4	5	
4 a 6			Baixa		2			1	2	3	4	5	
8 a 10			Média		3			2	2	4	6	8	10
12 a 16			Alta		4			3	3	6	9	12	15
20 a 25			Muito alta		5			4	4	8	12	16	20
								5	5	10	15	20	25

Fonte: Adaptado de Mendes *et al.* (2011).

3. Resultados e discussão

3.1 Análise da Criticidade

Os 4 fatores selecionados para a análise da Criticidade respondem por 86,209% da variância acumulada em relação às variáveis enumeradas. Por sua vez, os testes de validação sugerem ótima adequação do modelo, pois o KMO e o teste de esfericidade de Bartlett apresentaram valor de 0,813 e significância (Sig.) com valor 0,00, respectivamente. Os 4 fatores explicam 86,209% da variância acumulada, a partir dos 41 setores censitários localizados no interior da SBHRJ, com destaque para o fator 1 que explica 55,215% da variância dos dados originais.

No Quadro 02 estão expostas as variáveis de maior correlação nos 4 fatores de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Criticidade. Observa-se que o fator 1 influencia positivamente a redução da vulnerabilidade socioespacial, estando relacionado às pessoas responsáveis alfabetizadas, gênero, residente, renda e estrutura etária. O fator 2, também, contribuiu para redução da vulnerabilidade e está ligado à renda nominal do domicílio mensal da população residente. No fator 3 prevalecem as variáveis associadas às pessoas responsáveis por gênero e estrutura etária, pessoas responsáveis masculinas e femininas e pessoas residentes sem rendimentos mensais, contribuindo de forma a acentuar vulnerabilidade socioespacial. O fator 4 ligado à densidade populacional e domicílios particulares, ajudou a aumentar a vulnerabilidade socioespacial as secas e as inundações.

Quadro 02 - Síntese das variáveis de maior correlação do fator Criticidade (C), para a Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí, para o ano 2010.

Fator (Sinal)	Variáveis de maior influência
1 (-) Pessoas responsáveis Alfabetizadas, Gênero, Residente, Renda e Estrutura Etária	C08 - Pessoas responsáveis, do sexo masculino (+0,949)
	C15 - Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo (+0,891)
	C12 - Pessoas residentes (+0,885)
	C06 - Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade (+0,878)
	C09 - Pessoas responsáveis alfabetizadas, do sexo masculino (+0,870)
	C11 - Mulheres responsáveis pelo domicílio particular (+0,866)
	C07 - Pessoas responsáveis alfabetizadas (+0,751)
	C03 - Pessoas com 0 a 5 anos de idade (+0,683)
2 (-) Renda Nominal do Domicílio	C17 - Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 5 a 10 salários mínimos (+0,911)
	C13 - Total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares permanentes (+0,813)
	C16 - Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos (+0,686)
3 (+) Pessoas responsáveis por Gênero e Estrutura Etária	C04 - Pessoas residentes com 65 ou mais de idade (+0,785)
	C10 - Homens responsáveis pelo domicílio particular (+0,774)
	C18 - Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal (+0,704)
	C05 - Pessoas responsáveis, do sexo feminino (+0,692)
4 (+) Densidade Populacional e Domicílios Particulares	C02 - Densidade populacional (+0,982)
	C01 - Densidade de domicílios particulares permanentes (+0,980)

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Destaca-se que foram espacializados os valores de Criticidade para os 41 setores censitário da Sub-bacia estudada (Figura 03). Desse modo, observa-se a preponderância das classes alta e muito alta, que somam 17 (41,5%) setores da Sub-bacia estudada e estão situadas, principalmente na porção central da Sub-bacia. Por sua vez, a classe média distribuiu-se por 12 (29,3%) setores e podem ser encontrados por toda a Sub-bacia. A classe



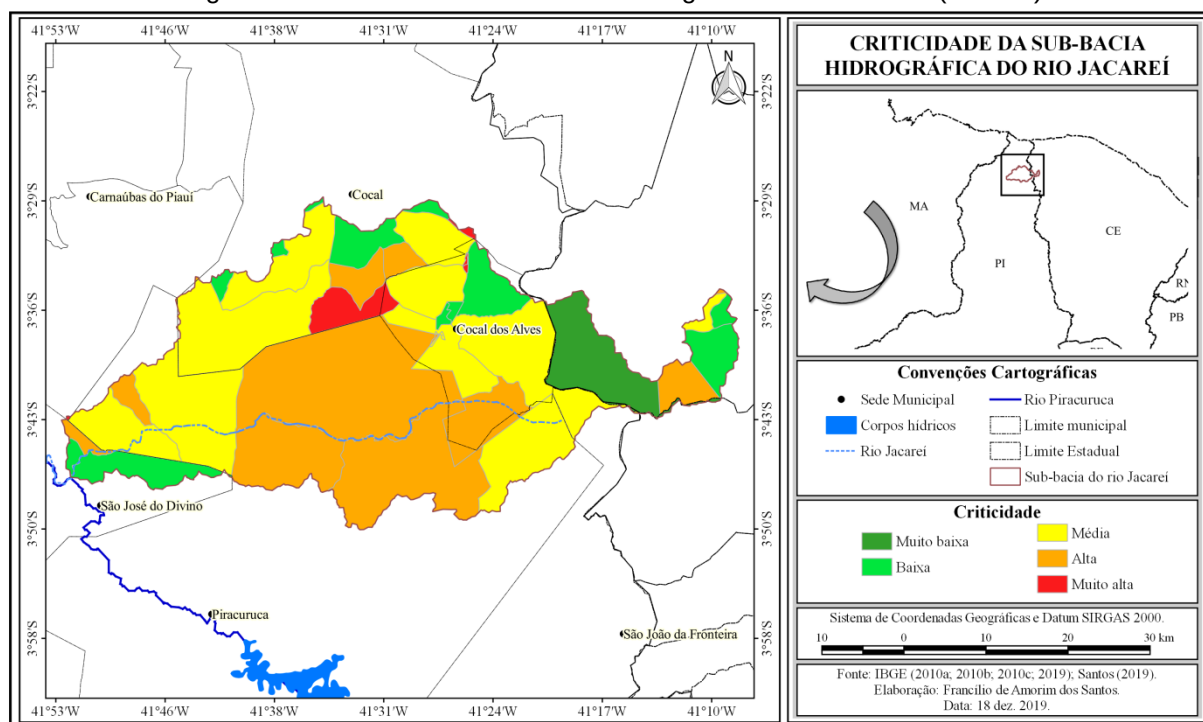
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

muito baixa e baixa ocorre, respectivamente, em 2 (4,9%) e 10 (24,4%) e 16 (5,4%) setores, estando essas situadas na parte cearense da Sub-bacia.

Figura 03 - Criticidade da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí (SBHRJ).



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.2 Análise da Capacidade de Suporte

Destaca-se que após 4 rodadas de testes foram eliminadas 13 variáveis que compõem o grupo utilizado para análise da Capacidade de Suporte, devido apresentar valores de comunalidade abaixo de 0,5. Ressalta-se que dentre as variáveis a CS01 foi a que exibiu a maior comunalidade, tendo 93,8% de sua variabilidade explicada pelos fatores. O modelo final apresentou KMO e teste de esfericidade de Bartlett com valor de 0,879 e a significância (Sig.) com valor 0,00, respectivamente, apontando ótima adequabilidade do modelo. De modo geral, os 7 fatores extraídos respondem por 86,371% da variância acumulada em relação às variáveis selecionadas para a análise da Capacidade de Suporte da SBHRJ, com destaque para o fator 1 que obteve variância acumulada de 45,993%.

A análise do Quadro 03 indicou que o fator 1, formado pela infraestrutura domiciliar, contribuiu para redução da vulnerabilidade à ocorrência de desastres naturais. O fator 2,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

composto pelo tipo e quantidade de moradores por domicílio, contribuiu para redução da vulnerabilidade socioespacial. O fator 3 associado ao tipo de esgotamento no entorno do domicílio apontou contribuição para redução da vulnerabilidade. O quarto fator que abrange os domicílios particulares permanentes próprios, cedidos e alugados com esgoto a céu aberto, ajudou a aumentar a vulnerabilidade. O fator 5 formado por variáveis ligadas aos domicílios próprios, cedidos e alugados com lixo acumulado nos logradouros, apresentaram contribuição para aumento da vulnerabilidade. O sexto fator composto pelos domicílios próprios, cedidos e alugados com rampa para cadeirantes, sugere redução da vulnerabilidade. Por sua vez, o sétimo fator integrado pela variável dos domicílios particulares permanentes com 5 a 9 moradores contribuiu para redução da vulnerabilidade.

A espacialização dos dados da Capacidade de Suporte, para o ano de 2010, indicou predominância das classes muito baixa a baixa (Figura 04), que se distribuem por 36 (87,8%) setores da Sub-bacia pesquisada. Por sua vez, a classe média ocorre em 2 (4,9%) setores censitários, enquanto as classes alta e muito alta distribuem-se por 3 (7,3%) setores da Sub-bacia do rio Jacareí, próximas a sede municipal de Cocal dos Alves. Em suma, pode-se observar que na prevalece na Sub-bacia pesquisada baixa Capacidade de Suporte para reagir à ocorrência de secas e inundações.

Quadro 03 - Síntese das variáveis de maior correlação do fator Capacidade de Suporte (CS), para a Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí, para o ano 2010.

Fator (Sinal)	Variáveis de maior influência
1 (-) Infraestrutura domiciliar (abastecimento de água da rede geral, coleta do lixo, iluminação, pavimentação e arborização)	CS26 - *DPP cedidos com iluminação pública (+0,884)
	CS27 - *DPP próprios com pavimentação (+0,879)
	CS29 - *DPP cedidos com pavimentação (+0,873)
	CS38 - *DPP cedidos com arborização (+0,873)
	CS36 - *DPP próprios com arborização (+0,865)
	CS24 - *DPP próprios com iluminação pública (+0,853)
	CS25 - *DPP alugados com iluminação pública (+0,841)
	CS15 - *DPP com lixo coletado (+0,836)
	CS04 - *DPP alugados (+0,831)
	CS37 - *DPP alugados com arborização (+0,824)
	CS28 - *DPP alugados com pavimentação (+0,817)
	CS07 - *DPP com abastecimento de água da rede geral (+0,698)
	CS16 - *DPP com lixo queimado na propriedade (-0,612)
	CS01 - *DPP do tipo casa (+0,938)
2 (-) Tipo e quantidade de moradores por domicílio e infraestrutura (presença de energia elétrica e tipo de banheiro)	CS18 - *DPP com energia elétrica (+0,913)
	CS21 - *DPP com 2 a 4 moradores (+0,875)
	CS13 - *DPP com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar (+0,835)
	CS20 - *DPP com 1 morador (+0,728)



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

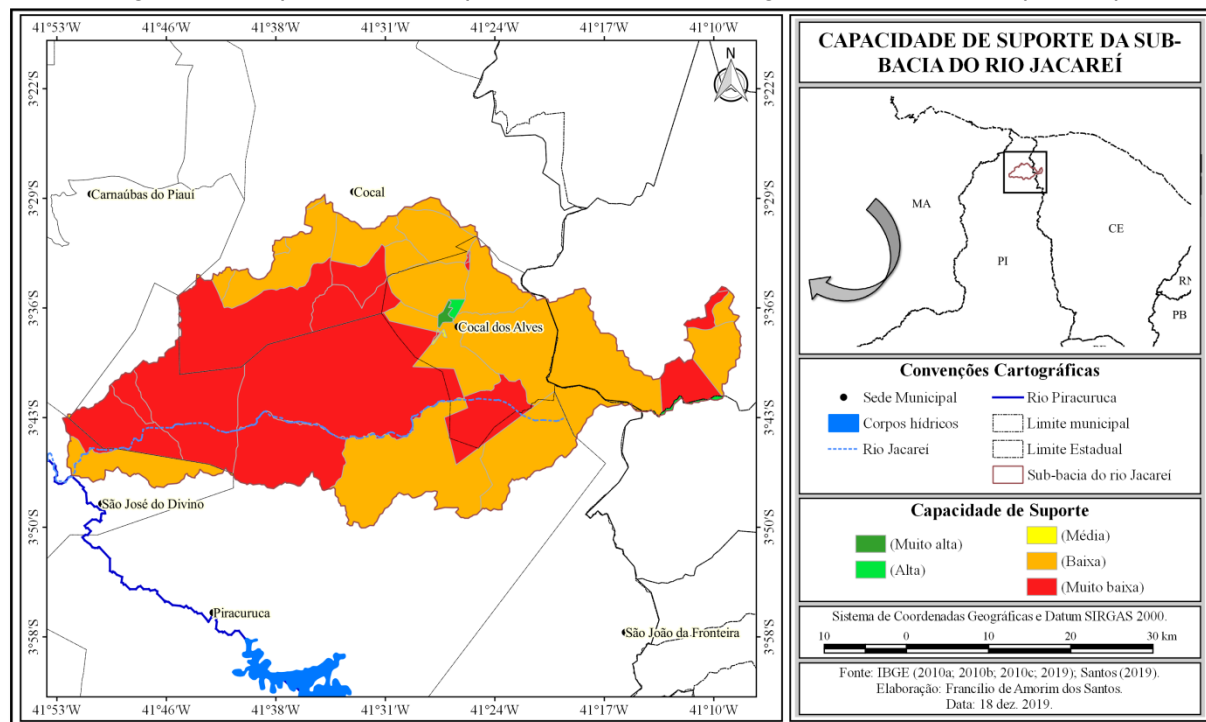
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

3 (-) Infraestrutura domiciliar (tipo de bueiro)	CS32 - *DPP cedidos com bueiro/boca-de-lobo (+0,917) CS30 - *DPP próprios com bueiro/boca-de-lobo (+0,909) CS31 - *DPP alugados com bueiro/boca-de-lobo (+0,856)
4 (+) Infraestrutura domiciliar (sistema de esgoto)	CS39 - *DPP próprios com esgoto a céu aberto (+0,837) CS41 - *DPP cedidos com esgoto a céu aberto (+0,789) CS40 - *DPP alugados com esgoto a céu aberto (+0,760)
5 (+) Infraestrutura domiciliar (destinação do lixo)	CS43 - *DPP alugados com lixo acumulado nos logradouros (+0,880) CS44 - *DPP cedidos com lixo acumulado nos logradouros (+0,868) CS42 - *DPP próprios com lixo acumulado nos logradouros (+0,857)
6 (-) Infraestrutura (acessibilidade)	CS33 - *DPP próprios com rampa para cadeirantes (+0,880) CS35 - *DPP cedidos com rampa para cadeirantes (+0,866) CS34 - *DPP alugados com rampa para cadeirantes (+0,705)
7 (+) Quantidade de moradores por domicílio	CS22 - *DPP com 5 a 9 moradores (+0,632)

*DPP = Domicílios Particulares Permanentes.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Figura 04 - Capacidade de Suporte da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacaré (SBHRJ).



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.3 Análise da Vulnerabilidade Socioespacial

Ressalta-se, inicialmente, que a vulnerabilidade socioespacial nesse estudo foi obtida por meio do produto da Criticidade pela Capacidade de Suporte para a Sub-bacia do rio



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

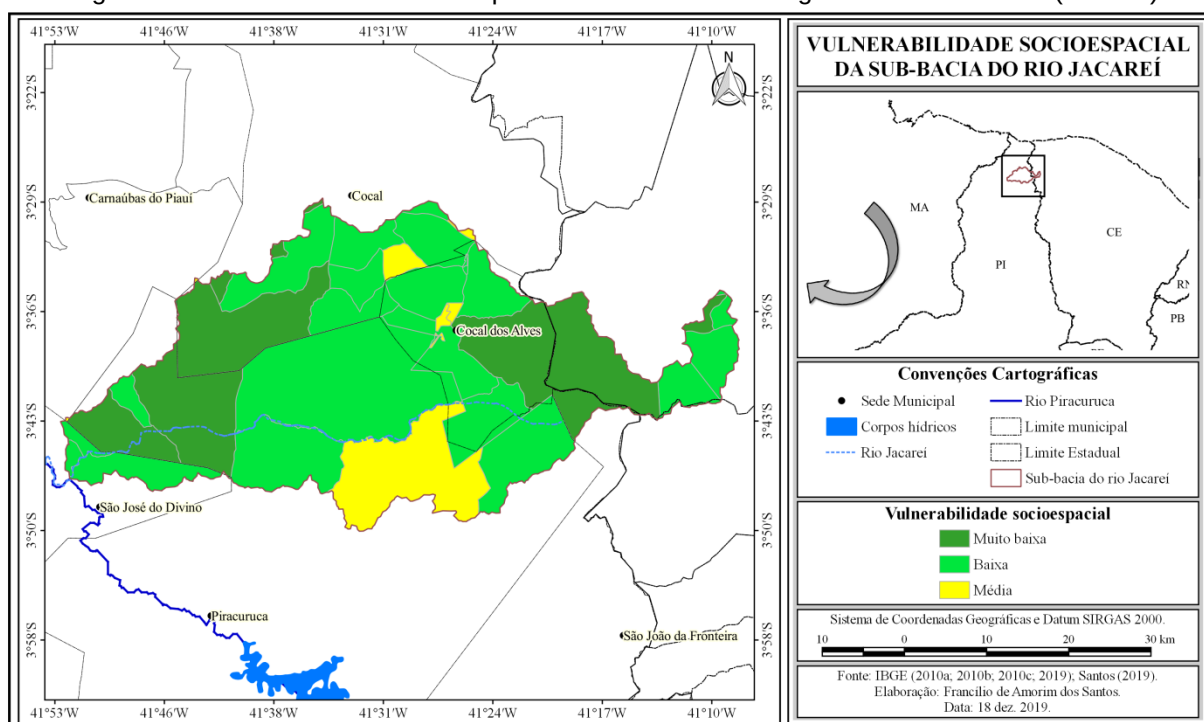
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Jacareí. Observa-se, desse modo, a predominância da classe baixa (Figura 05), que se distribuiu por 25 (61%) setores da Sub-bacia estudada, principalmente na parte central. Por sua vez, a classe muito baixa ocorreu por 7 (17,1%), particularmente, no baixo e alto curso da SBHRJ, enquanto a classe média foi identificada em 9 (22%) setores, notadamente naqueles no centro da Sub-bacia do rio Jacareí.

É necessário atentar-se para o fato de que mesmo predominando baixa vulnerabilidade socioespacial, alguns setores apresentaram vulnerabilidade média, fato que demanda atenção e investimentos nos setores com maior Criticidade e menor Capacidade de Suporte. Pois, dessa forma, será possível ampliar o potencial para reação à manifestação dos desastres naturais secas e inundações.

Figura 05 - Vulnerabilidade Socioespacial da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí (SBHRJ).



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

4. Considerações finais

A metodologia aplicada foi satisfatória, posto que se tenha sido possível realizar a classificação dos setores censitários da Sub-bacia do rio Jacareí quanto à Criticidade, sua Capacidade de Suporte e sua vulnerabilidade socioespacial quanto aos desastres naturais, secas e inundações, por meio da aplicação de estatística multivariada.

Desse modo, foi possível identificar o predomínio de Criticidade muito baixa e baixa, Capacidade de Suporte muito baixa e baixa, bem como vulnerabilidade socioespacial baixa na Sub-bacia do rio Jacareí. Ressalta-se a necessidade de investimentos naqueles setores mais vulneráveis como possibilidade para aumento do potencial de resistência da Sub-bacia à ocorrência de desastres naturais, particularmente secas e inundações.

5. Referências

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro de Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2013. Brasília: CENAD, 2014.

CAZULA, L.P.; MIRANDOLA, P.H. Bacia Hidrográfica - conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP - Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, n.12, Ano 7, nov. 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.52, n.2, p.21-35, abr./jun. 1990.

CUNHA, L.; MENDES, J.M.; TAVARES, A.; FREIRIA, S. Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos: o desafio das escalas. **O processo de Bolonha e as reformas curriculares da geografia em Portugal**. Presented at the. Coimbra, 2011.

CUTTER, S.L. The vulnerability of science and the science of vulnerability. **Annals of the Association of American Geographer**, n. 93, p.1-12, 2003.

FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando SPSS**. Tradução: Lorí Viali. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 688p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agregados por setores censitários dos resultados de universo**. Censo 2010a. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10410&t=resultados>>. Acesso em: 25 jun. 2018.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

_____. **Índice de recortes para fins estatísticos:** malha de setores censitários, censo 2010, base de faces de logradouros para o CE. Censo 2010b. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/malha_de_setores_censitarios/censo_2010/base_de_faces_de_logradouros/CE>. Acesso em: 25 jun. 2018.

_____. **Índice de recortes para fins estatísticos:** malha de setores censitários, censo 2010, base de faces de logradouros para o PI. Censo 2010c. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/malha_de_setores_censitarios/censo_2010/base_de_faces_de_logradouros/PI>. Acesso em: 25 jun. 2018.

_____. **Malha municipal digital do Brasil:** situação em 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 10 jun. 2019.

MENDES, J.; TAVARES, A.O.; CUNHA, L.; FREIRIA, S. A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n.93, p.95-128, jun. 2011.

MONTEIRO, J.B. **Chover, mas chover de mansinho: desastres naturais e chuvas extremas no Estado do Ceará.** 198p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2011.

NOVO, E.M.L.M. Ambientes Fluviais. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. p.219-246.

OLIVEIRA, L.N. **Análise da capacidade de resiliência do ambiente na área do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Piauí).** 2018. 131f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2018.

RAMOS, M.H.R. (org.). **Metamorfoses sociais e políticas urbanas.** Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

ROGERSON, P.A. **Métodos estatísticos para geografia:** um guia para o estudante. Tradução técnica: Paulo Fernando Braga Carvalho, José Irineu Rangel Rigotti. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 348p.

SOUZA, M.L. Desenvolvimento urbano: a problemática renovação de um “conceito” – problema. **Revista TERRITÓRIO**, ano 111, nº 5, jul./dez. 1998.

SUERTEGARAY, D.M.A. Geografia física e geomorfologia: tema para debate. **Revista da ANPEGE**, Dourados, v.5, n.1, p.17-26, 2009.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES (RRD) POR MEIO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

AMANDA ALVES QUEIROGA¹

MAIANE BARBALHO DA LUZ²

CAMILA CUNICO³

HAMILCAR JOSÉ ALMEIDA FILGUEIRA⁴

RESUMO

A Redução de Riscos de Desastres baseada em Ecossistemas (Eco-RRD) é um conceito novo que começou a ganhar força a partir do começo dos anos 2000 e foca em utilizar serviços ecossistêmicos na etapa preventiva para reduzir perdas provocadas pelos desastres. Assim, além de melhorar a qualidade de vida da população, também promove a conservação e proteção das áreas mais frágeis ambientalmente. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico sobre as soluções baseadas em ecossistemas para a redução de risco de desastres (RRD), implementadas em diversos locais do mundo. Este trabalho teve uma abordagem qualitativa e de caráter exploratório e os procedimentos metodológicos aplicados foram mediante revisão da literatura de publicações, na Internet e em trabalhos realizados por Instituições de Ensino Superior e de órgãos públicos internacionais. Foram elencados a renaturalização de rios urbanos na Coreia do Sul, Eslovênia e Brasil; corredor ecológico (Corredor Verde do Baixo Danúbio); a importância das florestas na contenção de avalanches (Chile e Suíça); contenção de deslizamentos por meio de vegetação (Brasil, Indonésia e Índia); proteção de áreas costeiras utilizando soluções ecológicas (Holanda, Alemanha, Bélgica e Indonésia); e o papel multifuncional dos parques em áreas urbanas (Estados Unidos), reduzindo o risco e melhorando a qualidade de vida da população. A pesquisa realizada demonstrou que diversas ações baseadas na natureza estão sendo aplicadas ao redor do mundo, sendo multifuncionais e gerando vários benefícios à população. Apesar da temática ser recente, sua aplicação representa um importante desafio a ser alcançado, principalmente em áreas urbanas.

Palavras-chave Resiliência; Adaptação; Vulnerabilidade.

ABSTRACT

Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-RRD) is a new concept that started in the early 2000s and focuses on using ecosystem services in the preventive stage to reduce losses caused by disasters. Thus, in addition to improving the quality of life of the population, it also promotes the conservation and protection of the most environmentally fragile areas. The objective of this study was to carry out a bibliographic survey on ecosystem-based solutions for

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, amandaaqueiroga@gmail.com

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, maianebarbalho07@gmail.com

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, camilacunico@yahoo.com.br

⁴ Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, hfilgueira@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

disaster risk reduction (RRD), implemented in different locations around the world. This study had a qualitative and exploratory approach and the methodological procedures applied were through a review of the literature of publications, on the Internet and in studies by Higher Education Institutions and government agencies. The renaturalization of urban rivers in South Korea, Slovenia and Brazil was listed; ecological corridor (Green Corridor of the Lower Danube); the importance of forests in containing avalanches (Chile and Switzerland); containment of landslides through vegetation (Brazil, Indonesia and India); protection of coastal areas using ecological solutions (Holland, Germany, Belgium and Indonesia); and the multifunctional role of parks in urban areas (United States), reducing risk and improving the population's quality of life. The research demonstrated that several actions based on nature are being applied around the world, being multifunctional and generating several benefits to the population. Although the theme is recent, its application represents an important challenge to be achieved, especially in urban areas.

Keywords: Resilience; Adaptation; Vulnerability.

1. Introdução

A Redução de Riscos de Desastres (RRD) tem sido o centro das discussões mundiais sobre como mitigar os impactos devastadores provocados pelos desastres em diversos países. Vários documentos e acordos internacionais destacam a importância da temática, incluindo o principal documento vigente focado na RRD, o Marco de Ação de Sendai (2015-2030), cujo propósito é de orientar a gestão de risco a desastres em relação às ameaças múltiplas em todos os níveis de desenvolvimento, assim como em todos os setores e entre um setor e outro. Ou seja, é de reduzir substancialmente o risco de desastres, por meio da elaboração de planos e programas capazes de proteger a população (UNITED NATIONS, 2015).

Investir na etapa preventiva é a chave para alcançar um desenvolvimento sustentável frente as perdas causadas pelos desastres, diante do cenário cada vez mais intenso das mudanças climáticas. A cada €1,00 gasto em prevenção, €4,00 são economizados em resposta segundo European Commission (2016).

Nas últimas décadas tem-se difundido os benefícios providos pelos ecossistemas em áreas urbanas. Tal fato foi impulsionado pela Nova Agenda Urbana (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2016) que também propõe “soluções baseadas em ecossistemas” ou “soluções baseadas na natureza”. Vários benefícios são proporcionados pelo planejamento de áreas verdes em áreas urbanas, inclusive referente à adaptação e mitigação dos impactos gerados pelas mudanças climáticas e pela intensa mudança da paisagem, podendo-se citar a redução de ilhas de calor, melhoria da qualidade do ar e do conforto térmico e ainda, apesar de protagonizar poucos trabalhos acadêmicos no Brasil, a RRD.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A Redução de Riscos de Desastres baseada em Ecossistemas (Eco-RRD), é um conceito novo que começou a ganhar força a partir do começo dos anos 2000 e foca em utilizar serviços ecossistêmicos oferecidos pela natureza na etapa preventiva para reduzir as perdas e danos provocados pelos desastres. Na literatura em inglês esse conceito recebe o nome de *Ecosystem-based disaster risk reduction* (Eco-DRR), como também *Nature-based disaster risk reduction*, ou *Nature-based solutions to disasters*, ou ainda *Nature-based solutions for disaster risk management*. Assim, além de melhorar a qualidade de vida da população, também atua na etapa preventiva, protegendo as áreas mais frágeis ambientalmente, como margens de rios e encostas de morros, por exemplos.

Estudos tem mostrado que “infraestruturas verdes” têm beneficiado a redução de riscos de desastres, reduzindo a exposição física às ameaças. Como exemplo da capacidade preventiva e mitigatória frente aos desastres, destaca-se o papel que exerce as florestas de montanhas e a vegetação em encosta. A cobertura vegetal e a estrutura das raízes protegem contra a erosão e elevam a estabilidade dos taludes, evitando deslizamentos de terra. Florestas primárias ou de captação reduzem o risco de inundações ao aumentar a infiltração da água da chuva e ao atrasar os picos de escoamento superficial (PEDRR, 2010). Segundo De Carvalho (2015) as “infraestruturas verdes” atuam em contrapartida as “infraestruturas cinzas” que se tratam de obras de engenharia, como barragens, diques e outras construções. A infraestrutura natural como elemento de proteção contra desastres aparece na forma de áreas alagadas, florestas, marismas, dunas, restingas, entre outros ecossistemas.

Pedrr (2010) enfatiza um ponto importante que é a redução de vulnerabilidades socioeconômicas proporcionada pelos serviços ecossistêmicos. Sabe-se que o risco é composto pela ameaça (fator externo) e pela vulnerabilidade (fator interno), assim, além de servir como proteção física preventiva, os elementos da natureza também provêm a subsistência humana, contribuindo para o fortalecimento da resiliência.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi de realizar um levantamento bibliográfico sobre as soluções baseadas em ecossistemas implementadas em diversos locais almejando a RRD.

2. Metodologia

O método aplicado ao trabalho foi apoiado por uma abordagem qualitativa e de caráter exploratório. Os procedimentos metodológicos aplicados foram por meio da revisão da literatura



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

sobre soluções baseadas no ecossistema aplicadas para a RRD.

Os dados foram obtidos mediante trabalhos técnicos e científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, anais de eventos técnico-científicos e documentos oficiais de órgãos e instituições públicas, nacionais e internacionais.

3. Resultados e discussão

Na última década, os esforços da União Europeia em desenvolver ações voltadas para a RRD e a adaptação climática se intensificaram e a atenção tem sido voltada também para soluções baseadas na natureza. É importante enfatizar o quanto a RRD e a adaptação à mudança climática estão conectadas e visam o mesmo objetivo: reduzir os impactos dos eventos extremos e aumentar a resiliência aos desastres (MCVITTIE *et al.*, 2018).

O projeto *Emerald Necklace*, em português, “Colar de Esmeraldas” (Figura 01), desenvolvido por Frederick Olmsted, é um dos primeiros que trouxe a resiliência para o planejamento urbano. Localizado em Boston, Estados Unidos da América, e possuindo 10 quilômetros de extensão, trata-se de uma rede de parques interligados pelas matas ciliares dos rios Stonybrook e Muddy. É considerado um modelo multifuncional, pois além de funcionar como controle de inundações, oferece vários benefícios locais, como drenagem urbana eficiente, melhoria na qualidade do ar, proteção da fauna e flora, ainda servindo como espaço de recreação (BALEEIRO, 2017).

Figura 01 – “Colar de Esmeraldas”, Boston, Estados Unidos da América



Fonte: <http://www.emeraldnecklace.org/park-overview/emerald-necklace-map/>

Em seu artigo, Faivre *et al.* (2018) cita o caso de Liubliana, capital da Eslovênia que tem vivenciado um intenso processo de urbanização nos últimos 25 anos, resultando em um



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

aumento expressivo de áreas com alto risco de desastres por inundação. A cidade então tem implementado ao longo dos anos, iniciativas pautadas na natureza almejando a regeneração e preservação do ambiente, bem como a mitigação dos impactos potencializados pelas mudanças climáticas. Diversas medidas foram implementadas em toda a cidade, podendo-se citar a restauração do rio Ljubljanica, mediante o plantio de nova vegetação, melhorando o microclima em torno desse e contribuindo para reduzir o risco das inundações (FAIVRE *et al.*, 2018).

No rio Danúbio é um dos maiores da Europa, atravessando diversos países, cerca de 80% das suas zonas úmidas, ou *wetlands*, foram perdidas ao longo do século devido a mudanças na paisagem, onde a construção de diques contribuiu fortemente para a redução das planícies de inundação. Além disso, a bacia hidrográfica do rio Danúbio sofre com inundações frequentes, tendo essas causadas inúmeras perdas socioeconômicas em vários países. Em 2000, os governos da Bulgária, Romênia, Ucrânia e Moldóvia assinaram o “Acordo do Corredor Verde do Baixo Danúbio”, o qual visava restaurar uma extensa área de várzea ao longo da extensão do rio. A infraestrutura verde ao longo do rio foi protegida e restaurada por meio de áreas úmidas naturais e esse foi reconectado às suas áreas naturais de inundação. Os benefícios da restauração foram observados em 2013, quando não houve nenhuma inundação, mesmo quando o nível da água ficou acima do esperado (FAIVRE *et al.*, 2018).

A renaturalização do rio Cheonggyecheon, em Seul, na Coreia do Sul, começou em 2003 e terminou em 2005. Na década de 1960, várias estruturas foram construídas sob o rio, acarretando sérios problemas. Na década de 1990, os problemas pioraram quando começaram a aparecer sinais de deterioração das estruturas, formando uma situação de risco de colapso, o que causava preocupação sobre a segurança da população. Assim, o projeto de renaturalização do rio foi idealizado. Os custos do projeto giraram em torno de 720 milhões de euros e gerou vários benefícios sociais, ambientais e econômicos (MARIARINALDI, 2007).

Entre os ambientais, cita-se o seu grande papel na RRD, visto que o projeto garante um tempo de retorno de inundações de até 200 anos (HWANG, 2004). O projeto contribuiu para o aumento de 15,1% nos usuários de ônibus e 3,3% nos usuários de metrô de Seul entre 2003 e 2008. Houve o aumento de 30% a 50% no preço das propriedades localizadas em um raio de 50 metros da área restaurada (KIM; KOH; KWON, 2009) (Figura 02).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02 – Seul, Coreia do Sul,
antes e depois da renaturalização do rio Cheonggyecheon



Fonte: Kim e Han (2012).

Joseph *et al.* (2017) elencam um caso em que a espécie *Chrysopogon zizanioides*, uma planta tropical da Índia, foi cultivada e proporcionou a RRD (Figura 03). O caso estudado se deu no estado de Keralala, na Índia, nos distritos de Kottayam e Idukki, os quais enfrentam frequentemente inundações e movimentos de massa. A espécie foi plantada em diversas porções da região, com o intuito de proteger contra a erosão. Além disso, a mesma conta com múltiplos usos, de forma que além da sua função física-natural, também desempenha uma função socioeconômica para a população.

Figura 03 – Aplicação da *Chrysopogon zizanioides* nos distritos de Kottayam e Idukki, Keralala, Índia, para o mitigação do risco de desastres por inundação



Fonte: Joseph *et al.* (2017).

Pesquisas também têm sido realizadas a fim de integrar florestas nas análises de riscos de desastres. As florestas podem influenciar na probabilidade de início de um evento perigoso, impedindo-o, reduzindo sua magnitude e intensidade, por meio da dissipação de energia e



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

retenção do solo. Ainda, tais florestas podem diminuir a vulnerabilidade devido ao fornecimento de recursos que auxiliam na recuperação pós-desastre (MOOS *et al.*, 2018).

Na Suíça, antes de 1975, mais de trinta avalanches aconteciam por ano em Stillberg, em Davos. Depois de 35 anos, após o reflorestamento das áreas propensas a esses eventos, dificilmente ocorrem avalanches na região (Figura 04) (MOOS *et al.*, 2018). Uma pesquisa realizada por Casteller *et al.* (2018) mostrou que florestas locais de folhas largas em Nevados de Chillán, no Chile, contribuem para a redução das distâncias das avalanches e também o impacto nas infraestruturas, constituindo uma importante medida de RRD.

Figura 04 – Stillberg, Davos, Suíça, antes e depois do reflorestamento



Fonte: MOOS *et al.* (2018)

Desde 2013, o projeto “Ecosistemas Protegendo Infraestrutura e Comunidades”, em inglês “*Ecosystems Protecting Infrastructure and Communities (EPIC)*”, implementado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, da sigla em inglês), na África, tem ajudado comunidades locais a responder aos impactos relacionados às mudanças climáticas e a restaurar terras que têm sido atingidas por secas, inundações e erosões.. Em Burquina, cordões de terra foram utilizados para recuperar uma área de 150 hectares. Em ambos os locais, regeneração natural e reflorestamento foram implementados para aumentar a cobertura das árvores e melhorar a qualidade do solo (IUCN/PACO, 2016).

Ainda na África, a Aliança Global para as Mudanças Climáticas (GCCA, da sigla em inglês) implementou desde 2012 um projeto de 8 milhões de euros, cujo objetivo foi de promover a conservação das florestas do baixo Vale do Rio Ouémé, para proporcionar a redução dos efeitos causados por inundações (IUCN/PACO, 2016).

Diante das mudanças climáticas, várias medidas tradicionais de proteção costeira contra inundações são utilizadas. Os chamados “engenheiros dos ecossistemas” são espécies



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

que alteram os materiais bióticos e abióticos, controlando a disponibilidade de recursos para outros organismos e, conseqüentemente, modificando a biodiversidade local. Na atuação para RRD referente a proteção da costa, os diques são frequentemente usados como contenção, contudo, construir planícies de inundação de salgueiro a frente deles permitiria uma redução em sua altura devido ao amortecimento das ondas pela vegetação (BORSJE *et al.*, 2011).

Os resultados do estudo de Van der Nat *et al.* (2016) realizado na costa do Mar do Norte da Bélgica, Holanda e Alemanha, mostraram que combinações de estruturas de engenharia civil e soluções baseadas na natureza são amplamente aplicadas na proteção contra inundações. Contudo, observa-se ainda que as obras de engenharia civil são maioria, sendo estudos e aplicações na parte de estruturas baseadas em ecossistemas um grande desafio.

Cerca de 140 milhões de pessoas habitam a ilha de Java, na Indonésia. Representando apenas 6,65% do território do país, a ilha é um dos lugares mais adensados popularmente do planeta. A cidade de Semarang, localizada ao Norte da ilha, enfrenta problemas de inundação na sua costa, fato que deve ser agravado diante da previsão do aumento do nível do mar devido as mudanças climáticas. Trata-se de uma região com população muito vulnerável, onde há uma grande concentração de pessoas em áreas suscetíveis a inundação, uma intensa exploração dos recursos naturais e uma urbanização descontrolada. Um dos ecossistemas que mais sofrem pressão são os manguezais, por causa do intenso e indiscriminado uso (PEDRR, 2010).

Várias medidas visando a RRD foram implementadas nessa ilha: gestão de uso da terra, gerenciamento integrado dos recursos hídricos, planejamento de infraestrutura urbana, disponibilidade de moradias a baixo custo para pessoas que estavam localizadas em áreas suscetíveis a desastres e o fortalecimento e aprimoramento das organizações comunitárias frente as ameaças (PEDRR, 2010).

Em relação aos manguezais, as ações implementadas focaram na proteção de áreas remanescentes e no replantio. A conservação desse ecossistema agregou valor econômico, já que os viveiros ficaram protegidos, garantindo uma forma de subsistência para população, reduzindo sua vulnerabilidade. Uma ação direta de RRD foi a plantação de bambu e capim-vetiver em áreas propensas a movimentos de massa, alternativa mais barata e ecológica diante de outras medidas estruturais (PEDRR, 2010).

Nehren *et al.* (2014) citam medidas implementadas após o desastre na região serrana do Rio de Janeiro, Brasil, em 2011 (Figura 05). O deslizamento de terra devido às fortes chuvas e a vulnerabilidade da população resultou em mais de 900 mortes. Optou-se por se utilizar



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

soluções híbridas após o desastre, abarcando tanto estruturas “cinzas”, provenientes de obras de engenharia, quanto soluções baseadas no ecossistema. Entre algumas medidas estruturais e não-estruturais baseadas na natureza podem ser citadas: projetos de reflorestamento e de restauração de rios, estabelecimento de usos alternativos da terra, plantio de vegetação para a estabilização das encostas e construção de canais naturais.

Figura 05 – Região serrana do Rio de Janeiro antes e depois das obras de controle de fluxos de água e de detritos



Fonte: <http://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2014/09/rios-de-teresopolis-rj-passam-por-recuperacao-ambiental.html>

Rolo (2017) afirma que a revitalização no córrego do Sapé, em São Paulo, permitiu a redução do risco de desastres por inundação na área. A criação do Parque Linear facilitou a infiltração das águas fluviais, reduzindo, portanto, as inundações que eram frequentes na área. Paralelamente a isso, o risco foi reduzido mediante o investimento em novas habitações e saneamento básico para a comunidade Sapé, por meio de um projeto de reurbanização. Travassos e Shult (2013) afirmam que políticas de urbanização são tão importantes quanto as de drenagem, saneamento e criação de áreas verdes. Isso porque é fato que ao melhorar as condições de moradia e qualidade de vida da população, reduz-se a vulnerabilidade.

4. Considerações finais

A Eco-RRD compreende um elo crucial entre a redução de riscos de desastres e da vulnerabilidade social, conservação da biodiversidade, manejo sustentável da terra e restauração do ecossistema, fazendo com que vários objetivos sejam alcançados pela sociedade perante a busca pela sustentabilidade e adaptação frente as mudanças climáticas.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A pesquisa realizada demonstrou que diversas ações baseadas na natureza estão sendo aplicadas ao redor do mundo, gerando vários benefícios à população local, tanto diretos como indiretos. A implementação de tais medidas nunca exerce apenas uma função, mas abarcam uma gama de serviços ecossistêmicos que são oferecidos para o ambiente.

Os gestores públicos precisam entender que é necessário incluir a natureza nas tomadas de decisão para que impactos positivos possam ser sentidos, tanto no próprio meio ambiente quanto na qualidade de vida das pessoas. É necessário que haja, além das medidas físicas implementadas, a participação ativa da comunidade local para que isso haja êxito.

5. Referências

BALEEIRO, C. B. R. **Análise do Parque Linear Macambira Anicuns como infraestrutura verde em Goiânia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

BORSJE, B. W. *et al.* How ecological engineering can serve in coastal protection. **Ecological Engineering**, v. 37, n. 2, 2011. p. 113-122.

CASTELLER, A. *et al.* Assessing the interaction between mountain forests and snow avalanches at Nevados de Chillán, Chile and its implications for ecosystem-based disaster risk reduction. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 18, n. 4, 2018. p. 1.173-1.186.

DE CARVALHO, D. W. Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres. **Revista de Informação Legislativa**, v. 52, n. 206, 2015. p. 53-65.

NEHREN, U.; SUDMEIER-RIEUX, K.; SANDHOLZ, S.; ESTRELLA, M.; LOMARDA, M.; GUILLÉN, T. **The Ecosystem-based Disaster Risk Reduction: Case Study and Exercise Source Book**. Geneva and Cologne: Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction (PEDRR) and Center for Natural Resources and Development (CNRD), 2014. 98 p. (ISBN: 978-3-00-045844-6).

EUROPEAN COMMISSION. **Funding opportunities to support disaster risk prevention in the cohesion policy 2014-2020 period**. 2016. Disponível em: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/informat/factsheet_disaster_risk_prevention_03.pdf. Acesso em: 26 Fev. 2020.

FAIVRE, N. *et al.* Translating the Sendai Framework into action: The EU approach to ecosystem-based disaster risk reduction. **International journal of disaster risk reduction**, v. 32, 2018. p. 4-10.

HWANG, K. Y. Restoring Cheonggyecheon stream in the downtown Seoul. **Seoul: Seoul Development Institute**, v. 3, 2004.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

IUCN/PACO. **Regional Assessment on Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Biodiversity in West and Central Africa: A report for the Resilience through Investing in Ecosystems – knowledge, innovation and transformation of risk management (RELIEF Kit) project.** Ouagadougou, Burkina Faso: IUCN, 2016. 58p.

JOSEPH, J. K. *et al.* Applications of Vetiver grass (*Chrysopogon Zizanioides*) in eco system based disaster risk reduction-studies from Kerala state of India. **Journal of Geography and Natural Disasters**, v. 7, n. 1, 2017. p. 1-10.

KIM, H. M.; HAN, S. S. Seoul. **Cities**, v. 29, n. 2, 2012. p. 142-154.

KIM, H. S.; KOH, T. G.; KWON, K. W. The Cheonggyecheon (Stream) Restoration Project- Effects of the restoration work [Z]. **Seoul, South Korea: Cheonggyecheon Management Team, Seoul Metropolitan Facilities Management Corporation.** Received July, v. 18, 2009.

MARIARINALDI, B. Landscapes of metropolitan hedonism The Cheonggyecheon Linear Park in Seoul. **Journal of landscape architecture**, v. 2, n. 2, 2007. p. 60-73.

MCVITTIE, A. *et al.* Ecosystem-based solutions for disaster risk reduction: lessons from European applications of ecosystem-based adaptation measures. **International journal of disaster risk reduction**, v. 32, 2018. p. 42-54.

MOOS, C. *et al.* Ecosystem-based disaster risk reduction in mountains. **Earth-science reviews**, v. 177, 2018. p. 497-513.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Habitat III: nova agenda urbana.** 2016. Disponível em: <<https://habitat3.org/about>>. Acesso em: 02 Mar. 2020.

PARTNERSHIP FOR ENVIRONMENT AND DISASTER RISK REDUCTION – PEDRR. **Demonstrating the Role of Ecosystem: based Management for Disaster Risk Reduction.** ISDR, 2010. Disponível em: <www.pedrr.net>. Acesso em: 18 Jan. 2020.

ROLO, D. A. M. O. **Adaptação às mudanças climáticas baseada em ecossistemas (AbE): análise da revitalização do córrego do sapé.** Dissertação (Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

TRAVASSOS, L. R. F. C.; SCHULT, S. I. M. Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências. **Cadernos Metr pole.**, v. 15, n. 29, 2013. p. 289-312.

UNITED NATIONS. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. In: UN World Conference, 3, on March 18, 2015, Sendai, Miyagi, Japan. Sendai: United Nations, 2015. 37 p.

VAN DER NAT, A. *et al.* Ranking coastal flood protection designs from engineered to nature-based. **Ecological Engineering**, v. 87, 2016. p. 80-90.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

PARTICIPAÇÃO POPULAR NO PROCESSO DECISÓRIO: UM INSTRUMENTO DA REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES (RRD)

MAIANE BARBALHO DA LUZ¹

AMANDA ALVES QUEIROGA²

CAMILA CUNICO³

HAMILCAR JOSÉ ALMEIDA FILGUEIRA⁴

RESUMO

Compreende-se que é imprescindível a articulação do Estado com os moradores da região que se deseja atingir por meio de ações voltadas ao fomento até a aplicação das normativas e instrumentos que visam o decréscimo dos impactos negativos que advém dos desastres. O objetivo desse trabalho é avaliar a interação da comunidade da Redução do Risco de Desastres e os possíveis impactos. O processo metodológico utilizado neste trabalho foi a abordagem qualitativa, embasada em revisão de literatura sobre as implicações do impacto da participação popular na Redução de Risco de Desastres. Na execução do Plano Diretor de Reconstrução Estratégica Sustentável, um elemento importante foi a incorporação da população em reuniões e mediante o voto, os indivíduos puderam selecionar os projetos que consideravam mais urgentes para a reconstrução. Inserir instituições de ensino nesse contexto pode além de levar o conhecimento dito científico para essas pessoas, se conhece um pouco a realidade vivida. Outro projeto a ser citado foi iniciado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, intitulado “Cemaden Educação” onde escolas são escolhidas para estar em diálogo com eles, juntamente com a defesa civil, desenvolvendo atividades em regiões propensas a riscos socioambientais. Esse processo emancipatório se dá a passos lentos, sendo imprescindível que as populações, principalmente as residentes em áreas propensas a risco, busquem interagir e cobrar dos órgãos responsáveis o direito e o lugar de cada indivíduo nas decisões e discussões.

Palavras-chave: Planejamento; Comunidades; Desenvolvimento.

ABSTRACT

It is understood that it is essential to articulate the State with the residents of the region that is to be reached through actions aimed at fostering the application of regulations and instruments aimed at decreasing the negative impacts arising from disasters. The objective of this work is to evaluate the interaction of the Disaster Risk Reduction community and the possible impacts. The methodological process used in this work was the qualitative approach, based on a literature review on the implications of the impact of popular participation in Disaster Risk Reduction. In the execution of the Master Plan for Sustainable Strategic Reconstruction, an

¹ Mestranda Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, maianebarbalho07@gmail.com

² Mestranda Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, amandaaqueiroga@gmail.com

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, camilacunico@yahoo.com.br

⁴ Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, hfilgueira@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

important element was the incorporation of the population in meetings and by voting, individuals were able to select the projects they considered most urgent for reconstruction. Inserting educational institutions in this context can, in addition to taking the so-called scientific knowledge to these people, if they know a little about the lived reality. Another project to be cited was started by the National Center for Monitoring and Alerting of Natural Disasters, entitled “Cemaden Educação”, where schools are chosen to be in dialogue with them, together with the civil defense, developing activities in regions prone to socio-environmental risks. This emancipatory process takes place at a slow pace, and it is essential that populations, especially those residing in areas prone to risk, seek to interact and demand from the responsible bodies the right and place of each individual in decisions and discussions.

Keywords: Planning; Communities; Development.

1. Introdução

É de comum acordo que os desastres podem causar danos irreversíveis para uma comunidade, região e até um país. Os prejuízos decorrentes da incidência dos tais são de cunho ambiental, natural, econômico e social, perpassando a todos os níveis e classes sociais. Contudo a intensidade varia de acordo com as condições socioeconômicas dos envolvidos. Aqueles que dispõem de renda superior, possuem uma maior resiliência, sobrando para os menos favorecidos os maiores entraves, podendo até não conseguir voltar ao que era antes do ocorrido.

Se tratando do Brasil, os desastres com mais ocorrência circundam entre períodos chuvosos e de seca, sendo como protagonistas desse último com mais expressão, a região Nordeste. Contudo, nos períodos de precipitação intensa se pode contemplar problemas como: inundação, alagamento e enchentes em praticamente todo país, com perdas em diversos setores e até de vidas.

Os governos e instituições de ensino têm reconhecido a importância, bem como a emergência de tratar essa temática, por isso tem desenvolvido ações, políticas e mecanismos visando redução do risco de desastres (RRD). Internacionalmente, o Marco de Sendai para a redução do risco de desastres (2015-2030) reconhece a importância do papel da sociedade civil, de organizações comunitárias, como colaboradores na aplicação e monitoramento das políticas públicas no combate aos desastres, com comunidades resilientes, capacitadas e munidas de informações que visam fortalecer a cultura prevencionista.

No Brasil, foi instituída a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, Lei Federal 12.608/2012, se caracterizando como um marco regulatório no quesito dos desastres. Em uma de suas diretrizes contempla a participação da sociedade civil, identificando atribuições das tais no tocante às políticas públicas, porém essa lei ainda aguarda



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

regulamentação da Casa Civil e do Ministério do Desenvolvimento Regional, se configurando um atraso no desenvolvimento do país.

É palpável que essa movimentação das entidades públicas tem chegado às localidades, porém a forma que chega, seus impactos e aceitação, podem variar muito. A dissociação entre as intenções políticas e a popular não pode existir. Os indivíduos são o termômetro da efetividade das políticas, bem como peça fundamental no quesito da RRD, é por meio deles que se pode avaliar a eficiência e efetividade do que se tem proposto.

Assim sendo, compreende-se que é imprescindível a articulação do Estado com os moradores da região que se deseja atingir, em todas as etapas, do fomento até a aplicação das normativas e instrumentos que visam o decréscimo dos impactos negativos que advém dos desastres, tendo em foco a preservação da vida, e sabendo que o sucesso dessa inter-relação se traduz no desenvolvimento regional.

Isto posto, o objetivo desse trabalho é avaliar a interação da comunidade da Redução do Risco de Desastres e os possíveis impactos.

2. Metodologia

O processo metodológico utilizado neste trabalho foi a abordagem qualitativa, embasada em revisão de literatura sobre as implicações do impacto da participação popular na Redução de Risco de Desastres. Para a estruturação do trabalho foram empregados dados e informações retirados de pesquisas executadas em trabalhos técnicos e científicos publicados em instituições de ensino superior, em eventos técnico-científicos, em páginas na Internet e em periódicos nacionais e internacionais.

Foram observadas algumas atividades desenvolvidas junto a comunidades que sofreram e sofrem com eventos extremos, seus possíveis impactos e as suas contribuições para a redução do risco de desastres, sabendo que com o engajamento popular também se pode avaliar a efetividade de normativas, instrumentos e projetos frente à redução de desastres.

3. Resultados e discussão

Historicamente, as decisões tomadas para uma nação partiam só e apenas das entidades que regiam o país. Com o passar dos anos, o espaço público começou a ser aberto



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

para discussões e considerações, mas de maneira inibida.

Os primeiros comentários a respeito da participação popular em setores públicos se deu em meados dos anos de 1970, na época da ditadura militar, com a premissa de reivindicar seus direitos e não serem dominados pelo Estado. Esses registros ocorreram nas cidades de Lages, em Santa Catarina e Boa Esperança, no Espírito Santo (SANTOS *et. al.*, 2005).

Se tratando do cenário de desastres ditos ambientais, a situação é ainda mais difícil. Pessoas impactadas por eventos extremos padecem com a morosidade do Estado em resolver as questões associadas aos tais, deixando-os ainda mais vulneráveis.

Conceitualmente, o termo desastre de acordo com UNISDR (2009, p.30) é:

[...] uma séria interrupção na operação de uma comunidade ou sociedade que causa um grande número de mortes, bem como, perdas, impactos materiais, econômicos e condições ambientais que excedem a comunidade ou sociedade envolvida para fazer o enfrentamento da situação por meio do uso de seus recursos próprios

Compreende-se que um desastre se configura quando a população não consegue mais gerir por si só aquele evento, ou seja, é necessária a intervenção do poder público nesse processo, que na verdade, não deve agir só na concretização do tal, mas cada região deve ter no seu planejamento instrumentos que visem as fases de prevenção, preparação, resposta e reconstrução. O fato de um desastre exceder a capacidade de administração da sociedade civil, não implica que ela estar de braços cruzados ante a uma ameaça. Ações conjuntas são essenciais para a recuperação e reestruturação de uma região afetada ou propensa a risco.

Para Santos *et. al.* (2005), fruto das ações dos indivíduos não só são ao seu favor, porém são peças chave para modificações, por meio de um comportamento atuante, os horizontes são abertos, pontos de vista são reforçados, fazendo com que haja desenvolvimento sendo a democracia como impulsionadora. Tudo isso vem de debates onde o individual é tido como secundário, onde a realidade é lida a partir de pontos de vistas distintos, porém olhando na mesma direção, tornando o espaço público acessível.

Nessa linha de pensamento ideal onde a sociedade civil seja protagonista nos processos de decisão, exemplos inserção dela serão citados e comentados alguns casos no intuito de mostrar que, quando se tem modelos inclusivos, a tendência é de progresso governamental e das próprias comunidades em si.

No dia 27 de fevereiro de 2010 um grande terremoto de 8.8 graus abalou o Chile (região centro-sul), provocado pelas placas tectônicas de Nazca e a Sulamericana, e como



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

consequência do terremoto, houve um tsunami. Tal tragédia levou o Governo a realizar várias ações, dentre elas está o Plano Diretor de Reconstrução Estratégica Sustentável (PRES em espanhol) que foi desenvolvido pelo Ministério de Habitação e Urbanismo com a execução de planos em cada região afetada buscando agregar-se aos demais Ministérios e formado com uma visão interdisciplinar (PRATAS, 2014). Nesse plano estiveram envolvidas entidades públicas, privadas e instituições de ensino que se engajaram para reerguer de maneira mais eficiente as localidades impactadas pelo terremoto.

Na execução do PRES, um elemento importante que pôde ser notado foi a incorporação da população em numerosas reuniões. Os responsáveis pela administração tanto informavam a que ponto estavam os trâmites relativos à reconstrução, como ouvindo as reivindicações feitas pelos indivíduos para melhoria até em outros setores que contribuem de maneira direta para a redução do risco de desastres, como exemplo disso, cita-se os eventos de inundações sazonais do Rio Maule e do engarrafamento das rodovias da região afetada.

Tal forma de desempenho do poder público e privado, incorporando os cidadãos na deliberação dos assuntos da nação se configura um modo de desenvolvimento de natureza social, conquistando maior suporte na execução das atividades com maior probabilidade de êxito na aplicação do PRES.

Mediante o voto, os indivíduos puderam interferir e selecionar os projetos que consideravam mais urgentes para a reconstrução (PRATAS, 2014). Essa articulação entre o Estado e a população favorece o enfrentamento dos desastres, há a valorização dos anseios dos indivíduos que, quando ouvidos de maneira adequada, tendem a contribuir de maneira mais efetiva com os planos e projeto governamentais tendo em vista que houve a consulta aos tais da opinião deles quanto as ações que se seguiriam.

Pela periodicidade de eventos extremos e desastres, o povo chileno tem aprendido a gerencia-los. Isso pode ser notado num evento que ocorreu no ano de 2015 onde ocorreram erupções vulcânicas seguidas de terremoto e maremoto, sendo enfrentados, com maior resiliência, ocasionando menores prejuízos e impactos (VALENCIA, 2019).

Isso é reflexo do que foi construído entre sociedade civil e governo, produto da organização da cidade de maneira integral, que apesar dos impactos negativos inerentes a um evento extremo ou um desastre, há o desenvolvimento, a melhora, no sentido de a população estar mais preparada para enfrentar as adversidades e na ocorrência, ter a capacidade de discernir quais melhores soluções e caminhos a seguir.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

É importante que o poder público disponha de pessoa capacitadas para estar presente nessas regiões afetadas de maneira periódica, monitorando não só as condições ambientais, como também as sociais e financeiras. Após um desastre, a devastação causada por ser irreversível nas esferas envolvidas. Sendo assim, cabe ao governo o acompanhamento da situação daquele ambiente buscando o melhoramento contínuo, estabelecendo vínculos de confiança com a população e sugerindo direções apropriadas, embasadas na inter-relação construída.

A participação popular é também significativa pelo fato de que as pessoas que assistem em locais afetados por desastres ou propensos a risco serem as que mais conhecem a rotina, a cultura, os anseios uns dos outros, favorecendo a comunicação e difusão das informações e do conhecimento por meio de associação de moradores ou em conversas informais.

Outra forma de chegar a essas comunidades é a inserção de instituições de ensino nesse contexto onde além de levar o conhecimento dito científico para essas pessoas, se conhece um pouco a realidade vivida. Um estudo piloto feito em 2011 em duas comunidades na região do litoral sul-catarinense e do vale do Itajaí teve o intuito de fundir o saber técnico-científico com o saber comunitário (FERREIRA *et. al.*, 2011). Se utilizando de questionários, as perguntas giravam em torno de assuntos sobre desastres ditos naturais, tendo em vista o histórico daquela região. Em duas das sete categorias abordadas, o cerne foi referente a participação popular.

A primeira questão abordada foi: “Acha importante a participação das pessoas e das comunidades na prevenção de desastres ambientais?”. Das 27 pessoas entrevistadas, 23 responderam positivamente com justificativas de que a participação deles favorece o enfrentamento de novos eventos, coopera para a conservação do meio ambiente e o enaltecimento do coletivo em si, da troca e da união entre eles (FERREIRA *et. al.*, 2011).

O segundo quesito foi: “Gostaria de participar em ações de prevenção de desastres ambientais? Justifique sua resposta” (FERREIRA *et. al.*, 2011). Dos 27 entrevistados, 17 alegaram que participariam com o intuito de prevenção, de obter e transmitir informação, de estarem preparados para novos eventos que poderiam suceder e poder ajudar os outros; 5 não quiseram responder e os demais disseram que não tinham tempo suficiente para investir nessa área.

Considera-se um avanço esse tipo de declaração onde a maioria expressiva desses indivíduos se reconhecem responsáveis na redução de risco de desastres e que devem ter



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

participação mais ativa no processo de prevenção de desastres, tendo em vista os registros de ocorrência dos tais e os prejuízos que são deixados. Boa parte dessas pessoas, que são impactadas negativamente por desastres, sabem o quão complexo são os entraves que surgem, que o poder público, normalmente, não age de maneira eficaz e eficientes nessas regiões, o processo de ressarcimento das perdas financeiras é moroso e não supre adequadamente as carências existentes, não só financeiras, mas ambientais e sociais.

Apesar de boa parte das pessoas alegar a necessidade de participação ativa dos moradores de áreas propensas a risco nos processos de prevenção e preparação, alguns ainda possuem uma mentalidade de que esse assunto é de cunho secundário, não possuindo tempo para empregar nessas atividades. Sendo constatado isso, é importante ações por parte de instituições privadas, públicas e até as de ensino por meio de extensão que visem a homogeneização dos esforços e objetivos individuais na direção do envolvimento dos tais na construção de comunidades resilientes, reconhecendo o quão essencial é que cada cidadão desempenhe seu papel como agente na RRD, prestando auxílio até as defesas civis, tendo em vista que a maioria delas não são bem estruturadas.

É imprescindível essa comunicação com a população dessas regiões. Passa-se a conhecer as dificuldades, as peculiaridades e a forma de enfrentamento que se dispõe e como se pode buscar a manutenção e melhoramento desses procedimentos. Instrumentos como questionários, entrevistas e conversas informais podem se mostrar bastante efetivos no reconhecimento dos anseios e opiniões dos moradores, mostrando as faces que se tornam desconhecidas quando simplesmente o poder público avalia por si só a situação, institui e tenta aplicar políticas ou desenvolver atividades no local.

Esse tipo de diagnóstico é importante porque muitos consideram que moradores de regiões menos abastadas financeiramente são alheias a sua situação, às ameaças existentes e o seu papel no processo de gestão territorial. Esse estudo mostrou que a introdução de indivíduos nos processos decisórios pode trazer dinamismo aos procedimentos, a capacitação dessas pessoas para agir em situações de prevenção, durante e pós desastre pode tornar mais fácil as ações da defesa civil, que possui como carro chefe de seus procedimentos a busca da manutenção das vidas e a redução dos riscos.

Outro caso que merece destaque foi um estudo feito na província de Phang Nga, na Tailândia, sendo uma das seis localidades mais prejudicadas pelo terremoto seguido de tsunami em 2004. No ano de 2012, ocorreu outro terremoto, alarmando a população pela



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

lembrança do ocorrido em 2004. Com base nesses dois eventos, mas principalmente pelo de 2012, pôde-se observar se houve alguma melhoria no sentido da RRD por parte do governo e principalmente pela população que reside em áreas propensas a risco (WITVORAPONG, 2015).

Quatro quesitos serviram como base para esta pesquisa, três deles foram abordando ações de redução de risco de desastres e uma relacionada diretamente com participação social. As três questões sobre a RRD foram: 1) observar de perto as notícias correlacionadas a desastres; 2) elaboração de kits de emergência ou ter um planejamento de emergência doméstico; e 3) intenção de migração para outras áreas. Como resposta da população, cerca de 82,44% dos domicílios que realizaram/realizam pelo menos uma das duas primeiras medidas de ação. Com relação a terceira conduta, aproximadamente 19,21% dos entrevistados manifestaram interesse em afastar-se de áreas propensas a desastres. Com relação a participação social, ela é oriunda da pergunta: “Com que frequência o entrevistado participou de atividades comunitárias no passado nos últimos 12 meses”. Cerca de 74,15% dos respondentes haviam participado regularmente ou às vezes de atividades comunitárias (WITVORAPONG, 2015).

As duas primeiras questões abordadas possuem um peso significativo. Estar em estado de alerta é dos elementos fundamentais para que ante a uma ameaça, se possa agir de maneira eficiente e eficaz. Tendo em vista que muitos indivíduos possuem algum tipo de aparelho que seja habilitado para receber esse tipo de informação, é imprescindível a função da mídia na difusão dessas informações, possuindo a incumbência de transmitir de maneira clara e direta o que está ocorrendo, os riscos envolvidos e quais rotas se direcionar. Para isso, deve haver o fortalecimento da relação entre o poder público, as empresas de telecomunicação e os órgãos responsáveis pelo monitoramento dos riscos de desastres.

Também é importante comentar sobre a sensibilidade e a disposição das pessoas em acompanhar a situação da sua região, onde um histórico de eventos desastrosos juntamente com a ação dos órgãos competentes são responsáveis por despertar na população essa atitude, sabendo que uma boa comunicação entre essas entidades governamentais e a sociedade civil fortifica a interrelação entre eles reduzindo o risco de desastres e na ocorrência dele, diminui as perdas envolvidas.

A preparação de kits de emergência é outro elemento que deve estar presente de maneira mais palpável em regiões com risco de desastre. Em eventos altamente danosos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

como o ocorrido em 2004 na Tailândia, as cidades podem ficar sem energia, água, transporte, alimentos e demais serviços públicos por um período considerável, sendo imprescindível que os indivíduos tenham provisionado itens essenciais e estejam abastecidos dos tais. O impacto de evento extremo pode ser amortizado ou amenizado com famílias mais preparadas para enfrentá-lo.

Dispor de um planejamento de emergência domiciliar é um assunto que não é muito comentado, porém se constitui de grande valia tendo em vista as diferentes faixas etárias existentes em um núcleo familiar, seus pontos fortes e suas limitações. Sabendo dessas peculiaridades, cada família deve traçar estratégias simples, porém efetivas na fase pré-desastre. Rotas de fuga, formas de locomoção e itens importantes a serem transportados são elementos que devem estar justapostos no intuito de que os impactos que podem advir, possam ser administrados com o máximo de eficiência.

Existem duas faces sobre a intenção de certos indivíduos terem a pretensão de morar em outras regiões. Se tratando de locais onde a propensão ao risco seja considerada alta ou muito alta, é de fato, necessário que essas pessoas sejam relocadas para onde seja mais seguro, visando a manutenção e preservação da vida, cabendo ao poder público assessorar essas pessoas nesse processo, de maneira mais rápida possível. Nas demais áreas onde o risco não se apresente tão forte, é importante que se trabalhe a convivência com o risco no sentido de aplicar ferramentas que visem administrá-los e buscar reduzi-los, evitando um êxodo e esvaziamento das localidades, deixando-as inoperantes e com dificuldades de se desenvolver.

Sobre a participação comunitária, se notou que os esforços que porventura foram empregados nesse sentido, surtiram efeito e pôde ser visto na parcela da população que desenvolveu atividades à nível de coletividade na RRD. Isso reflete no nível de resiliência do corpo social, desempenhando atividades grupais, os laços se fortalecem e o nível de interação também, tornando a comunidade com voz expressiva e com capacidade de mudar e melhorar sua realidade.

Nesse contexto da RRD, outro espaço também precisa de atenção. É necessário que sejam feitas mudanças estruturais e culturais nos atuais modelos de gestão e administração das escolas públicas. São nesses ambientes que conceitos e atividades podem ser inclusas nos currículos, no dia a dia dos alunos, são ambientes de discussão, de compartilhar experiências e de crescimento pessoal e acadêmica. Essas ações em conjunto com as escolas



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

são imprescindíveis, tendo em vista que os alunos servem de canal para transmitir conceitos e informações para seu entorno, principalmente aquelas que assistem em regiões que sofrem de maneira recorrente com eventos extremos.

Pensando nisso, o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden), começou a aplicar no ano de 2014 um projeto intitulado “Cemaden Educação” onde escolas são escolhidas para estar em diálogo com eles, juntamente com a defesa civil, desenvolvendo atividades em regiões propensas a riscos socioambientais. Uma das escolas escolhidas se situa no Estado de São Paulo, no município de Cunha, sendo a Escola Estadual Virgílio da Cunha, localizada na bacia hidrográfica do Rio Paraibuna, bacia esta que sofreu com enchentes e escorregamentos no ano de 2010. Essa instituição de ensino foi uma das três escolas piloto na aplicação de desse projeto no intuito de observar a metodologia que foi escolhida e aplicada, e avaliar os impactos positivos e negativos decorrentes da execução dela (SULAIMAN e JACOBI, 2018).

De maneira geral a participação de órgãos públicos diretamente na comunidade ainda é tímida, necessitando de intensificação. O Cemaden é um órgão governamental responsável pelo monitoramento e alerta, servindo como instrumento da RRD, acompanhando a evolução dos eventos extremos existentes no país. Essa ação, dos órgãos saírem do nível de planejamento e administração (espaço físico), e atuar de forma presente em regiões que necessitam de atenção mais estreita, é um passo crucial no vínculo do poder público com a comunidade, é o ponto de partida para o avanço e desenvolvimento da participação popular nos assuntos de gestão territorial e social, devendo ter continuidade e divulgação.

Um dos objetivos desse projeto é tornar a escola como sendo um *Cemaden microlocal*, com atividades teóricas e práticas que visem a RRD. A escola em questão foi envolvida em atividades de monitoramento e percepção ambiental, tanto os alunos como professores e coordenação pedagógica, resultando num evento posterior onde os alunos puderam mostrar as atividades desempenhadas por eles em suas pesquisas fundidas às disciplinas escolares por meio de apresentações. O reflexo dessas ações, do compartilhamento e da troca entre os envolvidos, gerou a sensibilização e a conscientização do corpo escolar que decidiu fazer um viveiro de árvores na própria escola para ajudar os moradores ribeirinhos no plantio delas, juntamente a isso, a explicação de maneira simples e clara dos impactos positivos associados a essa atividade no sentido da RRD (SULAIMAN e JACOBI, 2018).

O impacto provocado por essas atividades não se limitou ao ambiente escolar, o raio



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

de atuação dos envolvidos perpassou os muros escolares e chegou até as moradias. Esse é o efeito que se espera quando atividades desse tipo são propostas, que o conhecimento seja difundido e incorporado nas atividades do dia a dia, modificando procedimentos equivocados e formas de lidar com o ambiente que os circunda, onde as pessoas passam a compreender os processos que ocorrem em sua região, o porquê e como é possível conviver com eles de maneira equilibrada, adaptando sua realidade de modo que vise a manutenção da sua saúde e bem-estar, como também do meio ambiente.

Outra atividade importante realizada foi a aplicação de um questionário onde eles buscaram a solução de problemas existentes junto à comunidade que reside no local. Um relato que causou grande interesse e certa comoção nos tais foi a deterioração do Rio das Pedras, despertando a vontade de melhorar a situação ambiental do local. Mais um reflexo desse processo foi que alguns alunos passaram a optar por carreiras acadêmicas no sentido de auxiliar na reestruturação e equilíbrio social e ambiental da região que assistem (SULAIMAN e JACOBI, 2018).

A metodologia aplicada teve um efeito grandioso, o de despertar o senso de responsabilidade e de pertencimento dos indivíduos envolvidos. Quando isso ocorre, as consequências são palpáveis, essas pessoas passam a querer transformar sua comunidade participando ativamente das atividades existentes dentro e fora dos seus limites, desenvolvem um diálogo aberto entre os mesmos, debatendo sobre como melhorar sua região e requerendo do poder público sua presença e ação.

Os alunos que optarem por uma carreira acadêmica visando trabalhar e melhorar o corpo social que estão inclusos, terão mais facilidade e acesso porque residem lá, onde a barreira, muitas vezes existente entre pesquisador e local de pesquisa, será pouca ou inexistente. As pessoas os conhecem de longa data, o diálogo flui com mais facilidade e a possibilidade de mudança e aprimoramento é maior, podendo trazer desenvolvimento local.

Nota-se que houve sucesso na ação de aproximação de um órgão público com a comunidade, mostrando que essa convivência pode ser harmoniosa, com diálogo, compartilhamento de ideias e de troca, não desprezando o que os moradores têm a ensinar, mas agregando mais conhecimento aos tais.

A escola anunciou a continuidade desse projeto, o que no contexto que se vive, é difícil de ocorrer. Boa parte de projetos aplicados, não têm continuidade porque dependem totalmente de poder público, e como no Brasil, a cada mudança de gestão, muitos projetos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

com impactos positivos são abandonados, consequentemente, são extintos. Uma parte da responsabilidade também é da população que não fiscaliza o andar dessas atividades, seja pelo fato de não terem sido absorvidas totalmente ou por falta de interesse dos envolvidos

Um projeto que é incorporado como estilo de vida de uma região interfere em todos os tipos de atividades desenvolvidas, e mesmo que não haja um acompanhamento ou monitoramento do desenvolvimento do tal pelo poder público, a própria população toma para si a responsabilidade de administrá-lo de acordo com suas condições, adaptando, se for preciso, sendo conscientes do seu papel como cidadãos e como agentes transformadores de sua comunidade.

Ambientes de discussão e debate devem ser criados ou aprimorados no intuito de que pessoas que residem em diferentes regiões propensas a risco, possam participar, compartilhar e agregar conhecimento. Se tratando de eventos nessa área de interface entre a sociedade civil e profissionais, o “International Institute for Environment and Development” tem elaborado o evento anual chamado de “Community-based adaptation conference”. Estes encontros agrupam profissionais de diversas áreas do conhecimento, pesquisadores, representantes de agências financiadoras, formuladores de políticas públicas, e representantes de localidades em situação de risco. O intuito desse evento é difundir o conhecimento para que pessoas que residem nessas comunidades tenham a chance de ser mais presentes nos processos de decisórios. A propagação deste tipo de evento poderia munir os governos locais de ferramentas e informações mais apropriadas para tentar assegurar uma maior inclusão popular nos projetos de intenção do poder público (SATHLER, 2014).

Eventos desse tipo são primordiais para o desenvolvimento das comunidades frente aos desastres, favorecendo um ambiente de trocas, fazendo com que pessoas de diferentes regiões, mas com histórico e realidade semelhantes possam compartilhar suas experiências, a forma como lidam com as adversidades e como administrá-las da melhor maneira possível, podendo auxiliar e servir de suporte para outros mais.

As ações que envolvem a sensibilização pública são essenciais porque proporcionam mudanças de comportamento, construindo uma cultura de redução de riscos. Para que isso ocorra é necessário envolver a disseminação de informações públicas, educacionais, transmissões de televisão ou rádio, emprego de mídia impressa, como também a instituição de centros e redes de informação e intervenções comunitárias e de cooperação (UNISDR, 2016).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

4. Considerações finais

Nota-se que avanços são percebidos no quesito da participação popular nos assuntos de redução do risco de desastres (RRD), essa interferência bem ajustada com o poder público e demais instituições tem grande impacto positivo e gera desenvolvimento para a região atingida por desastres e/ou propensa a risco. Contudo, ainda é necessária maior abertura para os cidadãos, tendo em vista que o sucesso de muitas políticas e ações governamentais dependem da aceitação e do engajamento dos indivíduos.

Esse processo emancipatório se dá a passos lentos, sendo imprescindível que as populações, principalmente as residentes em áreas propensas a risco, busquem interagir e cobrar dos órgãos responsáveis o direito e o lugar de cada indivíduo nas decisões e discussões.

Nota-se também que são poucos os exemplos encontrados onde a população incorpora no seu dia a dia ações e projetos antes aplicados ou desenvolvidos por órgãos públicos, muitos deles necessitam de financiamento para continuar, acompanhamento por mais tempo ou até mesmo da aceitação das pessoas. O poder público deve estar aberto a conversar e estudar essas comunidades de maneira que com isso, haja a possibilidade de sucesso em aplicar alguma metodologia que venha a favorecê-los e ser absorvida pela comunidade com o objetivo da redução do risco.

Uma questão importante é a estruturação das defesas civis. Essas instituições lidam diretamente com afetados por desastres, estão presentes nas ocorrências e têm um bom conhecimento sobre o perfil e a situação dessas pessoas. Contudo, o que se observa é que são pouquíssimas defesas civis que são devidamente equipadas tanto de servidores quanto de material para trabalhar nas comunidades, necessitando de maior assistência do governo. Defesas civis mais preparadas são aptas para fazer trabalhos como o supracitado no município de Cunha, podendo contribuir e munir comunidades frente aos desastres, onde os próprios moradores podem assessorá-los na redução de risco de desastres.

5. Referências

FERREIRA, D., ALBINO, L., FREITAS, C. C. M. J. Participação popular na prevenção e enfrentamento de desastres ambientais: resultado de um estudo piloto em Santa Catarina, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, vol. 2, p. 1-17, 2011.

PRATAS, J. P. A. A. G. **Tsunamis e cidades resilientes – estratégia para Lisboa ribeirinha:**



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

entre Alcântara e o Terreiro do Paço. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2014.

SANTOS, A. D, *et. al.* **Metodologias Participativas caminhos para o Fortalecimento de espaços públicos socioambientais.** São Paulo: Petrópolis, 2005.

SATHLER, D. Repercussões locais das mudanças climáticas globais: urbanização, governança e participação comunitária. **Revista online Caminhos de geografia.** v. 15, n. 51. p. 01–19, 2014.

SHRESTHA, A. B., CHAPAGAIN, P. S, E THAPA, R. **Flash Flood Risk Management. A Training of Trainers Manual.** International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu. 2011.

SULAIMAN, S. N., JACOBI, P. R. **Melhor prevenir: Olhares e saberes para a redução de risco de desastre.** São Paulo: IEE-USP, 2018. Disponível em: <http://www.incline.iag.usp.br/data/arquivos_download/melhorprevenir_ebook.pdf> Acesso: Março de 2020.

UNISDR. **Terminologia: Termos básicos de redução de riscos de desastres.** 2016. Disponível em: <http://www.eird.org/eng/terminologia-eng.htm> . Acesso em: março de 2020

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **2009 UNISDR Terminology on disaster risk reduction.** Geneva, Switzerland: UNISDR, 2009.

VALENCIA, N. Por que mitigar ao invés de reconstruir? O exemplo da resiliência chilena. [Why should we invest in mitigation instead of reconstruction? Chile's resiliency is a good example]. **ArchDaily Brasil.** 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/920451/por-que-mitigar-ao-inves-de-reconstruir-o-exemplo-da-resiliencia-chilena>> Acesso em: Agosto de 2019.

WITVORAPONG, N., MUTTARAK R., POTHISIRI W. Social Participation and Disaster Risk Reduction Behaviors in Tsunami Prone Areas. **PLOS ONE.** DOI:10.1371. p. 1-20. 2015.
BORSATO, V. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares.** Curitiba: CRV, 2016.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

AÇÃO E IMPACTOS DE UM SISTEMA FRONTOGENÉTICO EM JUNHO DE 2014 SOBRE A ÁREA DO ESTADO DO PARANÁ (BRASIL)

MARCOS BALICKI¹
APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE²

RESUMO

Entre os dias 06 e 09 de junho de 2014 a atuação de um sistema meteorológico de mesoescala influenciou a ocorrência de chuvas em diversas regiões do estado do Paraná. Como reflexo dessa atuação, comentários de catástrofes dominaram a mídia paranaense naqueles dias. Diante disso, esta pesquisa buscou elencar qual a origem e características desse sistema meteorológico e quais cidades foram mais impactadas pelas chuvas resultantes desse processo. A metodologia de análise amparou-se em dados de imagens de satélite disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais/INPE para identificar a ação e evolução desses sistemas. Além disso, os dados da Defesa Civil do Paraná foram utilizados para definir os locais em que ocorreram chuvas intensas durante o período analisado. Dos 399 municípios do estado, 123 foram atingidos por chuvas intensas, 20 por enxurradas, 5 por inundações e um por alagamentos. Um processo frontogenético persistente (Frente Fria) foi o que provocou esses desastres. Foi estimado que 740.102 pessoas foram afetadas e 10 vieram a óbito. O município de Guarapuava foi o mais atingido, com 3 óbitos e 167.562 afetados. O relevo teve papel fundamental para essa catástrofe, pois com a aproximação das nuvens sobre regiões mais altas e de temperatura mais baixa, a chuva orográfica predominou, principalmente no centro-sul do estado, por cerca de 96 horas seguidas.

Palavras-chave: Chuvas intensas; Inundação; Defesa Civil.

ABSTRACT

Between June 6 and 9, 2014, the performance of a mesoscale meteorological system influenced the occurrence of rains in several regions of the state of Paraná. As a reflection of this performance, comments of catastrophes dominated the Paraná media in those days. Therefore, this research sought to list the origin and characteristics of this meteorological system and which cities were most impacted by the rains resulting from this process. The analysis methodology was based on data from satellite images made available by the National Institute for Space Research / INPE to identify the action and evolution of these systems. In addition, data from the Civil Defense of Paraná were used to define the places where intense rains occurred during the analyzed period. Of the 399 municipalities in the state, 123 were hit by heavy rains, 20 by runoff, 5 by floods and one by flooding. A persistent frontogenetic process (Cold Front) was what caused these disasters. It was estimated that 740,102 people were affected and 10 died. The municipality of Guarapuava was the most affected, with 3 deaths and 167,562 affected. The relief played a fundamental role in this catastrophe, since with the

¹Mestre em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, marcosbalicki88@gmail.com

² Professor Doutor em Geografia, Docente do DEGEO e do PPGG da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, apaandrade@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

approach of clouds over higher and lower temperature regions, orographic rain predominated, mainly in the south-central part of the state, for about 96 hours straight. Seguir a formatação do RESUMO.

Keywords: Heavy rains; Inundation; Civil Defense.

1. Introdução

Na primeira quinzena de junho de 2014, manchetes de diversos jornais citavam fatos relacionados a altos volumes de chuvas no estado do Paraná (GAZETA DO POVO, 2014; FOLHA DE LONDRINA, 2014; G1, 2014). Algumas pesquisas acadêmicas também descreveram esse período (VESTENA, 2017; SILVA, GOMES, 2018). Neste sentido, esta pesquisa buscou elencar qual o sistema meteorológico que atuou na região do estado e quais foram seus impactos para a sociedade.

Para tanto, o objetivo geral foi identificar qual a origem e atributos desse sistema e quantas foram as cidades e/ou municípios que decretaram estado de calamidade em função de desastres ocorridos entre os dias 06 e 09 de junho de 2014, associados a tempestades/chuvas. Também buscou-se identificar o município mais afetado. Por fim, foi buscado uma relação entre a pluviosidade ocorrida e a população afetada por desastres naturais, tais como: enchentes, alagamentos, desmoronamentos, etc.

Inicialmente é importante destacar como ocorrem os três tipos fundamentais de precipitação - orográfica, frontal e convectiva. A chuva orográfica ocorre quando uma massa de umidade se eleva em função do relevo, se resfria e se condensa, formando as gotículas de água precipitada. A precipitação convectiva ocorre quando a umidade e o calor local permitem uma elevação rápida, formando as nuvens de chuva. As chuvas frontais se formam quando ocorre o avanço de Frentes Frias (FFs). É importante destacar que uma Frente Fria ocorre quando a massa de ar frio avança (por baixo) na direção da massa do ar quente. Os fortes cisalhamentos e a diferença de temperatura, favorecem a formação da precipitação (CPTEC/INPE, 2020).

Vários eventos meteorológicos podem trazer catástrofes. Os eventos exclusivamente relacionados com tempestades, segundo a Defesa Civil (2020), são classificados em cinco “tipos” diretos, sendo: chuvas intensas, tempestades de raios, vendavais, tornados e granizos. Já os indiretos, seriam as inundações, alagamentos, enxurradas e as enchentes.

As chuvas intensas são oriundas de tempestades bem organizadas. Muito calor, alta umidade e ponto de orvalho favorável são seus combustíveis. Caracterizam-se essencialmente



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

por descarga de grande volume de precipitação em curtos espaços de tempo. Esses tipos de eventos causam grandes avarias, erosões no solo e inundações, prejuízos à agricultura, como perda de colheitas e problemas em reservatórios (ARAÚJO, 2006).

De acordo com Thomaz e Vestena (2003), a intensidade e o volume são importantes características para o desenvolvimento de desastres relacionados a eventos de desencadeamento pluviométrico.

Em geral, a equação para chuvas intensas apresenta o seguinte formato: $I = K \cdot TR^a / (t \cdot d + B) \cdot c^a$ (RIGHETTO, 1998). Nessa equação, os elementos são: I: intensidade da precipitação (L T⁻¹); TR: tempo de retorno (anos); td: tempo de duração da chuva (T); K, a, B e C: parâmetros de ajuste, adimensional. Essa metodologia poderia ser ampliada e utilizada pela Defesa Civil, buscando uma melhor qualificação da terminologia, mas não é o que ocorre, a definição de chuva intensa adotada pela Defesa Civil está mais associada aos impactos que a precipitação causa do que a sua quantidade no tempo e no espaço.

Essa temática vem sendo debatida há vários anos e os estudos têm apontado a necessidade de identificar as chuvas intensas locais e regionais, por isso, a identificação das ocorrências no estado do Paraná é importante, como citam Longo et al (2006), Scortegagna e Rebolho (2012), Rosisca et al. (2013) e Borsato e Mendonça (2013). Todos esses trabalhos indicam uma preocupação central voltada para o impacto que esses eventos podem causar a população.

É importante destacar que há diferenças entre inundação, enchente, enxurradas e alagamentos (Figura 01). Todos podem ocorrer tanto no meio rural como no urbano e serem considerados desastres naturais.

As inundações, anteriormente intituladas como “enchentes” ou “inundações graduais”, compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos. Referem-se à submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície (BRASIL, 2012).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 – Perfil esquemático de enchente, inundação e alagamento.



Fonte: Defesa Civil de São Bernardo dos Campos – SP (2011)¹.

Para Gontijo (2007) as enchentes são fenômenos temporários que correspondem à ocorrência de vazões elevadas num curso de água, com eventual inundação dos seus terrenos marginais. Assim, ocorrem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal, e então ocorre o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (TUCCI, 1993; LEOPOLD, 1994).

A Defesa Civil define alagamento como o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem e enxurrada, o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (LICCO & DOWELL, 2015).

Já por enxurradas, entende-se que é o fluxo de água que escoar sem entrar no solo (escoamento superficial). “Em Geologia e Hidráulica, este escoamento usualmente inclui o fluxo superficial e subsuperficial” (CURI et al, 1993, p. 33). Outros eventos como movimentos de massa e de elevação brusca de nível de rios ocasionados por tempestades a montante também têm íntima ligação com a frequência e a intensidade de eventos extremos, principalmente à precipitação. Por fim, enchente não possui um código COBRADE² pela Defesa Civil.

Em síntese, a proposta desta pesquisa é identificar qual o sistema meteorológico que atuou severamente no estado, além de verificar os municípios atingidos e também o número de pessoas afetadas.

¹ Disponível em: <http://acqualisengenharia.com.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-enxurrada-e-alagamento/>

² COBRADE: Classificação e Codificação Brasileira de Desastres.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

de 2014, além dos gráficos explicativos da evolução da intensidade da chuva.

Como nem todos os municípios do estado possuem estações meteorológicas para o registro da pluviosidade, os dados foram interpolados por meio do método da Krigagem. Esse método geoestatístico leva em consideração as características espaciais de autocorrelação de variáveis regionais. Para o correto funcionamento, “nas variáveis regionalizadas deve existir certa continuidade espacial, o que permite que os dados obtidos por amostragem de certos pontos possam ser usados para parametrizar a estimação de pontos onde o valor da variável seja desconhecido” (LANDIM, 2000, p. 9).

Por fim, após consulta ao site da Defesa Civil, elencou-se os municípios afetados pelas chuvas no estado, incluindo os “tipos” de eventos diretos de tempestades (chuva intensa, vendavais, tornados, tempestades de raios e granizo) e indiretos (inundações, alagamentos, enchentes e enxurradas).

3. Resultados e discussão

Após a análise das imagens de satélite e pelo sequenciamento obtido, pode-se ter uma primeira conclusão, permitindo deduzir que o sistema atuante se tratava de um processo frontogenético, ou seja, oriundo de uma Frente Fria (Figura 03).

Esta zona de alta pressão sobre o Norte/Nordeste da Argentina permitiu que as nuvens se concentrassem por até 4 dias sobre o estado do Paraná. Nota-se que o corredor de umidade se estende no sentido noroeste-sudeste e, pelo formato, se configura próximo ao Sistema Convectivo de Mesoescala (SCM), como demonstrado principalmente no dia 08/06/2014, mas que tem origem frontogenética. Esse corredor estreito permitiu uma concentração da umidade sobre o estado.

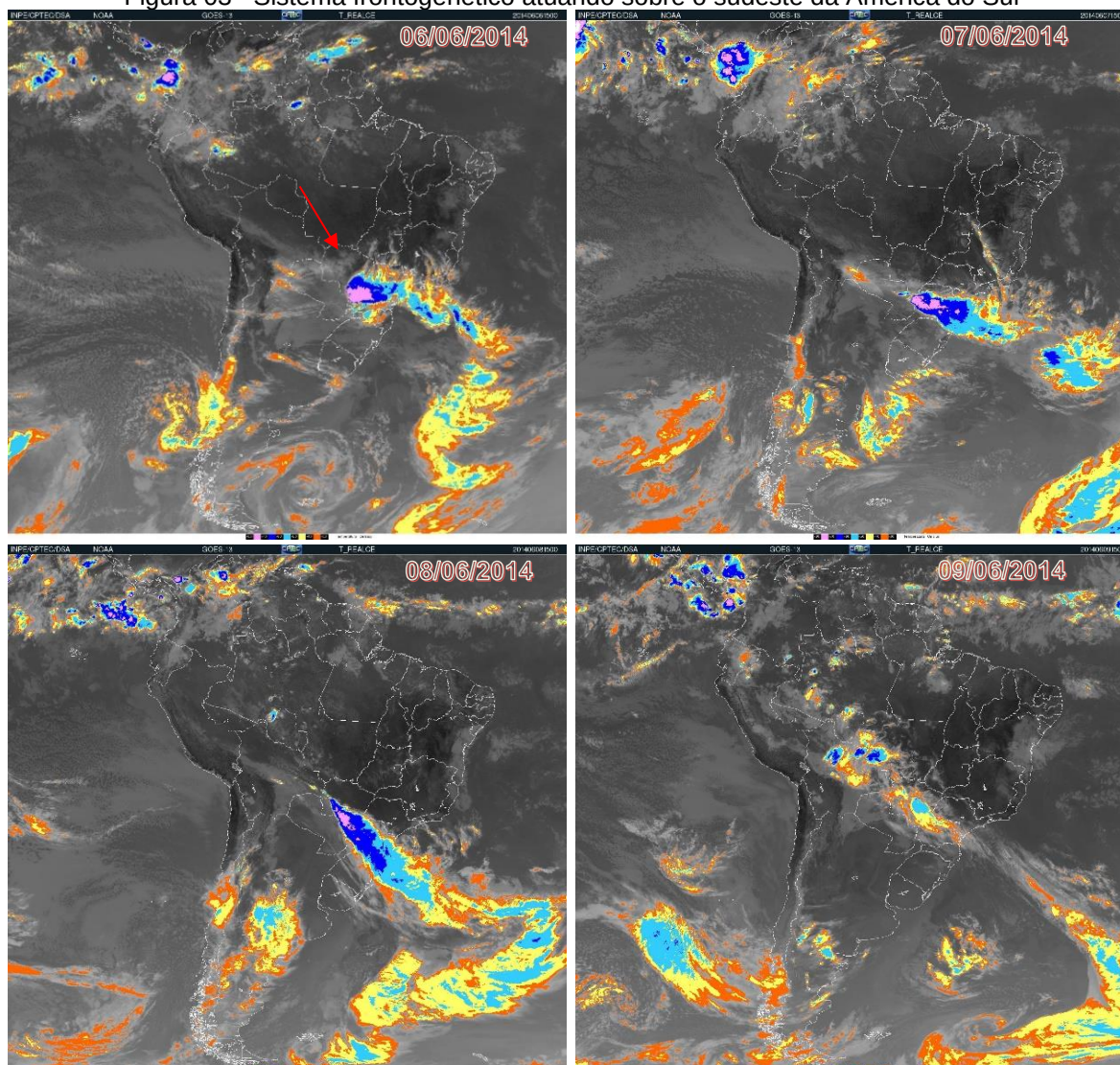


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 03 – Sistema frontogenético atuando sobre o sudeste da América do Sul



Fonte: INPE/DSA (2020). Adaptado por Balicki, M. (2020)

De acordo com as imagens de satélite, apesar dos topos de nuvens apresentarem valores muito baixos, o sistema não foi predominantemente de alto desenvolvimento vertical, como as *Cumulonimbus*. Isso se explica devido à ausência de registros de casos de vendavais e de granizos. As nuvens identificadas nas imagens são do tipo *Nimbostratus* (Ns), nuvens médias e/ou baixas, mas que normalmente indicam alta precipitação por longos períodos (dias).

Os dados de precipitação diária obtidos para o período permite concluir que a maior pluviosidade ficou concentrada nas regiões centro, sul e o sudoeste do Paraná (Figura 04).

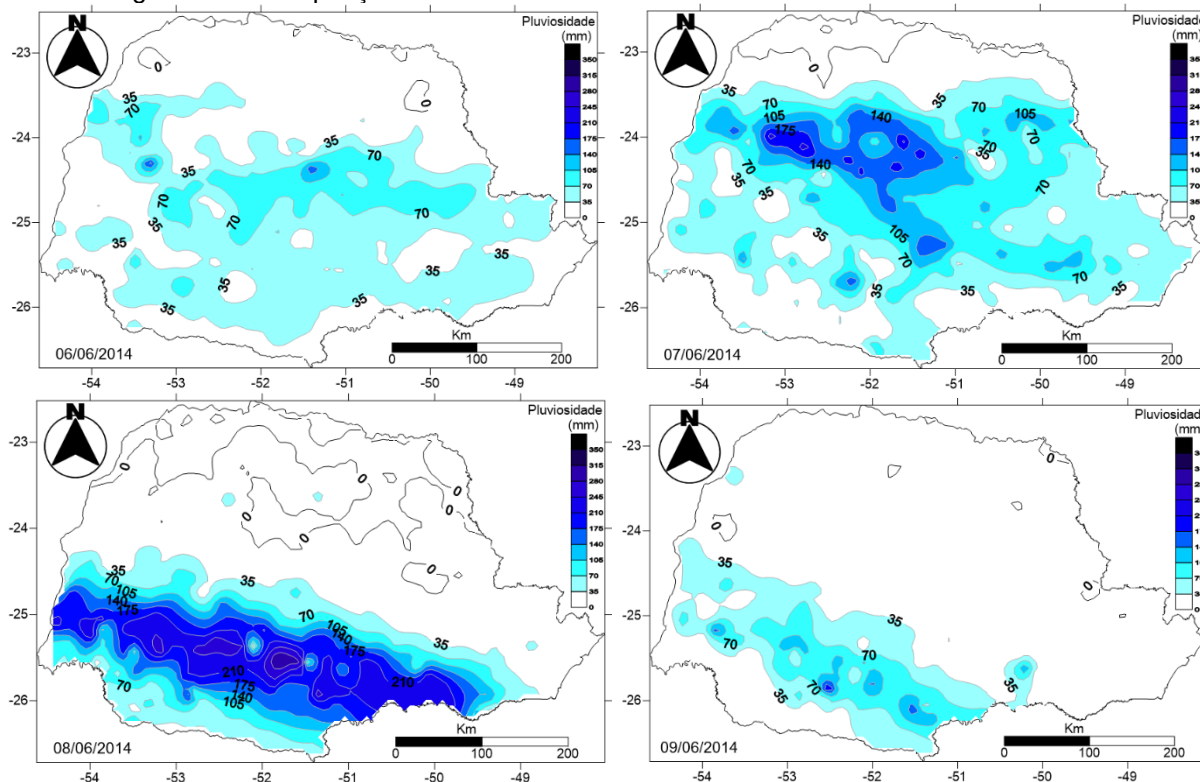


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 04 – Precipitação diária sobre o estado do Paraná entre os dias 06 a 09/06/2014



Fonte: Instituto das Águas do Paraná (2020). Org.: Balicki, M. (2020).

Nota-se que o centro e o sul do Paraná registraram as mais altas pluviosidades no estado, porquanto o norte manteve-se mais seco. O dia 08 foi o mais representativo, como demonstrado no Quadro 1. No dia 09/06, o sistema perdeu força.

Quadro 1- Maiores totais pluviométricos em 24 horas no estado do Paraná de 06 a 09 de junho de 2014

Município:	Estação (Altitude em metros):	Data:	Pluviosidade (mm):
Candói	Usina Santa Maria – Salto (1000)	08/06/2014	328,6
Guarapuava	Colônia Socorro (1000)	08/06/2014	297,7
Três Barras do Paraná	Três Barras do Paraná (534)	08/06/2014	271,8
Cruz Machado	Linha Santana (780)	08/06/2014	270,0
Nova Laranjeiras	Nova Laranjeiras (730)	08/06/2014	269,5

Fonte: Instituto das Águas do Paraná (2020). Org.: Balicki, M. (2020).

Ao se analisar os dados do Quadro 1, nota-se claramente que todos os cinco maiores acumulados do período ocorreram no dia 08/06/2014. No entanto, a pluviosidade máxima (de forma intermitente) foi de 217,3 mm em 06/06/2014 (Formosa do Oeste), de 237,5 mm em 07/06/2014 (Mariluz) e de 239 mm em 09/06/2014 (Chopinzinho).



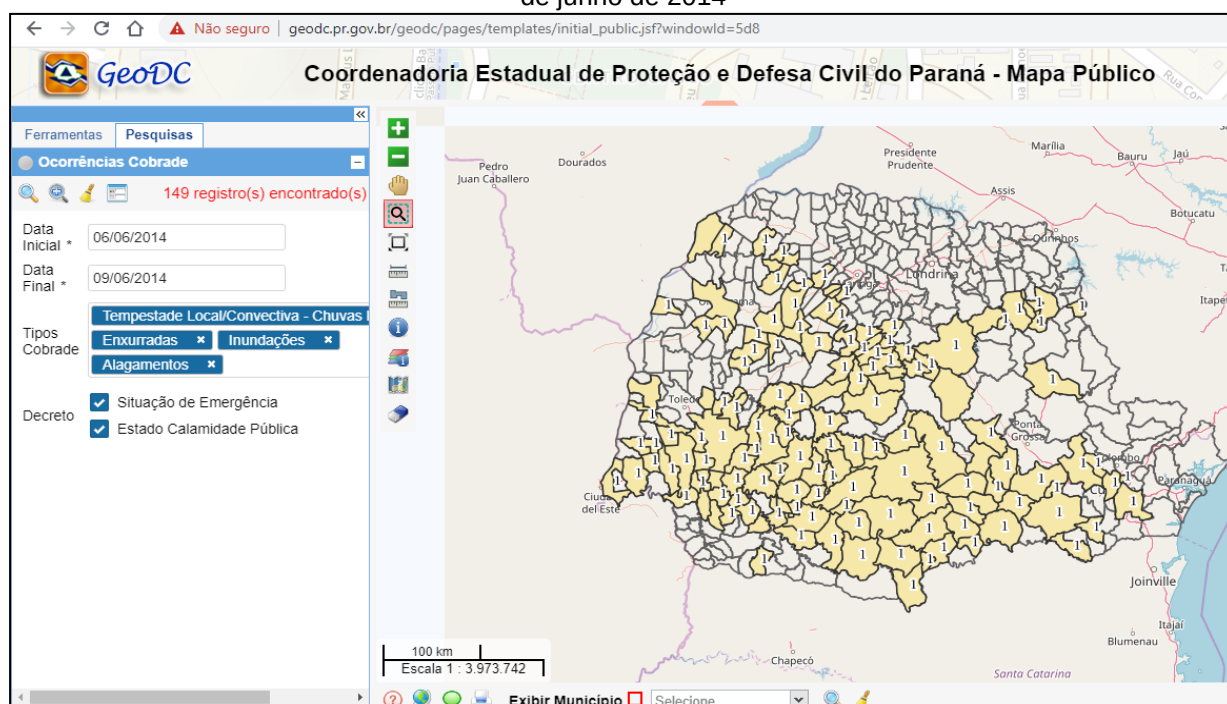
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A concentração máxima de precipitação se deu no centro-sul do estado, nos mesmos locais onde houve mais afetados e com maior quantidade de municípios em que foi necessário solicitar o atendimento da Defesa Civil (Figura 05).

Figura 05 – Municípios com registros de ocorrências de desastres ocasionados pelas chuvas de 06 a 09 de junho de 2014



Fonte: Defesa Civil (2020).

Nota-se também que os 149 municípios afetados se concentram em regiões com altitude mais elevada, o que favorece pontos de orvalho em diferentes níveis, influenciando a ocorrência de chuvas orográficas. Apesar do sistema ser inicialmente frontal, ele fluiu melhor no dia 08, quando alongou-se no sentido noroeste para sudeste, notando-se assim, a ação importante do relevo em relação a pluviosidade, principalmente na área da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu.

De acordo com os tipos de eventos delimitados pelas ocorrências da Defesa Civil e em função das catástrofes nos municípios (código COBRADE), foi possível verificar qual a relação do número de afetados com o tipo de evento, conforme demonstrado na Figura 06.

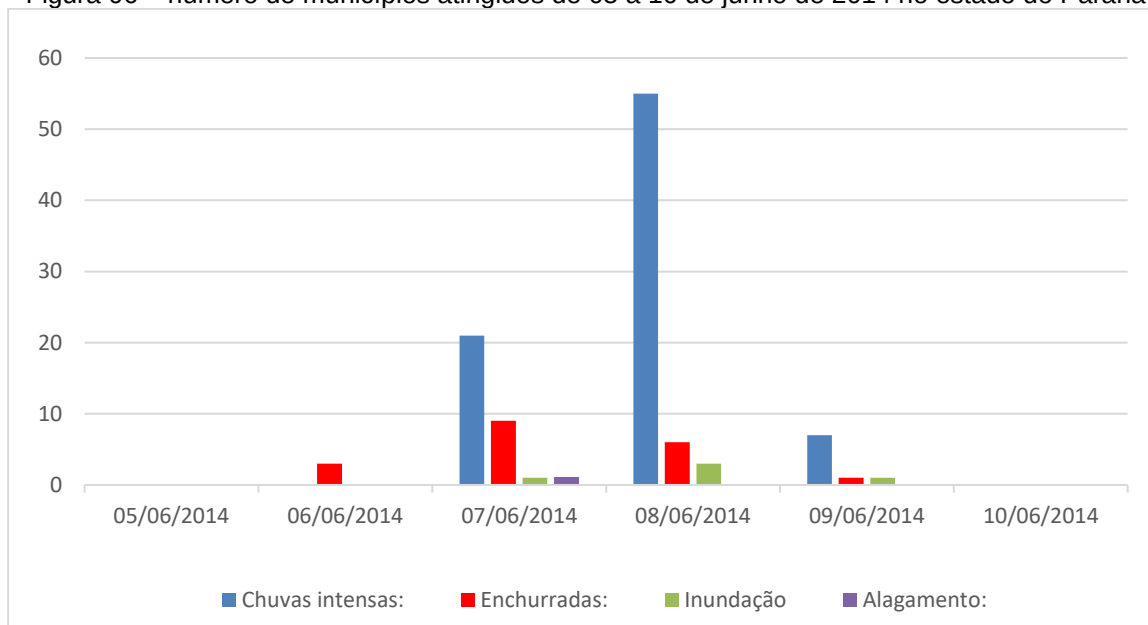


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 06 – número de municípios atingidos de 05 a 10 de junho de 2014 no estado do Paraná



Org. Balicki, M. (2020).

Pelas informações do gráfico constante na Figura 06, as enxurradas foram as primeiras que afetaram a população, seguido das chuvas intensas, das inundações e por último os alagamentos. Em relação a estimativa de pessoas afetadas, foram 713.399 ocasionados por chuvas intensas, 14.127 por enxurradas, 9.320 por inundações e 3.256 por alagamentos (DEFESA CIVIL, 2020), provocando 10 óbitos (FOLHA DE LONDRINA, 2014).

A maior concentração de notificações e afetados foi no dia 08 de junho de 2014, com 65 municípios.

Segundo dados estimados da Defesa Civil do Paraná neste período, o município de Guarapuava foi o que teve o maior registro no estado, em um único evento. As chuvas intensas afetaram 167.562 pessoas, deixando 3 óbitos.

De 06 a 09 de junho de 2014 choveu acima da média na região, o que contribuiu com vários episódios de inundações e alagamentos no município de Guarapuava (SILVA & GOMES, 2018).

No entanto, a pluviosidade acumulada no município de Guarapuava não foi uniforme. Nota-se que nos postos pluviométricos de 7 localidades do município o total pluviométrico da região foi heterogêneo (Figura 07). Os totais apontaram diferenças superiores a 300% (Colônia Vitória X Colônia Socorro em 08/06/2014). Ressaltando que essas duas localidades estão bem próximas (cerca de 9 quilômetros em linha reta).

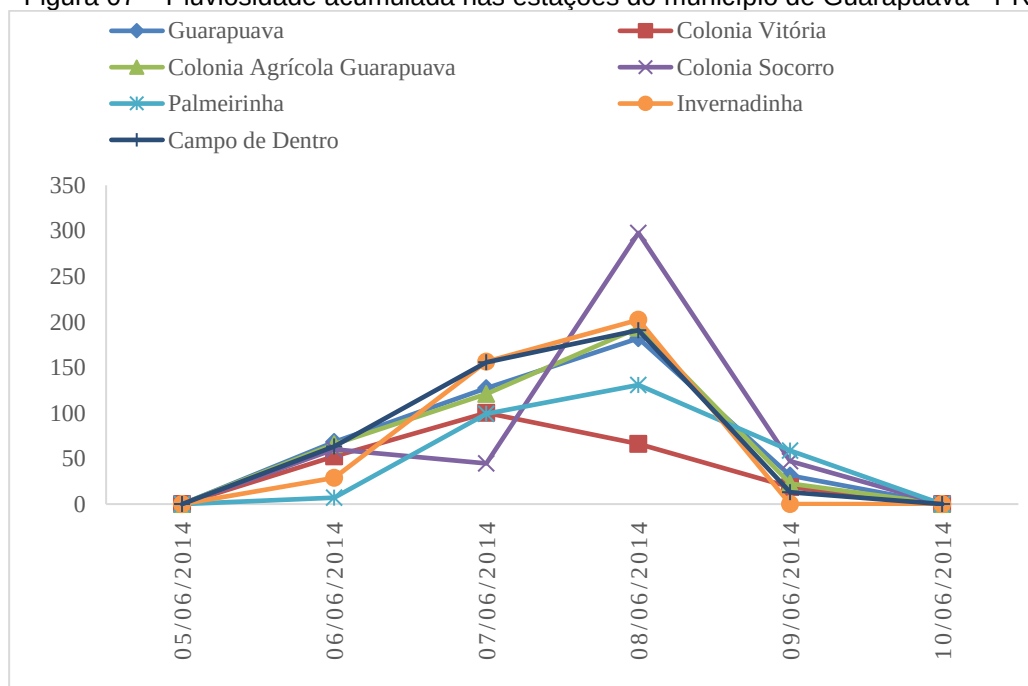


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 07 – Pluviosidade acumulada nas estações do município de Guarapuava - PR



Fonte: INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ (2020). Org.: Balicki, M. (2020).

No dia 05/06 e no dia 10/06, não houve pluviosidade, logo a concentração máxima ocorreu somente entre os dias 06 e 09 de junho. De acordo com as observações meteorológicas do período, um sistema convectivo persistente trouxe muita instabilidade à região de Guarapuava (SILVA & GOMES, 2018). Nos quatro dias em que efetivamente ocorreu precipitação, o acumulado chegou a 449,8 mm na estação da Colônia Socorro (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2020), localizada em uma altitude de 1000 metros.

Outros eventos que poderiam ocorrer associados a “Tempestades Locais/Convectivas”: Tempestades de raios; vendavais; tornados e granizo, também foram investigados. Entretanto, não houve nenhuma solicitação de atendimento para desastres junto a Defesa Civil que relatasse a ocorrência de tais eventos. Dessa forma, essas tempestades provocaram somente altas pluviosidades pelo estado, desencadeando chuvas intensas, enchentes, inundações e alagamentos. Elas foram as causas meteorológicas, mas não foram notificadas pela Defesa Civil e muito menos pela mídia em geral.

4. Considerações finais

Um processo frontogenético persistente, associado a uma zona de alta pressão



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

estacionada no Norte/Nordeste da Argentina, definiu as condições do tempo em todo o estado do Paraná durante os dias 06 a 09 de junho de 2014. Com isso, a pluviosidade ficou concentrada em regiões de maiores altitudes, persistindo chuvas do tipo frontal, porém, devido às diferentes temperaturas e altitudes, a chuva na orográfica ocorreu de forma persistente em algumas áreas.

No período estudado houve, no total, 149 municípios afetados por chuvas intensas, enxurradas, inundação e alagamentos. Mais de 700 mil pessoas foram afetadas. O centro-sul do estado foi o mais afetado, justamente onde as altitudes são mais elevadas. Ao se verificar outros “tipos” associados a grandes nuvens como desastres relacionados a vendavais, tornados e granizo, estes não ocorreram. Dessa forma, a alta pluviosidade foi determinante nas catástrofes e as nuvens que a originou não foram de grande desenvolvimento vertical, como as *Cumulonimbus* (Cbs).

Individualmente, o município de Guarapuava teve o maior número de pessoas afetadas, segundo os dados da Defesa Civil. No entanto, a pluviosidade foi muito diferenciada dentro do município, com diferenças de até 300% no mesmo dia.

Outro fator é que esses eventos provocaram sérios problemas na estrutura urbana, que, associada a uma alta densidade demográfica de alguns bairros e a falta de planejamento, potencializaram tais catástrofes. Populações em situações mais vulneráveis, com construções mais frágeis e, em zonas de risco, são mais susceptíveis a estes desastres. Nesse sentido, recomenda-se a população, aos governantes e a Defesa Civil, busca por melhores formas de se proteger dos impactos de futuros eventos desta magnitude, pois mais vidas poderiam ter sido salvas com uma forma de prevenção mais eficiente.

Um sistema meteorológico dessa magnitude é facilmente previsível nos tempos modernos, principalmente com informações meteorológicas disponíveis em tempo real a todo momento. Estudar e observar melhor estes tipos de eventos é requisito fundamental, pois além de gerar um cunho político-científico, fortalece o conhecimento e a construção da resiliência de toda a população e das estruturas sociais, principalmente no meio urbano e em áreas mais vulneráveis.

5. Referências

ARAÚJO, L. E. **Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006. 94 p.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

BORSATO, V. A.; MENDONÇA, F. A. A Dinâmica dos sistemas atmosféricos no verão 2012-2013 no Paraná e em Campo Mourão. **Simpósio de Estudos Urbanos: A dinâmica das cidades e a produção do espaço. Campo Mourão. Anais...** Campo Mourão: UEP, 2, 2013.

BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres: Sistema integrado de informações sobre desastres- S2ID.** 2012.

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres: desastres naturais.** Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

CURI, N. (Coord.). **Vocabulário de ciências do solo.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1993.

DEFESA Civil de São Bernardo dos Campos. **Enchente, inundação ou alagamento.** (2011). Disponível em: <http://dcsbcsb.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>. Acesso em: 08 Abr. 2020.

DEFESA Civil, **Histórico.** Disponível em: <https://defesacivil.to.gov.br/institucional/historico/>. Acesso em: 18 abr. 2020.

ESCOLA Britannica Inc. Disponível em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/Paran%C3%A1/483438>. Acesso em: 14 abr. 2020.

FRANCISCHETT, M. N. O significado das Representações Gráficas cartográficas no Ensino. **Biblioteca On-line de Ciências da Comunicação – BOCC**, 2011. p. 1-12. Disponível em: <http://www.bocc.ubi.pt/pag/franchischett-mafalda-o-significadodas-representacoes-graficas.pdf>. acesso em: 12 mai. 2020.

FOLHA DE LONDRINA. **Chuva deixa 10 pessoas mortas no Paraná.** Disponível em: <https://www.folhadelondrina.com.br/geral/chuvas-deixam-dez-pessoas-mortas-no-parana-diz-defesa-civil-883669.html>. Acesso em: 13 abr. 2020.

G1. **Afetados pela chuva passam de 50 mil e mortes chegam a nove no Paraná.** Disponível em: <http://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2014/06/afetados-pela-chuva-passam-de-48-mil-e-mortes-chegam-dez-no-pr.html>. Acesso em: 13 abr. 2020.

GAZETA DO POVO. **Chuva afeta 106 mil pessoas em 124 cidades do PR; estado registra 9 mortes.** Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/chuva-afeta-106-mil-pessoas-em-124-cidades-do-pr-estado-registra-9-mortes-9duwkejqdpu5vj58pq8922pfy/>. Acesso em: 13 abr. 2020.

GONTIJO, N. T. **Avaliação das Relações de Frequência entre Precipitações e Enchentes Raras por meio de Séries Sintéticas e Simulação Hidrológicas.** (Dissertação de Mestrado) Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 156 p.

INPE/DSA, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ Divisão de Satélites Ambientais.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

GOES. 2014. Disponível em: [http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic](http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes/formulario.logic). Acesso em: 01 fev. 2020.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Glossário**. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#tab-2>. Acesso em: 13 abr. 2020.

INSTITUTO das Águas do Paraná. **Relatório de Alturas Diárias de Precipitação**. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-Web/gerarRelatorioAlturasDiariasPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>. Acesso em: 27 mar. 2020.

LANDIM, P. M. B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, 2000. 18 p.

LEOPOLD, L.B. A View of the River. Cambridge: **Harvard University Press**, 1994. p.110-125.

LICCO, E. A.; DOWELL, S. F. M. Alagamentos, Enchentes, Enxurradas e Inundações: digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. **Revista de Iniciação Científica**, Tecnológica e Artística, v. 5, n. 3, 2015.

LONGO, A. J; SAMPAIO, S.C; SUSZEK, M. Equação de chuvas intensas e precipitação provável para o município de Cascavel-PR. Cascavel: **Varia Scientia**, v.6, n.12, 2006.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos, USP, 1998. 840p.

ROSISCA, J. R. et al. Caracterização das chuvas intensas no estado do Paraná. **Anais... XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia** – 02 a 06 de setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

SCORTEGAGNA, A; REBOLHO, B. C. S. Principais áreas de risco para desastres naturais na cidade de Curitiba-PR, no ano de 2009. **Anais do 6º Sem. sobre Sustentabilidade**. Org. por Neves, L.S. Ed. CRV, Curitiba, p, 192-208, 2012.

SILVA, L. F; GOMES, M. de F. V. B. A. Cartografia Social como Processo Organizativo de Visibilidade e Mobilização Social: relato da experiência com moradores em áreas sujeitas a inundação na cidade de Guarapuava-PR, entre 2015 - 2016. **Geografia** (Londrina) v. 27, n. 2, p. 225 – 245, agosto/2018.

THOMAZ, E. L; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO. 2003. 106 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2º ed. Porto Alegre: ABRH. Editora da UFRGS, 1993-1997.

VESTENA, L. R. **Desnaturalização dos desastres: em busca de comunidades resilientes**. Curitiba: CRV, 2017. 116 p.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

FIALHO, E.S.; STEINKE, E. **Experimentos em climatologia geográfica**. Dourados, MS: UFGD, 2014.

TERASSI, P.M.B.; GALVANI, E. O efeito orográfico da serra do mar e o potencial erosivo das chuvas nas bacias hidrográficas do Ribeira e Litorânea – Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.21, p.327-345, 2017.

WMO, World Meteorological Organization. **Global Climate Observing System**. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/programmes/global-climate-observing-system>. Acesso em: 10 abr. 2019.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

CONFIGURAÇÕES CLIMÁTICAS ASSOCIADAS À OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BRASIL, CANADÁ E FRANÇA

GUILLAUME FORTIN¹
GABRIELA GOUDARD²
VINCENT DUBREUIL³
ANNE JULIA ROLLET⁴
FRANCISCO MENDONÇA⁵

RESUMO

Os riscos climáticos encontram-se na pauta das discussões políticas e científicas da atualidade, sendo que as inundações (urbanas e rurais) figuram como os desastres de maior expressividade em termos mundiais. O estado do Paraná (Brasil), a província de New Brunswick (Canadá) e o oeste da França são três regiões frequentemente afetadas por inundações. Dessa forma, o presente estudo coloca em evidência uma análise acerca das condições climáticas associadas à ocorrência de inundações em três realidades distintas: Bacia do Alto Iguaçu (Brasil), Bacia do Kennebecasis (Canadá) e Bacia da Sélune (França). Para tanto, são utilizados dados de precipitação, casos de inundação, pessoas afetadas e sistemas atmosféricos associados. Os resultados encontrados possibilitam uma melhor compreensão dos perigos climáticos, compreendidos como os padrões pluviiais associados a deflagração de impactos. Além disso, a identificação destes padrões visa auxiliar na gestão de riscos ligados ao clima, sobretudo, em face dos cenários de mudanças climáticas globais.

Palavras-chave: Inundações; riscos climáticos; gestão de risco.

ABSTRACT

Climatic risks are on the agenda of political and scientific discussions today, and floods (urban and rural) figure as the most significant disasters worldwide. The state of Paraná (Brazil), the province of New Brunswick (Canada) and western France are three regions frequently affected by floods. Thus, the present study highlights an analysis of the climatic conditions associated with the occurrence of floods in three distinct realities: Alto Iguaçu Basin (Brazil), Kennebecasis Basin (Canada) and Sélune Basin (France). For that, data of precipitation, cases of flood, affected people and associated atmospheric systems are used. The results found enable a better

¹ Professor do Departamento de História e Geografia, Université de Moncton, Canadá. E-mail de contato: guillaume.fortin@umoncton.ca

² Mestre em Geografia e Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professora Colaboradora na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail para contato: gabigoudard.ufpr@gmail.com

³ Professor do Departamento de Geografia, Université Rennes 2. E-mail de contato: vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr

⁴ Professora do Departamento de Geografia, Université Rennes 2. E-mail de contato: anne-julia.rollet@univ-rennes2.fr

⁵ Professor titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail de contato: chico@ufpr.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

understanding of climatic hazards, understood as the rainfall patterns associated with the outbreak of impacts. In addition, the identification of these patterns aims to assist in the management of climate-related risks, especially in the face of global climate change scenarios.

Keywords: Floods; climate risks; risk management.

1. Introdução

Os riscos climáticos encontram-se na pauta das discussões políticas e científicas da atualidade, sobretudo, mediante a sua potencialização em face da concentração humana nas cidades e dos cenários de possíveis mudanças climáticas globais e seus impactos (GOUDARD e MENDONÇA, 2020).

Os riscos, no presente estudo, são entendidos como resultantes de uma construção socio-natural, na qual as condições físicas da natureza não se configuram como determinantes, de maneira isolada, mas interagem com as ações humanas. Dessa forma, encontram-se relacionados às condições de perigo (evento físico deflagrador), a suscetibilidade (fatores físicos) e a vulnerabilidade (condições de exposição e de fragilidade de grupos sociais aos riscos), conforme destacam Mendonça (2010) e Goudard (2019).

Dentre os riscos ligados ao clima, as inundações configuram-se como os desastres de maior expressividade em termos mundiais (EM-DAT, 2015). Ainda que sejam entendidas como processos naturais, estas apresentam importantes reflexos sobre as sociedades (SILVEIRA *et al.*, 2009; GOERL e KOBİYAMA, 2013; GOERL *et al.*, 2017). Goerl e Kobiyama (2013) reiteram que a potencialização destes processos se encontra associada às ocupações humanas que desconsideram, em grande parte, as dinâmicas naturais das planícies de inundação, ocupando áreas suscetíveis.

Do ponto de vista climático, nas últimas décadas, o aumento de precipitações extremas (condições de perigo favoráveis a deflagração de inundações), tem sido observado em diferentes locais, inclusive na América do Norte (WESTRA *et al.*, 2014; FORTIN e HÉTU, 2014), na América do Sul (HAYLOCK *et al.*, 2006; DUBREUIL *et al.*, 2019) e na Europa (LEHNER *et al.*, 2006; BLÖSCHL *et al.*, 2017; HODGKINS *et al.*, 2017; ALLAN *et al.*, 2020; AGHAKOUCHAK *et al.*, 2020), contemplando as bacias em análise neste estudo e favorecendo a deflagração de inundações.

O estado do Paraná, no Brasil, a província de New Brunswick, no Canadá e o oeste da França (Figura 01) são três regiões com histórico e recorrência de impactos ligados às inundações, cuja duração e extensão, no tempo e no espaço, influenciam diretamente a



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

gravidade das perdas socioeconômicas associadas. Embora as causas dessas inundações variem de região para região, os estudos climáticos comparativos, realizados em escalas regionais e locais, permanecem cruciais, pois é justamente nessas escalas que os impactos se manifestam de maneiras mais expressivas.

Neste contexto, autores como Reynard *et al.* (2013), Goerl e Kobiyama (2013) e Goerl *et al.* (2017) enfatizam que, entre as principais medidas de prevenção de desastres, encontram-se a identificação e o mapeamento de áreas de suscetibilidade e de condições de perigos naturais. Assim, a compreensão das múltiplas realidades climáticas associadas à ocorrência de inundações torna-se relevante do ponto de vista de garantir subsídios à gestão de riscos climáticos.

Partindo-se destes pressupostos, o principal objetivo deste estudo configura-se como sendo a identificação das condições climáticas associadas à ocorrência de inundações em três realidades distintas: sul do Brasil (Bacia do Alto Iguaçu, no Paraná), a província de New Brunswick, no Canadá (Bacia do Kennebecasis) e o oeste da França (Bacia da Sélune). Os resultados visam subsidiar a adoção de estratégias de redução de riscos climáticos, sobretudo, mediante aos cenários incertos de mudanças do clima, bem como colocar em discussão as relações expressas entre o clima e seus impactos decorrentes.

1.1. Caracterização das áreas de estudo: Bacia do Alto Iguaçu (Brasil), Bacia do Kennebecasis (Canadá) e Bacia da Sélune (França)

Para o presente artigo, três bacias hidrográficas foram utilizadas como estudo de caso, quais sejam: Bacia do Kennebecasis - Canadá (2.056 km²), Bacia do Alto Iguaçu – Brasil (2.881,7 km²) e Bacia da Sélune – França (1.038 km²), conforme detalhado na figura 01.

A escolha das bacias supracitadas decorre dos seguintes fatores: I) encontram-se inseridas em um projeto de pesquisa em cooperação entre a Universidade de Moncton (Canadá), Universidade Federal do Paraná (Brasil) e Universidade Rennes 2 (França), com o objetivo de identificar diferentes condicionantes climáticos e padrões de mapeamento de inundações; II) apresentam representatividade climática para cada uma das regiões estudadas; III) são marcadas por processos históricos e frequentes de inundações, de diversas magnitudes; IV) são complementares em termos de uso da terra (urbano, florestal, rural), permitindo análises amplas em relação a temática; e V) dispõem de relatórios, estudos científicos e mapeamentos que possibilitam a avaliação das condições de risco e das condicionantes climáticas



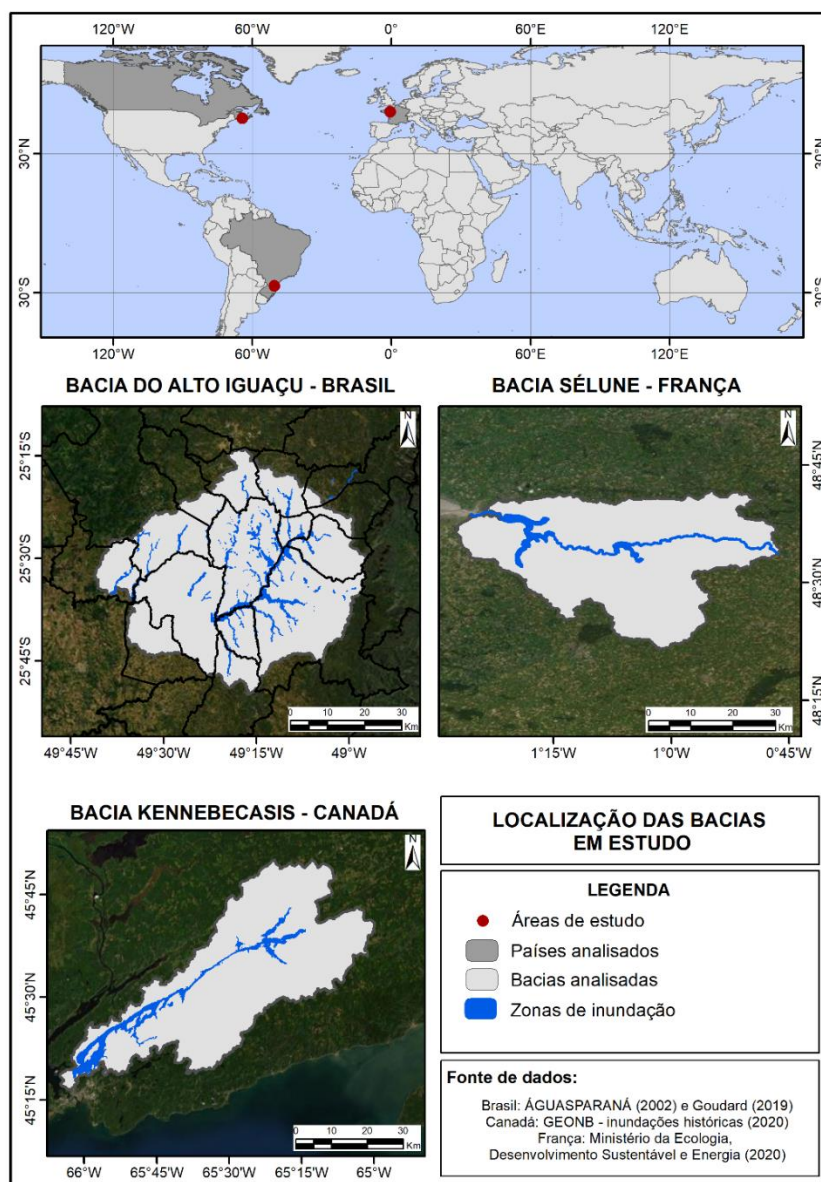
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

relacionadas à ocorrência de inundações nas áreas supracitadas.

Figura 01 – Localização das bacias em estudo – Brasil, Canadá e França



Organização: Os autores (2020).

2. Metodologia

No intuito de evidenciar as condicionantes climáticas relacionadas às inundações nas três bacias em estudo, os seguintes procedimentos foram adotados:



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2.1 Coleta de dados

Os dados de precipitação foram coletados nas seguintes plataformas: *Environment Canada* (2020a; 2020b) para a bacia do Kennebecasis (Canadá), Hidroweb - Sistema de Informações Hidrológicas (www.hidroweb.ana.gov.br, 2019) para a bacia do Alto Iguaçu (Brasil) e Météo France e banco de dados Hydro (Ministério de Ecologia, Desenvolvimento Sustentável e Energia, 2020) para a bacia da Sélune (França).

2.2 Identificação das inundações e dos padrões climáticos relacionados às suas ocorrências

Os casos de inundação foram coletados por meio das seguintes fontes de dados:

- Bacia do Alto Iguaçu: dados de Goudard (2019), baseados em jornais locais, Defesa Civil e Guarda Municipal, bem como informações presentes em estudos de Zanella (2006), Lohmann (2011), Mendonça *et al* (2013) e Goudard (2015);
- Bacia do Kennebecasis: base de dados de inundações históricas (GNB) e por meio de mídias eletrônicas da província de New Brunswick;
- Bacia da Sélune: foram selecionados fluxos superiores ao fluxo bienal ($50 \text{ m}^3/\text{s}$) da estação de Pont de Signy, localizada a 2 km a montante da cidade de Ducey, no limite da influência marítima da bacia hidrográfica. Dessa forma, 18 episódios foram estudados desde 1990, sendo os dados fornecidos pelo Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável e Energia (hydro.eaufrance.fr).

Com base nestes dados, os casos de inundações foram separados por meses, no intuito de destacar as condições preferenciais de ocorrência de impactos. Além disso, visando identificar as relações entre as configurações climáticas (perigos) e à ocorrência de inundações, foram utilizadas imagens de satélite e cartas sinóticas para a determinação dos sistemas atmosféricos atrelados à deflagração de impactos nas bacias supracitadas.

Por fim, para cada uma das bacias foram selecionados casos de inundação representativos, no intuito de evidenciar as condições sinóticas relacionadas a estes eventos, bem como a quantidade de pessoas afetadas e os custos relacionados.

3. Resultados e discussão

Do ponto de vista climático, segundo a classificação de Köppen, os tipos climáticos das três bacias são respectivamente: continental úmido frio (Dfb) para o Canadá, subtropical sem



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

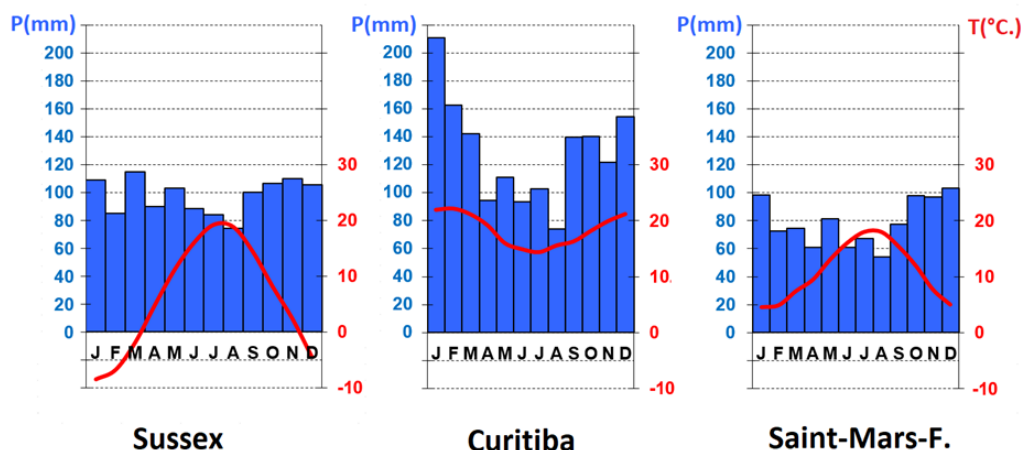
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

estação seca (Cfa) para o Brasil (segundo reclassificação de DUBREUIL *et al.*, 2019) e temperado fresco sem estação seca (Cfb) para a França (DUBREUIL *et al.*, 2012).

Os diagramas ombrotérmicos (Figura 02) mostram a variabilidade anual de precipitação e temperatura para três estações localizadas em cada uma das três bacias em estudo, considerando as normais durante o período 1981 a 2010. A análise da figura 02 permite evidenciar os seguintes aspectos: I) uma boa distribuição de chuva para as três regiões; II) amplitudes térmicas mais significativas para o Canadá (Sussex) e França (Saint-Mars), em comparação ao Brasil (Curitiba); III) as precipitações ainda que bem distribuídas ao longo do ano nas três bacias, são mais expressivas nos meses de janeiro, março, maio, setembro e dezembro para a bacia do Kennebecasis; janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro e dezembro para a bacia do Alto Iguaçu; e meses de janeiro, maio, outubro, novembro e dezembro para a bacia Sélune (Figura 02).

Figura 02 – Diagramas ombrotérmicos (1981 – 2010)



Fonte: Os autores (2020).

Em relação à ocorrência de inundações, os meses com maiores quantidades de impactos (Figura 03) no contexto da bacia do Alto Iguaçu (Brasil) configuram-se como sendo os meses de verão (dezembro, janeiro, fevereiro), com 154 casos, e os meses de transição (março e setembro), com 51 ocorrências (Figura 03), assim como no mês de junho com 22 casos. De acordo com Goudard e Mendonça (2017), os eventos pluviais extremos (precipitações iguais ou superiores ao percentil 99, com potencial de gerarem impactos ligados às inundações) concentram-se, sobretudo, nos meses de verão (34%), seguidos do outono (24%), primavera (21%) e inverno (20%) na cidade de Curitiba (principal centro urbano da bacia do Alto Iguaçu).

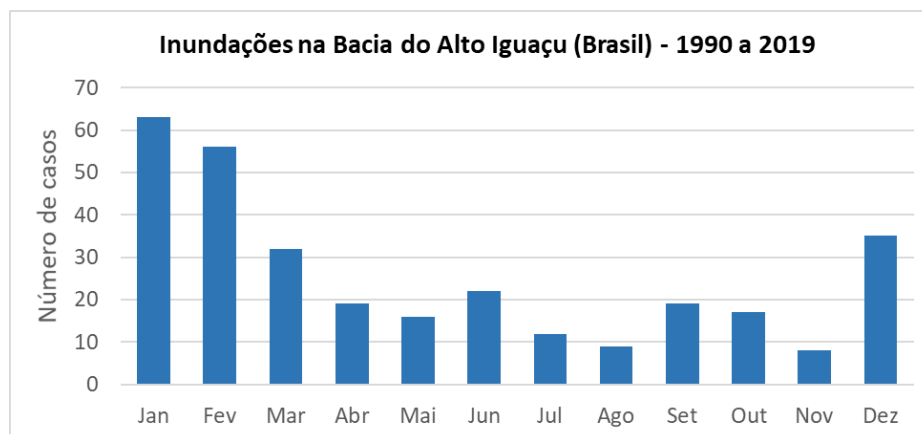


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 03 - Inundações na Bacia do Alto Iguaçu (1990 a 2019).

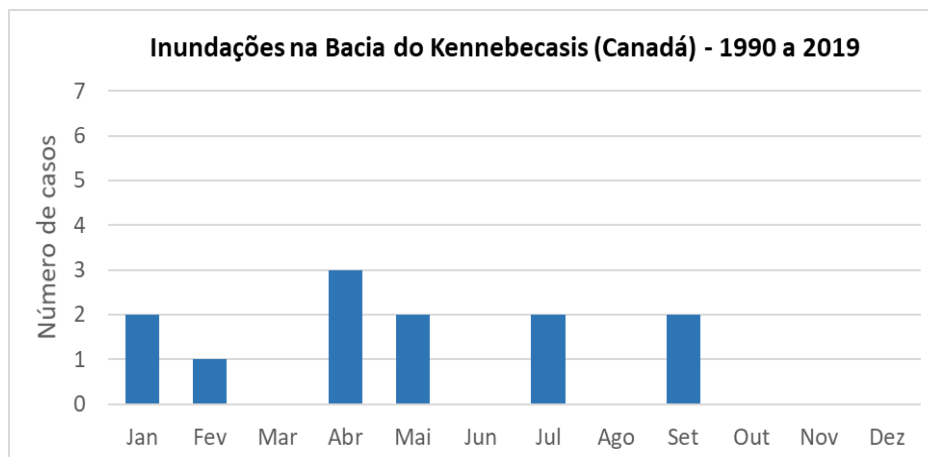


Fonte: Goudard (2019)

Do ponto de vista da bacia do Canadá (Figura 04), a maior parte das inundações ocorre entre janeiro e abril. No período histórico de 1854 e 2019, 56 inundações foram identificadas, sendo estes processos decorrentes dos seguintes fatores: 46,4% atrelados a combinação de derretimento de neve e blocos de gelo e, 53,6% associados a eventos de chuva intensa. Entre 1990 e 2019, recorte temporal do presente estudo, 12 casos de inundação foram detectados, com destaque para os meses de janeiro (2), abril (3), maio (2), junho (2), setembro (2 casos).

No que concerne a Bacia da Sélune (França) – Figura 05, o maior número de inundações foi observado durante o inverno, com destaque para janeiro (6 casos), fevereiro (4 casos) e dezembro (4 casos). Entre abril e setembro, nenhuma inundação com vazão superior a 50m³/s foi detectada.

Figura 04 - Inundações na Bacia do Kennebecasis (1990 a 2019).



Fonte: GNB (2020)

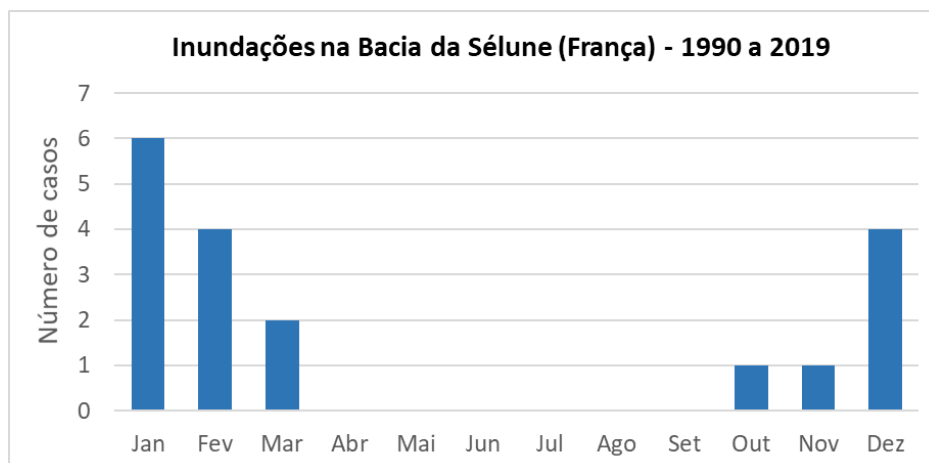


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 05 - Inundações na Bacia da Sélune (1990 a 2019).



Fonte: Météo France e banco de dados Hydro (2020).

No que se refere a quantidade de casos de inundação e as configurações climáticas para cada uma das três bacias em análise neste artigo, evidencia-se que a Bacia do Alto Iguaçu apresentou 308 eventos impactantes, com cerca de 365.378 pessoas afetadas no período de 1990 a 2019 (Quadro 01). Para a Bacia do Kennebecasis foram identificados 12 casos entre 1990 e 2019 (Quadro 01), com custos estimados em 183.309.110 dólares canadenses. Somente os custos para as inundações da primavera de 2018 e 2019 representam mais de 120.000.000 dólares canadenses (GNB, 2020).

Na Sélune foram constatados 18 casos entre 1990 e 2019 (Quadro 01). Contudo, estes apresentaram baixo impacto, sobretudo, por se tratar de uma bacia essencialmente agrícola. As inundações nesta área costumam afetar as redes de estradas, fazendas e atividades econômicas diversas, sendo que apenas as inundações de 1995 e 2000 afetaram fortemente as habitações (SEPIA, 2019).

Quadro 01 – Casos de inundação nas bacias do Alto Iguaçu, Kennebecasis e Sélune.

BACIA DO ALTO IGUAÇU - BRASIL			
Total de inundações	308 inundações (dados jornais + Defesa Civil) – 1990-2019		
Total de pessoas afetadas/ custos	365.378 pessoas afetadas e 10 óbitos (segundo dados da Defesa Civil)		
	Chuva	Pessoas afetadas	Sistema Atmosférico
Evento 1: 21/02/1999	146,2 mm	15.000	SF (Sistema Frontal) e ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul)
Evento 2 : 22/12/2014	47,6 mm	41.700	SF
Evento 3: 14/03/2018	94,1 mm	20.000	SF
BACIA DO KENNEBACASIS - CANADÁ			



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Total de inundações	12 inundações - 1990 a 2019		
Total de pessoas afetadas / custos	Total de pessoas afetadas: não disponível Custos: 63 149 110 Cad (GNB, 2020)		
	Chuva	Pessoas afetadas / custos	Sistema Atmosférico
Evento 1 : 23 a 25/09/1999	58,2 mm	160 000 Cad	Tempestades
Evento 2 : 06 e 07/09/2008	106,4 mm	16 000 000 Cad	Tempestade pós-tropical Hanna
Evento 3: 05/07/2014	86,3 mm	12 500 000 Cad	Tempestade pós-tropical Arthur
BACIA DA SÉLUNE - FRANÇA			
Total de inundações	18 inundações - 1990 a 2019		
Total de pessoas afetadas / custos	Por volta de 200 pessoas		
	Chuva	Pessoas afetadas / custos	Sistema Atmosférico
Evento 1: 26/01/1995	240 mm	1 fábrica e 15 casas	Sistemas frontais e depressões de inverno
Evento 2: 07-14/11/2000	330 e 400 mm	1 fábrica, estradas, fazendas e cerca de 30 a 40 casas	Sistemas frontais e trens de perturbações ativos
Evento 3: 21-25/01/2018	300 mm (80 mm entre 15 e 25/01)	Sem dados	Sistemas frontais e depressões de inverno

Fonte: Brasil – Goudard (2019) - Gazeta do Povo, Jornal do Estado, O Estado do Paraná, “dossiê de enchentes da Biblioteca Pública do Paraná” (2018), Zanella (2006), Mendonça *et al* (2013), Goudard (2015). Canadá – GNB (2020), Fortin *et al.* (2017). França – Météo France e banco de dados Hydro (Ministério de Ecologia, Desenvolvimento Sustentável e Energia, 2020).

A análise do Quadro 01 ainda permite evidenciar que as causas das inundações são variáveis entre as três bacias. No caso da bacia brasileira, as precipitações frontais (Sistemas Frontais – SF) apresentam um papel preponderante, sendo as principais responsáveis pelo desencadeamento de impactos, como demonstram estudos de Goudard (2019). Além disso, também se evidenciam as precipitações concentradas de verão (ligadas ao aquecimento da superfície e a umidade proveniente do mar) e as contribuições do sistema de ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) - uma banda de nebulosidade entre a região Norte e Sudeste-Sul do país - (CARVALHO e JONES, 2009).

Ainda no que concerne a Bacia do Alto Iguaçu, estudos de Goudard e Mendonça (2020) apontam que as chuvas desencadeadoras de impactos são bastante variadas, desde fortes e localizadas pancadas de chuva (30 mm, em poucos minutos/horas) até a ocorrência prolongada de precipitações (superiores a 30 mm/dia). Estes processos podem ser verificados por meio da análise dos casos de inundação selecionados neste estudo – Quadro 01. De um modo geral, notam-se eventos bastante expressivos de chuva, como no caso de 1999 (146,2 mm), até



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

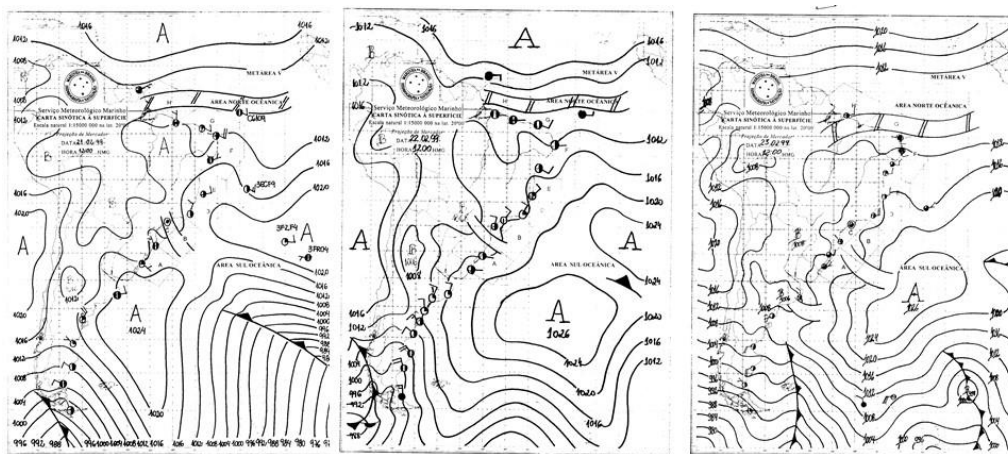
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

condições de menor pluviosidade (30, 40 mm), mas que também geram impactos.

O episódio de inundação de fevereiro de 1999 foi o mais significativo, com precipitações de 146,2 mm em cerca de 2h, sendo marcado pela conjunção de um sistema frontal e a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), conforme detalhado na carta sinótica do evento (Figura 06).

Figura 06: Cartas Sinóticas – 21 a 23/02/1999.



Fonte: Marinha do Brasil (2019).

Na bacia da Sélune (França), os sistemas frontais também figuram como os mais expressivos na deflagração de impactos, sendo marcados pela oposição entre massas com características térmicas e higrométricas distintas. O evento mais significativo para a bacia francesa foi em janeiro de 1995 (240 mm, representando 2,5 vezes o valor médio), sendo marcado por uma série de distúrbios que atravessaram continuamente o oeste da França: os sistemas frontais foram organizados entre as massas de ar polar oceânico fresco e úmido proveniente do Atlântico Norte e ar subtropical do Golfo da Biscaia ou da Península Ibérica – Figura 07.

Salienta-se os episódios frontais supracitados são frequentes no inverno na fachada oceânica da Europa, sendo que os eventos isolados não causam impactos (as precipitações diárias raramente excedem 40 mm - DUPONT *et al.*, 2000); por outro lado, em janeiro de 1995, a sequência e a intensidade das chuvas foram particularmente notáveis.

No que se refere ao evento de novembro de 2000, este também foi marcado por sistemas frontais e depressões de inverno, com precipitações acumuladas, particularmente, na primeira metade do mês, quando verificou-se mais do que o dobro da precipitação mensal



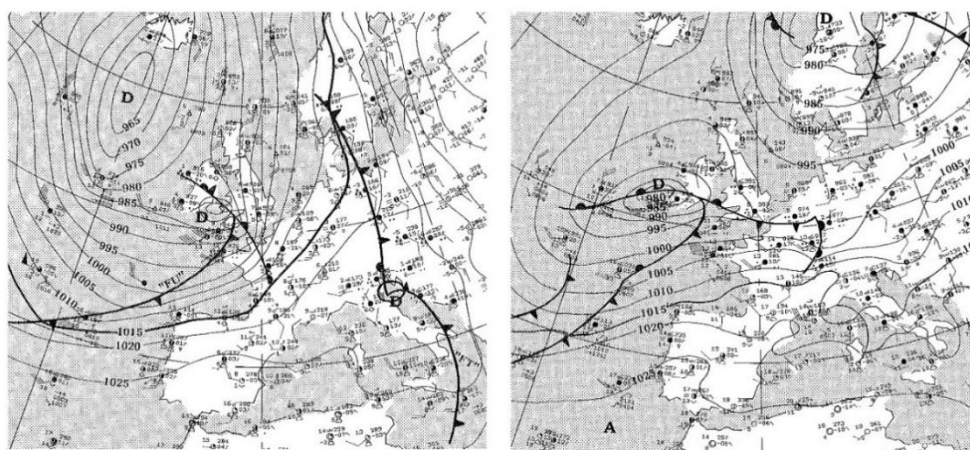
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

habitual: 330 mm (Saint Mars - Futaie) e valores superiores a 400 mm (Saint-Clément-Rancoudray). Por fim, janeiro de 2018 configurou-se como o mês mais chuvoso já registrado em toda a metade norte da França e o valor acumulado de dezembro a janeiro excedeu novamente 300 mm, incluindo uma sequência, particularmente, intensa de mais de 80 mm entre 15 e 25 de janeiro.

Figura 07: Cartas Sinóticas - 26/01/1995.



Fonte: Météo France (2020).

No que concerne a bacia canadense, esta apresenta importantes distinções em relação aos tipos de tempo causadores de inundações, em decorrência da cobertura de neve, que libera grandes quantidades de água derretida em episódios intensos de calor durante o período frio (janeiro e fevereiro) ou durante o derretimento na primavera (março e abril), conforme descrito por Baronetti *et al.* (2019). Segundo Fortin *et al.* (2019) em New Brunswick (província na qual se localiza a Bacia do Kennebecasis), 60% das inundações são causadas por derretimento na estação de primavera e ocorrem entre março e abril. As inundações também podem ocorrer após tempestades pós-tropicais que se originam na costa leste americana (por exemplo: Hatteras Low) e que depois deslocam-se para o norte, trazendo grandes quantidades de precipitação e fortes ventos destrutivos para a área de estudo (Figura 08).

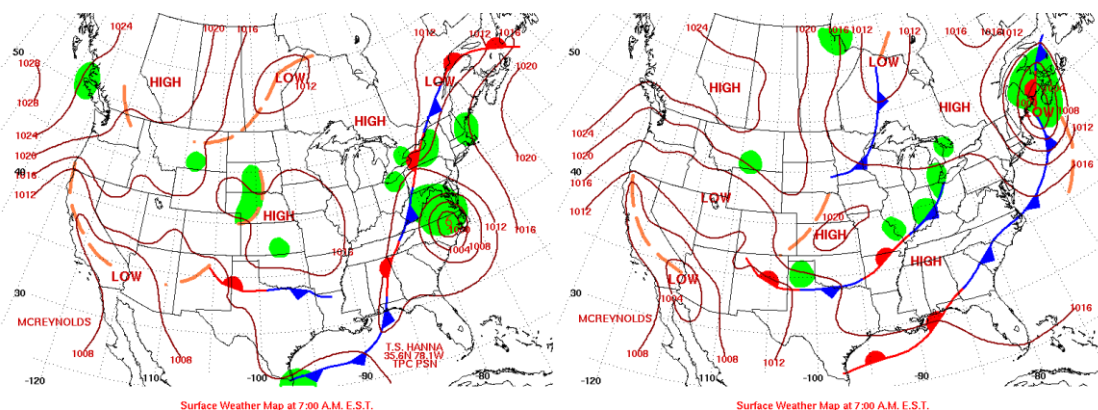


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 08: Cartas Sinóticas – 06 e 07/09/2008



Fonte: NOAA (2020).

4. Considerações finais

O presente estudo possibilitou identificar as relações entre a ocorrência de inundações e as configurações climáticas atreladas às suas deflagrações em três bacias no Brasil, Canadá e França. Os resultados encontrados apontam para os sistemas frontais como os principais desencadeadores de impactos nas bacias do Brasil e da França. No Canadá, estes processos encontram-se atrelados às chuvas concentradas e ao derretimento de gelo na estação de primavera.

Destaca-se ainda que entre as três bacias analisadas, a bacia brasileira foi a que apresentou maior quantidade de impactos relacionados aos eventos de precipitação, sobretudo, em face de seu caráter predominantemente urbano.

Desse modo, o presente trabalho permitiu a compreensão dos meses e das condições climáticas mais propícias relacionadas à deflagração de inundações, ainda que estas tenham apresentado magnitudes distintas nas três realidades estudadas. Partindo-se destes pressupostos, salienta-se que a compreensão destas dinâmicas se configura como subsídio para o entendimento dos perigos do clima e para a gestão de riscos climáticos.

Agradecimentos

Este artigo encontra-se relacionado ao projeto intitulado « *Amélioration de la gestion des risques hydroclimatiques à l'échelle des bassins versants* » (2019 -2021), realizado graças ao apoio financeiro da *Agence Universitaire de la Francophonie* (AUF). Agradecemos ao apoio financeiro e a todos os professores e alunos que participam do projeto.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

5. Referências

AGHAKOUCHAK, A., CHIANG, F., HUNING, L. S., LOVE, C. A., MALLAKPOUR, I., MAZDIYASNI, O., ... & SADEGH, M. Climate Extremes and Compound Hazards in a Warming World. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, 48, 2020.

ALLAN, R., BARLOW, M., BYRNE, M. P., CHERCHI, A., DOUVILLE, H., FOWLER, H. J., ... & WILCOX, L. Advances in understanding large-scale responses of the water cycle to climate change. **Annals of the New York Academy of Sciences**. 2020.

BARONETTI, A., FRATIANNI, S., ACQUAOTTA, F., FORTIN, G. A quality control approach to better characterize the spatial distribution of snow depth over New Brunswick, Canada. **International Journal of Climatology**, 39(14), 2019, p. 5470-5485.

BLÖSCHL, G., HALL, J., PARAJKA, J., PERDIGÃO, R. A., MERZ, B., ARHEIMER, B., ... & ČANJEVAC, I. Changing climate shifts timing of European floods. **Science**, 357(6351), 2017, p. 588-590.

CARVALHO, L.M. V.de; JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al.(orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2009, p. 95 - 109.

DUBREUIL V., PLANCHON O., LAMY C., BONNARDOT V., QUENOL H. Le changement climatique dans la France de l'ouest : observations et tendances. In P.Merot et al. (dir.) **“Le climat change dans l'Ouest, Evaluation, Impacts, Perceptions”**, Presses Universitaires de Rennes, 2012, p.19-30.

DUBREUIL, V., FANTE, K. P., PLANCHON, O., SANT'ANNA NETO, J. L. Climate change evidence in Brazil from Köppen's climate annual types frequency. **International Journal of Climatology**, 39(3), 2019, p.1446-1456.

DUPONT N., DUBREUIL V., PLANCHON O. L'évolution récente des crues de la Vilaine: rôle des précipitations et de l'occupation du sol sur le bassin versant. **Publications de l'Association internationale de climatologie**. Vol. 13, 2000, p. 91-99.

EM-DAT. **Disaster trends**. Disponível em: www.emdat.be/disaster_trends/index.html. 2015.

ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE CANADA. Historical Data. 2020a. https://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html.

ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE CANADA. National water data archive: 2020b. HYDAT. <https://www.ec.gc.ca/rhc-wsc/default.asp?lang=Fr&n=9018B5EC-1>

FORTIN, G., HÉTU, B. Estimating winter trends in climatic variables in the Chic-Chocs Mountains, Canada (1970–2009). **International Journal of Climatology**, 34(10), 2014, p. 3078-3088.

FORTIN, G., THERIAULT, F ; LONG, M.-A. Comparaison de méthodes pour cartographier les zones à risque d'inondation : bassin versant de la rivière Kennebecasis - **2e année. Rapport soumis au Fonds de Fiducie pour l'environnement du Nouveau-Brunswick**, Université de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Moncton, Moncton, 51 p. 2017.

FORTIN, G., BARONETTI, A., THÉRIAULT, F., LONG, M.-A. Cartographie et atténuation des risques d'inondation liés aux glaces : bassin versant de la rivière Kennebecasis. **Rapport soumis au Fonds en Fiducie pour l'environnement du Nouveau-Brunswick**, Université de Moncton, Moncton, 2019, 43 p.

GOERL, R; KOBAYAMA, M. Redução dos desastres naturais: desafio dos geógrafos. **Ambiência (Online)**, v. 9, p. 145-172, 2013.

GOERL, R; MICHEL, G.P; KOBAYAMA, M. Mapeamento de áreas susceptíveis a inundação com o modelo Hand e análise do seu desempenho em diferentes resoluções espaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, Nº 69/1, Edição Especial Geotecnologias e Desastres Naturais, 2017, p. 61-69.

GOUDARD, G; MENDONÇA, F.A. Eventos pluviiais extremos em Curitiba (Paraná): entre antigos problemas e novos desafios. In: Perez Filho, A; Amorim, R, R. (Org.). **Os desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. 1ª ed. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, v. 1, 2017, p. 1919-1930.

GOUDARD, G. **Eventos pluviiais extremos e riscos hidrometeorológicos híbridos na Bacia do Alto Iguaçu (Paraná)**. 236f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de pós-graduação em Geografia - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

GOUDARD, G; MENDONÇA, F.A. Eventos e episódios pluviiais extremos: a configuração de riscos hidrometeorológicos em Curitiba (Paraná - Brasil). **IDEAS**, v. 15, p. 1-17, 2020.

GOVERNMENT of NEW BRUNSWICK (GNB). **Flood History Database**. <https://www.elgegl.gnb.ca/0001/en/Home/Main>.

HAYLOCK, M. R., PETERSON, T. C., ALVES, L. M., AMBRIZZI, T., ANUNCIAÇÃO, Y. M. T., BAEZ, J., ... & CORRADI, V. Trends in total and extreme South American rainfall in 1960–2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, 19(8), 2006, p.1490-1512.

HIDROWEB. **Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA)**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: janeiro 2019.

HODGKINS, G. A., WHITFIELD, P. H., BURN, D. H., HANNAFORD, J., RENARD, B., STAHL, K., ... & MURPHY, C. Climate-driven variability in the occurrence of major floods across North America and Europe. **Journal of Hydrology**, 552, 2017, p. 704-717.

HYDRO. **Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie**. Disponível em: <http://hydro.eaufrance.fr/>. Acesso em: março de 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

LEHNER, B., DÖLL, P., ALCAMO, J., HENRICH, T., & KASPAR, F. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis. **Climatic Change**, 75(3), 2006, p. 273-299.

LENDERIK, G., VAN MEIJGAARD, E. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes. **Nature Geoscience**, 1(8), 2008, p. 511–514.

MENDONÇA, F.A. Riscos e Vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator**, v 9, n.1, p.153-163, dez/2010.

MÉTÉO FRANCE. Disponível em: <https://meteofrance.com/>. Acesso em: junho de 2020.

REYNARD, E., WERREN, G., LASRI, M., OBDA, K., & EL KHALKI, Y. Cartes des phénomènes d'inondation de deux bassins versants marocains: problèmes méthodologiques. **Mémoires de la Société vaudoise de sciences naturelles**, 25, 2013, p. 61-71.

SEPIA CONSEIL ET ALP'GEORISQUE. **Plan de prévention des risques d'inondation du bassin versant de la Sélune - Note de présentation**. 69p. 2019.

SILVEIRA, W.N.; KOBAYAMA, M.; GOERL, R.F.; BRANDENBURG, B. **História de Inundações em Joinville 1851 - 2008**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2009. 153p.

WESTRA, S., FOWLER, H., EVANS, J., ALEXANDER, L., BERG, P., JOHNSON, F., KENDON, E., LENDERINK, G. & ROBERTS, N. Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall. **Reviews of Geophysics**, 52(3), 2014, p. 522–555.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

POPULAÇÃO EM SITUAÇÃO DE RUA E O RISCO CLIMÁTICO: UMA LEITURA A PARTIR DA GEOGRAFIA DO CLIMA

LUISA PILAR MARQUES MARTINS¹
RAFAELA TORRES DE ALMEIDA²
ANTONIO CARLOS OSCAR JÚNIOR³

RESUMO

Estudos sobre a produção do espaço sob a perspectiva de pessoas em situação de vulnerabilidade apresentam grande relevância no estado político, econômico e social atual. A partir disso, o presente trabalho pretendeu, de forma preliminar, compreender os riscos climáticos vividos pela população em situação de rua na cidade do Rio de Janeiro, a partir da análise de mapas de risco da cidade, junto à localização dessa população no bairro Centro, entendendo assim quais pontos se encontram sob maiores riscos de inundação. Entende-se que o estado de vulnerabilidade dessa população junto ao processo de invisibilidade social promove um apagamento de suas pautas e demandas frente à população domiciliada e ao Governo. Sendo assim, é trabalho da Geografia do Clima a elaboração de análises que subsidiem nossa compreensão sobre a forma que as populações mais vulneráveis experienciam os fenômenos atmosféricos, principalmente aqueles que se encontram nas ruas, sem qualquer tipo de proteção.

Palavras-chave: Vulnerabilidade; Clima urbano; Inundação

ABSTRACT

Studies on the production of space and vulnerable people have increased and got great relevance in the current political, economic and social state. From this, the present work intends to introduce the climate risks experienced by homeless population in Rio de Janeiro. For that we will take the analyses of risk maps of Rio together with the location of this population at the town Centre, showing the points that are under higher risks of flood. The state of vulnerability of this people along with the social invisibility process promotes an erasure of their demands and needs that keeps being forgotten by the domiciled population and the Government. Therefore, Geography of Climate has the responsibility to develop analyses that seek to understand how most vulnerable populations experience atmospheric phenomena, especially those on the streets without any kind of protection or public policy for these events.

Keywords: Vulnerability; Urban climate; Flood

1. Introdução

A teoria do Clima Urbano, proposta em 1971 por Monteiro mostra que elementos da cidade modificam características climáticas, uma vez que o sítio urbano passa a fazer parte dos

¹ Graduanda em Geografia, UERJ, luisapilar.m@gmail.com

² Graduanda em Geografia, UERJ, almeida.rafaela@graduacao.uerj.br

³ Doutor em Geografia, UERJ, antonio.junior@uerj.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

fenômenos atmosféricos a partir de seus aspectos físicos, transformando a cidade em um fator geográfico do clima.

O Rio de Janeiro é marcado por uma geomorfologia com aspectos litorâneos e entre maciços. Como afirma Brandão (2019), essas características topográficas, combinadas à estrutura urbana geram paisagens contrastantes na cidade do Rio, conformando também aspectos climáticos importantes de serem analisados, sobretudo quanto aos eventos de precipitação e formação de ilhas de calor.

Essa complexidade do sítio urbano carioca gera um quadro climático também complexo, uma vez que significativas variações espaciais-temporárias nos atributos climáticos, em função da atuação diferenciada dos componentes geoecológicos e de uso do solo são perceptíveis na cidade. (BRANDÃO, 2019, p. 125)

Dessa forma, o clima urbano gera impactos de diversas naturezas na cidade. Monteiro (2019) propôs analisar esses impactos sob três canais de percepção: conforto térmico, qualidade do ar e impacto meteórico, entendendo que os conjuntos que compõem os canais associados à circulação atmosférica são essencialmente percebidos sensorialmente e comportamentalmente pelos habitantes citadinos.

Nesse sentido, o clima é capaz de gerar impactos que são notados e vividos pela população, de forma que políticas voltadas à questão climática e, principalmente, ao fator social determinam a forma como isso acontece (ALEIXO, 2012). O clima urbano, então, acaba afetando a população de formas variadas, associadas ao grau de vulnerabilidade e vinculados a problemas como: baixa qualidade do ar, falta de ventilação urbana, problemas sanitários, doenças respiratórias e circulatórias, contaminação de corpos hídricos, infiltração, enchentes e inundações etc. (ALEIXO, 2012; MONTEIRO, 2019).

Essa vulnerabilidade se manifesta na climatologia através do risco climático, ou seja, a ligação entre ela, o perigo e a suscetibilidade a algum evento atmosférico (extremo ou não) no seu grau de percepção, uma vez que o impacto é sentido pela população e varia de acordo com a capacidade de adaptação, devido, principalmente, a estrutura de classes, marca indelével das sociedades capitalistas (COELHO, 2009; NASCIMENTO JÚNIOR, 2019).

A incorporação da estrutura de classes à análise possibilitará perceber quem se apropria dos benefícios das atividades econômicas cujos custos são divididos com toda a sociedade. Ou, ainda, os impactos ambientais decorrentes de tais atividades são mais percebidos pelos setores menos favorecidos da população, que, confinados às áreas mais suscetíveis às transformações próprias dos processos ecológicos, porém aceleradas pelas ações humanas, não podem



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

enfrentar os custos da moradia em áreas ambientalmente mais seguras ou beneficiadas por obras mitigadoras de impactos ambientais. (COELHO, 2009, p. 20-21)

A população em situação de rua se encontra em uma posição de vulnerabilidade agressiva por conta de processos de desenvolvimento urbano e do sistema que fez a cidade se estruturar da forma como se estrutura, servindo à retroalimentação das desigualdades. Algo cada vez maior, tanto no sentido do tamanho da população, ou seja, fenômenos sociais mais intensificados; quanto nos impactos vividos por esses indivíduos. (ROBAINA, 2015; SAGI, 2020).

Para este trabalho considera-se população em situação de rua o que é previsto no decreto n. 7053 de 2009:

[...] grupo populacional heterogêneo que possui em comum a pobreza extrema, os vínculos familiares interrompidos ou fragilizados e a inexistência de moradia convencional regular, e que utiliza os logradouros públicos e as áreas degradadas como espaço de moradia e de sustento, de forma temporária ou permanente, bem como as unidades de acolhimento para pernoite temporário ou como moradia provisória (BRASIL, 2009)

A partir dos aspectos propostos, o presente artigo pretende analisar os riscos climáticos vividos pela população em situação de rua na cidade do Rio de Janeiro, a partir da análise de mapas de risco da cidade, junto à localização dessa população no Centro, observando algumas questões que norteiam esses estudos: de que forma as ações e eventos climáticos (as chuvas e ilhas de calor) impactam a vida das pessoas em situação de rua? Quais os riscos climáticos vividos por eles? Quais os pontos de localidade principais desses riscos?

2. Metodologia

O artigo foi fundamentado em uma revisão bibliográfica voltada para uma abordagem geográfica do clima proposta por João Sant'Anna Neto (SANT'ANNA NETO, 2008), na qual se compreende um panorama histórico e social do papel do clima no espaço geográfico. Destacam-se também os trabalhos do autor Carlos Augusto Monteiro (MONTEIRO, 2019) sobre a teoria do Clima Urbano e as influências de fenômenos atmosféricos na superfície terrestre. Além disso, se faz necessário a utilização do conceito de risco climático para a compreensão dos processos atmosféricos conectados ao tripé: perigo, suscetibilidade e vulnerabilidade, como é apresentado pelo autor Lindberg Nascimento Júnior (NASCIMENTO JÚNIOR, 2019). Estudos do professor Igor Robaina deram suporte sobre a temática de pessoas em situação de rua, através de suas



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

pesquisas sobre os ritmos espaciais e mobilidades dessa população no meio urbano e, por fim, para apresentar os processos de transformações sofridos na paisagem do bairro Centro, nos apoiamos nas discussões de Maurício de Abreu (ABREU, 2006) e Fernanda Braga (BRAGA, 2020).

Foram coletadas reportagens do Acervo Online do Jornal O Globo entre os anos de 2015 e 2020 e em sites de notícias que tratam da temática, principalmente no que tange a ação do Estado sobre essa população, através das ordens de remoção, por exemplo. Além disso, ocorreram entrevistas com a Defensoria Pública do Rio de Janeiro e pessoas ligadas à ONGs e projetos voltados para pessoas em situação de rua, como foi o caso do Projeto VOAR e Projeto Pias do Bem, cujos entrevistados foram os arquitetos e engenheira responsáveis.

A partir de dados da Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação – SAGI, foi possível obter a quantidade de famílias que estão em situação de rua no Brasil e no Rio de Janeiro, desde 2013 até março de 2020. Os dados disponíveis são relativos às pessoas que estão inscritas no Cadastro Único; aquelas que não passam por esse programa não foram contabilizadas, levando-nos à conclusão de que o número dessa população pode ser ainda maior.

Pela impossibilidade da realização de trabalhos de campo na área de estudo, em virtude da pandemia de Coronavírus, o mapa de localização de pessoas em situação de rua foi baseado no projeto Pias do Bem, desenvolvido pela engenheira Ana Paula Rios, junto de arquitetos e urbanistas e do Projeto Banho da Alegria, realizado também durante a pandemia de Covid-19.

As pias foram dispostas pela cidade de acordo com coleta de dados a partir de um trabalho de campo realizado de bicicleta por um dos arquitetos do projeto e por mais duas pessoas que já estiveram em situação de rua. O trajeto se estendeu da Av. Presidente Vargas até Copacabana, marcando as coordenadas das ruas através do aplicativo de mensagens WhatsApp.

A ação promoveu a instalação de pias pelo centro da cidade e zona sul para que essas pessoas e trabalhadores pudessem ter acesso à alguma forma de higienização. O projeto se preocupou em instalar as pias em áreas que tivessem maior ocupação de pessoas em situação de rua, procurando atender a maior quantidade possível, podendo então ser relacionado, de forma geral, à localização efetiva dessa população nos bairros visitados no trabalho de campo. A partir desses dados, foram feitas adaptações na plataforma QGIS para a elaboração do mapa.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

É importante destacar que dados sobre a localização das pessoas em situação de rua são escassos e para isso é necessário o trabalho conjunto com ONGs e projetos como esses que possuem contatos e desenvolvem trabalhos de aproximação com essa população. Dessa forma, esse conhecimento é parte considerável no que tange informações e dados sobre população em situação de rua, uma vez que isso carece em órgãos oficiais.

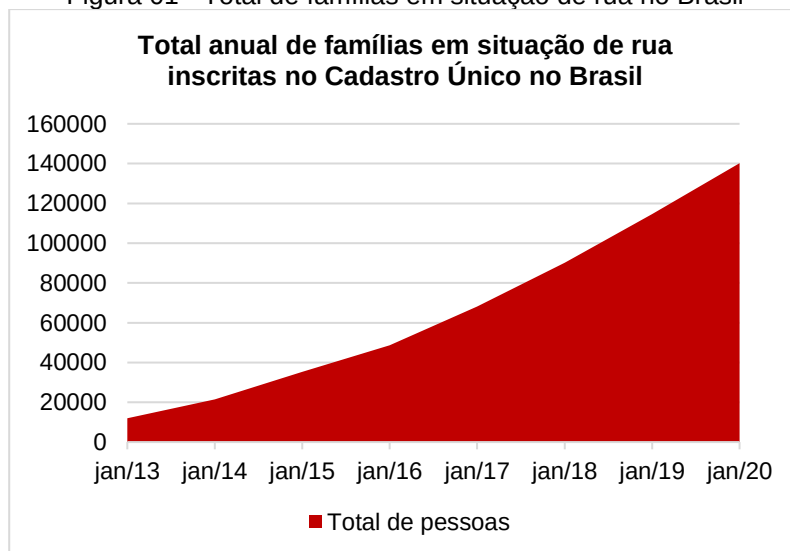
Houve também a elaboração do mapa de suscetibilidade à inundação, produzido na plataforma QGIS a partir de dados coletados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) sobre prevenção de desastres. Para o presente artigo foram utilizados os dados de inundação elaborados em 2017 pelo CPRM.

3. Resultados e discussão

3.1 Relevância da pesquisa

É notória a ausência do Estado em oferecer o suporte necessário para a população em situação de rua. Nos últimos anos, como apontam os dados do Ministério da Cidadania (SAGI, 2020), houve um aumento considerável dessa população (Figura 1), ao passo que as políticas públicas não acompanham o mesmo ritmo ou ainda foram cortadas por falta de verbas.

Figura 01 - Total de famílias em situação de rua no Brasil



Fonte: Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação – SAGI (2020).

O processo de crescimento traz consigo maiores dificuldades para as pessoas em situação de rua, uma vez que passa a gerar incômodos na população domiciliada e por turistas,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

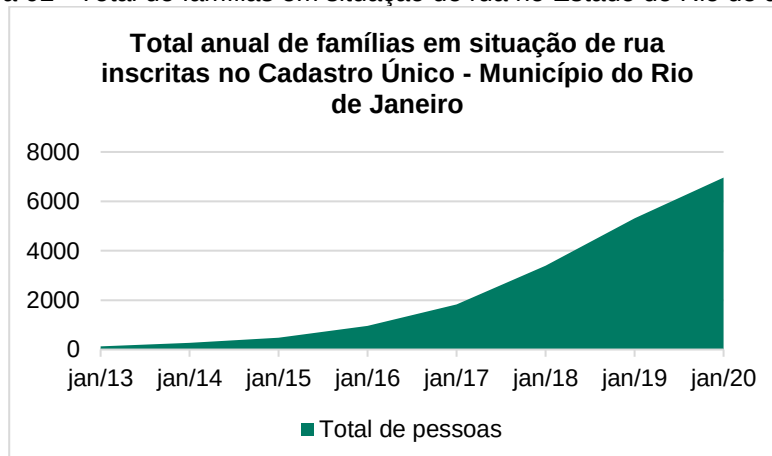
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

algo que é resolvido pela Prefeitura através de políticas truculentas que envolvem remoções forçadas e violentas, além da retirada de seus pertences dos espaços públicos, como forma de “higienizar” as ruas (O Globo, 2016).

Como foi apontado pela Defensoria Pública do Rio de Janeiro, a assistência social é mínima e novas políticas públicas não são uma realidade, algo que vai impactar diretamente no aumento da vulnerabilidade social e no processo de desigualdade. Nos últimos anos e especialmente com a pandemia de Covid-19, o desemprego e falta de assistência no Rio de Janeiro levou ao aumento da população em situação de rua (O Globo, 2020), como é evidenciado também pelos dados do Ministério da Cidadania, representados na Figura 2.

Figura 02 - Total de famílias em situação de rua no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação – SAGI (2020).

Em janeiro de 2020 foram cadastradas 140.199 famílias em situação de rua no Brasil; no estado do Rio de Janeiro cerca de 11 mil famílias e no município do Rio 7.049, correspondendo a aproximadamente 63% da população total do estado em situação de rua.

A relação dessas pessoas com a cidade se dá através de lógicas espaciais e estratégias de sobrevivência próprias, desenvolvidas como meio de proteção, uma vez que as formas de invisibilização e militarização desse espaço estão presentes no seu cotidiano (MELGAÇO, 2010; ROBAINA, 2015). A materialização dessas formas que repelem promove certa maneira de se locomover e permanecer no meio urbano e, assim, tal fato está também relacionado ao tempo meteorológico que se apresenta no dia a dia da população. Portanto, entender como os riscos climáticos urbanos também impactam na territorialização e na experimentação diária do espaço urbano pela população em situação de rua é subsídio fundamental para estratégias de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

planejamento urbano e gestão de riscos. Os eventos de chuvas que se dão na cidade do Rio de Janeiro apresentam-se de forma violenta, muito por conta da infraestrutura urbana do território, algo muito trabalhado por Carlos Augusto Monteiro e que será discutido posteriormente.

É importante que estudos Geográficos do Clima sejam aplicados a essa realidade, com objetivos de compreender o risco na vida de uma população em graus severos de vulnerabilidade, procurando, assim, enfatizar as demandas dessas pessoas (SANT'ANNA NETO, 2008).

3.2 Caracterização da área de estudo

A escolha pelo Centro da cidade se dá principalmente pelo fato de ser um dos bairros cariocas em que se estima maior presença da população em situação de rua por diversos fatores, como Igor Robaina (2015) apresenta em sua tese:

A área central da cidade do Rio de Janeiro garante oportunidades de trabalho, assistência social, prática de mendicância, prática de pequenos delitos, mobilidade e anonimato. As espacialidades desta população estão baseadas, portanto, no conhecimento das múltiplas dinâmicas sócio-espaciais que têm lugar na cidade, no intuito de garantir certa estabilidade nas condições vida, seja para reproduzir, seja para romper com a “situação” de rua (ROBAINA, 2015, p. 125).

Além disso, os processos de urbanização que a cidade passou marcaram o Centro tanto no sentido de sua composição climática local como pelos fatores sociais que ali se dispõem. As reformas realizadas passaram por retirada de morros e aterramentos, abertura de ruas, pavimentação do solo, etc. Junto a isso, a espetacularização carregada por sediar os Jogos Olímpicos também mobilizou recursos para obras urbanas que modificaram intensamente sua paisagem (MASCARENHAS, 2016).

Nas últimas décadas, o que se observou no Rio de Janeiro foram projetos urbanísticos que procuraram atender aos interesses do capital privado das empreiteiras e imobiliárias. Esses projetos então passam a almejar o espetáculo e consumo das paisagens, através do que Mascarenhas (2016) chama de “maquiagem olímpica”, sendo realizadas grandes obras em áreas de interesse (que acabam se tornando elefantes brancos na cidade) e processos higienistas como foram as remoções de população de baixa renda e em vulnerabilidade habitacional (SANT'ANNA; XIMENES, 2018). Tal fato ocorreu mais intensamente na Vila Autódromo na zona oeste e na Zona Portuária, com a construção do Porto “Maravilha”, durante os projetos das Olimpíadas. Sendo assim, o Centro passou a ser foco dessas transformações,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

onde a população se tornou alvo dessas políticas de “limpeza” da cidade. (MASCARENHAS, 2016)

Todo esse processo de gentrificação e especulação financeira e imobiliária da cidade caminham lado a lado com o que é chamado de militarização do espaço urbano, caracterizada por uma arquitetura anti-indesejáveis que leva consigo o desejo por segurança, mas que perpetua preconceitos e violências simbólicas para aqueles que se encontram invisibilizados (MELGAÇO, 2010). Pode consistir na instalação de cercas de arame farpado ou elétrica, divisórias em bancos para que não possam dormir neles, uso de materiais (normalmente que machucam) embaixo dos viadutos e marquises, etc. mecanismos que podem agravar a exposição da população em situação de rua aos riscos climáticos urbanos.

Como aponta Frangella (2005), tal fato demonstra o caráter de repulsa por parte da população civil e pelo próprio Estado, que se materializa de diferentes formas desde essa arquitetura que produz os espaços militarizados (violência simbólica) até ações da prefeitura para remoção dessas pessoas, na maioria das vezes de forma agressiva e humilhante (violência física). Essas ações se dão sobre pretexto da “unicidade funcional do espaço urbano”, mas que no fim contribuem para a manutenção de algo dito situacional (FRANGELLA, 2005).

Essa brusca transformação na paisagem e no espaço urbano, tende a dificultar a permanência dessa população em locais em que eles poderiam se abrigar contra os impactos de tempo e clima e com isso gerar mais vulnerabilidade e riscos para essas pessoas.

A caracterização da população residente e de suas habitações é extremamente importante neste tipo de análise, pois tende evidenciar como os processos climáticos estão apropriados, foram desenvolvidos nos lugares, e que hoje oferecem diferentes níveis de vulnerabilidade social e exposição na cidade. Em outras palavras, se é possível identificar as experiências históricas, as formas de intervenção para controle de perigos, os conteúdos da percepção ambiental dos riscos, das formas de proteção e segurança, são também aceitável definir quem está exposto, suscetível, vulnerável ou em risco frente a quaisquer processos climáticos. (NASCIMENTO JÚNIOR, 2019, p. 12-13)

Na maioria das vezes arames farpados, vigas e pregos são colocados embaixo dos viadutos, em cima de bancos e cadeiras em praças e deixam de construir prédios com marquises para impedir o acesso e fixação desses moradores em situação de rua. Muitos desses artifícios que são utilizados, principalmente em grandes centros urbanos, acabam provocando um grande impacto em estações do ano que são mais frias e chuvosas. A título de exemplo, no ano de 2016 no período do inverno, o jornal O Globo publicou uma matéria sobre o aumento em 30% da procura de abrigos por moradores de rua no centro do Rio de Janeiro, esse número é capaz de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

nos mostrar como a militarização do espaço urbano e esses mecanismos que levam a expulsão desses ambientes é prejudicial para essa população.

3.3 Inundação no Centro e localização da população em situação de rua

O Rio de Janeiro sofreu, ao longo dos anos, inúmeras transformações em sua paisagem original. O bairro do Centro, por ter sido o sítio urbano da cidade e local de onde partiu a urbanização, foi massivamente alterado. Caracterizado por uma área pantanosa, alagadiça, com morros, brejos e mangues, o Centro começou a ser modificado a partir das demandas urbanas e de um processo contínuo de valorização do terreno (BRAGA, 2020). A Figura 03 mostra como era a localidade que deu início à cidade do Rio de Janeiro.

Com isso, inúmeros processos transformadores ocorreram para que a área Central se constituísse como é atualmente. Dentre eles houve desmatamento de encostas, pavimentação do solo e consequentemente impermeabilização do mesmo, verticalização resultada da urbanização, aterramento de morros e lagoas e abertura de ruas e avenidas, dando origem a novas estruturas para a cidade (ARMOND, 2014). Junto a isso, houve uma drástica mudança no processo de drenagem natural da água pela abertura de valas, canalização de rios e especialmente pelas obras que mexeram no escoamento superficial e subterrâneo, como as que permitiram a abertura do metrô (BRAGA, 2020).

Tudo isso ocorreu em uma área que era antes considerada alagada e muitas vezes com pouco planejamento, visando sempre os interesses do capital, algo que é possível perceber desde o início da ocupação até os dias de hoje, como o caso da construção do Porto Maravilha.

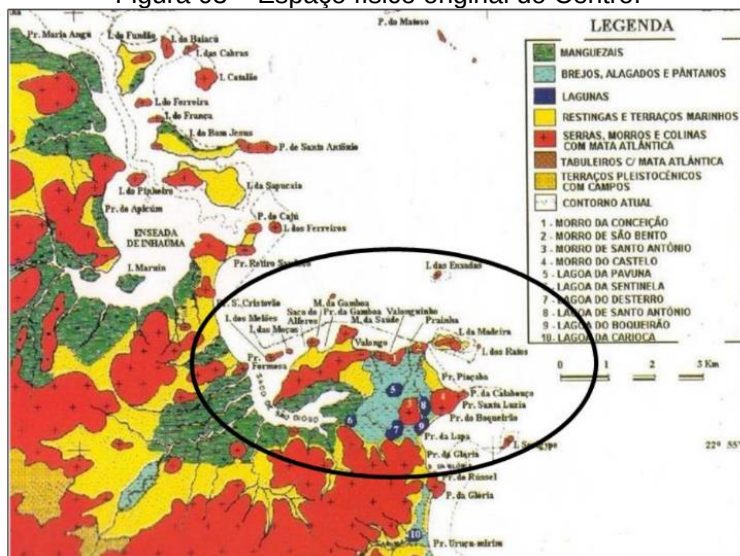


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 03 – Espaço físico original do Centro.



Fonte: Braga (2020 *apud* AMADOR, 1997).

Sendo assim, é de se esperar que essa localidade esteja suscetível aos eventos de precipitação nos dias de hoje (Figura 04), levando ao surgimento de bolsões d'água causados pelas inundações, já que as formas naturais originais foram eliminadas e a estrutura urbana presente não conta com aparatos que possam dar vazão a isso. Esse processo vai ser conhecido como o terceiro canal de percepção analisado por Monteiro (2019), a partir dos impactos meteóricos diretamente relacionados ao uso do solo urbano.

Não à toa todas essas modificações ocorreram neste bairro. A centralidade resulta em atração de pessoas, capital, mercadorias, empresas, decisões. Tal fato deu foco ao Centro da cidade para esses investimentos, tornando essa área diversa em relação a suas atividades. E é essa mesma centralidade, que atrai os fluxos anteriormente citados, que atraem também a população em situação de rua a partir do momento que lhes oferece maiores possibilidades e condições de sobrevivência na cidade (ROBAINA, 2015).

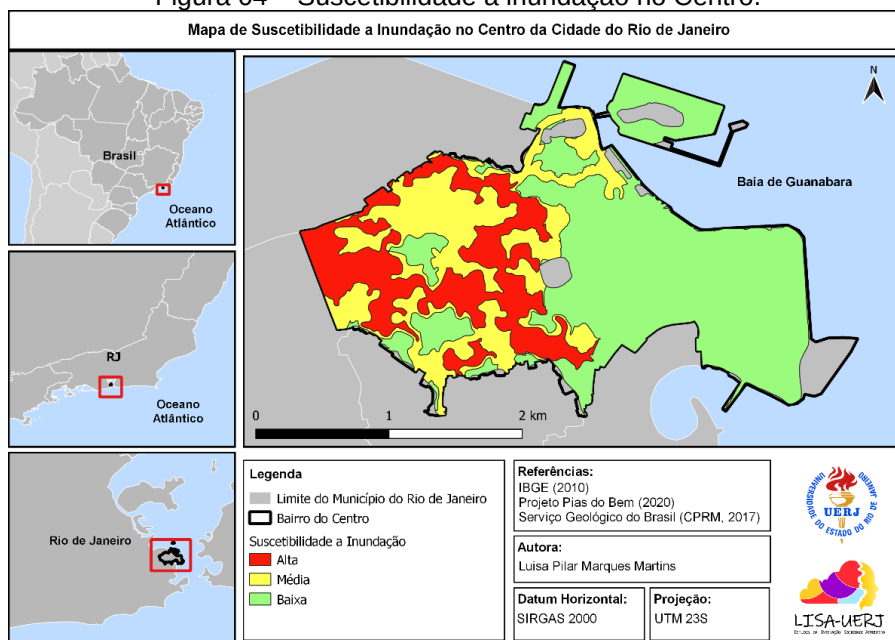


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 04 – Suscetibilidade a inundações no Centro.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2017). Elaboração própria.

Portanto, o processo de permanência da população em situação de rua vai contar com estratégias que vão ditar seus ritmos espaciais, configurando uma mobilidade própria e não aleatória realizada no dia a dia dessas pessoas. Em parte, essa lógica espacial vai se relacionar com o clima da cidade, no qual dias ensolarados permitem a atividade laboral na praia, por exemplo, enquanto dias chuvosos impedem de guardar pertences em determinados lugares e modificam locais em que essas pessoas vão passar a noite e dormir. Em um outro momento, as estratégias vão envolver proteção contra as violências cotidianas, movimentos de invisibilização e atendimento de demandas sociais (ROBAINA, 2015).

Alguns vão ser os locais de escolha para essa população, como prédios públicos, prédios com marquises longas, próximo ao movimento de pessoas, perto de determinados estabelecimentos e em ruas com baixa circulação de correntes de ar, algo apontado pela Defensoria Pública e pela engenheira do projeto Pias do Bem, Ana Paula Rios.

Sendo assim, eventos meteorológicos acabam se tornando decisivos para o processo de ocupação e permanência da população em situação de rua, mas que, ainda assim, estão suscetíveis ao risco climático urbano, como aponta a Figura 05.

A Geografia do Clima nos ajuda a compreender que: “[...] o efeito dos tipos de tempo sobre um espaço construído de maneira desigual gera problemas de origem climática, também desiguais.” (SANT’ANNA NETO, 2008, p. 61). Sendo assim, a produção desigual do espaço na



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

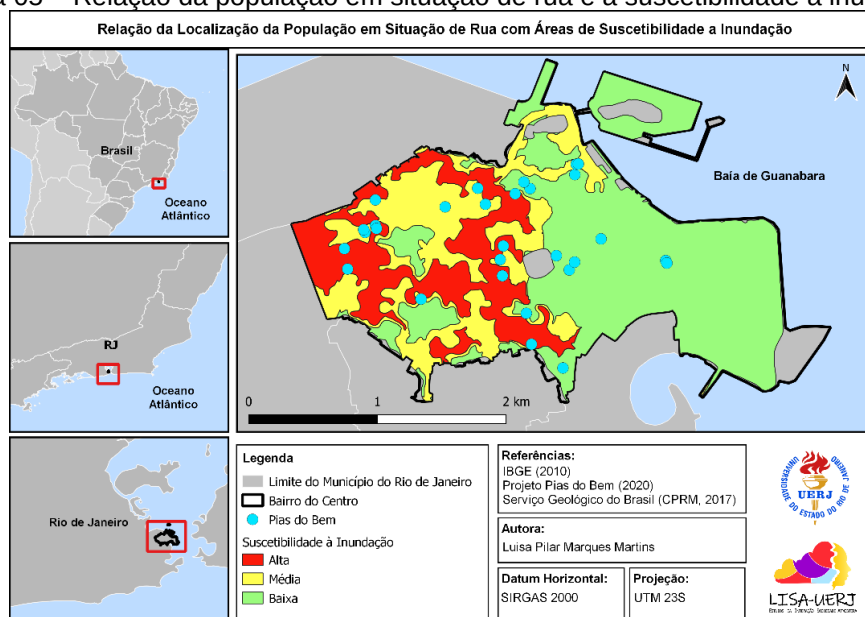
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

sociedade capitalista gera problemas de ordem climática que vão atingir as parcelas da sociedade de formas diferentes, de acordo com o grau de vulnerabilidade, acentuando assim, o risco climático delas (NASCIMENTO JÚNIOR, 2019). A partir da Figura 06 é possível perceber que a maior parte dos pontos em que se localizam a população em situação de rua são suscetíveis à inundação. Tal fato gera diversos impactos como: transtorno na mobilidade, perdas e danos, suscetibilidade a doenças e impactos nas atividades laborais.

Essa realidade é ainda mais impactante justamente pelo apagamento de demandas e processo de invisibilidade vivido pelas pessoas em situação de rua que não podem contar com dispositivos de proteção nesses casos. Exemplos disso é o estado precarizado de diversos abrigos públicos utilizados por eles, assim como a distância que esses abrigos se encontram. Nas ruas, a realidade é um espaço militarizado que promove retirada de marquises de prédios ou utilização de objetos que impossibilitam a permanência sob elas; estado de violência urbana para com essa população que dificultam a permanência em determinados locais, interdição de espaços públicos, dentre outros aspectos que funcionam como bloqueio de permanências (FRANGELLA, 2005; MELGAÇO, 2010; ROBAINA, 2015).

Sendo assim, passa a ser de extrema importância análises do clima que promovam o entendimento da produção desigual do espaço, indicando os processos sofridos pelas pessoas que se encontram em situação de vulnerabilidade.

Figura 05 – Relação da população em situação de rua e a suscetibilidade a inundação.



Fonte: Projeto Pias do Bem (2020) e Serviço Geológico do Brasil (2017). Elaboração própria.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

4. Considerações Finais

A vivência do espaço para a população em situação de rua se dá através estratégias que buscam a sobrevivência nesse meio. Os espaços lhes são negados cotidianamente e o processo político que se observa atualmente acentua ainda mais desigualdades, resultando na intensificação dos processos e das dificuldades vividas por eles, assim como promove o aumento considerável no tamanho dessa população.

A intensificação das desigualdades, subjacente ao modelo capitalista, repercute diretamente no risco climático, demandando para tanto que os estudos sob esse viés levem em consideração não só o perigo e a suscetibilidade, mas também a vulnerabilidade social (e sua dimensão programática), incorporando assim, a dimensão socioespacial nas análises climáticas, uma vez que os eventos meteorológicos afetam diretamente o cotidiano, especialmente no espaço urbano.

Se faz necessário, portanto, dar atenção a esse objeto e temática, com preemência e urgência de subsídios para a elaboração de políticas públicas e estratégias de assistência a essa população, que como demonstrado não é alheio a ciência geográfica ou a Climatologia.

O presente trabalho apresentou resultados iniciais que demonstram a pertinência desse objeto para o campo da Geografia do Clima, confirmando a exposição dessa população aos impactos climáticos. Entretanto, o aprofundamento, sobretudo, metodológico se faz necessário; como próxima etapa entrevistas semiestruturadas serão feitas com representantes de moradores em situação de rua, em busca da compreensão mais detalhada das lógicas de espacialização dessa população na área de estudo, em que técnicas de mapeamento participativo serão de importância ímpar, permitindo que se avalie a correlação entre a produção de espacialidades desse grupo e o tempo atmosférico. Além disso, outros atores também serão consultados: ONG's, órgãos públicos municipais.

6. Agradecimentos

As alunas Luisa Martins e Rafaela Almeida agradecem à professora Dra. Nubia Beray Armond pela inspiração, quando participava do corpo docente da UERJ, da importância de abordar a população em situação de rua na pesquisa geográfica.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

7. Referências

ABREU, M. de A. **Evolução urbana do Rio de Janeiro**. 4. ed. Rio de Janeiro: IPP, 2006.

ALEIXO, Natacha Cíntia Regina. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

ARMOND, Núbia. **Entre eventos e episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado) - Presidente Prudente: [s.n], 2014, 239 f.

BRAGA, Fernanda Figueiredo. Reconstituição histórico-geográfica da área central do Rio de Janeiro: o passado e o presente. **Humboldt**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2020.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2019. p. 121-153.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas - teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. [S.l.: s.n.], 2009, p. 19-43.

FRANGELLA, Simone Miziara. Moradores de rua na cidade de São Paulo: vulnerabilidade e resistência corporal ante as intervenções urbanas. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, n. 13, p. 199-228, 1ºsem, 2005.

GALDO, Rafael. Com o frio, cresce 30% busca por abrigos para moradores de rua. **O Globo**. Rio de Janeiro, 16 jun. 2016. p. 15.

MASCARENHAS, Gilmar. Cidade mercadoria, cidade-vitrine, cidade turística: a espetacularização do urbano nos megaeventos esportivos. **Caderno Virtual de Turismo**. Edição especial: Hospitalidade e políticas públicas em turismo. Rio de Janeiro, v. 14, supl.1, s.52-s.65, nov. 2014.

MASCARENHAS, Gilmar. A produção da cidade olímpica e os sinais da crise do modelo globalitário. **Geusp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, p. 52-68, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

MASCARENHAS, Gilmar. (2016). Rio de Janeiro 2016: a cidade em movimento. **Revista USP**, (108), 49-56. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i108p49-56>.

MELGAÇO, Lucas. **Securização Urbana: da psicoesfera do medo à tecnoesfera da segurança**. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (org.). **Clima Urbano**. 2. ed. atual. São Paulo: Contexto, 2019.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

MINISTÉRIO DA CIDADANIA, SECRETARIA DE AVALIAÇÃO E GESTÃO DE INFORMAÇÃO, 2020. **Total de famílias em situação de rua inscritas no Cadastro Único**. Brasília: Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação.

NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. O clima urbano como risco climático. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 34, 2019.

OUCHANA, Giselle. Defensoria suspeita de ação de "higienização". **O Globo**. Rio de Janeiro, 4 ago. 2016. p. 11.

ROBAINA, Igor. **Entre Mobilidades e Permanências**: uma análise das espacialidades cotidianas da população em situação de rua na área central da cidade do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SANT'ANNA, Maria, XIMENES, Luciana. A Luta pela Moradia Popular na Zona Portuária do Rio de Janeiro: ocupações, remoções, permanências e novos arranjos pós-megaeventos esportivos. **Interseções** [Rio de Janeiro] v. 20 n. 2, p. 473-496, 2018.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, [S.l.], v. 4, 2008.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Prevenção de Desastres**. [S.l.: s.n], 2017

SOUZA, Rafael Nascimento de. A pandemia de pobreza. **O Globo**. Rio de Janeiro, 3 jul. 2020. p. 12.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS E IMPACTOS SOCIAIS NOS MÉDIO E BAIXO CURSOS DA BACIA DO RIO IGUAÇU - PARANÁ

CLAUDIANE DA COSTA¹
APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE²

RESUMO

Os eventos intensos e extremos de precipitação juntamente com o relevo e estrutura urbana podem potencializar os impactos sociais locais. As enxurradas, alagamentos e enchentes são os desastres hidrometeorológicos que mais afetam a sociedade. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar em quais municípios ocorrem os principais desastres hidrometeorológicos e seus impactos sociais na Bacia do Rio Iguaçu, utilizando o recorte espacial do seu médio e baixo curso. O recorte temporal selecionado foi de 2011 a 2018, associado a disponibilidade e confiabilidade nos dados da Defesa Civil do Paraná. Para obter os resultados desejados, foi consultado na página da Defesa Civil os números de enxurradas, alagamentos e enchentes que ocorreram na área de estudo. Alguns municípios se destacaram com os maiores números, esses municípios foram analisados por meio de gráficos elaborados no *Microsoft Excel* e também relatórios da defesa civil. Os desastres hidrometeorológicos com mais pessoas afetadas foram selecionados e seus impactos sociais foram relacionados com a intensidade da precipitação. Os municípios de Francisco Beltrão, Guarapuava e União da Vitória foram os que apresentaram maiores números de desastres hidrometeorológicos.

Palavras-chave: Enxurradas; Alagamentos; Enchentes.

ABSTRACT

The intense and extreme events of precipitation together with the relief and urban structure can potentiate the local social impacts. Flash flood flooding and floods are the hydrometeorological disasters that most affect society. For this reason, this paper aims to demonstrate in which municipalities the main hydrometeorological disasters occur and their social impacts in the Iguaçu River Basin, using the spatial outline of its medium and low course. The selected time frame was from 2011 to 2018, associated with the availability and reliability of data from the Civil Defense of Paraná. To obtain the desired results, the numbers of runoffs, floods and floods that occur in the study area were consulted on the Civil Defense page. Some municipalities stood out with the highest numbers, these municipalities were analyzed using graphics prepared in Microsoft Excel and also reports from the civil defense. Hydrometeorological disasters with more people affected were analyzed what were the social impacts and then related to the intensity of precipitation. The municipalities of Francisco Beltrão, Guarapuava and União da Vitória were the ones that presented the highest numbers of hydrometeorological disasters.

Keywords: Flash flood; Flooding; Floods.

1. Introdução

A variabilidade climática regional, mesmo já sendo bem conhecida e estudada, pode surpreender com a ocorrência de eventos pluviométricos intensos e extremos, os quais podem

¹ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), clau_dianecosta@hotmail.com.

² Professor Doutor, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), apaandrade@gmail.com.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

causar desastres naturais, e consequentemente impactos socioeconômicos e ambientais. Além de conhecer essa variabilidade é necessário utilizar tal conhecimento no planejamento territorial, buscando evitar ou mitigar os impactos indesejáveis.

Os chamados desastres naturais, sendo consequência de eventos pluviométricos, são definidos como fenômenos da natureza que transformam a paisagem e o espaço geográfico. Seus impactos no meio social podem ser de situações de perigo, óbitos e danos materiais com prejuízos de difícil reparo. Os casos de inundação, enxurradas e alagamentos são os mais comuns dentre os eventos hidrometeorológicos. No estado do Paraná isto fica evidente nos registros de ocorrências da Defesa Civil (CALDANA *et al.*, 2018; DEFESA CIVIL DO PARANÁ, 2018).

Para COSTA *et al.*, (2020) as mudanças climáticas podem estar associadas a modificações dos extremos do clima e do tempo na frequência, intensidade, extensão espacial, duração e período de retorno. Isso pode resultar em consequências sem precedentes. Esta é uma das grandes preocupações da atualidade, pois os impactos podem ser irreversíveis.

O IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), aos compilar pesquisas sobre as mudanças climáticas no mundo todo, relata que a temperatura média da terra para o período de 2006-2015 foi 1,53 °C mais alta do que para o período de 1850-1900. O aumento dessas temperaturas pode alterar os padrões de chuvas, os inícios e fins de cultivos, além de impactos na disponibilidade de água e na biodiversidade, (IPCC, 2019).

No Brasil especificamente, em novembro de 2008 chuvas intensas ocorreram no Estado de Santa Catarina e causaram severas inundações e deslizamentos que afetaram 1,5 milhão de pessoas, resultando em 120 vítimas e 69.000 pessoas desabrigadas. As estimativas não oficiais das perdas econômicas, devido às chuvas extremas, foram da ordem de US\$350 milhões, (MARENGO, 2009).

Os estudos regionais sobre a temática desastres naturais, focado nos impactos sociais, econômicos e ambientais são de grande relevância para compreender o que está ocorrendo na estruturação do espaço geográfico. Por isso, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar em quais municípios de parte da bacia hidrográfica do rio Iguaçu (baixo e médio curso) ocorrem os principais desastres hidrometeorológicos e os impactos sociais oriundos disso. Esse recorte se justifica principalmente pelo fato de ser a região da bacia em que se localizam algumas das principais hidroelétricas do sul do Brasil (Foz do Areia, Salto Segredo, Salto Santiago, Salto Ozório e Salto Caxias), definindo uma necessidade do conhecimento da dinâmica



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

hidrometeorológica local e regional. Já o recorte temporal selecionado foi de 2011 a 2018, associado a disponibilidade e confiabilidade nos dados da Defesa Civil (impactos e afetados).

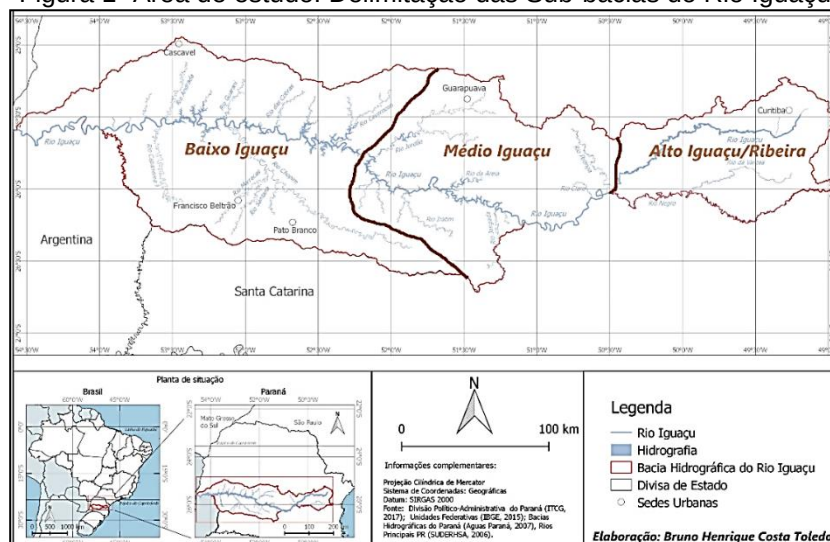
2. Metodologia

2.1. Área de estudo: aspectos econômicos e físicos.

A área de estudo encontra-se na região Sul do Brasil (Figura 1), que apresenta relevantes números em relação à importância da agricultura no setor econômico. No Paraná, essa relevância é ainda maior, pois o estado tem como principal economia de exportação grãos de soja (BNDES, 2014).

Segundo a tipologia proposta pelo IBGE, (2017), a maioria dos municípios da área de estudo são intermediários remotos e rurais adjacentes. Poucos são os municípios predominantemente urbanos. Ao todo, no Médio e Baixo curso da Bacia do Iguaçu existem 86 municípios, somando 2.030.405 habitantes (IBGE, 2020).

Figura 1- Área de estudo: Delimitação das Sub-bacias do Rio Iguaçu



Fonte: os autores (2020).

Simões, (1954) *apud* Baldo (2006), destaca que o estado do Paraná se classifica como sendo uma região de transição entre dois diferentes regimes climáticos: o clima tropical, que predomina desde o planalto paulista até o norte do Paraná e o clima mesotérmico úmido, que caracteriza de modo geral a região sul do Brasil.

Nesse sentido, a área de estudo (localizada mais ao sul) apresenta o segundo maior índice pluviométrico do Paraná, depois da região litorânea, com uma média anual de 1800-1900



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

mm, (SILVA *et al*, 2015).

A média das temperaturas anuais, nos meses mais quentes, são superiores a 22 °C e nos meses mais frios inferiores a 18 °C. Durante os meses de inverno, a variabilidade termal é associada principalmente à evolução da Massa Polar Atlântica - mPa que, aliada à altitude de algumas localidades, pode provocar quedas significativas na temperatura do ar. Essa dinâmica resulta em frio mais intenso do que em outras regiões do estado, com geadas frequentes e, esporadicamente, a precipitação de neve, (MAACK, 1968; THOMAZ e VESTENA, 2003; COSTA e ANDRADE, 2015).

Em relação ao relevo, apresenta declive de 0 a 10%, com até 6 graus de inclinação do terreno correspondente a um relevo plano e suavemente ondulado, o que se caracteriza planalto. Altitudes na área de estudo podem chegar a 1200 metros, (IPARDES, 2012).

2.2. Base de dados e instrumentos

Para o desenvolvimento do presente trabalho, os dados relacionados aos impactos causados por desastres hidrometeorológicos foram obtidos junto a base de dados da Defesa Civil do Paraná¹. A análise preliminar dos dados disponíveis evidenciou uma maior confiabilidade para os municípios da área de estudo para o período de 2011 a 2018.

Primeiramente, foram analisados quais eram os principais desastres naturais decorrentes de eventos hidrometeorológicos. Esses desastres naturais são classificados de acordo com a COBRADE (Classificação e Codificação Brasileira de Desastres).

Embora a classificação de enxurradas, alagamentos e inundações façam parte dos desastres naturais hidrológicos, neste trabalho será abordado também como decorrência de desastres meteorológicos (Tempestade Local/Convectiva e/ou Chuvas Intensas). Isso se justifica pelo fato de que na maioria das ocorrências, esses desastres estão associados entre si. Assim, entende-se que podem ser chamados de desastres hidrometeorológicos também, (CALDANA, *et al*, 2018; VESTENA, *et al*, 2020).

Para observar quais eram os desastres hidrometeorológicos que mais ocorreram na área de estudo, foram elaboradas planilhas e gerados gráficos no *Microsoft Excel*. Com dados de todos os municípios da área de estudo, identificou-se os municípios em que os desastres aconteciam com maior frequência.

¹ Disponível em <http://www.geodc.pr.gov.br/geodc/pages/templates/initial_public.jsf?windowId=2ad>



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Enxurradas, alagamentos e inundações são eventos definidos pela Defesa Civil do Paraná, portanto, a inclusão desses eventos na base de dados está de acordo com essa definição.

Nesse sentido, enxurradas podem ser identificadas pelo escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, estando ou não associado ao domínio fluvial, provocado por chuvas intensas e concentradas. Inundação, por sua vez, ocorre com o transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes ou acumulação de água por drenagem deficiente. E, por fim, alagamentos são águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos, por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes. (DEFESA CIVIL DO PARANÁ, 2018).

Após a definição dos municípios que apresentaram maiores números dos desastres (enxurradas, alagamentos e inundações), recorreu-se aos relatórios de ocorrências da Defesa Civil. Os relatórios apresentavam as datas das ocorrências, números de afetados e óbitos conforme a seleção desejada (Figura 2).

Com essas informações foi elaborada uma tabela para observar qual desastre causou maior impacto social ou danos humanos (nomenclatura utilizada pela Defesa Civil). Os desastres com maiores números de afetados foram pesquisados nos jornais dos municípios ou do Paraná e prefeituras com acesso *online*, para encontrar informações sobre: desalojados e desabrigados.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 2- Relatório de ocorrências no site da Defesa Civil do Paraná.

Relatório de Ocorrências

Dica: Todos os filtros de seleção abaixo podem ser combinados entre si

Tipo de relatório
Ocorrências por município ▼

Data da ocorrência
Data Inicial Data Final

COBRADES Selecionar

Município Selecionar

Filtros extras
☐ Somente ocorrências com pessoas afetadas
☐ Somente ocorrências com óbitos

Gerar Relatório

Fonte: Defesa Civil do Paraná¹, 2020.

De acordo com a Defesa Civil do Paraná (2018), desalojadas são aquelas pessoas que deixam suas residências, entretanto não necessitam ser deslocadas para abrigos públicos. Desabrigados são os que deixam suas residências e permanecem em abrigos públicos. Óbitos são os casos de falecimento em decorrência direta dos impactos causados pelo desastre.

Por fim, junto ao Instituto das águas do Paraná foi obtido os volumes de precipitação diária das datas em que ocorreram o desastre e das médias mensais. Esse procedimento possibilitou relacionar não somente a chuva do dia do evento, mas o acumulado dos dias anteriores e posteriores (3 dias antes da ocorrência do desastre, no dia e 3 dias posteriores, ou seja, uma semana) e também o total mensal, pois a influência da precipitação nos desastres (enxurradas, alagamentos e inundações) nem sempre é imediata.

3. Resultados e discussão

3.1 Desastres naturais hidrometeorológicos na área de estudo

Do total de desastres hidrometeorológicos que aconteceram no Paraná, na área de estudo ocorreram 179 episódios de enxurradas, 81 de alagamentos e 11 de inundações.

Na figura 3 é possível observar que dos municípios com ocorrências de enxurradas,

¹ <http://www.sisdv.pr.gov.br/sdv/publico/relatorios/ocorrencias_geral.jsp>



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

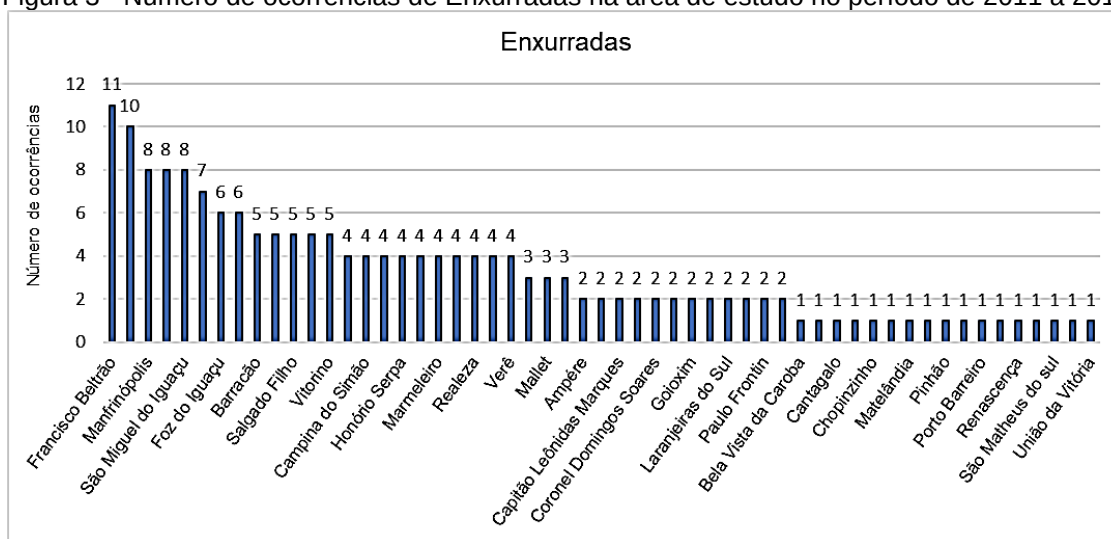
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Francisco Beltrão foi que se destacou com 11, seguido de Santo Antônio do Sudoeste com 10.

De acordo com Farias, (2019) Francisco Beltrão teve, a partir da década de 1970, uma rápida expansão do perímetro urbano em direção aos afluentes do rio Marrecas, o que pode ter como resultado mais ocorrências de enxurradas, com maiores números de pessoas afetadas.

Figura 3 - Número de ocorrências de Enxurradas na área de estudo no período de 2011 a 2018



Fonte: Defesa Civil do Paraná, 2020.

Os alagamentos nos municípios da área de estudo se destacam em Guarapuava com 18 ocorrências registradas (Figura 4). A maior incidência de alagamentos e de inundações registra-se próximos ao principal rio da cidade (rio Cascavel), consequência dos problemas de drenagem urbana na cidade e a ocupação, muitas vezes irregular, de áreas inundáveis (VESTENA, *et al*, 2020).

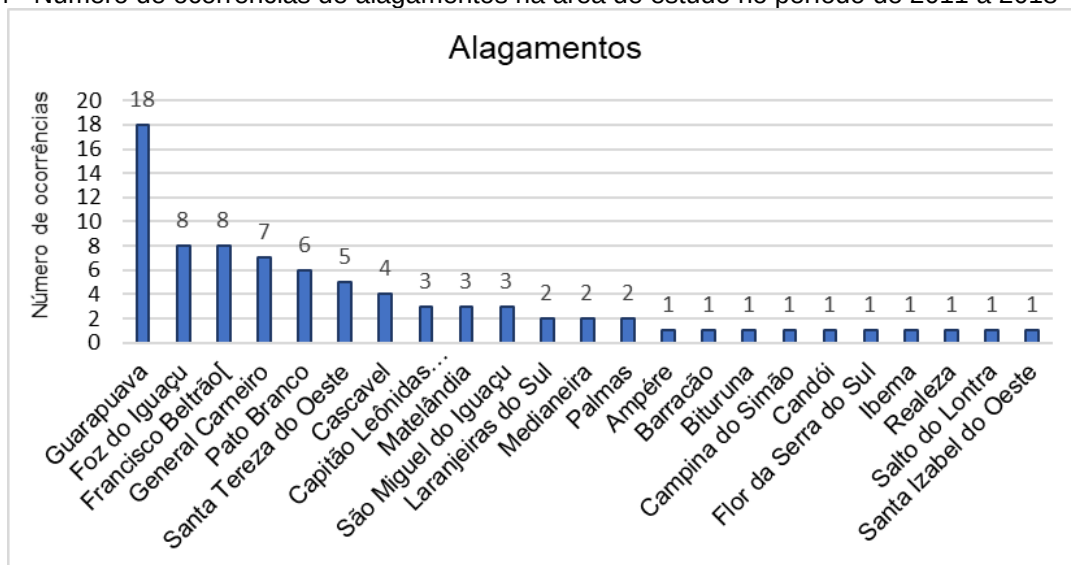


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

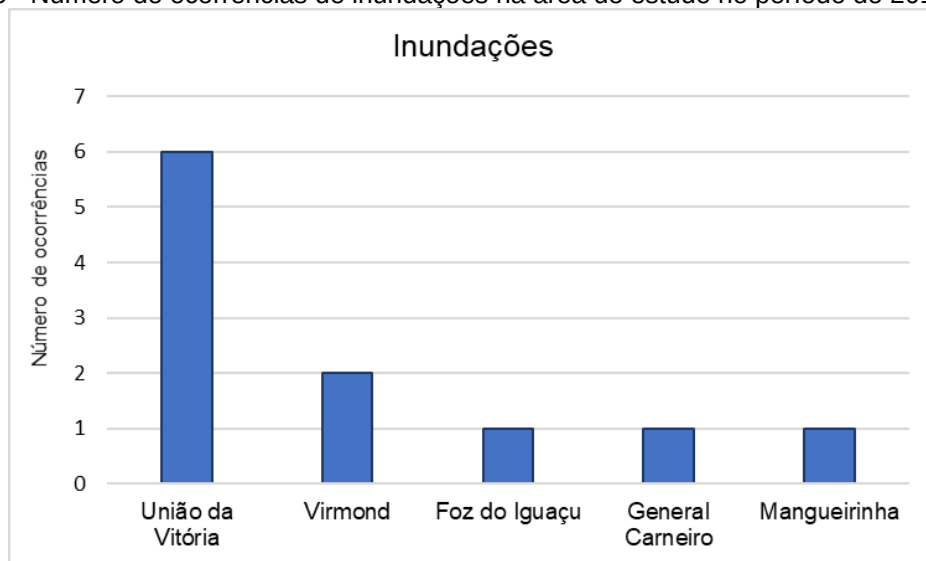
Figura 4 - Número de ocorrências de alagamentos na área de estudo no período de 2011 a 2018



Fonte: Defesa Civil do Paraná, 2020.

As inundações apresentaram os menores números de ocorrências registradas pela Defesa Civil. Dos 86 municípios da área de estudo, apenas em 5 registraram esse tipo de desastre. Observando a figura 5, nota-se que União da Vitória se destaca com 6 ocorrências.

Figura 5 - Número de ocorrências de inundações na área de estudo no período de 2011 a 2018



Fonte: Defesa Civil do Paraná, 2020.

O município de União da Vitória está localizado as margens do Rio Iguaçu, seus



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

aspectos físicos e geográficos já demonstram a probabilidade para a ocorrência de inundações. O município é como uma represa natural, tendo em vista as características da formação rochosa do rio Iguaçu, (FERENTZ E GARCIAS, 2020).

Com a construção da ponte dos Arcos para a expansão do local em 1944, foi realizado o aterramento dos terrenos no entorno da Avenida Manoel Ribas, resultando no início da urbanização da cidade com a ocupação das margens do rio Iguaçu. Além disso, várias iniciativas políticas incentivaram essa ocupação visando a valorização da região. As ocorrências de inundações para esse local têm um período de retorno de 10 anos, (FERENTZ E GARCIAS, 2020).

3.2. Desastres hidrometeorológicos e impactos sociais.

Como ficou demonstrado, os municípios que apresentaram maiores números de desastres hidrometeorológicos (enxurradas, alagamentos e inundações) foram Francisco Beltrão, Guarapuava e União da Vitória, respectivamente. Dessa forma, durante o período analisado, alguns desses desastres apresentaram maiores impactos sociais, com maior número de pessoas afetadas, como pode ser observado no Quadro 1. As datas destacadas em vermelho indicam o dia do desastre com maior número de pessoas afetadas.

Além dos números de pessoas afetadas, os impactos sociais foram ainda maiores. De acordo com a Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão, (2014) as enxurradas do dia 27/06/2014 em Francisco Beltrão deixaram cerca de 60 famílias desabrigadas. A chuva continuou nos próximos dias, o que fez aumentar esse número de desabrigados.

Os alagamentos em Guarapuava (01/08/2011) deixaram 84 pessoas desalojadas e 1 desabrigada, (PARANÁ, 2011; VESTENA, *et al*, 2020).

Em União da Vitória as inundações de junho de 2014 deixaram mais de 12 mil pessoas desalojadas e 580 desabrigadas, e ainda registrou 1 óbito devido ao desastre (CENACID, 2014; G1, 2014).

Quadro 1- Datas dos desastres hidrometeorológicos e números de pessoas afetadas no período de 2011 a 2018.

Enxurradas		Alagamentos		Inundações	
Francisco Beltrão		Guarapuava		União da Vitória	
Data	Pessoas afetadas	Data	Pessoas afetadas	Data	Pessoas afetadas
28/03/2018	4	12/06/2018	40	08/06/2014	52.616



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

01/01/2018	6	21/12/2017	16	22/09/2013	1.067
04/11/2017	3	29/10/2017	6	22/06/2013	1.915
27/02/2016	200	25/11/2016	91	12/06/2012	530
26/11/2015	2000	12/07/2016	154	02/08/2011	571
27/06/2014	3.119	20/02/2016	205	17/02/2011	154
21/10/2013	400	06/01/2016	300		
15/05/2013	80	27/12/2015	33		
12/03/2013	50	31/10/2015	100		
09/09/2011	1.100	24/10/2014	112		
19/08/2011	800	29/09/2014	86		
		11/01/2014	428		
		21/06/2013	290		
		07/02/2013	82		
		08/01/2013	19		
		26/04/2012	40		
		13/04/2012	122		
		01/08/2011	2.100		

Fonte: Defesa Civil do Paraná, 2020.

3.3 Relação dos desastres naturais com ocorrência de precipitação pluvial

Todos os desastres (enxurradas, alagamentos e inundações) ocorridos foram consequências de altos volumes de precipitação diária ou acumulados. Na Figura 6 pode ser observado o volume de precipitação acumulado de chuva nos 03 (três) dias antes do desastre, no dia do desastre e nos 3 (três) dias após.

Em Francisco Beltrão, no dia de ocorrência da enxurrada com maior número de pessoas afetadas (27/06/2014) foi registrado 86mm. É importante destacar nos dias anteriores e posteriores como observado na figura 6, somente em uma semana choveu mais que o esperado para o mês inteiro, quando a média histórica para esse mês é de 177mm. Totalizando 436mm de precipitação no mês de agosto, desencadeando muitos impactos.

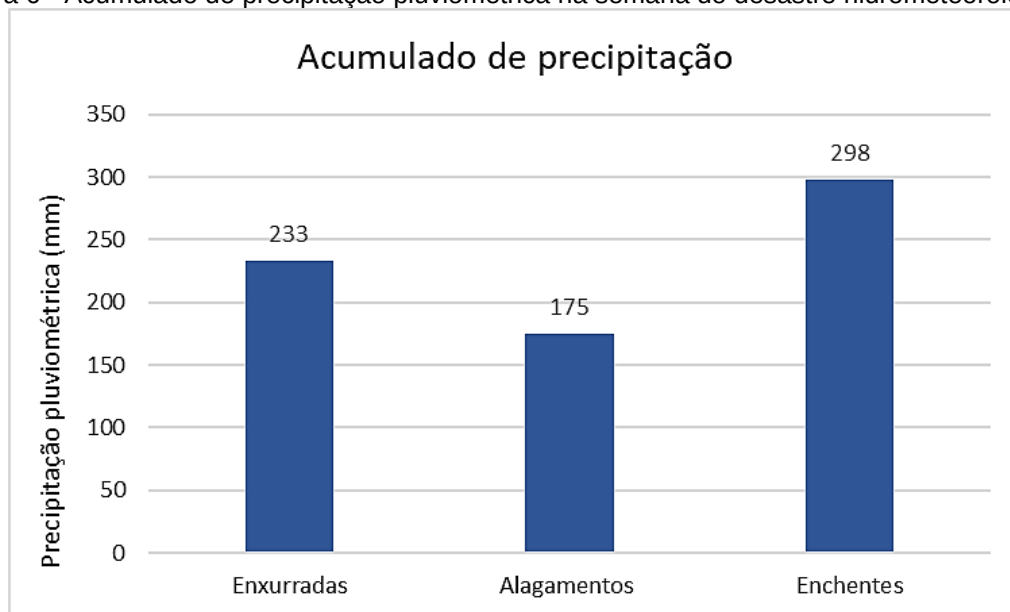


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 6 - Acumulado de precipitação pluviométrica na semana do desastre hidrometeorológico.



Fonte: Instituto das águas do Paraná, 2020.

Na cidade de Guarapuava, no dia do desastre com mais afetados (01/08/2011), ocorreu 115mm de precipitação. Nos dois dias anteriores e posteriores houve um acumulado de 175mm, o que indica mais que a média esperada para o mês, que é de 92mm. O total mensal ficou em 336mm (Figura 6).

No dia 08/06/2014, em União da Vitória, a ocorrência de um alagamento afetou 52616 pessoas e nesse dia foi registrado 264,9 mm de chuva, sendo que a média histórica para o mês todo é de 152mm. Nesse ano choveu 536,9mm em junho, ou seja, três vezes mais do que o esperado. Somente no acumulado da semana do evento foi de 298mm.

Os impactos sociais, ou seja, os danos humanos que não são contabilizados como danos econômicos, afetam a sociedade e muitas vezes esses danos são irreversíveis. Os impactos ocorridos tem relação mais direta com o planejamento urbano mal elaborado, mas os eventos extremos/intensos de precipitação definem um aumento proporcional no número de afetados.

4. Considerações finais

Os principais desastres hidrometeorológicos ocorridos na área de estudo não se diferenciam dos que ocorrem no Paraná e no Brasil, sendo eles enxurradas, alagamentos e inundações. Esses desastres causam os maiores impactos sociais e ambientais relatados.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

As enxurradas apresentam os maiores números de ocorrências, sendo que na área de estudo isso ocorre no município de Francisco Beltrão. As enxurradas são potencializadas pela expansão urbana na bacia do Rio Marrecas, ou seja, essas os impactos dessas ocorrências estão fortemente associados a estrutura urbana e não necessariamente a intensidade de eventos hidrometeorológicos. No período estudado, ocorreram 11 eventos, sendo que o do dia 26 de junho de 2014 teve mais de 3 mil pessoas afetadas, com cerca de 60 famílias desabrigadas.

Os maiores números de ocorrências de alagamentos aconteceram em Guarapuava, desses, ressalta-se o ocorrido no dia 01 de agosto de 2011 que afetou 2.100 pessoas, deixando 84 pessoas desalojadas e 1 desabrigada. A maioria na área urbana próxima ao Rio Cascavel, que é o principal rio dentro do perímetro urbano. Novamente, nota-se que os maiores afetados estão alojados em área de ocupação irregular ou sem infraestrutura adequada.

As inundações foram as que tiveram menores números de ocorrências. A cidade de União da Vitória foi a que se destacou. A inundações que ocorreu no dia 08 de junho de 2014 afetou 52.616 pessoas, com 12 mil pessoas desalojadas e 580 desabrigadas, e ainda registrou 1 óbito. Essa inundações ocorreu devido a enchente do Rio Iguaçu, o qual percorre parte da área urbana de União de Vitória.

Por fim, foi possível concluir que os grandes volumes de chuvas diárias e acumuladas, aliadas a falta de estrutura urbana potencializa os impactos dos desastres hidrometeorológicos.

Os municípios de Francisco Beltrão, Guarapuava e União da Vitória se destacaram por apresentar os maiores números dos desastres, e foram os que tiveram impactos sociais significativos dentro da área de estudo. Isto indica que os gestores desses municípios precisam estar atentos ao planejamento urbano, pois a dinâmica hidroclimática da região define ocorrências de eventos extremos com certa frequência.

Os desastres ocorrem principalmente próximos aos cursos d'água em áreas de ocupação urbana com falta de planejamento, pois o relevo mais plano e a ocupação irregular (impermeabilização do solo), favorecem o acúmulo da água da chuva, culminando com enchentes, alagamentos e inundações.

5. Referências

BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – Pr.** Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2006

BNDES, **Banco nacional do Desenvolvimento Econômico e Social**, 2014.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

CALDANA, N. F. S.; YADA JUNIOR, G. M.; MOURA, D. A. V.; COSTA, A. B. F.; CARAMORI, P. H. Ocorrências de alagamentos, enxurradas e inundações e a variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Iguaçu, **Revista Brasileira de Meteorologia** Vol. 23 p.343-355, 2018

CENACID – Centro de Apoio Científico em Desastres. **Avaliação das áreas atingidas pelas inundações e alagamentos em União da Vitória / PR, em junho de 2014.** Curitiba, 2014.

COSTA, C.; ANDRADE, A. R. Gênese e evolução das temperaturas mínimas absolutas na região centro-sul do Paraná: A influência da dinâmica atmosférica e do relevo local. **Boletim goiano de geografia** (Online) v. 35, n. 3, p. 452-471, 2015

COSTA, R. L.; BATISTA, G. M. M.; GOMES, H. B.; SILVA, F. D. S.; JÚNIOR, R. L. R.; SALVADOR, M. A.; HERDIES, D. L. Analysis of climate extremes indices over northeast Brazil from 1961 to 2014. **Weather and Climate Extremes** v. 28 P. 1-21, 2020.

DEFESA CIVIL DO PARANÁ, **Anuário da coordenadoria de proteção e defesa civil do paraná ações desenvolvidas em 2018.** Disponível em: <<http://www.defesacivil.pr.gov.br/Pagina/Anuarios>> Acesso em outubro de 2020.

FARIAS, A. S. **Inundações urbanas em Francisco Beltrão/PR: riscos e vulnerabilidades socioambientais.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019

FERENTZ, L. M. S.; GARCIAS, C. M. Evolução histórica da gestão de riscos e desastres às inundações em União da Vitória, Estado do Paraná. **Revista Videre**, Dourados, v. 12, n. 23, p. 179 a 200, 2020

FRANCISCO BELTRÃO, **Prefeitura municipal de Francisco Beltrão: Beltrão decreta novamente estado de emergência; veja fotos da enchente**, 28/06/2014. Disponível em: <<http://www.franciscobeltrao.pr.gov.br/defesa-civil/beltrao-decreta-novamente-estado-de-emergencia-veja-fotos-da-enchente/>> Acesso em: Outubro de 2020.

IBGE, Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Tipologia municipal rural-urbano**, 2017.

IBGE, Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2020.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ: **Dados pluviométricos diários.** Disponível em: <<http://www.sihweb.aguasparana.pr.gov.br/sihweb/gerarRelatorioAlturasDiariasPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>> Acesso em: Setembro de 2020

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Cadernos municipais e regiões geográficas**, 2012.

IPCC, Resumo para formuladores de políticas. *In: Mudanças Climáticas e Terra*: um relatório especial do IPCC sobre mudanças climáticas, desertificação, degradação da terra, gestão sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres, 2019.

MARENGO, J. A. Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – Impactos sociais e econômicos. **Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas -GPMC**, N. 8, 2009.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: José Olympio, 1968.

Número de atingidos pela enchente aumenta em União da Vitória. **G1.com**, 16/06/2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/pr/campos-gerais-sul/noticia/2014/06/numero-de-atingidos-pela-enchente-aumenta-em-uniao-da-vitoria.html>. Acesso em: novembro de 2020.

PARANÁ, CORPO DE BOMBEIROS: 5º SBBI Atende diversos alagamentos na região de Guarapuava, publicado em 05/08/2011 Disponível em: <http://www.bombeiroscascavel.com.br:2791/modules/news/article.php?storyid=463> Acesso em: Outubro de 2020.

SILVA, W. L.; DERECHYNSKI, C.; CHANG, M.; FREITAS, M.; MACHADO, B. J.; TRISTÃO, L.; RUGGERI J. Tendências Observadas Em Indicadores de Extremos Climáticos de Temperatura e Precipitação no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.30, n.2, 181 - 194, 2015.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR** Guarapuava: UNICENTRO. 2003 PR.

VESTENA, L. R.; ALMEIDA, D. E. F.; GEFFER, E. Análise espacial e temporal da distribuição dos alagamentos e inundações na cidade de Guarapuava, Paraná. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n.5, p.24923-24941, 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA E DESASTRES SOCIONATURAIS ASSOCIADOS EM SOBRAL-CE

FRANCISCA SENA DA SILVA¹
JANDER BARBOSA MONTEIRO²

RESUMO: A pesquisa objetivou analisar o comportamento da pluviosidade em Sobral-CE, no período de 1989-2018, a partir de técnica estatística (Quantis), para identificar anos chuvosos e secos. Ademais, procurou identificar os principais sistemas atmosféricos atuantes na região que contribuíram para acumulados expressivos, elaborar produtos cartográficos e gráficos para análise de tais eventos, além de avaliar a influência do El Niño Oscilação Sul – ENSO e das TSMs no Atlântico Intertropical para a ocorrência de anos secos e chuvosos. Foi necessário inicialmente fazer um levantamento bibliográfico com conceitos pertinentes na pesquisa, como desastre natural e evento extremo. Além disso, foram levantados dados disponibilizados por órgãos como a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA e Defesa Civil da cidade de Sobral, bem como em documentos eletrônicos e/ou jornais de circulação local, além da realização de cálculos estatísticos mediante utilização da técnica dos quantis, considerando a série histórica de 1989-2018, disponibilizada pela FUNCEME. Os resultados obtidos após a aplicação das técnicas estatísticas permitiram pontuar os anos mais secos e chuvosos, apresentados aqui nessa investigação como anos em que ocorreram acumulados extremos. A maioria dos eventos de chuvas foram registrados nos meses iniciais e geralmente associados à Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, principal sistema meteorológico atuante no Nordeste. A partir da identificação dos eventos extremos, estes apresentaram alguma evidência de impactos/danos relatados pela Defesa Civil e na mídia eletrônica e impressa local, evidenciado assim as consequências desses desastres que geralmente atingem a população mais vulnerável.

Palavras-chave: Evento Extremo; Desastre Naturais; Técnica dos Quantis.

ABSTRACT

The research aimed to analyze the behavior of rainfall in Sobral-CE, in the period 1989-2018, using statistical technique (Quantis), to identify rainy and dry years. Furthermore, it sought to identify the main atmospheric systems operating in the region that contributed to significant accumulations, to elaborate cartographic and graphical products for the analysis of such events, in addition to evaluating the influence of El Niño Oscilação Sul - ENSO and of the TSMs in the Intertropical Atlantic for the occurrence of dry and rainy years. Initially, it was necessary to carry out a bibliographic survey with relevant concepts in the research, such as natural disaster and extreme event. In addition, data were made available by bodies such as the Cearense Foundation for Meteorology and Water Resources - FUNCEME, National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA and Civil Defense of the city of Sobral, as well as in electronic

¹ Graduanda do curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará. franciscasenasilva241196@gmail.com

² Prof. Dr. da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará. jander_bm@hotmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

documents and / or newspapers of local circulation, in addition to performing statistical calculations using the quantile technique, considering the 1989-2018 historical series, made available by FUNCEME. The results obtained after the application of statistical techniques allowed to point out the driest and rainiest years, presented here in this investigation as years in which extreme accumulated occurred. Most rain events were recorded in the early months and generally associated with the Intertropical Convergence Zone - ZCIT, the main meteorological system operating in the Northeast. From the identification of the extreme events, they presented some evidence of impacts / damages reported by the Civil Defense and in the local electronic and print media, thus evidencing the consequences of these disasters that usually affect the most vulnerable population.

Keywords: Extreme Event; Natural Disasters; Quantis Technique.

1. Introdução

Nas últimas décadas têm-se evidenciado, em várias regiões do país, grandes impactos relacionados às chuvas, seja pelo excesso ou a escassez destas, trazendo vários danos à população, mortes, desabrigado e perdas materiais. Estes impactos ocasionados por episódios de chuvas extremas podem, na maioria das vezes, ser enquadrados na categoria de desastres naturais, dependendo de sua magnitude e extensão espacial (BRANDÃO, 2001). Tal situação fica mais evidente quando observamos os decretos de emergência que são publicados em diversos municípios brasileiros pela Defesa Civil.

O município de Sobral, situado na Região Fisiográfica dos Sertões do Centro-Norte, com certa frequência apresenta situações de desastres associados principalmente às secas (em virtude do contexto de semiaridez em que se insere), mas também às inundações (por conta do regime pluviométrico irregular). Observam-se deficiências hídricas ao longo do ano e solos rasos susceptíveis à erosão sobre um embasamento de litotipos cristalinos com baixa capacidade de armazenamento de água subterrânea, os quais encontram-se recobertos por uma vegetação predominantemente espaçada e caducifólia (caatinga arbóreo-arbustiva), apresentando assim paisagens vulneráveis à degradação (NASCIMENTO; SOUZA; CRUZ, 2007). Porém, esse cenário, em determinados períodos, pode sofrer mudanças, em virtude da atuação de alguns sistemas atmosféricos, que podem trazer fortes chuvas para a região.

Segundo dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o clima predominante na área de estudo é o Tropical Quente Semiárido Brando, com temperaturas médias que variam em torno dos 26°C a 28°C, conforme considera a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Nos primeiros meses do ano se concentram os maiores índices pluviométricos, podendo chegar em torno de 800 mm, enquanto



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

que no restante do ano observam-se cenários de seca, com déficit hídrico bem acentuado e com altas taxas de evaporação.

Porém, essa mudança de cenário traz consigo algumas consequências relacionadas a seca e a inundações. Independente do evento extremo, seca ou inundações, a população sobralense está sempre vulnerável a esse tipo de situação, trazendo assim dificuldades para voltar ao que seria considerado como normalidade, apresentando grande dificuldade para se recompor dos danos sofridos.

Assim, o presente trabalho objetiva analisar o comportamento da pluviosidade no município de Sobral, no período de 1989-2018, a partir de técnica estatística (Quantis), para identificar os anos chuvosos e secos, além de promover discussões no que diz respeito ao entendimento da seca e inundações enquanto desastre, adoção de medidas preventivas e de convivência com os mesmos, identificar os principais sistemas atmosféricos deflagradores de desastres socionaturais atuantes no período chuvoso, de pré-estação e de pós-estação da série histórica em análise, avaliar a influência do El Niño Oscilação Sul – ENSO e da TSM no Atlântico Intertropical para a ocorrência de anos secos e chuvosos no município de Sobral.

2. Discutindo evento extremo e desastre natural

Segundo Monteiro (2016), o termo evento extremo está muito atrelado à precipitações de chuvas, tanto de acumulados máximos expressivos, como de mínimos, ou seja, desencadeando episódios de inundações e secas. Segundo a Defesa Civil, o evento extremo é um evento catastrófico, de difícil ocorrência e que gera graves consequências quando ocorre (CASTRO, 2009). Monteiro (2016) acredita que, para uma melhor compreensão e definição de evento extremo, faz-se necessário o observar comportamento da chuva em uma determinada localidade e em um determinado tempo, permitindo assim uma melhor interpretação dos eventos de chuva extrema. Estes podem ser interpretados sob diferentes perspectivas, desde um ponto de vista físico/e ou estatístico, como também social.

Como a área de pesquisa encontra-se inserida em uma região que apresenta baixos índices pluviométricos em relação à outras localidades do país, ressalta-se a importância de se considerar que tais eventos extremos relacionados às secas e enchentes devem ser analisados em uma perspectiva espaço-temporal. Enquanto que nos episódios de secas leva-se em consideração a praticamente ausência de registros pluviométricos durante vários meses e geralmente no segundo semestre do ano, no período chuvoso consideram-se intervalos de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

tempo menores, a partir dos registros diários e até mesmo de acumulados mensais expressivos no quadrimestre chuvoso fevereiro-maio, por exemplo.

Segundo Bezerra (2002), a precipitação média anual no Nordeste é baixa, irregular, além de ter temperaturas elevadas e alta incidência solar, gerando altas taxas de evaporação. É preciso, portanto, entender o comportamento e distribuição da chuva na região para melhor prever os possíveis desastres.

Ainda que seja importante considerar o evento extremo a partir dos danos associados que caracterizam desastres naturais, evidenciando assim aspectos sociais, compreendê-lo em uma perspectiva física/estatística não figura como algo de menor importância. Representa um marco inicial considerável para compreender o comportamento da chuva em determinada localidade. Afinal, a deflagração de um desastre natural pode ser compreendida a partir de uma correlação entre um evento (forte chuva ou episódio de seca, por exemplo) e condições socioeconômicas e física vulneráveis.

3. Metodologia

Para atingir tais objetivos foi necessário fazer inicialmente uma revisão bibliográfica de conceitos como desastre natural e evento extremo. Além disso, foram levantados dados disponibilizados por órgãos como a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA e Defesa Civil da cidade de Sobral, bem como em documentos eletrônicos e/ou jornais de circulação local, os quais subsidiaram a tabulação de informações para realização de cálculos estatísticos, avaliação e influência da TSM em períodos secos e chuvosos, registros de impactos e situações de desastre socionatural associados à seca e inundações, até a avaliação dos danos ocasionados por secas periódicas no município.

Em seguida foi aplicada a Técnica Estatística dos Quantis, a partir da tabulação da série histórica de 1989-2018 disponibilizada pela FUNCEME. É importante mencionar que foram utilizados somente os dados do posto pluviométrico sede, visto que era o único que apresentava informações em sua totalidade. A análise de cartas sinóticas e de Imagens de Satélite possibilitaram a identificação das condições atmosféricas e atuação de sistemas atmosféricos que desencadearam eventos extremos de chuva na região.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

3.1 A técnica dos Quantis

Segundo Monteiro (2016), a técnica dos quantis permite uma análise estatística mais confiável para analisar o comportamento da chuva quando se observam anos secos e chuvosos. O primeiro a usar a técnica dos quantis foi Pinkayan (1966), pesquisador da Universidade do Estado de Colorado, localizada nos Estados Unidos da América. “O trabalho de Pinkayan (1966) possuía como objetivo avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre a área continental dos Estados Unidos da América. (MONTEIRO, 2016, p. 61). “Para o Estado do Ceará, Xavier (1984, 1986, 1987, 1989, 2001) publicou trabalhos que também utilizavam quantis para analisar o comportamento da chuva no Estado do Ceará, em uma série histórica de 33 anos (1964-1996)” (MONTEIRO, 2016, p.61).

Quantis (“quantiles”, “fractiles”) são medidas de separação para distribuições de probabilidade ou para suas amostras. Um quantil de ordem p (definido para $0 < p < 1$) é um valor numérico que secciona a distribuição em duas partes, com probabilidades p (à esquerda deste quantil “teórico”) e $1-p$ (à direita). Em termos amostrais, permitindo separar uma amostra em duas massas de observações numéricas, com $100xp\%$ dos elementos localizados à esquerda do quantil “amostral” e os demais $100x(1-p)\%$, à direita. [...] Até o quantil de ordem 5% estão compreendidos “valores extremos inferiores”, ao passo que a partir do quantil de ordem 95% encontram-se valores extremos superiores”. Decerto são admitidos outros níveis para definir eventos extremos. Menos exigentes, como 15% e 85%. Ou mais exigentes, como 1% e 99%, etc., ou seja, no sentido de caracterizar eventos ainda mais raros (XAVIER, 2007, p.3).

A escolha dos quantis a serem calculados é realizada pelo próprio pesquisador, podendo variar de acordo com o objetivo da pesquisa (MONTEIRO; ROCHA, ZANELLA, (2012). Por exemplo, se a intenção é delimitar valores extremos de chuva para a região estudada, pode-se utilizar o quantil de ordem 5% (valores extremos inferiores para chuva acumulada em determinado ano) e o quantil de ordem 95% (valores extremos superiores para a chuva acumulada em determinado ano).

No entanto, no outro extremo da tabela, os valores acima do $Q(0,95)$ representam os valores extremos superiores de chuva (elevada pluviosidade). Assim, pode-se concluir que, neste caso, apenas em 1 ou 2 anos da série estudada, pode-se obter valores extremos de chuva acumulada no ano, tanto para baixa pluviosidade (anos extremamente secos), como para elevada pluviosidade (anos extremamente chuvosos). (MONTEIRO; ROCHA, ZANELLA, 2012, p. 238).

No presente trabalho, foi utilizada a mesma divisão que Pinkayan (1966) utilizou, uma



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

divisão em 5 classes: Muito Seco, Seco, Normal, Chuvoso e Muito Chuvoso. Estas são representadas pelo intervalo entre os quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$, considerando inclusive o intervalo abaixo do $Q(0,15)$ que indica acumulados na classe muito seco e o intervalo acima do $Q(0,85)$, o qual indica acumulados muito chuvosos.

Assim, para obtenção dos resultados, foi preciso estabelecer os quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,50)$, $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$ para aplicar a técnica dos quantis. Em seguida, foram identificados os anos secos e chuvosos a partir da técnica. Por fim, foram realizadas análises com o intuito de identificar os principais sistemas atmosféricos e mecanismos físicos/teleconexões que podem ter influenciado para acumulados acima ou abaixo da normal, evidenciado inclusive possíveis impactos/danos associados.

4. Resultados e discussões

Ao realizar análise dos dados do posto sede de Sobral, é possível verificar que as chuvas se concentram em quatro meses (fevereiro, março, abril e maio). Essa sazonalidade encontra-se relacionada, principalmente, à ocorrência de sistemas atmosféricos que são bastante influenciados pelas TSMs, atuando em grande parte nas baixas latitudes, apresentando certa estabilidade atmosférica no período de inverno e primavera, enquanto que no período do verão e outono provoca chuvas concentradas em quatro meses do ano.

As consequências das intensas chuvas ocorridas na cidade de Sobral podem ser encontradas em canais eletrônicos. Em 2009, por exemplo, inúmeras famílias ficaram desabrigadas como consequência das fortes chuvas neste ano. Os danos se agravaram com as sangrias de alguns açudes como Araras, Jaibaras e outros. Chuvas essas que deixaram sérios prejuízos a população local, além de atingir o centro histórico da cidade.

No outro extremo, a problemática de falta d'água em virtude da baixa precipitação ocorrida no ano de 2010 (considerado como ano seco de acordo com aplicação da técnica dos quantis) contrasta com o cenário anteriormente descrito. A defesa civil da cidade se mostrou bastante preocupada com a situação de abastecimento no município, principalmente nas comunidades rurais, assim como também em alguns bairros na área urbana (Figura 1).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 - Edição do dia 27/07/2010 destacando a preocupação com escassez de água no município



Fonte: Expresso do Norte (2019).

De acordo com as análises de dados do Sistema Integrado de Informações de Desastres-S2ID sobre inundação e seca na cidade de Sobral, foi possível obter, através de Formulários de Avaliação de Danos (AVADAN), Formulários de Informações dos Desastres – FIDE, Decretos de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública (nos anos 1993, 2004, 2009, 2013, 2014, 2015 e 2016) informações relevantes sobre os impactos, danos e número de atingidos associados a eventos de chuva extrema e episódios de secas (Tabela 1).

Tabela 01 - Registro de seca e inundação no município de Sobral, com números de pessoas afetadas e documento de onde foi extraída a informação.

ANO	1993	2004	2009	2013	2014	2015	2016
SECA	ECP			*29.513 FIDE	SE	*40.000 FIDE	*30500 FIDE
INUNDAÇÃO		*13.270 AVADAN	*4.680 AVADAN				

Onde: Estado de Calamidade Pública – ECP; Avaliação de Danos – AVADAN; Situação de Emergência – SE; Formulário de Informações de Desastres – FIDE; Número de Afetados - *

Fonte: S2ID



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

De acordo com os dados obtidos da Defesa Civil de Sobral-CE, através do Sistema Integrado de Informações de Desastres - S2ID, um dos piores anos chuvosos e secos, respectivamente, foram 2009 e 2016, considerando a série histórica em análise.

Em 2009, o AVADAN indica 4.680 pessoas afetadas, incluindo desalojados, desabrigados e feridos, além de danos materiais principalmente com casas populares, mas também estradas e obras de artes, além de danos ambientais, principalmente erosão do solo. O setor mais atingido no âmbito econômico foi a agricultura, mas o setor de educação também foi incluído.

De acordo com a análise do FIDE do primeiro semestre de 2016, o total de prejuízos econômicos públicos no município, como o abastecimento de água potável e assistência médica, saúde pública e atendimento de emergências médicas totalizou o valor de R\$ 31.608.790,00. O abastecimento na cidade ficou prejudicado principalmente na área rural e, como consequência disso, foram adotadas algumas medidas para atender a população prejudicada. O poder público local implementou medidas como perfuração de poços profundos, adutoras e transporte de água por meio de carros pipa, para amenizar a problemática em torno da escassez. Os valores estimados para a realização dessas ações foram de R\$ 28.008.79,00.

Os serviços relacionados à saúde como assistência médica, saúde pública, e atendimento de emergências médicas, foram um dos mais afetados pela seca em Sobral, na qual apresentou prejuízos de R\$ 3.600.000,00. Já no segundo semestre de 2016, os prejuízos públicos aumentaram, estimado em torno de R\$ 46.956.386,80. Sendo R\$ 42.476.386,80 destinados o abastecimento de água, enquanto que R\$ 4.480.000,00 foram destinados à assistência médica.

Quanto à influência das TSMs do Pacífico Equatorial na ocorrência de períodos secos e chuvosos, observou-se *Oceanic Niño Index* (NOAA) no período em análise (Figura 2). O *Oceanic Niño Index* é utilizado como índice padrão para identificar os fenômenos El Niño (aquecimento das águas do pacífico) e La Niña (resfriamento das águas do pacífico). Para destacar os fenômenos, o índice leva em consideração alguns valores (Para El Niño, igual ou superior a 0,5, e para La Niña, igual ou inferior a -0,5). No entanto, o episódio só é catalogado quando houver uma persistência de pelo menos 5 valores registrados por trimestre. Porém, como estamos levando em consideração às temperaturas do Pacífico apenas para o período chuvoso no Estado do Ceará (fevereiro a maio). Em vermelho indicariam um El Niño e em azul os valores que indicam presença de La Niña. Os fenômenos também podem ser classificados,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

quanto à intensidade, em fracos (valores entre 0,5 e 0,9), moderados (1,0 – 1,4) e fortes (acima de 1,5).

Figura 02 - Oceanic Niño Index para os anos de 1989 a 2018

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	FILHO	OND	NDJ
1989	-1,7	-1,4	-1,1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1
1990	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
1991	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	1,2	1,5
1992	1,7	1,6	1,5	1,3	1,1	0,7	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1
1993	0,1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1
1994	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	1,1
1995	1,0	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0	-0,2	-0,5	-0,8	-1,0	-1,0	-1,0
1996	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5
1997	-0,5	-0,4	-0,1	0,3	0,8	1,2	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,4
1998	2,2	1,9	1,4	1,0	0,5	-0,1	-0,8	-1,1	-1,3	-1,4	-1,5	-1,6
1999	-1,5	-1,3	-1,1	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5	-1,7
2000	-1,7	-1,4	-1,1	-0,8	-0,7	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7
2001	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
2002	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,1
2003	0,9	0,6	0,4	0,0	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
2004	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
2005	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,6	-0,8
2006	-0,8	-0,7	-0,5	-0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9
2007	0,7	0,3	0,0	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,5	-1,6
2008	-1,6	-1,4	-1,2	-0,9	-0,8	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-0,7
2009	-0,8	-0,7	-0,5	-0,2	0,1	0,4	0,5	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6
2010	1,5	1,3	0,9	0,4	-0,1	-0,6	-1,0	-1,4	-1,6	-1,7	-1,7	-1,6
2011	-1,4	-1,1	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,5	-0,7	-0,9	-1,1	-1,1	-1,0
2012	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	-0,2
2013	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3
2014	-0,4	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7
2015	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,5	2,6
2016	2,5	2,2	1,7	1,0	0,5	0,0	-0,3	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6
2017	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	-0,1	-0,4	-0,7	-0,9	-1,0
2018	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	0,9	0,8

Fonte: Climate Prediction Center Internet Team (2019).

Para analisar o Dipolo do Atlântico, utilizou-se informações disponibilizadas pela FUNCEME, de acordo com resultados obtidos no programa PIRATA (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*), o qual foi concebido cientificamente e implementado por meio de cooperação tecnocientífica entre o Brasil, a França e os Estados Unidos da América.

Após a análise do Dipolo do Atlântico para identificar os anos positivos (que são desfavoráveis a precipitações) e os anos negativos (que são favoráveis à precipitações). Dados esses que foram demonstrados através de um gráfico (Figura 3) que, por conta da oscilação dos valores se torna de difícil interpretação, podendo ocorrer algum pequeno equívoco na análise.

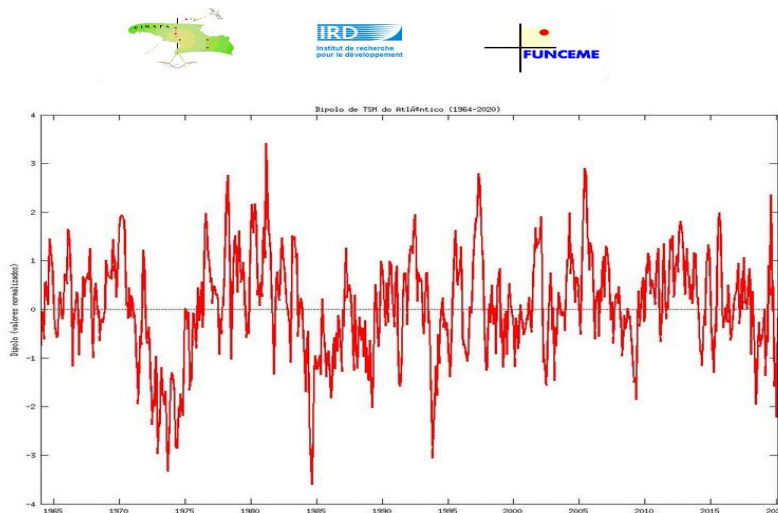


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 03 - Dipolo de TSM do Atlântico no período de 1964-2020



Fonte: FUNCEME.

Sendo assim, foram utilizados dados da FUNCEME e CPTEC/INPE para uma análise mais detalhada da situação da TSM, ENOS (LA NIÑA/EL NIÑO), nos períodos considerados chuvosos e secos no Estado. E, logo depois, esses dados foram agregados em uma tabela para uma melhor compreensão, juntamente com a situação do ENOS e a situação após aplicação da técnica dos quantis.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 02 - Situação climática dos anos da série histórica 1989 a 2018 por meio da técnica dos quantis, Fenômenos ENOS, dipolo do Atlântico.

ANO	SITUAÇÃO	ENOS	DIPOLO
1989	Chuvoso	La nina	Favorável (negativo)
1990	Normal	Neutro	Neutro
1991	Normal	El nino	Favorável (negativo)
1992	Seco	El nino	Desfavorável (positivo)
1993	Muito Seco	El nino	Neutro
1994	Muito chuvoso	El nino	Favorável (negativo)
1995	Chuvoso	El nino/Neutro	Favorável (negativo)
1996	Normal	La nina	Favorável (negativo)
1997	Muito Seco	El nino	Desfavorável (positivo)
1998	Muito Seco	El nino	Neutro
1999	Muito Chuvoso	La nina	Favorável (negativo)
2000	Chuvoso	La nina	Favorável (negativo)
2001	Normal	La nina	Neutro
2002	Normal	El nino	Favorável (negativo)
2003	Chuvoso	El nino	Favorável (negativo)
2004	Muito Chuvoso	Neutro	Neutro
2005	Seco	El nino	Desfavorável (positivo)
2006	Chuvoso	La nina	Neutro
2007	Chuvoso	Neutro	Desfavorável (positivo)
2008	Muito Chuvoso	La nina	Favorável (negativo)
2009	Muito Chuvoso	La nina	Favorável (negativo)
2010	Seco	El nino	Neutro
2011	Normal	La nina	Favorável (negativo)
2012	Muito Seco	La nina	Desfavorável (positivo)
2013	Normal	Neutro	Desfavorável (positivo)
2014	Seco	Neutro	Neutro
2015	Seco	El nino	Favorável (negativo)
2016	Seco	El nino	Neutro
2017	Normal	Neutro	Neutro
2018	Normal	La nina	Neutro

Fonte: SILVA (2020).

O ano de 2009, considerado um dos anos mais chuvosos no Estado, ano que acumulou 1266,5 mm na cidade de Sobral e trouxe sérios prejuízos para a cidade. O ano se inicia com uma La Niña fraca com Dipolo propício a chuvas. Já no segundo semestre de 2009, é notório um El Niño forte que perdura até o ano de 2010. Como consequência, houve um déficit de chuvas neste ano.

Em 2012 é registrada uma situação de seca. Embora o quadrimestre chuvoso do Estado tenha início de La nina, que logo dá espaço para uma neutralidade, o Dipolo desfavorável a chuvas acabou interferindo, de forma significativa, para o déficit de chuvas. Sendo assim, o ano foi considerado como muito seco, com 395,0 mm na área de pesquisa. Em 2013, é identificada



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

uma situação de neutralidade, enquanto que o Dipolo foi desfavorável a chuvas. Esse é mais um dos anos com déficit de chuvas e considerado como muito seco na cidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que os eventos extremos vêm aumentando nos longos dos anos e isso pode ser notado através das mídias eletrônica e impressa. No Brasil, os desastres naturais estão relacionados a inundações ou a seca que, conseqüentemente, trazem prejuízos diversos.

É perceptível que a ocorrência desses desastres está interligada com alguns sistemas atmosféricos atuantes na região, em especial a Zona de Convergência Intertropical- ZCIT, responsável pelo o comportamento das chuvas no município, assim como nas demais cidades do Estado. Toda a análise fora feita no quadrimestre chuvoso (fevereiro-maio), justamente nos meses da atuação da ZCIT. É importante mencionar que além da ZCIT, existe atuação de outros sistemas, como Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis, Complexos Convectivos de Mesoescala, etc.

Os desastres relacionados à seca encontraram importante relação com a ocorrência de atuação do El Niño. Porém, o Dipolo de TSM do Atlântico Intertropical parece apontar influência ainda mais importante, pois em anos de Dipolo do Atlântico desfavorável as chuvas, a ocorrência de acumulados abaixo da normal é geralmente identificada no município. Isso é notório quando se aplica a técnica dos quantis. Os distritos do município são os mais atingidos pela seca, sendo que alguns não apresentam medidas preventivas eficazes e satisfatórias para lidar com tal situação.

Muitos prejuízos humanos e materiais foram identificados nos anos secos e chuvosos, após a aplicação da Técnica dos Quantis. Tal situação foi visualizada em canais eletrônicos municipais e também através dos formulários emitidos pela Defesa Civil do município, trazendo o detalhamento dos prejuízos. É nítido que é humanamente impossível evitar que os fenômenos naturais ocorram. Porém, a implementação de medidas preventivas pode minimizar tais impactos. Segundo Kobiyama et al. (2004), existem dois tipos de medidas preventivas básicas: as estruturais e não estruturais. As estruturais abrangem medidas de engenharia, como por exemplo a construção de barragens e diques, obras essas que são caras e necessitam de tempo. As não estruturais são tidas como sistemas de alerta, que podem auxiliar na redução dos danos e prejuízos, porém que para que isso ocorra é necessário que haja um monitoramento e zoneamento ambiental, necessários para minimizar os riscos associados. Uma outra medida



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

viável seria o deslocamento dessas pessoas que vivem em áreas vulneráveis para regiões mais seguras. Mas, para que isso ocorra, seria preciso um estudo, planejamento e apoio/execução por parte do poder público.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo financiamento desta pesquisa, ao professor orientador doutor Jander Monteiro, pela a confiança e pela orientação no decorrer da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

BRANDÃO, A. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 47-1-2, 2001.

BEZERRA, N. F. Água no semiárido Nordeste: Experiências e desafios. IN: Seminário: Água e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido. **Anais....** Fortaleza-CE, 2002.

CASTRO, Cléber Marques de; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira; PIRES DO RIO, Gisela Aquino. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 28 n. 2, p. 11-30, 2005.

MONTEIRO, Jander Barbosa; ROCHA, Alexsandra Bezerra da; ZANELLA, Maria Elisa. Técnica dos quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do apodimossoró/RN. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 23 (2012), p. 232-249.

MONTEIRO, Jander, Barbosa. **Desastres naturais no estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos**. Fortaleza/Ceará. 2016. 256 p.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues; SOUZA, Marcos José Nogueira de; CRUZ, Maria Lúcia Brito da. Enfoque geoambiental para o tratamento da degradação/desertificação no município de Sobral – Nordeste do Brasil/Ceará. **Revista Ateliê Geográfico**, Goiânia, v.1, n.2, p.80- 101, dez.2007.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. (Hidrology papers, n. 12).

XAVIER, Teresinha de Maria Bezerra Sampaio; XAVIER, Airton Fontenele Sampaio; ALVES, José Maria Brabo. **Quantis e eventos extremos: aplicações em ciências da terra e ambientais**. Fortaleza: RDS, 2007. 278 p.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

IMPACTOS PLUVIOMÉTRICOS NO BAIRRO COHATRAC E ADJASCÊNCIAS NOS TEMPOS DE CHUVAS EM SÃO LUÍS/MA NOS ANOS DE 2018 E 2019

ROBERTO BRUNO BARROS DA SILVA SOBRINHO¹

RESUMO

Como já observado, as áreas urbanas estão crescendo em todo o mundo. Isso traz oportunidades para a sociedade, mas também problemas em relação à expansão desordenada das cidades, onde muitos locais estão sem infraestrutura suficiente para suportar o aumento da população, o crescimento da quantidade de veículos e os mais diversos equipamentos para o funcionamento ideal da área urbana. Um fator importante para as cidades é sua relação com as chuvas, já que em muitas partes do Brasil ocorrem enchentes que afetam o cotidiano urbano. Para amenizar esses infortúnios, é necessário planejar as vias, uma drenagem satisfatória para as águas das chuvas, entre outras ações fundamentais. Em São Luís, capital do estado do Maranhão, os impactos pluviométricos urbanos são constantes, principalmente nos meses de janeiro a junho, que é o período das chuvas. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atua diretamente no norte do Maranhão, influenciando o clima da cidade de São Luís. A área de estudo, o bairro do Cohatrac e seu entorno, é uma das mais urbanizadas da capital maranhense e, no momento em que caem as fortes chuvas remete às mesmas ocorrências gerais na cidade como um todo, tais como ruas alagadas, buracos submersos na água, etc. Os funcionários do governo e órgãos competentes devem sempre tomar as medidas adequadas para aliviar o transtorno. Felizmente, é raro haver vidas perdidas no espaço estudado.

Palavras-chave: Chuvas; alagamentos; transtornos.

ABSTRACT

As already noted, urban areas are growing all over the world. This brings opportunities for society, but also problems in relation to the disorderly expansion of cities, where many places are without enough infrastructure to support the increase in population, the increase in the number of vehicles and the most diverse equipment for the ideal functioning of the urban area. An important factor for cities is their relationship with the rains, since in many parts of Brazil there are floods that affect urban daily life. To alleviate these misfortunes, it is necessary to plan the routes, a satisfactory drainage for rainwater, among other fundamental actions. In São Luís, capital of the state of Maranhão, the urban rainfall impacts are constant, mainly in the months of January to June, which is the rainy season. The Intertropical Convergence Zone (ZCIT) operates directly in northern Maranhão, influencing the climate of the city of São Luís. The study area, the Cohatrac neighborhood and its surroundings, is one of the most urbanized in the capital of Maranhão and, at the moment that the heavy rains fall refers to the same general occurrences in the city as a whole, such as flooded streets, holes submerged in water, etc. Government officials and competent bodies should always take appropriate measures to alleviate the disorder. Fortunately, it is rare to have lost lives in the studied space.

Keywords: Rain; flooding; disorders.

¹ Graduado em Geografia licenciatura/bacharelado, pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA. E-mail: brunobarros@live.com.



Como já é observado, as áreas urbanas estão crescendo em toda parte do mundo. Isso traz oportunidades para a sociedade, mas também problemas em relação à expansão desordenada das cidades, onde muitos lugares estão sem infraestrutura suficiente para suportar o aumento da população, o crescimento da quantidade de veículos e os mais variados equipamentos para o ideal funcionamento da zona urbana.

Sobre o Brasil, é destacado que este crescimento urbano tem sido caracterizado por expansão irregular de periferia com pouca obediência da regulamentação urbana relacionada com o Plano Diretor e normas específicas de loteamentos, além da ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda. Esta tendência dificulta o ordenamento das ações não-estruturais do controle ambiental urbano (TUCCI, 2002, p. 5).

As ações não-estruturais são aquelas concernentes às normas, regulamentos, entre outros mecanismos para evitarem ou reduzirem alagamentos, etc. Não são realizadas através de obras, como construção de sarjetas, bocas-de-lobo, entre outros feitos da engenharia, que são as ações estruturais.

Um fator importante para as cidades é a sua relação com as chuvas, visto que em muitas partes do Brasil ocorrem alagamentos prejudicando a rotina urbana. Para amenizar esses infortúnios, é necessário um bom planejamento das vias e uma satisfatória drenagem para as águas das chuvas.

De acordo com a Defesa Civil do estado do Maranhão, “alagamentos são águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos, por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes”.

Drenagem significa facilitar o escoamento de águas através de túneis, valas, canais, entre outros, podendo ser naturais, artificiais, subterrâneas ou superficiais. Quando todo o sistema de gerenciamento das águas das chuvas se localiza em cidades é chamada de drenagem urbana.

“O escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas devido a dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados: Inundações de áreas ribeirinhas e inundações devido à urbanização” (TUCCI e BERTONI, 2003, p. 25).

Com relação aos rios, “o transbordamento de água do seu curso atingindo a planície de inundação e a área de várzea consiste em inundação” (ARMOND, 2014, p. 71).

Quanto mais o solo é impermeável, isto é, dificuldade de os fluídos o penetrarem, mais



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

há chances de alagamentos. Frendrich (2002, p. 33) em seu trabalho escreve: “As águas de chuva escoam rapidamente e, devido a impermeabilização dos solos pelas construções e pavimentações é interrompida a permuta de umidade entre o solo e a atmosfera”.

Outra causa de alagamentos nas cidades é a quantidade de resíduos sólidos nas ruas e avenidas. Tal fato ocasiona em obstrução de sarjetas, bocas-de-lobo e bueiros, pois as águas necessitam escoar livremente para não suceder em alagamentos e, conseqüentemente, transtornos para a população.

Em São Luís, capital do estado do Maranhão, os impactos pluviométricos urbanos são constantes, principalmente nos meses de janeiro a junho, que é o período chuvoso. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) age diretamente no norte do Maranhão influenciando o clima na cidade de São Luís. Sobre esse fato Pinheiro (2015, p. 6) escreve que “[...] a influência da ZCIT é decisiva para a sua configuração climática, sua atuação em território maranhense provoca diretamente a ocorrência de chuvas [...]”.

“O município de São Luís ocupa a maior parte da ilha, a qual possui clima equatorial quente úmido, temperatura média do ar de 28° C, ventos dominantes NE e velocidade média de 6 m/s. A pluviometria média é de 2.900 mm/ano” (ARAÚJO E RANGEL, 2012, p. 310).

A massa de ar que se sobrepõe à cidade de São Luís é a Massa de Ar Equatorial Atlântica (mEa), que tem como duas de suas características a umidade e o calor. Influencia também na umidade relativa do ar da cidade o Oceano Atlântico e a Massa Equatorial Continental (mEc). A umidade do ar de São Luís é em torno de 70% durante o ano.

São Luís, de acordo com historiadores foi fundada em 1612 por colonizadores franceses e, com o passar do tempo, a sua área urbana foi produzida e reproduzida de maneira que não atendesse as necessidades da população, que continuamente cresce, sendo um crescimento urbano desordenado.

Para Diniz (2017, p. 173), “o crescimento populacional desordenado trouxe problemas de habitação, saúde e segurança, assim como favoreceu o surgimento de ocupações irregulares, palafitas e favelas, problemas esses que têm evoluído consideravelmente, à medida que a urbanização cresce”.

Unindo essas características urbanas ludovicenses, com o período chuvoso, os problemas se mostram ainda mais acentuados, pois o solo, em grande parte, está impermeável e o sistema de drenagem, várias vezes, não comportam a quantidade de água que caem sobre a cidade, principalmente nos meses de janeiro a junho. O que é percebido, devido a isso são



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ruas, avenidas e até casas alagadas.

2. Metodologia

De acordo com Rodrigues (2008, p. 16), “[...] o método científico consiste em um conjunto de atividades racionais e sistemáticas que possibilita alcançar determinado objetivo. É o caminho planejado que se segue na investigação científica”.

Como materiais e métodos para a pesquisa foram utilizados:

O método empírico-indutivo para uma análise sobre a área de estudos nos tempos chuvosos;

Pesquisa bibliográfica através de artigos científicos que tratam de assuntos urbanos e pluviométricos na cidade, livros que trazem como tema urbanização e um site de notícias local, onde coletou-se informações sobre os conjuntos residenciais que abrangem o entorno da área de estudo e;

Uma câmera digital Sony Cyber-shot de 14.1 mega pixels, onde percorreu-se os bairros estudados para a identificação de pontos com problemas resultantes da falta de infraestrutura urbana com as fortes chuvas.

3. Resultados e discussão

Com relação ao bairro do Cohatrac é uma das áreas mais urbanizadas da capital maranhense possuindo residências, estabelecimentos e grande fluxo de veículos. “[...] o Cohatrac é um conglomerado de conjuntos habitacionais formado por: Cohatrac I, II, III, IV e V, Villagio do Cohatrac, Jardim Araçagy, Jardim das Margaridas, Residencial Primavera, Alvorada, Itaguará II e III, Cohabiano, Trizidela, Planalto Anil I, II e III” (O ESTADO, 2015).

A área escolhida como foco de estudo não abarcou todos os conjuntos que compõem o Cohatrac como citados anteriormente, porém, foram, mais precisamente, os conjuntos residenciais Cohatrac I, III e IV (na divisa com a Área de Proteção Ambiental do Itapiracó), Jardim das Margaridas e Planalto Anil III.

O Cohatrac é área de entorno imediato localizado no centro da ilha do Maranhão possui altimetria variando entre 54 (cinquenta e quatro) metros para a máxima altitude e 38 (trinta e oito) metros para a mínima, possuindo, portanto, uma altimetria média de 46 (quarente e seis) metros. Compreende um divisor de águas bem definido entre as bacias do Paciência e Itapiracó, cuja denominação geomorfológica mais ampla é a cabeceira de drenagem em anfiteatro



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

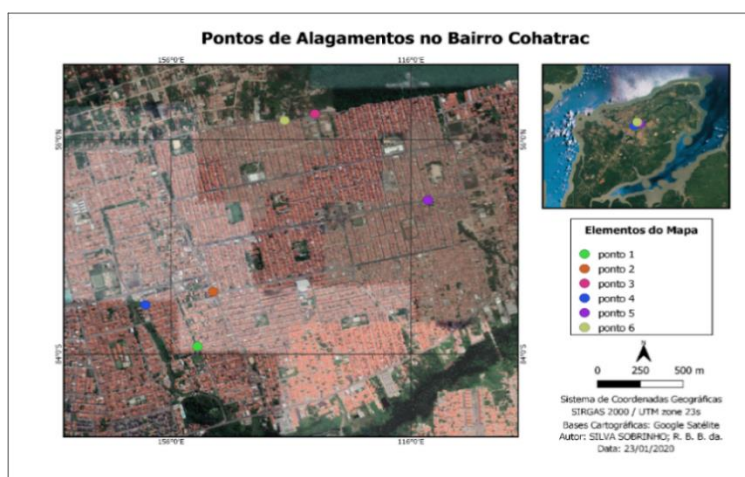
(FREIRE E DINIZ, 2006, p. 2).

A situação do bairro na época em que caem as fortes chuvas remete as mesmas ocorrências gerais da cidade como um todo. Em alguns locais, pode-se observar ruas alagadas, buracos submersos nas águas, poços de visita transbordando devido ao acúmulo de água, trânsito lento, entre outros, fazem parte da realidade da área; fora o escoamento que flui do interior dos canos de Policloreto de polivinila (PVC) de várias residências, como instalações feitas debaixo das calçadas ou embutidos nas paredes que caem sobre as calçadas e escoam pelas ruas.

Na figura abaixo está o mapa de localização das áreas frequentemente alagadas.

3.1 Pontos dos alagamentos registrados

Figura 01 – Locais exatos das imagens fotografadas



Fonte: Silva Sobrinho (2020).

3.2 Climograma da cidade de São Luís, Maranhão

Abaixo pode-se observar o volume de precipitação anual em São Luís. Percebe-se que os meses entre dezembro e julho são os mais chuvosos durante o ano.

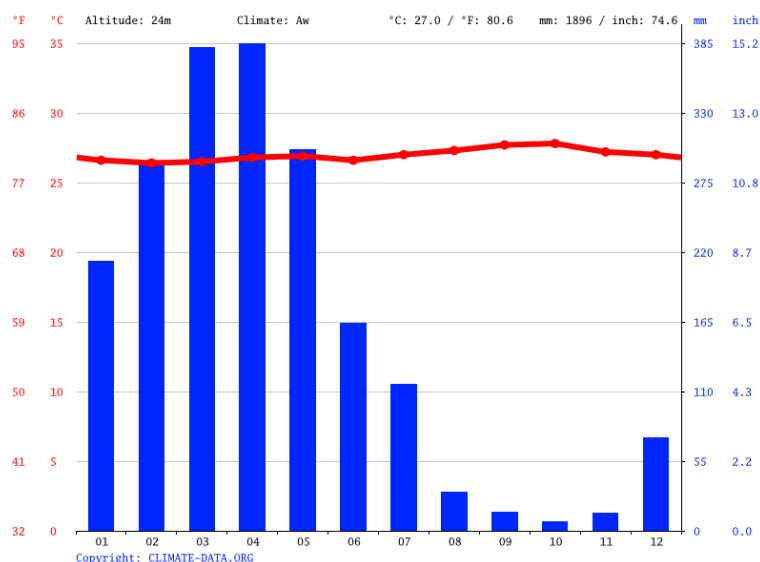


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02 – Gráfico da precipitação e temperaturas em São Luís/MA



Fonte: Climate-Data (2020).

Nas três primeiras fotos abaixo, as imagens foram registradas no dia 14 de maio de 2018, quando ocorrem grandes volumes de chuva na capital maranhense. A chuva se apresentou intensa em toda a área de estudo e, devido a isso a visibilidade diminuiu para todos, principalmente para os motoristas dos veículos automotores.

As últimas três imagens foram registradas no dia 15 de março de 2019. Nesse dia não choveu significativamente, no entanto são locais onde ocorrem eventos de alagamentos e devem estar em constante observação e reparos.

3.3 Alagamento e buracos no Jardim das margaridas

A imagem abaixo mostra a avenida V no Jardim das Margaridas (ponto 1). Nesse local as águas das chuvas cobrem a via, onde o asfalto está danificado intensificando as dificuldades de trafegar, tanto veículos quanto pedestres. Nessa área predominam residências, porém existem alguns estabelecimentos. Quando chove intensamente dificulta a saída e a entrada de pessoas de suas casas. As águas transbordam as sarjetas e não há entradas adequadas de bocas-de-lobo para escoar as águas, somente algumas pequenas passagens construídas no canteiro central da via para a passagem de pedestres, e isso impede as águas de escoar, principalmente quando a intensidade das chuvas é forte. Essa condição, incluindo a água que sai da canalização da parede lateral de uma empresa, ocasiona grandes alagamentos na



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

referida avenida.

Existem muitos buracos nessa via, o que faz a situação ficar mais grave. Isso causa perigo para pedestres e veículos, pois podem causar acidentes.

Figura 03 – avenida V no Jardim das Margaridas. Ponto 1 do mapa de localização



Fonte: Silva Sobrinho (2018).

3.4 Alagamento e resíduos sólidos na avenida Contorno Leste

Pode-se observar também alagamento na avenida Contorno Leste (ponto 2) entre os conjuntos Cohatrac I e Jardim das Margaridas. Quanto mais as chuvas aumentam de volume, mais os alagamentos se agravam.

Na referente avenida o asfalto é frequentemente precário dificultando o tráfego de veículos e pedestres. É um local, onde vários ônibus de transporte urbano circulam, que igualmente enfrentam dificuldades, pois além da via alagada, geralmente há buracos, intenso fluxo de veículos e obstáculos para descida de pedestres em alguns pontos devido as águas acumuladas. Em grande parte dessa avenida, os buracos, quando estão presentes no asfalto, permanecem por um longo tempo. Mesmo com essa via asfaltada, ainda ocorrem alagamentos, pois a drenagem não suporta a quantidade de água.

Outro fato existente é que, no canteiro central, são depositados resíduos sólidos em sacolas de plástico e caixas de papelão, que quando as chuvas caem podem dispersar esses resíduos. Muitas vezes esses materiais contêm bactérias que podem trazer doenças para a



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

população e para os animais, com isso o perigo se estende.

De acordo com a Universidade Rural do Rio de Janeiro, entre as doenças relacionadas ao lixo doméstico destaca-se cisticercose, cólera, desinteria, febre tifoide, filariose, giardíase, leishmaniose, leptospirose, peste bubônica, salmonelose, toxoplasmose, tracoma, triquinose e mais outras nove.

Figura 04 – avenida Contorno Leste. Ponto 2 do mapa de localização



Fonte: Silva Sobrinho (2018).

3.5 Resíduos sólidos em área ambiental importante

O local mostrado na imagem abaixo, corresponde a avenida Joaquim Mochel (ponto 3), onde está localizada a Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (APA do Itapiracó), onde existem nessa APA, segundo (Bittencourt; Boullosa; Nascimento; Ribeiro; Santos e; Araújo, 2012) “sérios problemas ambientais resultantes de ações antrópicas e que poderão ainda, a curto ou a longo prazo, trazer maiores prejuízos à biodiversidade local, bem como danos à saúde da população residente na área”.

Na imagem podem ser vistos um grande acúmulo de resíduos sólidos. Tal situação pode trazer para o ambiente, tanto natural, quanto para os moradores, contaminação por doenças. O solo pode, facilmente, ser contaminado, pois o chorume tem a capacidade de infiltrá-lo. Além do chorume, pode haver a poluição dos mananciais, contaminação do ar (dioxinas e visibilidades aéreas), assoreamentos, problemas estéticos e de odor, etc.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Quando as chuvas precipitam, muitos resíduos podem ser deslocados para vários pontos distintos. Isso agrava a situação, pois além de poluir ainda mais a área, doenças podem ser proliferadas.

Na referida área existem inúmeras residências e isso facilita a infecção de pessoas e animais por bactérias. Animais peçonhentos também podem ser ameaças.

Figura 05 – avenida Joaquim Mochel. Ponto 3 do mapa de localização



Fonte: Silva Sobrinho (2018).

3.6 Local alagável na rua V no Planalto Anil III

Pode-se observar na imagem abaixo, a rua V no Planalto Anil III (ponto 4). Nesse local a água costuma escoar para um córrego em um terreno baldio, porém não é suficiente para evitar um grande acúmulo de água. Nesse córrego também é possível observar resíduos sólidos e vários objetos podendo agravar a situação. As pessoas e veículos trafegam com dificuldades quando chove. No entorno do local mostrado na imagem consiste numa área com grande número de residências e estabelecimentos.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 06 – rua V no Planalto Anil III. Ponto 4 do mapa de localização



Fonte: Silva Sobrinho (2019).

3.7 Entrada de boca-de-lobo mal conservada

Na avenida Contorno Leste-Oeste, no Cohatrac III (ponto 5), na imagem abaixo, pode-se observar que existem canais para passagem de águas pluviais, no entanto, muitas vezes, não é o suficiente para a água não acumular. A entrada do canal a vista não está em bom estado de conservação. Isso possibilita o acesso de garrafas pet, sacos plásticos, entre outros materiais gerando um grande acúmulo podendo obstruir rapidamente a entrada da boca-de-lobo.

Um perigo também presente no local, consiste em alguma pessoa ou animais se descuidarem e caírem, sendo possível causar ferimentos ou perda de vidas.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 07 – avenida Contorno Leste-Oeste no Cohatrac III. Ponto 5 do mapa de localização



Fonte: Silva Sobrinho (2019).

3.8 Córrego assoreado

Na foto mostrada a seguir, percebe-se, num trecho da avenida Joaquim Mochel (ponto 6), na área do Cohatrac IV, um local de escoamento de água repleto de resíduos sólidos, inclusive um objeto de grande porte pode ser observado na imagem. Situações desse tipo causam grandes problemas de escoamento de água, visto que esses resíduos obstruem a passagem da mesma. Doenças podem ser proliferadas afetando animais, o solo, a vegetação e pessoas, uma vez que o local mostrado está numa região residencial.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 08 – avenida Joaquim Mochel na área do Cohatrac IV. Ponto 6 do mapa de localização



Fonte: Silva Sobrinho (2019).

Muitas vias passam por alagamentos devido também ao formato côncavo existente nas mesmas. Dessa forma, o acúmulo de água é mais fácil e rápido. Em uma pesquisa realizada por Silva Sobrinho (2016, p. 49) foi possível constatar que em um bairro adjacente à área estudada no presente trabalho (bairro Cohab Anil), uma precipitação intensa acima de 100 mm dentro de 24 horas, já se torna real o fato de ocorrerem grandes impactos na zona urbana. Diante disso, o bairro Cohatrac também apresenta grandes alagamentos e transtornos com uma precipitação acima de 100 mm dentro de 24 horas.

4. Considerações finais

Os governantes locais devem repensar e praticar (e praticam) todos os anos a desobstrução de canais subterrâneos para a passagem de água. Muitas vezes, o sistema de escoamentos pluviais não é devidamente compatível com a grande quantidade de águas que precipitam das chuvas, e isso gera fatalmente os alagamentos.

Por sorte, não é comum a frequência de ocorrências graves com percas de vidas. As situações mais graves são em áreas de deslizamentos de terras de barrancos em outros bairros da capital maranhense. A área estudada tem as características de um relevo relativamente plano, deixando praticamente nulo as chances de deslizamentos de encostas.

O que mais observou-se durante a pesquisa, foram ruas e avenidas com grande acúmulo de água, buracos, pedestres e veículos com dificuldade de trafegarem, poços de visita



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

malconservados e a presença de resíduos sólidos acentuando mais ainda o perigo de obstrução de bocas-de-lobo como de proliferação de doenças.

A população dos bairros Cohatrac I, III e IV, do Jardim das Margaridas e do Planalto Anil III (área foco do estudo apresentado) deve, sempre que necessário, solicitar as autoridades competentes e à Defesa Civil os devidos cuidados com os acontecimentos apresentados, já que há um grande número de veículos, residências e, principalmente vidas vulneráveis aos diversos riscos que podem surgir.

Todos devem sempre estar informados com relação à previsão do tempo, e quando identificarem que as chuvas irão ser de grande volume, tomarem as medidas corretas para evitarem problemas. Realizar também uma reforma completa no sistema de drenagem e nas vias de área do Cohatrac seria de fundamental importância para evitar mais inconveniências.

No geral, as cidades devem ser planejadas adequadamente para evitarem problemas como alagamento e enchentes, pois muito do que é visto são áreas com crescimento desordenado.

O presente trabalho consistiu em uma modesta contribuição para as pesquisas sobre drenagem urbana e climatologia urbana na cidade de São Luís, capital do estado do Maranhão. Sem dúvida é necessário o aprofundamento de estudos sobre alagamentos, enchentes, etc. nos bairros da referida cidade, com o objetivo de amenizar os impactos causados na área urbana e trazer segurança e qualidade de vida para a população.

5. Referências

ARAÚJO, Ronaldo Rodrigues; RANGEL, Maurício Eduardo Salgado. Crescimento urbano e variações térmicas em São Luís-MA. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.308 – 318, 2012.

ARMOND, Núbia Beray. **Entre eventos e episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano no Rio de Janeiro**. Orientador: João Lima Sant' Anna Neto. 2014. 239 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

BITTENCOURT, Camila Ribeiro; BOULLOSA, Clarissa Pinto; NASCIMENTO, Josilene Pereira do; RIBEIRO, Renato Pereira; SANTOS, Valéria Silva e; ARAÚJO, Willyson Richard Jardim. Levantamento dos impactos ambientais antrópicos na APA do Itapiracó em São Luís do Maranhão. VII CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012, Palmas.

Clima São Luís. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/sao-luis>



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

[luis-1671/](#). Acesso em: 30 de abr de 2020.

Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. Disponível em:
<http://www.defesacivil.ma.gov.br/inundacoes/>. Acesso em: 30 de jul de 2020.

DINIZ, Juarez Soares. **Temas da geografia do Maranhão**. Território e desenvolvimento regional. Lugar, educação e cultura. Sávio José Dias Rodrigues; Luiz Eduardo Neves dos Santos; Carlos Rerisson Rocha da Costa (organizadores). São Luís: Café & lápis; Edufma, 2017.

FENDRICH, Roberto. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. 2002. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FREIRE, Manfrini Pereira; DINIZ, Joarez Soares. Incremento espacial-urbano e processos ambientais associados: o caso do bairro Cohatrac e área de entorno imediato (São Luís – MA). In. VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2006, Goiânia.

O ESTADO. Disponível em: <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2015/10/18/cohatrac-vive-hoje-processo-de-expansao-e-valorizacao-imobiliaria/>. Acesso em: 04 de abr de 2019.

PINHEIRO, Juarez Mota. **Dinâmica climática da ilha do Maranhão**. In. Geografia da ilha do Maranhão. 1 ed. São Luís: EDUFMA, 2015, v. 1.

RODRIGUES, Auro de Jesus. **Geografia: introdução à ciência geográfica**. São Paulo: Avercamp, 2008.

SILVA SOBRINHO, Roberto Bruno Barros da. **Impactos da pluviosidade nos bairros Cohab-Anil I, II, III e IV – São Luís/MA**. Orientador: Juarez Mota Pinheiro. 2016. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura e Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V.7, N.1, p. 5-27, 2002.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos. **Inundações urbanas na América do Sul**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 1 ed. Porto Alegre: 2003.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em:
<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/lixo1.htm>. Acesso em: 16 de jan de 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

OS IMPACTOS DAS CHUVAS NOS MUNICÍPIOS DE SÃO GONÇALO (RJ) E NITERÓI (RJ) NO DECÊNIO 2010-2019

CARLOS AUGUSTO ABREU TÓRNI¹
MARIA LUIZA FÉLIX MARQUES KEDE²

RESUMO

O objetivo deste estudo é identificar os impactos das chuvas durante dez anos (2010-2019) nos municípios de São Gonçalo e Niterói, verificando em quais faixas de precipitação são registrados impactos e danos à população e quais áreas/bairros mais afetados por esses problemas. A metodologia se baseia no levantamento das notícias jornalísticas decorrentes de eventos chuvosos dentro do recorte temporal escolhido, análise e relação dessas informações com dados diários de precipitação da área de estudo, e no mapeamento dos bairros mais afetados pelas chuvas. Os impactos mais severos estão associados a eventos de precipitação moderadas a elevadas magnitudes, já observados por volta dos 60 mm diários ou acumulados de dois ou mais dias de chuva. Entre as regiões mais afetadas destacam-se os bairros centrais, os bairros sobre aterros de manguezal e adjacências a canais fluviais e possivelmente as ocupações de encostas e morros. Dessa forma, ao conhecer mais a respeito do comportamento das chuvas, seus impactos e as principais áreas afetadas se propiciam discussões acerca do planejamento urbano e territorial.

Palavras-chave: Impactos das chuvas; Desastres naturais; Espacialidade das chuvas.

ABSTRACT

The objective of this study is to make a survey of the impacts of rain in the last ten years (2010-2019) in the cities of São Gonçalo and Niterói, to verify in which indexes the damages are caused to the population and to map areas / neighborhoods most affected by these problems. The methodology is based on the survey of news reports on rainy events within the chosen time interval, analysis and correlating this information with daily data rainy from the study area and on the mapping of the neighborhoods most affected by the rains. It was found that the most severe effects are associated with moderate to elevated rain events, observed around 60 mm daily or accumulated from two or more rainy days. Among the most affected regions, we can mention the central neighborhoods, the neighborhoods over mangrove areas and adjacent to river channels and possibly the occupation of hillsides and hills. Thus, by knowing more about the behavior of rains, their impacts and the main areas affected, we provide discussions on urban and territorial planning.

Keywords: Rain impacts; Natural disasters; Spatiality of rains.

1. Introdução

O total pluviométrico de um evento chuvoso é bastante variável de acordo com fatores meteorológicos e topográficos e, desse modo, promove diferentes impactos tanto de caráter natural quanto social sobre a superfície terrestre (SOUZA; ZAVATTINI; 2003). Vale a pena

¹ Estudante do curso de mestrado em Geografia, FFP/UERJ, e-mail: carlos.tornio@hotmail.com

² Professora adjunta, DGEO/FFP/UERJ, e-mail: mluizakede@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

destacar que problemas relacionados às chuvas além de serem mundialmente noticiados ao longo do tempo, são mencionados por jornais e veículos da mídia brasileira desde pelo menos o século XIX (DEREEZYNSKI, 2017). No entanto, a ocorrência desses problemas vem assumindo maior gravidade, na medida em que as cidades se desenvolveram num ritmo rápido, decorrente do êxodo rural, tornando a sociedade brasileira mais urbana que rural (LAFAYETTE PINTO, 2016). Assim, irregularidades no regime das chuvas podem afetar a vida da população de acordo como as pessoas lidam com suas habitualidades e excepcionalidades. A ocorrência de enchentes, alagamentos ou mesmo deslizamentos de massa são processos naturais que se vinculam à forma como o espaço foi construído e ordenado, e podem trazer transtornos a vida social (OLIVEIRA; PEREIRA, 2017).

As chuvas de modo geral estão associadas aos principais desastres ambientais nas regiões tropicais do planeta (ARMOND, 2014). Mesmo tendo seu comportamento habitual sazonal característico com uma época do ano bastante úmida e outra mais seca, todos os anos somos bombardeados de notícias que tratam os eventos chuvosos como se fossem algo inesperado. Além de abordar as chuvas como um problema, sem se ater a discussão entorno das amplas relações entre a dimensão climática e a produção do espaço.

Como bem sinalizado por Lafayette Pinto (2016), em 2010 o Brasil foi o quinto país no mundo com maior número de mortos pelas chuvas, registrando 473 mortes e aproximadamente 8 milhões de habitantes de algum modo afetados. De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), a região Sudeste concentrou 34% das inundações entre 1991 e 2012 atingindo mais de 6 milhões de pessoas, registrando 175 mortes. O Sudeste também concentra os maiores índices de alagamentos do país, cerca de 43% de todos os registros, com 1,5 milhão de atingidos e 21 mortes dentro desse período e o Rio de Janeiro foi o estado em que mais ocorreram mortes, com 316 óbitos.

São Gonçalo e Niterói são municípios pertencentes ao leste fluminense no estado do Rio de Janeiro. Ambas as cidades, são marcadas todos os anos por graves problemas envolvendo as chuvas, como amplamente noticiado pela mídia o ocorrido no morro do Bumba em Niterói e os alagamentos que deixaram milhares de desabrigados em São Gonçalo no ano de 2010. Dessa forma, este estudo torna-se necessário ao fornecer elementos nas discussões acerca dos problemas e desastres ambientais nos municípios de São Gonçalo e Niterói e na busca pela redução destes.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

O objetivo deste trabalho é fazer um levantamento dos impactos das chuvas nos últimos dez anos (2010-2019) nos municípios de São Gonçalo e Niterói, através de reportagens de jornais, verificar em qual faixa de precipitação os eventos chuvosos costumam trazer maiores complicações à população e mapear áreas/bairros mais afetadas por problemas relacionados às chuvas. Esta pesquisa faz parte de um projeto de dissertação de mestrado encontrando-se em caráter inicial, cabendo aqui apenas demonstrar e quantificar os maiores danos e áreas mais afetadas.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O município de São Gonçalo apresenta população estimada de 1.084.839 habitantes, com densidade populacional de aproximadamente 4.035,90 hab/km² em uma área de 247,709 km². De acordo com o Censo de 2010 do IBGE, dos até então 999.728 habitantes, por volta de 998 mil residiam em áreas consideradas urbanas (IBGE, 2020). O município de Niterói possui população estimada de 513,584 habitantes, território de 133,757 km², densidade demográfica de 3,640,80 habitantes por km² e a maior parte da população em áreas urbanas (IBGE, 2020) (Figura 1).

Ambos os municípios tem clima caracterizado como Aw na classificação de Köppen. O que significa dizer que existem duas estações do ano bem marcadas, uma seca e outra chuvosa. A estação mais chuvosa se inicia no início da primavera até o fim do verão se estendendo até o início do outono, enquanto a estação mais seca ocorre nos meses de outono e inverno. Nos meses mais chuvosos os índices de chuva ficam próximos dos 171 mm em Niterói (BERNARDES 1952 apud BARROS, 2008) e podendo superar os 200 mm em São Gonçalo (BERTOLINO et al., 2007).

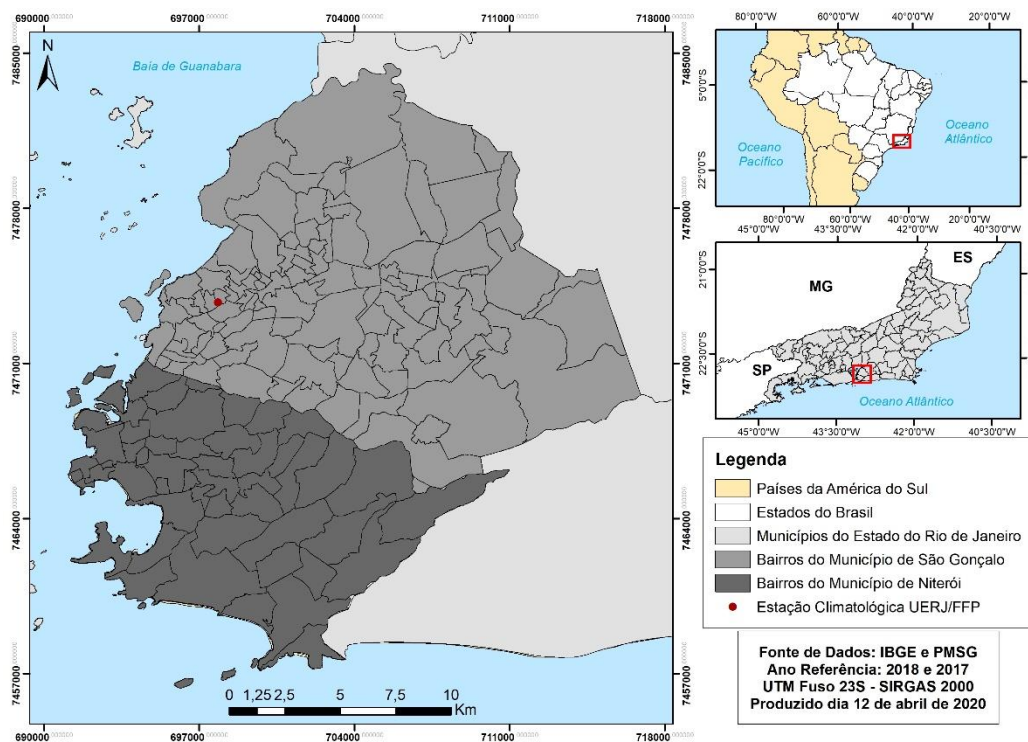


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 1- Localização dos municípios de São Gonçalo-RJ e Niterói-RJ.



Fonte: O autor, 2020.

2.2 Obtenção de dados e análise dos impactos

Em um primeiro momento, a metodologia se baseia na investigação de relatos jornalísticos dos jornais: “O Fluminense” e “O São Gonçalo” cujo alcance é voltado ao leste metropolitano do Rio de Janeiro. Os relatos foram adquiridos através da hemeroteca digital da Biblioteca Nacional e por buscas no banco de dados na redação do jornal respectivamente. Foram verificadas todas as notícias cujas palavras chave “alagamento”, “enchente”, “chuva”, “deslizamento”, “temporal” e “inundação” apareciam associadas à área de estudo deste trabalho.

Enchente é o termo usado quando ocorre a subida do nível normal de um canal fluvial sem que haja o transbordamento de água para fora nas áreas adjacentes chamadas de áreas de inundação. As inundações por outro lado, acontecem quando ocorre o extravasamento do canal para as áreas planas próximas aos canais dos rios (KOBİYAMA et al. 2006; PEREIRA; 2009). Conforme destaca Kobiyama et al. (2006) no campo científico os termos “enchente” e “inundação” devem ser tratados de maneiras distintas, pois correspondem a processos diferentes. Mas, estes autores também mencionam que ambos os termos são tratados popularmente como “enchente” principalmente quando se refere aos danos causados pelas



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

inundações de comunidades adjacentes a rios e canais fluviais. Por este motivo, como as inundações são amplamente referidas pelo senso comum como enchentes e, noticiadas muitas vezes desta forma, serão chamadas de enchente os processos de inundação decorrente das chuvas.

Em seguida, essas informações foram averiguadas e relacionadas aos dados de precipitação diários da estação climatológica experimental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro na Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), presente no município de São Gonçalo e única estação climatológica convencional em funcionamento da região, em atividade desde 2005. Dessa forma, foram analisados os danos causados pelas chuvas e o total diário de precipitação a que estão associados os riscos mais brandos e os mais graves.

Ao final, foi feita a verificação dos bairros mais drasticamente afetados e quais os principais eventos atingiram essas áreas ao longo dos anos pelas chuvas. Essa verificação serviu de base para a elaboração de um mapa que busca evidenciar os bairros mais impactados. No mapa são apresentados os bairros afetados majoritariamente por um mesmo evento cuja recorrência seja quatro vezes ou superior a quatro eventos, mas, que tenha registros de eventos de naturezas diferentes, desde que esses sejam superiores a duas ocorrências. Desse modo, serão listados os bairros onde existe maior recorrência de: impactos por alagamentos; por enchentes; por alagamentos e enchentes simultaneamente; majoritariamente por deslizamentos; por alagamentos e deslizamentos simultaneamente e por alagamentos, enchentes e deslizamentos simultaneamente.

3. Resultados e discussões

A época das chuvas nos municípios de São Gonçalo e Niterói se inicia por volta de meados do mês de outubro indo até os meses de março e abril. Acumulando totais mensais próximos ou até mesmo superiores aos 100 mm. Destacando-se os meses de dezembro a março. Enquanto que a época mais seca ocorre entre os meses de maio a outubro, registrando totais mensais inferiores aos 50 mm (Figura 2). Isso ocorre porque, nestes meses há uma atuação recorrente de massas de ar úmidas tropicais e equatoriais principalmente pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste, contribuindo para um cenário de muita instabilidade durante esses meses. Essa instabilidade está intimamente relacionada com a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), fenômeno atmosférico cuja atuação é comum nos primeiros meses do ano. Enquanto que nos meses de outono e inverno, geralmente há um



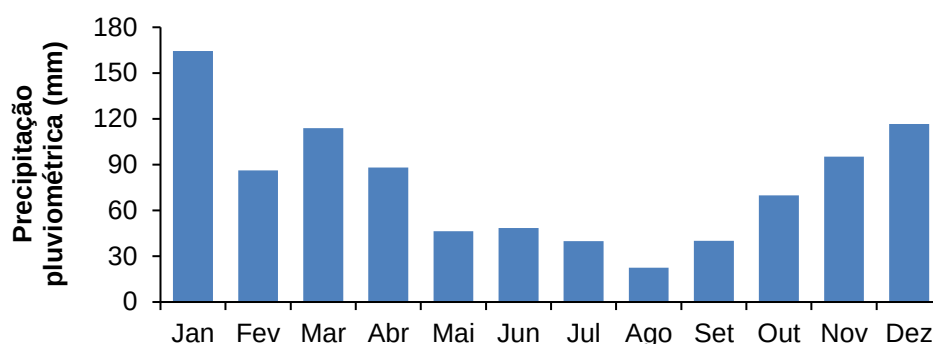
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

avanço de massas polares frias por todo o centro-sul brasileiro que contribuem com alta pressão atmosférica e consequentemente menores ocorrências de chuvas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Figura 2 – Média de precipitação entre 2005 a 2019 na estação climatológica da UERJ/FFP.



Fonte: Laboratório de Geociências/ Estação Climatológica UERJ/FFP.

Na tabela 1 é possível verificar os bairros do município de São Gonçalo mais afetados por problemas relacionados às chuvas na última década. Dentre eles, destacam-se: Neves com 17 registros, sendo (15) alagamentos e (02) enchentes, Jardim Catarina também com 17 registros divididos entre alagamentos (14), enchentes (02) e deslizamento (01), Colubandê com 10 registros de alagamento, Mutuá com 08 registros de alagamento, Porto Novo e Alcântara com 06 registros de alagamento cada. Em Niterói, entre os bairros mais drasticamente afetados ao longo desses anos podemos destacar: Icaraí com 21 registros de alagamento e 02 de enchente, Santa Rosa com 12 registros de alagamento e 05 de deslizamentos, Fonseca com 14 registros sendo (09) de alagamentos, (02) de enchente e (03) por deslizamentos, Centro da cidade com 17 registros sendo 16 para alagamentos e 01 por deslizamento, Itaipu com 11 registros de alagamento, São Francisco com (04) alagamentos, (02) enchentes e (03) deslizamentos, e Barreto com 08 registros sendo (07) deles por alagamento e (01) por enchente. Através do levantamento de dados jornalísticos e análise da precipitação na região, verificou-se que de modo geral os maiores transtornos e problemas sociais envolvendo as chuvas ocorrem entre os meses de janeiro e abril, havendo também ocorrências entre os meses de novembro e dezembro quando a estação das chuvas se inicia.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 1 - Registros de alagamentos, enchentes e deslizamentos nos principais bairros impactados pelas chuvas 2010-2019 em São Gonçalo e Niterói (RJ).

Município de São Gonçalo											
Bairros	Anos										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Alcântara				4			1	1			6
Boa Vista				2	1	1				1	5
Colubandê	1			2	1	1	1	1	2	1	10
Gradim				2				1		1	4
Itaúna	2				1					1	4
Jardim Catarina	5			1	1	2	2	3	2	1	17
Mutuá	1		1			1	1	1	1	2	8
Neves	2		2	4	1		1	3	2	2	17
Paraíso				3				0	1	1	5
Porto da Pedra			1	3							4
Porto Novo		1	1	2		1	1				6
Rocha	1						1		3		5
Tribobó							1	1	1	1	4
Município de Niterói											
Bairros	Anos										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Badu				2		1		1			4
Barreto	1		1	3		2	1			2	10
Cafubá	1	1					3			1	6
Centro	3	1	3	3		1	1			5	17
Engenhoca	3	1		1							5
Fonseca	6					3	2		1	3	15
Icaraí	4	1	1	6	1	5	3		1	2	26
Ingá	4	1		1			1				7
Itaipu	2	2		1	1	1	4		1		12
Santa Rosa	5		1	1	1	5	2		1	1	17
Viçoso Jardim	6									1	7

Fonte: O Fluminense; O São Gonçalo, 2020.

A tabela 2 evidencia que os eventos chuvosos de maior proporção podem ser aqueles causadores dos maiores impactos e danos à superfície na área estudada. Destacando-se os eventos ocorridos em abril de 2010 entre os dias 05 e 07. Apenas nestes dias choveu respectivamente 177,9 mm, 45,8 mm e 20,0 mm, totalizando 243,7 mm em apenas três dias, chegando próximo ao total registrado naquele mês que foi de 307,4 mm. Antes destes eventos, havia chovido apenas 6,4 mm no dia 04, mostrando que o solo não estava encharcado por chuvas anteriores. Em São Gonçalo, os maiores impactos foram registrados nos dias 05 e 06, deixando 09 mortes por deslizamento, 600 desabrigados¹, 07 mortes por alagamento e 4 mil

¹ Pessoas cujas habitações foram destruídas, danificadas ou estão em áreas com risco iminente de destruição, que necessitem de abrigos temporários (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

desalojados¹.

Em Niterói foram ao menos 67 mortes, 30 pessoas desaparecidas e 1 mil desabrigados. Neste caso, a maior parte das ocorrências foi decorrente de deslizamentos no morro do Bumba no Viçoso Jardim e dezenas de outros bairros, todos com registros de mortes e/ou feridos. Ao estudar a gênese das chuvas nessa região Tórrio (2019) verificou que esse episódio de fortes chuvas entre os dias 05 e 07 de abril de 2010, se deu devido à passagem de um intenso sistema frontal de características frias entre o oceano Atlântico e o Centro-Oeste brasileiro, passando pelo Estado do Rio de Janeiro. Destaca-se ainda atuação maior nesse ano do que nos demais, de sistemas frontais, ciclones e as ZCAS e a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) como responsáveis pelos elevados índices de precipitação. Outro episódio de chuvas intensas ocorreu no mês de abril em 2019 afetando em muito o município de São Gonçalo e a capital do estado. Entre os dias 08 e 09, totais de chuva chegaram a 43,80 e 90,50 mm, respectivamente na estação climatológica UERJ/FFP.

Cabe destacar que mesmo eventos chuvosos de elevada proporção sendo os maiores deflagradores de danos, não são a causa exclusiva dos impactos e problemas. Ficou em evidência que totais diários de precipitação inferiores aos ocorridos em abril de 2010 e de 2019 também foram capazes de causar grandes danos materiais à população dessas cidades. Como exemplo disso, no município de São Gonçalo destaca-se o dia 23/01 de 2013, onde as chuvas causaram grandes alagamentos por seis bairros e deslizamentos em mais três, deixando 17 casas interditadas, 98 pessoas desalojadas e 02 desabrigadas e um total acumulado de 24 horas de 22 mm de chuva.

¹ Pessoas cujas habitações foram danificadas ou destruídas, mas que não, necessariamente, precisam de abrigos temporários (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 2- Danos mais significativos após precipitação entre 2010 - 2019.

Município de São Gonçalo				
ANO	Data	Chuva (mm)	Evento	Danos
2010	05/01	29,8	Deslizamento	Alguns desalojados
	05/04	177,9		09 mortes / 600 desabrigados
	06/04	45,8	Alagamento	07 mortes / 4000 famílias desalojadas
2011	18/10	18,9	Deslizamento	Alguns desalojados
2013	16/01	18,3	Alagamento	Dezenas de casas invadidas pela água
	18/01	26,20		Dezenas de casas invadidas pela água
	23/01	22,0	Deslizamento	17 casas interditadas / 98 pessoas desabrigadas / 02 desalojadas
2015	24/03	13,0	Alagamento	05 casas tomadas pela água
2016	02/03	Sem registro	Alagamento	70 desalojados
	25/03	6,2		01 morte / Dezenas de casas tomadas pela água
2018	09/01	8,95	Deslizamento	02 casas atingidas / 08 famílias desalojadas / 04 casas interditadas
	23/02	18,66		
2019	08/04	43,80	Alagamento	Centenas de desalojados
	09/04	90,50		
Município de Niterói				
ANO	Data	Chuva (mm)	Evento	Danos
2010	01/01	22,0	Deslizamento	02 mortos / 03 feridos
	05/04	177,9		67 mortos/ 30 desaparecidos 1000 desabrigados
	06/04	45,8		
	07/04	20,0		
2013	19/01	5,40	Deslizamento e enchente	01 casa caiu / dezenas de casas
	06/03	18,4	Enchente	Algumas casas tomadas
2015	24/03	13,0	Deslizamento	Dezenas de apartamentos interditados
2016	18/01	61,00	Deslizamento	22 casas interditadas
	18/01	61,00	Enchente	60 casas tomadas pela água

Fonte: O Fluminense; O São Gonçalo 2020.

Algo que pode ter contribuído para a dimensão dos danos, talvez sejam as chuvas que ocorreram nos dois dias anteriores. Nos dias 21 e 22 os totais chegaram a 15,60 e 23,80 mm, respectivamente, nos apontando que, nesses três dias, somando os totais diários, tivemos 61,40 mm distribuídas de forma mais ou menos similar, mas que juntas foram capazes de causar grandes transtornos. Constatou-se também que de modo geral os maiores registros de enchentes, alagamentos e deslizamentos ocorrem associados a totais diários de chuva baixos entre 5,0 mm e 13,0 mm aproximadamente. Nesses eventos, foram verificados alagamentos em áreas centrais das cidades, subidas de canais fluviais retelinizados, pequenos deslizamentos de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

encostas nas estradas ou em comunidades, transtornos ao trânsito devido aos “bolsões d’água” etc.

Nesses últimos dez anos (2010-2019), foram registrados pela mídia local nos municípios de São Gonçalo e Niterói 345 eventos entre alagamentos, enchentes e deslizamentos. Em São Gonçalo, foram 163 eventos ao total, sendo 141 noticiados como alagamentos, 08 como enchentes e 12 como deslizamentos em 53 bairros. Enquanto na cidade de Niterói, foram noticiados 185 eventos ao todo, dentre esses, 125 foram alagamentos, 10 enchentes e 50 de deslizamentos em 43 bairros. Em ambas municipalidades o número de eventos foi em sua grande maioria de alagamentos que causaram pequenos e médios danos sociais e em alguns casos, danos graves à vida da população.

Algo que vale a pena destacar é o baixo número de registros de enchentes nas matérias jornalísticas, uma vez que de acordo com Pereira (2009), somente em São Gonçalo existem pelo menos cerca de cinco bacias hidrográficas (rios Alcântara, Guaxindiba, Imboassú, Bomba, Aldeia e outros) e, até o ano de 2006 quase cem mil pessoas residiam nos entornos e nas planícies de inundação de rios. Situação intrigante ocorreu durante as análises das notícias jornalísticas devido primeiro ao fato de que em eventos chuvosos de média e elevada proporção, praticamente não apareciam registros para as palavras chave “enchente” e “inundação”, mas sempre para alagamentos. É compreensível que ocorram mais alagamentos que inundações, devido a ampla impermeabilização do solo urbano e outras questões, mas, dos 345 eventos registrados nesses dez anos, somente 18 foram por enchentes. E mais interessante que isso é que desses registros a grande maioria aparecia caracterizada pelo redator da matéria como “alagamento”, e só foram caracterizadas como enchentes após a leitura das notícias e constatação de que os problemas relatados estavam associados com a subida de um ou mais canais fluviais. Desse modo, certamente aconteceram mais eventos de enchente/inundação que foram tratados como alagamentos.

Na Figura 3 podem ser observados os bairros mais afetados por alagamentos, enchentes e deslizamentos, sendo demonstrado em amarelo os bairros afetados majoritariamente por alagamentos, laranja por deslizamentos, rosa claro a alagamentos e enchentes, rosa a alagamentos e deslizamentos e vermelho a atuação recorrente de alagamentos, enchentes e deslizamentos.

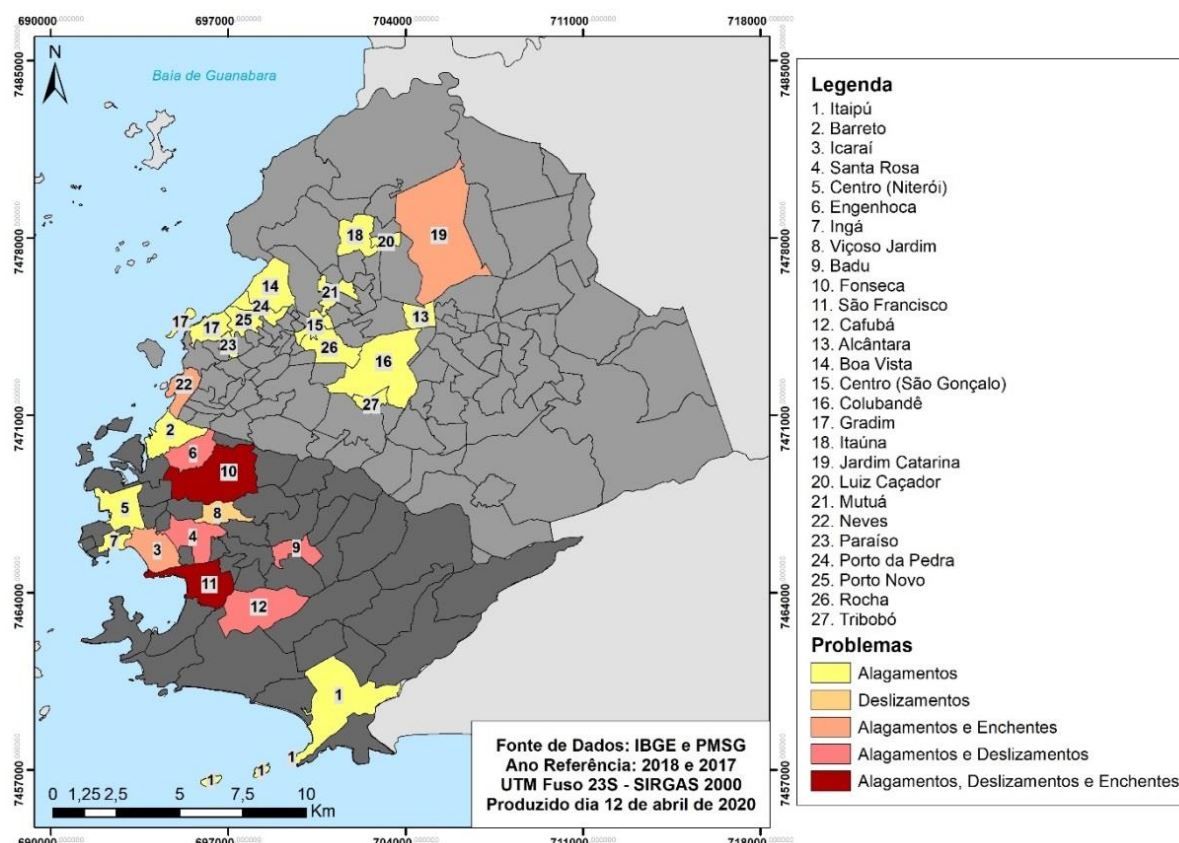


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 3 - Municípios de São Gonçalo e Niterói e as áreas mais afetadas por alagamentos, enchentes e deslizamentos.



Fonte: O Fluminense, 2020; O São Gonçalo, 2020.

As áreas mais afetadas são adjacentes aos bairros centrais dos distritos e municípios e antigas áreas de manguezal transformadas em aterro e aquelas cuja ocupação se deu nas margens de rios e canais. Dentre as áreas centrais mais drasticamente afetadas destacam-se Alcântara, Centro da cidade, Colubandê e Mutuá em São Gonçalo, visíveis na cor amarela nos respectivos números: 13, 15, 16 e 21. No município vizinho destacam-se os bairros Barreto, Centro e Ingá, representados por amarelo pelos números: 02, 05 e 07, respectivamente e o bairro Fonseca representado em vermelho pelo número 10. Em ambos os municípios, tratam-se de bairros densamente populosos, com grande fluxo de carros e ampla atividade comercial cujos maiores problemas correspondem a alagamentos e enchentes com poucas exceções como o Fonseca onde se manifesta também a recorrência de enchentes e deslizamentos. De acordo com Vieira et al. (2016) os alagamentos são um grande problema nos centros urbanos, pois com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

o desenvolvimento das cidades, ocorre a impermeabilização do solo por meio de telhas, ruas, calçadas e pátios dificultando ou impossibilitando a infiltração da água nos solos, o que faz com que durante eventos chuvosos a água se acumule nas ruas e calçadas gerando o escoamento superficial. Para os autores, grandes problemas dessa natureza vêm ocorrendo em São Gonçalo e outros municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro, incluindo Niterói e a capital do estado todos os anos.

No que se refere aos deslizamentos, conforme noticiado em grande número de matérias do Jornal O Fluminense, ocorreram em sua maioria nas áreas de ocupação de morros e encostas. No município de São Gonçalo a mídia registrou poucas ocorrências, o que não significa que não ocorra e que seja um grande problema. De acordo com Firmino (2019) ocorrem em média cinquenta deslizamentos por ano em São Gonçalo e as áreas mais propensas à ocorrência desses eventos são as mais urbanizadas como os bairros centrais e aquelas cuja declividade do terreno seja superior a 20%. Em Niterói destacam-se os bairros Santa Rosa (04), Engenhoca (06), Badu (09) e Cafubá (12) na cor rosa registrando ocorrências de alagamentos e deslizamentos. Enquanto os bairros Fonseca (10) e São Francisco (11) ilustrados pela cor vermelha, registraram impactos significativos tanto de alagamentos, enchentes e deslizamentos. Apenas o bairro Viçoso Jardim (08) onde fica o morro do Bumba, principal foco dos deslizamentos de abril de 2010 registrou impactos majoritariamente por deslizamentos.

Naqueles bairros mais afetados por inundações destacam-se os bairros nas adjacências de canais fluviais em ambos os municípios e nas margens da Br 101 e da Baía de Guanabara especificamente em São Gonçalo. Onde no passado correspondiam a áreas de manguezal. Destacam-se os bairros Fonseca (10), São Francisco (11) e Icaraí (03) associados à ocupação de leitos de canais fluviais correspondente ao crescimento da cidade ao longo dos séculos XIX e XX como destaca Lafayette Pinto (2016). Enquanto nos bairros de São Gonçalo destacam-se Jardim Catarina (19) e Neves (22) localizados mais ao lado Oeste onde desaguiam muitos canais fluviais na Baía de Guanabara. Parte desses bairros, outrora, até pelo menos a década de 1970 foi ou ainda são manguezal. Vale ressaltar que a região correspondente aos bairros 14, 17, 23, 24 e 25 pode também ter recorrente atuação de inundações devido estarem sobre áreas de mangue e foz de canais fluviais. Mas, devido ao equívoco conceitual quanto a definição de enchentes e alagamentos por parte dos redatores dos jornais essas informações foram perdidas.

Como aponta Lafayette Pinto (2016) as já populosas cidades de Niterói e São Gonçalo



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

receberam grandes contingentes de populações operárias, sobretudo a partir dos anos 1970 com as grandes obras urbanas como a construção da ponte Rio-Niterói, a rodovia Niterói-Manilha e as RJ 104 e 106 cortando os municípios. Neste período, houve um grande crescimento populacional e devido ao elevado custo de vida nas áreas centrais, restou a essas populações ocupar e construir suas casas em morros, encostas, aterros, reservas florestais, ilhas e beiras de manguezal. Ao longo do seu trabalho, o autor mostra imagens das transformações decorrentes dos processos de ocupação e das grandes obras, levantando que, essas interferências contínuas desde o século XIX têm boas relações com o agravamento dos impactos dos alagamentos, deslizamentos e inundações nessas cidades.

4. Considerações finais

Através dos levantamentos feitos verificou-se que, os principais impactos de alagamentos, enchentes/inundações e deslizamentos ocorrem nos primeiros meses do ano entre janeiro e abril, quando os totais mensais de precipitação são mais elevados. Dentre eles, destacam-se os alagamentos em número de registros pelos jornais. Eventos de precipitação moderada a elevada mostraram ser os maiores causadores de prejuízos, impactos e danos à vida. Os mais graves foram registrados por totais diários de 60 mm aproximadamente ou em sequências de dois ou mais dias de chuva no entorno de 40 mm. Os totais diários de precipitação com menor magnitude, entre 15 mm e 25 mm de chuva também apresentaram ser capazes de gerar grandes impactos sociais como desalojar centenas de pessoas. Entre as áreas mais afetadas por alagamentos e inundações, destacaram-se os bairros centrais dos municípios cuja população é mais adensada e a impermeabilização do solo é mais presente e aqueles construídos sobre aterros as margens da foz de rios e da Baía de Guanabara, como Neves e Jardim Catarina em São Gonçalo. Quanto aos bairros mais afetados por deslizamentos, destacam-se aqueles cuja ocupação se dá possivelmente sobre encostas e morros como Viçoso Jardim e Santa Rosa em Niterói.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

5. Referências

ARMOND, N. B. ENTRE EVENTOS E EPISÓDIOS As excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, p. 240, 2014.

BERNARDES, L.M.C. 1952. Tipos de clima do Estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro (14): 57-80. Apud BARROS, Ana Angélica Monteiro de. Análise florística e estrutural do Parque Estadual da Serra da Tiririca, Niterói e Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. – Rio de Janeiro, 2008. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical, 2008. Disponível em: http://200.20.168.5/enbt/posgraduacao/resumos/2008/Ana_Angelica_M_%20de%20Barros.pdf. Acessado em: 04/04/2020.

BERTOLINO, Ana Valéria Freire Alemão; COSTA, Anna Regina C; BERTOLINO, Luiz Carlos; FIALHO, Edson Soares. Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo RJ – triênio 2004 - 2007. Revista Tamoios (Impresso), v. IV, p. 1-13, 2007.

DERECZYNSKI, Claudiane Pereira; CALADO, Renata Novaes; BARROS, Airtton Bodstein. Extreme Rainfall in The City of Rio de Janeiro: History from the 19th Century. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, v. 40, p. 17-30, 2017.

FIRMINO, Wellington. Marins. Coutinho. Análise do comportamento hidrológico de escorregamentos associados à incêndios nos períodos de junho a dezembro de 2017, na vertente do bairro Venda da Cruz em São Gonçalo – RJ. 64 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2019.

FUNDAÇÃO BIBLIOTECA NACIONAL. Hemeroteca digital Anos 2010-2019. Disponível em: <<https://bndigital.bn.gov.br/hemeroteca-digital/>>. Acessado em: 05/04/2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SÃO GONÇALO-RJ PANORAMA. 2020. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sao-goncalo/panorama> >. Acessado em: 13/04/2020.

_____. Niterói-RJ Panorama. 2020. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/niteroi/panorama> >. Acessado em: 12/04/2020.

KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, Magaly; MORENO, Davis Anderson; MARCELINO, Isabela Pv de Oliveira; MARCELINO, Emerson V; GONÇALVES, Edson F; BRAZETTI, Letícia Luiza Penteado; GOERL, Roberto Fabris; MOLLERI, Gustavo S Fontes; RUDORFF, Frederico de Moraes. Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos. 1. ed. Curitiba: Organica Trading, 2006. v. 1. 109p.

LAFAYETTE PINTO, Rogério. Um século de temporais, mudanças na paisagem e efeitos colaterais em Niterói e São Gonçalo. 2016. 238f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Gonçalo, 2016.

MENDONÇA, F.; Danni-Oliveira, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: oficina de texto, 2007.

OLIVEIRA, D.E.; PERREIRA, C.C.M. Gênese e ritmo da pluviosidade na bacia do Rio Preto, MG/RJ: proposta metodológica para a representação cartográfica. Revista brasileira de climatologia, v. 21, p. 38, 2017.

O SÃO GONÇALO BANCO DE DADOS DA REDAÇÃO. Disponível em: <R. Lambari, 10 - Trindade, São Gonçalo-RJ>. Acessado em: 2019.

PEREIRA, G; C. Correlação dos dados de intensidade de chuva com as enchentes mais expressivas ocorridas no município de São Gonçalo-RJ no período de 2005 a 2008. Monografia (graduação em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2009. 69p.

SOUZA, L.B.; ZAVATTINI, J.A. Distribuição espacial da precipitação em eventos excepcionais na Região Noroeste da Área Urbana de Juiz de Fora - MG e suas relações com as ocorrências de Defesa Civil. GeoUERJ, Rio de Janeiro - RJ, n.Especial, p. 1-7, 2003.

TORNIO, Carlos Augusto Abreu. Dinâmicas atmosféricas e a gênese das chuvas no município de São Gonçalo (RJ) no período de 2005 a 2016. Monografia (graduação em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2019. 160p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

VIEIRA, C.D.; OLIVEIRA, A.E.F.; ALVES, W.G.; ROCHA-LEÃO, O. M.. Análise da degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Alcântara no município de São Gonçalo, leste metropolitana do Rio de Janeiro. Revista Equador, v. 5, p. 93-105, 2016.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE SINÓTICA E IMPACTOS ASSOCIADOS AO EVENTO DE ZCAS ENTRE 29 DE JANEIRO E 08 DE FEVEREIRO DE 2018

IGOR PEREIRA COSTA¹

RESUMO

Os impactos ambientais afetam a qualidade ambiental em um determinado meio em que eles ocorrem, causando prejuízos ambientais e socioeconômicos na área diretamente afetada pelo mesmo ou pela sua área de influência. Apesar de ser um importante fator do ciclo hidrológico do planeta, a chuva pode causar diversas adversidades a um determinado ambiente, principalmente se ocorrer em grande quantidade. As chuvas intensas causam diversos transtornos em grandes centros urbanos, principalmente por causa da falta de um bom sistema de drenagem urbana, atingindo principalmente pessoas de baixa renda, as quais são mais vulneráveis. Ligada à precipitação pluvial na estação chuvosa em grande parte do Brasil, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é uma banda de nebulosidade e precipitação pluvial com grande variabilidade espacial e temporal, a qual é influenciada por diversos fatores, como divergência em altos níveis e transporte de umidade para as regiões em que ela abrange, sendo também responsável por alterar as condições normais da atmosfera. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar a ZCAS, avaliar os fatores que a influenciam e a sua ação na atmosfera terrestre, verificando os impactos noticiados no período devido ao evento ocorrido de 29 de janeiro a 08 de fevereiro de 2018. Para isso foram obtidas cartas sinóticas de superfície para avaliar a extensão e a temporalidade da ZCAS e, de 250 hPa, dados de precipitação pluvial observada, radiação de onda longa emergente e imagens de satélite do GOES-16 com a temperatura no topo da nuvem realçada.

Palavras-chave: Zona de Convergência do Atlântico Sul; Chuvas intensas; Impactos ambientais.

ABSTRACT

Environmental impacts affect environmental quality in a given environment in which they occur, causing environmental and socioeconomic losses in the area directly affected by it or by its area of influence. Even though being an important factor in the planet's hydrological cycle, rainfall may cause various adversities to a given environment, especially if it occurs in large quantities. Intense rains cause several troubles in major urban centers, mainly because of the shortage of a good urban drainage system, affecting mainly low-income people such as those who are most vulnerable. Associated to rainfall exclusion in the rainy season in much of Brazil, the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) is a band of cloudiness and rainfall integration with great spatial and temporal variability, which is influenced by several factors such as divergence in high levels and humidity transport to the regions where it covers, being also responsible for changing the normal conditions of the atmosphere. Therefore the objective of this study was to identify a event of SACZ, to evaluate the factors that influence and its action in the terrestrial atmosphere, verifying the impacts reported in the period due to the event that occurred from January 29 to February 8, 2018. For this analysis, synoptic surface charts were obtained to assess the extension and temporality of the ZCAS and 250 hPa charts, observed rainfall data, emerging

¹ Graduando em Engenharia Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, igor.pereirahc@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

long wave radiation and satellite images from the GOES-16 with the temperature at the top of the highlighted cloud.

Keywords: South Atlantic Convergence Zone; Heavy rainfall; Environmental impacts.

1. Introdução

Impactos ambientais são fenômenos, sejam eles positivos ou negativos, que ocorrem devido à ação humana e que alteram a qualidade ambiental, modificando os meios bióticos e abióticos. Apesar de o conceito estar mais ligado à ação humana, o mesmo pode também ser relacionado com a falta ou a ineficiência de ações antrópicas, que são realizadas por políticas públicas ou pela implementação de empreendimentos. A identificação e a avaliação de impactos ambientais são essenciais porque, por meio delas, é possível perceber como as ações antropogênicas afetam os processos naturais que ocorrem em qualquer ecossistema, seja ele natural, alterado ou degradado (SÁNCHEZ, 2008).

Ações humanas, ou a ausência delas, podem causar impactos ambientais e socioeconômicos devido à ocorrência de eventos naturais, principalmente aqueles ligados ao tempo e ao clima. Eventos naturais, como tempestades, chuvas intensas e furacões, podem causar diversos problemas, sejam eles sociais ou econômicos. Esses problemas ainda podem ser intensificados devido à falta de drenagem urbana, que resulta em enchentes; falta de cobertura do solo que causa erosão e, conseqüentemente, assoreamento de rios; prejuízos econômicos na agricultura e na pecuária; além de desabrigar pessoas em condições mais vulneráveis por causa de desmoronamento de morros ou inundação. Porém, estes eventos naturais são extremamente necessários para a modificação de características do meio ambiente, como a precipitação pluvial, que é o principal componente do ciclo hidrológico, sendo responsável pela entrada de água na bacia hidrográfica, mesmo que em situações em que sua ocorrência é crítica, ou seja, altas intensidades em determinados períodos, conhecidas como chuvas intensas (MELLO, 2013).

Segundo o censo de 2010 divulgado pelo IBGE, cerca de 42% da população brasileira se concentra na Região Sudeste devido a presença de grandes centros populacionais e demográficos, como São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Assim como grande parte do país, essas metrópoles e outras cidades do Sudeste são abastecidas por energia hidrelétrica e por água captada de mananciais superficiais. Por causa disso, torna-se necessário monitorar a precipitação pluvial, evitando chuvas intensas associadas a uma determinada frequência de ocorrência, estudando a relação entre sua intensidade, duração e frequência (BACK et al.,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2011). Esses eventos de chuvas intensas podem estar associados a vários fatores que ocorrem na atmosfera, como frentes frias, convergência em baixas pressões em superfície e, principalmente, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A ZCAS é definida, segundo Jones e Carvalho (2009), como uma banda de nebulosidade e precipitação pluvial com orientação noroeste-sudeste, se estendendo do centro-sul da Amazônia até a Região Sudeste do Brasil, podendo também estender-se até o oceano Atlântico Sul tropical. É um sistema atmosférico que persiste por, no mínimo, três dias e tem uma variabilidade temporal, podendo sofrer influência de outros fenômenos atmosféricos, como anomalias na temperatura da superfície do mar, frentes frias, jatos de baixos níveis, entre outros. Por ser a principal razão da precipitação na estação chuvosa da região mais populosa do país, a ZCAS pode estar associada a eventos de chuvas intensas, causando danos econômicos e sociais, principalmente em grandes cidades ou regiões que não possuem infraestrutura adequada para evitar enchentes, ou outros malefícios (CARVALHO; JONES, 2009). Devido a essa grande relação entre a atuação da ZCAS e chuvas intensas, Carvalho et al. (2002) perceberam que a intensidade de ZCAS é importante para a modulação de tais eventos, pois cerca de 65% de ocorrência de eventos extremos são devido a intensidade do sistema.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar as condições sinóticas durante o evento de ZCAS entre 29 de janeiro e 8 de fevereiro de 2018, avaliando os impactos associados.

2. Metodologia

As cartas sinóticas em superfície de 29 de janeiro a 8 de fevereiro de 2018 foram obtidas do Arquivo de Análises Sinóticas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Foi selecionada a primeira carta de manifestação da ZCAS e todas as subsequentes, selecionando as cartas 24 horas depois da primeira ocorrência, até a última carta com a presença do mesmo evento de ZCAS. As cartas sinóticas em 250 hPa foram obtidas do Boletim Técnico divulgado diariamente pelo CPTEC/INPE, selecionando as cartas dos dias de manifestação do evento de ZCAS. Através das cartas sinóticas de 250 hPa foram identificados a convergência ou divergência de massa em altos níveis e a presença dos sistemas atmosféricos Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e Alta da Bolívia (AB).

As imagens de satélite do canal 13, com temperatura no topo da nuvem realçada, do satélite GOES 16 foram obtidas no Banco de Dados e Imagens da Divisão de Satélites e



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Sistemas Ambientais (DAS/INPE).

Os campos médios diários de radiação de onda longa emergente (ROLE; NOAA *Interpolated OLR*) e de vento zonal a 850 hPa, durante a ocorrência do evento, foram obtidos do *National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR). Os campos atmosféricos espaciais são plotados a partir de reanálises climáticas e de outros bancos de dados e são baseados nas médias climatológicas de 1981-2010.

Os campos diários de precipitação observada e de anomalias de precipitação, ambos em mm, nos dias de ocorrência do evento, foram obtidos do Monitoramento Climático do CPTEC/INPE. Os dados de precipitação observada no período e as anomalias foram importantes para verificar a influência da presença da ZCAS nas chuvas observadas.

3. Resultados e discussão

O evento de ZCAS descrito e analisado neste estudo apresentou alta variabilidade espacial e temporal, tendo início no dia 29 de janeiro e se encerrando até o dia 08 de fevereiro de 2018, como observado na Figura 1. Percebe-se que, inicialmente, o evento de ZCAS possuía uma grande extensão, indo do estado de Roraima, passando por Mato Grosso, norte do Mato Grosso do Sul, parte sul do estado de Goiás, pela mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, São Paulo, até o Atlântico subtropical adjacente, próximo ao litoral paulista. À medida que o evento vai se prolongando, a ZCAS vai se deslocando para nordeste e ganhando maior extensão, entrando no centro-sul do Amazonas, sul do Pará, norte do Mato Grosso, sul do Tocantins, norte de Goiás, noroeste da Bahia, região norte de Minas Gerais e Espírito Santo, como visto na carta do dia 01/02 (carta de 02/02/2018 às 00 UTC), se estendendo também em parte do Atlântico tropical e subtropical. No dia 05 de fevereiro (carta de 06/02/2018 às 00 UTC), percebeu-se a ZCAS atingiu sua menor extensão. O evento durou um pouco mais de 10 dias e ao término, como mostrado na carta do dia 08/02/2018 (18 UTC), foi substituído por um evento de Zona de Convergência de Umidade (ZCOU).

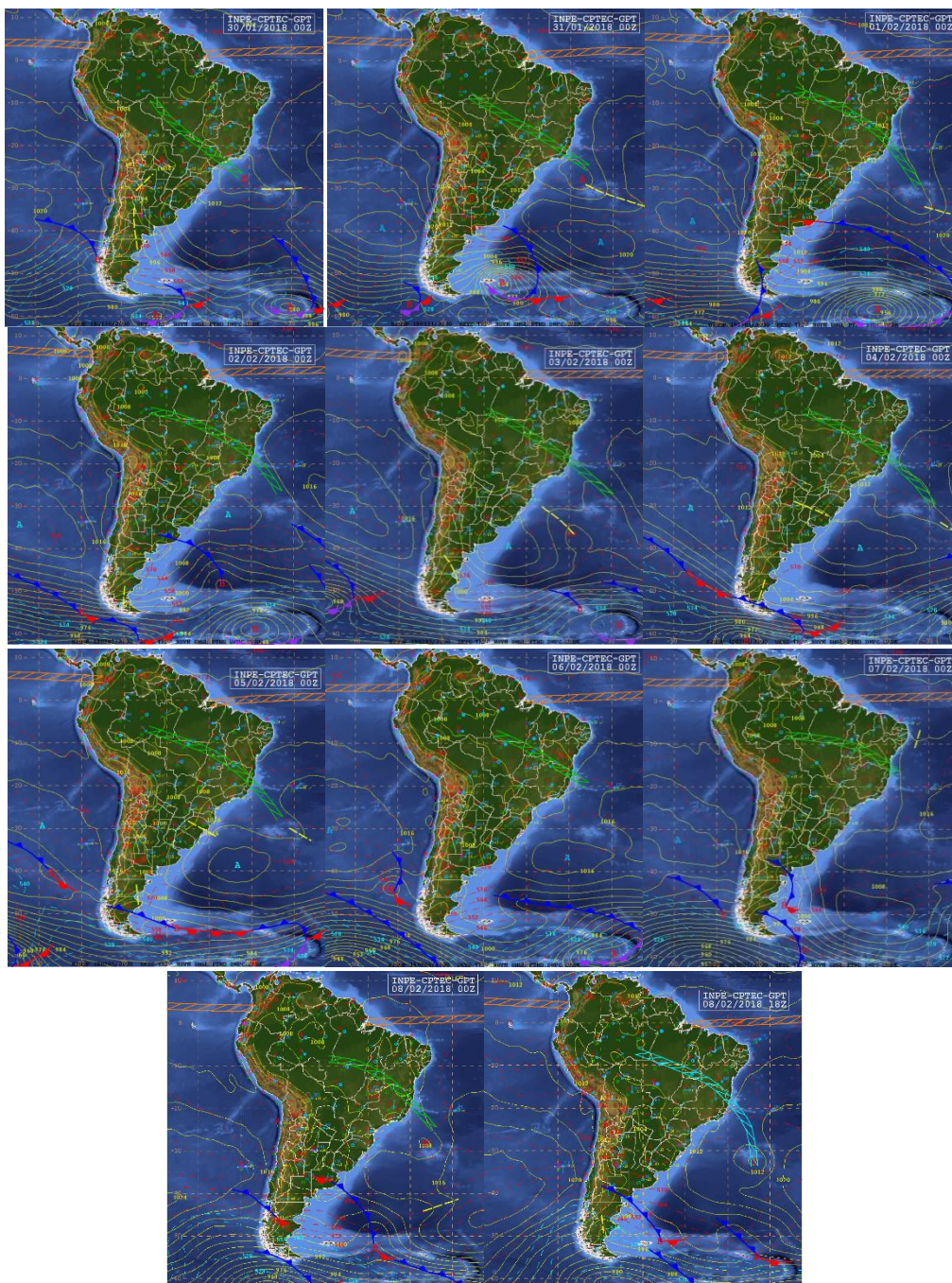


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 – Cartas sinóticas em superfície durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 30/01/2018 (00 UTC) até 08/02/2018 (12 UTC)



Fonte: CPTEC/INPE (2019).

A formação dessa extensa banda de nebulosidade, que acarretou em chuvas intensas por grande parte do território brasileiro, se deve a duas circulações anticiclônicas em altos níveis, sendo esta a AB e a presença do VCAN. Observa-se na carta sinótica em 250 hPa (Figura 2)



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

do dia 30/01/2018 (00 UTC) uma ampla circulação anticiclônica associada à AB, deslocada a sul de sua posição normal, centrada no Paraguai. À nordeste da AB observa-se a presença do VCAN sobre o interior nordestino (CPTEC/INPE, 2018). Esse padrão anticiclônico gera divergência (convergência) de massa de ar em altos (baixos) níveis, viabilizando o desenvolvimento de nuvens e contribuindo para a precipitação pluvial em determinadas Regiões, principalmente no Centro-Oeste e Sudeste do país, caracterizando a ZCAS. Percebe-se também que, à medida que a circulação anticiclônica da AB se desloca a nordeste, passando a centrar-se no Paraguai e em parte do Mato Grosso, a ZCAS também acompanha esse deslocamento. A partir do dia 01 de fevereiro, percebe-se que a nordeste da AB há a presença do cavado de Nordeste, colaborando fortemente para a divergência de massa em altos níveis e uma maior formação de nebulosidade entre esses dois cavados.

Além dos fatores que serão discutidos posteriormente, que levaram ao fortalecimento do evento de ZCAS, o vento zonal em 850 hPa também deve ser analisado. Além das condições atmosféricas em altos níveis, que contribuíram para a formação dessa extensa banda de nebulosidade, em baixos níveis percebem-se anomalias positivas de vento zonal, indicando a predominância de ventos de oeste (Figura 3). Segundo Marengo (2004), eventos de precipitação pluvial podem ser descritos por regimes de vento em baixos níveis e seguindo a circulação de grande escala da atmosfera: ventos de oeste e de leste, na qual, quando há superioridade de regimes de ventos de oeste, eles estarão associados à ZCAS e a episódios intensos de jatos de baixos níveis ao leste dos Andes (LLJ). Como mostrado nas anomalias de vento zonal em 850 hPa no período do evento de ZCAS, o predomínio de ventos de oeste está sobre a região coberta pela faixa da ZCAS, demonstrando a possível atuação dos LLJ durante o evento de ZCAS.



UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2016

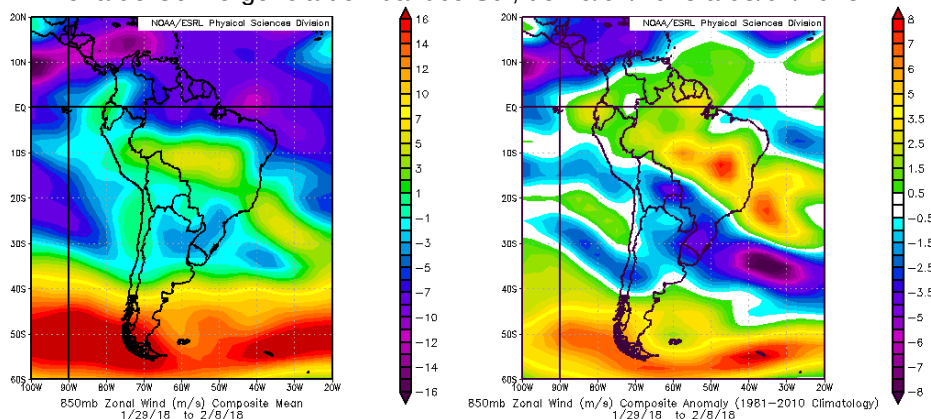


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

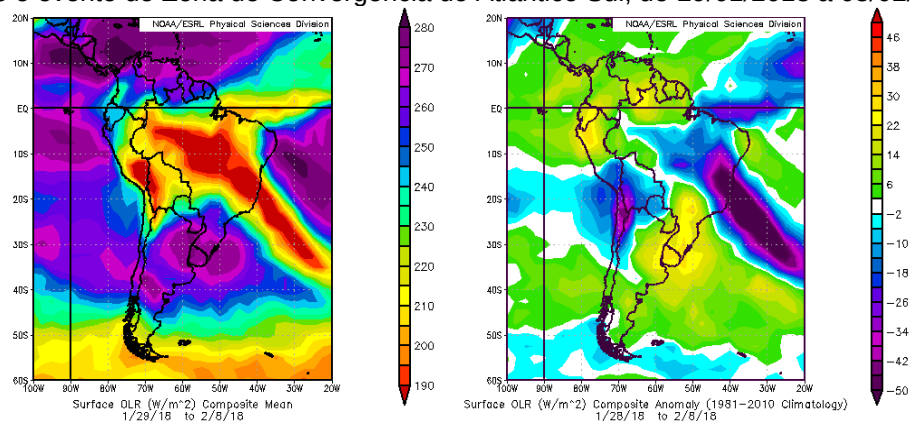
Figura 03 – Vento zonal em 850 hPa observado (à esquerda) e anomalias (à direita) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018



Fonte: NCEP/NCAR (2019).

Como a ZCAS representa uma banda de nebulosidade e precipitação pluvial, uma menor quantidade de radiação foi absorvida pela superfície e menos radiação de onda longa pôde ser liberada para a atmosfera. Na Figura 4, percebe-se uma menor quantidade de ROLE, havendo anomalias negativas por toda a região da atuação da ZCAS, chegando a atingir -40 W/m^2 próximo da região costeira da Bahia e da Região Sudeste. Com a maior presença de nebulosidade devido à ZCAS, a ROLE influenciou na temperatura do ar da região sob a influência da ZCAS, como mostrado na Figura 5. Observa-se queda de temperatura do ar, principalmente na Região Sudeste e parte do Centro-Oeste devido a uma menor quantidade de energia recebida pela superfície devido à maior cobertura de nuvens (Figura 4) e precipitação observada (Figura 6).

Figura 04 – Radiação de Onda Longa Emergente (W/m^2) observada (à esquerda) e anomalia (à direita) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018



Fonte: NCEP/NCAR (2019).

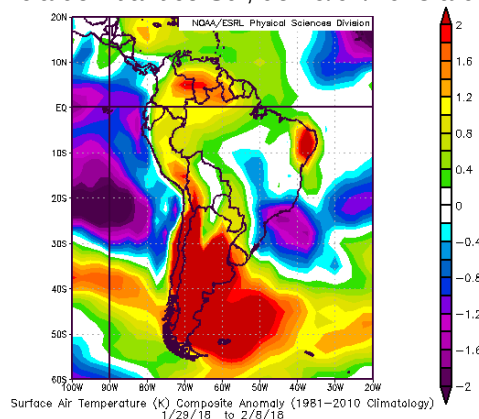


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 05 – Anomalias de temperatura do ar em superfície (°C) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018



Fonte: NCEP/NCAR (2019).

Corroborando com a presença da ZCAS, anomalias negativas de ROLE e de temperatura do ar, anomalias positivas de precipitação pluvial são observadas por quase todo o território brasileiro durante o evento de ZCAS, como observado na Figura 6. As menores anomalias encontradas foram nos dois primeiros dias do evento e no último (08 de fevereiro), em que ocorreram chuvas isoladas por todo o território. Nota-se que os maiores acumulados de precipitação acompanham a faixa determinada pela ZCAS nas cartas sinóticas em superfície (Figura 1), como observado no dia 04 de fevereiro, em que a ZCAS estava posicionada no norte de Minas Gerais e a precipitação pluvial foi superior à 100 mm em apenas um dia.

Os expressivos acumulados de precipitação pluvial podem ser explicados por um grande desenvolvimento das nuvens. A partir da temperatura de brilho do topo das nuvens realçada obtida de imagens de satélite (Figura 7), esse desenvolvimento vertical pôde ser avaliado. Como a formação de nuvens depende da instabilidade atmosférica e dos movimentos verticais, a interpretação ocorre da seguinte maneira: quanto maior e mais desenvolvida for a nuvem, mais frio será o seu topo, portanto são mais brilhantes nas imagens do infravermelho do satélite; o contrário também é verdade, nuvens mais baixas e menores, possuem uma maior temperatura, portanto aparecem mais escuras nas imagens (YAMASOE, 2012). Quanto maior e mais alta for a nuvem, mais supersaturada ela estará e mais desenvolvidas serão as gotículas de água, podendo acarretar em precipitações com maiores volumes. Percebe-se que nos primeiros dias de ocorrência do evento de ZCAS, houve uma menor temperatura de brilho no topo das nuvens, indicando nuvens mais desenvolvidas, mais carregadas com umidade e, conseqüentemente, promovendo maiores acumulados de precipitação. Como citado anteriormente ao analisar a precipitação ocorrida no período, no dia 04 de fevereiro houve um



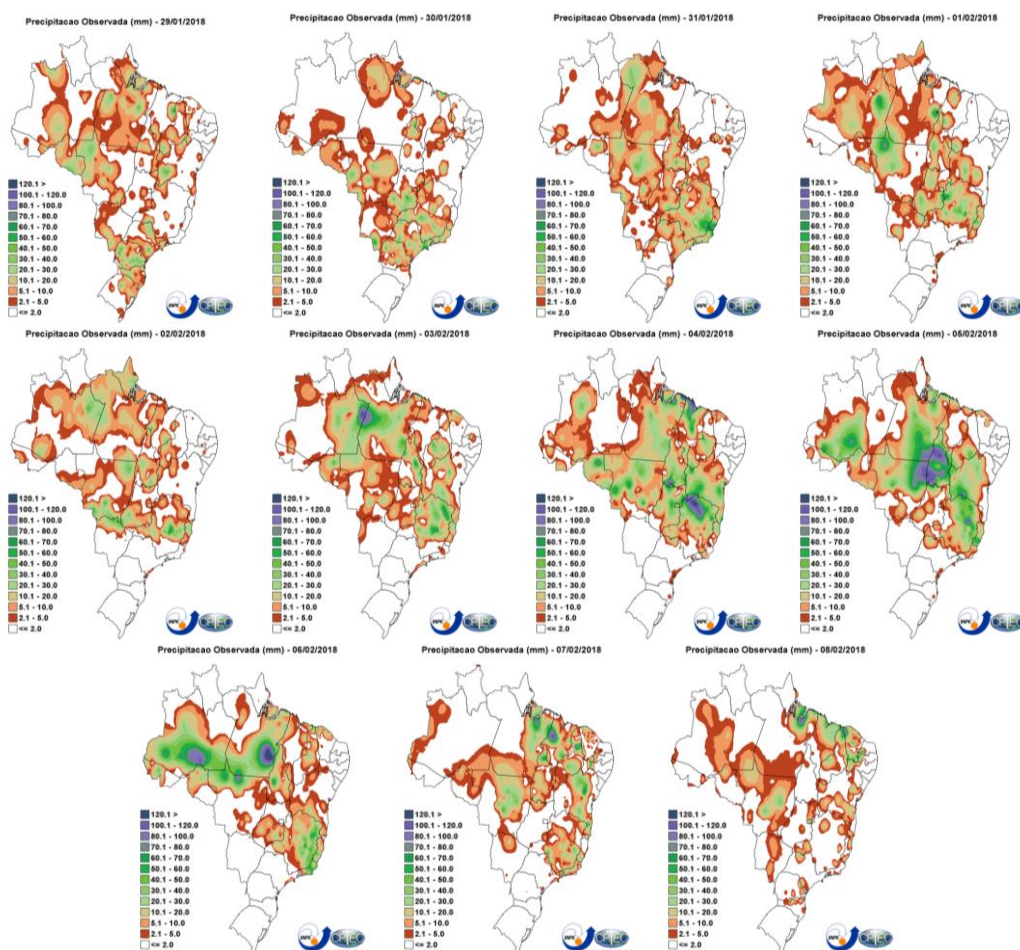
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

acumulado de mais de 100 mm no norte de Minas Gerais. Observa-se na imagem de satélite que no mesmo dia há nuvens com temperatura de brilho menor que -60°C sobre esta área, indicando nuvens mais altas e carregadas de umidade. A formação de nuvens mais frias e desenvolvidas acompanharam a faixa de ZCAS mostrada na Figura 1. Conforme o evento se aproxima do seu término, a formação de nuvens sobre a região de atuação da ZCAS vai ficando menos concentrada devido ao enfraquecimento de divergência em altos níveis associada ao VCAN e à AB.

Figura 06 – Precipitação pluvial observada (mm) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018



Fonte: CPTEC/INPE (2019).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Segundo o Boletim de Casos Significativos do mês de fevereiro de 2018 do CPTEC/INPE, ocorreram alguns impactos no período de ocorrência da ZCAS, principalmente ligados a chuvas intensas, ocasionando enchentes em centros urbanos, alagamentos, transtornos no trânsito que acarretaram em acidentes e mortes, desabamentos e outros problemas à população. Segundo a Defesa Civil, no dia 30 de janeiro no município de Campos – RJ choveu cerca de 46 mm (36 mm durante o dia), ocasionando alagamentos (G1 NORTE FLUMINENSE, 2018). Também no dia 30, a chuva deixou desabrigados na região Serrana do Rio de Janeiro, houve alagamento, queda de árvores e deslizamento de terra, registrando 85 mm de chuva (G1 REGIÃO SERRANA, 2018). Em São Paulo, no mesmo dia, houve acidentes de trânsito e um jovem de 22 anos foi encaminhado em estado grave para o hospital após bater o carro. Ao todo, cinco pessoas (uma em estado grave) foram feridas em outro acidente envolvendo um ônibus e um caminhão, na zona sul do município (METRO JORNAL, 2018).

No dia 31 de janeiro, em uma via da cidade de Belo Horizonte (BH), uma cratera de 10 metros de comprimento, dois metros e meio de largura e quatro metros de comprimento foi aberta (G1 MINAS GERAIS, 2018). Em BH, houve dois acidentes, incluindo uma mulher que foi morta por ter sido atropelada por uma moto. O motorista sofreu ferimentos e foi encaminhado para o hospital. Neste mesmo dia foram apontados quedas de árvores, transtorno em aeroportos por causa da neblina e pista molhada, congestionamentos que causaram lentidão em importantes vias e outro acidente de trânsito (ESTADO DE MINAS GERAIS, 2018).

No dia 05 de fevereiro houve mais um transtorno em Belo Horizonte, quando a parte de um teto de um shopping desabou devido ao volume de chuvas. Segundo informações, “o vazamento na tubulação de escoamento de água foi o que ocasionou a queda do gesso, que acabou cedendo por causa do volume de chuva que cai em Belo Horizonte desde a semana passada”, como disse a assessoria do shopping mineiro (ESTADO DE MINAS GERAIS, 2018). No dia seguinte, em Parauapebas – PA, moradores ficaram ilhados porque muitas vias ficaram alagadas, incluindo o mercado municipal local e uma elevação do nível do Rio Parauapebas colocou a Defesa Civil em estado de alerta (G1 PARÁ, 2018).

4. Considerações finais

Este estudo avaliou as condições sinóticas durante um evento de ZCAS ocorrido de 29 de janeiro a 8 de fevereiro de 2018, avaliando os impactos associados. Durante os dias de ocorrência do evento foram observados impactos e transtornos gerados à população,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

acarretando em acidentes, mortes e impactos ao próprio meio ambiente, como queda de árvores e deslizamentos de terra. Esses impactos mostram que ações humanas podem influenciar em eventos naturais, gerando impactos que podem ser graves.

Foi possível perceber a importância do monitoramento das condições atmosféricas, principalmente na estação chuvosa, buscando avaliar como a ocorrência da ZCAS é formada e qual o seu impacto no meio em que vivemos. Foi possível avaliar também que a ZCAS possui uma grande variabilidade temporal e espacial, estando ligada a outros fatores que a alimentam, como a divergência em altos níveis, anomalias positivas de ventos de oeste e como a precipitação pode ser monitorada por meio de imagens de satélite com a temperatura de brilho do topo das nuvens realçada. Devido a isso, espera-se que estudos hidrológicos sejam atualizados e que projetos de drenagem urbana sejam melhor realizados.

5. Referências

BACK, A.J.; HENN, A. & OLIVEIRA, J.L.R. **Heavy rainfall equations for Santa Catarina, Brazil**. R. Bras. Ci. Solo, 35:2127-2134, 2011.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. LIEBMANN, B. Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone. **Journal of Climate**, v. 15, p. 2377 – 2394, 2002.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. In **Tempo e Clima no Brasil**. Cavalcanti, I. F. A.; Ferreira, N. J.; Silva, M. G. A. J.; Silva Dias, M. A. F. (org.). São Paulo: Oficina de Textos, p. 95-109, 2009.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Boletim Técnico**. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acesso em: 17 dez. 2019.

ESTADO DE MINAS GERAIS. **Chuva complica o trânsito em BH e causa transtornos nos aeroportos**. 2018. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/01/31/interna_gerais,934805/chuva-complica-o-transito-em-bh-e-causa-transtornos-nos-aeroportos.shtml. Acesso em: 18 dez. 2019.

ESTADO DE MINAS GERAIS. **Parte de teto de shopping de BH cede por causa da chuva**. 2018. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/02/05/interna_gerais,935972/parte-de-teto-de-shopping-de-bh-cede-por-causa-da-chuva.shtml. Acesso em: 18 dez. 2019.

G1 MINAS GERAIS. **Chuva provoca abertura de cratera em avenida da Região da Pampulha, em BH**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/chuva-provoca-abertura-de-cratera-em-avenida-da-regiao-da-pampulha-em-bh.ghtml>. Acesso em: 18 dez. 2019.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

G1 NORTE FLUMINENSE. **Chuva causa alagamentos em bairros de Campos, no RJ.** Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/chuva-causa-alagamentos-em-bairros-de-campos-no-rj.ghtml>. Acesso em: 18 dez. 2019.

G1 PARÁ. **Chuva forte e alta do rio deixa moradores de Parauapebas ilhados.** 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/chuva-forte-e-alta-do-rio-deixa-moradores-de-parauapebas-ilhados.ghtml>. Acesso em: 19 dez. 2019.

G1 REGIÃO SERRANA. **Chuva causa interdição de casas e deixa desalojados em Petrópolis, no RJ.** 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/chuva-causa-interdicao-de-casas-e-deixa-desalojados-em-petropolis-no-rj.ghtml>. Acesso em: 18 dez. 2019.

IBGE (Brasil). **Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas.** Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1766&t=censo-200-populacao-brasil-190-732-694-pessoas&view=noticia>. Acesso em: 14 dez. 2019.

MARENGO, José A. et al. Diurnal variability of rainfall in southwest Amazonia during the LBA-TRMM field campaign of the austral summer of 1999. **Acta Amazonica.**, Manaus, v. 34, n. 4, p. 593-603, Dec. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672004000400011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 dez. 2019.

MELLO, Carlos Rogério de; VIOLA, Marcelo Ribeiro. Mapping of heavy rainfalls in the state of Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 37-44, Feb. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832013000100004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 dez. 2019.

METRO JORNAL. **Chuva em São Paulo provoca acidentes; uma pessoa está em estado grave.** 2018. Disponível em: <https://www.metrojornal.com.br/foco/2018/01/30/chuva-em-sao-paulo-provoca-acidentes-uma-pessoa-esta-em-estado-grave.html>. Acesso em: 18 dez. 2019.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p., il. Inclui bibliografia: p.477-495. ISBN 8586238597 (broch.).

YAMASOE, Marcia. **INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS.** São Paulo: IAG, 2012. 83 slides, color. Disponível em: http://www.dca.iag.usp.br/material/akemi/satelite/Interpreta%E7%E3o%20de%20Imagens_2012.pdf. Acesso em: 18 dez. 2019.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

EVENTO DE ZCAS ENTRE 1 E 8 DE JANEIRO DE 2012 E IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS EM MINAS GERAIS

RAFAEL CAIXETA VIEIRA ARAUJO¹
CAMILA BERTOLETTI CARPENEDO²

RESUMO

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um importante componente do Sistema de Monções da América do Sul, responsável por grande parte da precipitação pluvial observada no verão na região tropical do Brasil. Frequentemente a ZCAS está também associada a eventos extremos de precipitação pluvial e, como consequência, ocasionando impactos sociais e econômicos. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar o evento de ZCAS ocorrido entre 1 e 8 de janeiro de 2012 e os impactos socioeconômicos em Minas Gerais. Os resultados mostram que este evento de ZCAS esteve associado a acumulados de precipitação pluvial entre 85% e 100% da média climatológica em apenas oito dias nas mesorregiões da Zona da Mata, Central Mineira e Metropolitana de Belo Horizonte. No estado, 127 municípios decretaram situação de emergência e houve 13 mortes. Governador Valadares decretou estado de calamidade pública, com 65 famílias desalojadas. Em Guidoal cerca de 30% da população de cerca de 7000 habitantes à época ficou desabrigada.

Palavras-chave: ZCAS; Minas Gerais; Impactos socioeconômicos.

ABSTRACT

The South Atlantic Convergence Zone (SACZ) is an important component of the South American Monsoon System, responsible for a great deal of all the rainfall that occurs in the summer months in Brazil's tropical region. The South Atlantic Convergence Zone is also frequently associated with extreme rainfall events, leading to social and economic impacts. Thus, the goal of this study is to examine a SACZ event that occurred between January 1st and 8th, 2012, and its socioeconomic impacts in Minas Gerais. The results show that this event was associated with rainfall amounts that reached 85% to 100% of the average climatological rainfall for the month of January in only eight days in some areas. The most affected regions were Zona da Mata, Central Mineira and the Belo Horizonte Metropolitan area. In Minas Gerais, 13 people died and 127 cities declared states of emergency. The mayor of Governador Valadares declared state of public calamity, as 65 families were forced to leave their homes. In Guidoal, about 30% of its population of about 7,000 people at the time was also forced to abandon their houses.

Keywords: SACZ; Minas Gerais; Socioeconomic impacts.

1. Introdução

O estado de Minas Gerais, localizado na Região Sudeste do Brasil, a mais populosa do país, é o quarto maior em área territorial e o segundo mais populoso do país, com cerca de 21

¹ Graduando em Geografia e bolsista PET-MEC, Universidade Federal de Uberlândia, ra.fass@hotmail.com

² Doutora em Ciências, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, camila.carpenedo@ufpr.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

milhões de habitantes (IBGE, 2017, 2019), o que o coloca em posição de destaque no cenário nacional. Nele também está parte de quatro bacias hidrográficas (ANA, 2019), sendo elas a do Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, São Francisco e Paraná, onde se encontra também a nascente de diversos rios.

Na Região Sudeste, não apenas o abastecimento de água depende da regularidade das chuvas, como também são desenvolvidas diversas atividades que dependem da variabilidade da precipitação pluvial, em especial aquelas causadas pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), como a agricultura e a pecuária (CARVALHO; JONES, 2009). Nessa Região, períodos de seca podem afetar significativamente tais atividades, porém períodos prolongados de chuva podem trazer problemas como enchentes, alagamentos e deslizamentos de terra. Desta forma, torna-se crucial compreender a atuação e o comportamento da ZCAS. Para isso, é necessária também uma compreensão mais ampla da circulação geral da atmosfera associada.

Uma característica marcante do clima de grande parte da Região Sudeste é a sazonalidade das chuvas e a presença de uma estação seca e outra chuvosa em razão da alternância na direção dos ventos entre a América do Sul e o Atlântico Sul. Tais características se encaixam na definição mais simples de monção, em que tal mudança ocasiona verões chuvosos e invernos secos (GAN; RODRIGUES; RAO, 2009), conhecida por Sistema de Monção da América do Sul (SMAS).

A ZCAS é um importante componente do SMAS e é definida como uma faixa organizada de nebulosidade e precipitação pluvial que se estende desde o sudoeste do Amazonas até a Região Sudeste do país e o oceano Atlântico Sul adjacente (CARVALHO; JONES; LIEBMANN, 2004; CARVALHO; JONES, 2009). Tais autores apontam uma relação entre o estabelecimento da ZCAS com uma predominância de ventos de oeste em 850 hPa, carregados de umidade, e a fase ativa do SMAS.

A convecção se origina no início da primavera no noroeste da Bacia Amazônica e se expande em direção à Região Sudeste do país (JONES; CARVALHO, 2002; GAN; RODRIGUES; RAO, 2009; CARVALHO; JONES, 2009; LIEBMANN; MECHOSO, 2011), onde se consolida em média na pântada centrada em 15 de outubro e começa a retroceder em meados de março (GAN; RODRIGUES; RAO, 2009; CARVALHO; JONES, 2009). É também ressaltada a presença de fases ativas e inativas do SMAS, em que são observadas alternância entre períodos úmidos e secos na própria estação chuvosa, associados a regimes de ventos de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

oeste e leste, respectivamente (JONES; CARVALHO, 2002; CARVALHO; JONES; LIEBMANN, 2004; GAN; RODRIGUES; RAO, 2009).

Vários autores evidenciam os Jatos de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS) como importante componente do SMAS. Os JBNAS são ventos em 850 hPa, que transportam umidade oriunda do Atlântico tropical e da Amazônia em direção à Região Sul e Sudeste do Brasil no verão (MARENGO et al., 2004; GAN; RODRIGUES; RAO, 2009; MARENGO; AMBRIZZI; SOARES, 2009) e podem estar relacionados a eventos extremos de chuva.

Marengo, Ambrizzi e Soares (2009) e Carvalho e Jones (2009) apontam que existe uma relação entre os JBNAS e a ZCAS. No caso em que o primeiro se encontra mais forte e organizado, há maior precipitação sobre a Região Sul do Brasil, Argentina e Uruguai, e anomalia negativa de precipitação pluvial na região de atuação da ZCAS, enquanto que, quando esta se encontra mais forte, há anomalias de precipitação pluvial de sinais opostos nas duas regiões.

Levando em conta o comportamento e atuação da ZCAS e sua relação com as chuvas de verão na região tropical do Brasil, inclusive associada a eventos de chuva extrema, considera-se relevante investigar quais seriam os impactos socioeconômicos decorrentes deste sistema atmosférico no estado de Minas Gerais. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a atuação de um evento de ZCAS ocorrido entre 1 e 8 de janeiro de 2012 e os impactos sociais e econômicos associados.

2. Metodologia

A duração do evento de ZCAS estudado foi obtida através do Climanálise: Boletim de Monitoramento e Análise Climática do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

Para analisar a evolução da ZCAS foram utilizadas as cartas sinóticas de superfície disponibilizadas pelo Boletim Técnico do CPTEC/INPE para o período de 1 e 8 de janeiro de 2012. Além disso, também foram analisadas as imagens de satélite fornecidas pela Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA/INPE), obtidas por meio do satélite GOES. Todas as cartas sinóticas e imagens de satélite são das 18 UTC.

Os campos atmosféricos foram obtidos das reanálises climáticas do *National Centers for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR) da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA, em inglês). Esses campos cobrem o período de 1948 até o presente, com resolução espacial de 2,5° de latitude x 2,5° de longitude.



Por fim, para avaliar os impactos socioeconômicos associados, foram utilizadas notícias de jornais e relatórios da Defesa Civil de Minas Gerais.

3.1. Análise sinótica do evento de ZCAS

Uma característica marcante da ZCAS é a presença de uma banda de nebulosidade que se estende desde a Amazônia até a Região Sudeste do Brasil e o Atlântico Sul adjacente. Assim, é possível observar anomalias negativas de ROLE (entre -10 e -60 W/m²) com orientação noroeste-sudeste sob a área de atuação da ZCAS, o que indica convecção anômala (Figura 1). Por outro lado, anomalias positivas de ROLE (+35 W/m²) são observadas na Região Sul do país, o que indica supressão de convecção anômala. Esse padrão espacial de gangorra associado à atividade convectiva da ZCAS foi documentado em alguns estudos (CASARIN; KOUSKY, 1986; NOGUÉS-PAEGLE; MO, 1997; MUZA et al., 2009).

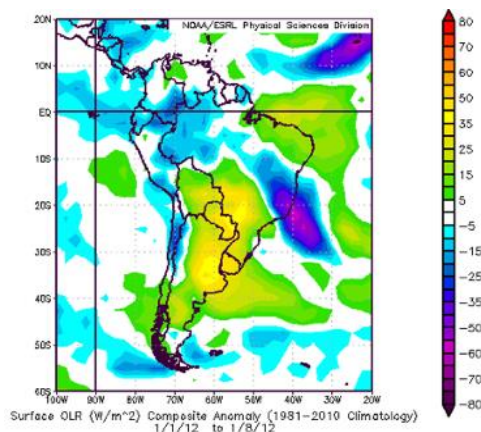


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 – Anomalia de Radiação de Onda Longa Emergente (W/m^2) durante o evento de ZCAS ocorrido entre 1 e 8 de janeiro de 2012



Fonte: NCEP/NCAR.

Na carta sinótica de superfície de 01/01/12 (Figura 2a) pode-se identificar o posicionamento da ZCAS, que se estende desde o Acre até o oceano Atlântico Sul adjacente, passando pelos estados de Mato Grosso, sul de Goiás, centro-sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro. A ZCAS está associada com três áreas de baixa pressão em superfície ao sul: uma sobre o Atlântico Sul, outra sobre o norte do Paraná e a última sobre o Mato Grosso do Sul. Nota-se também a presença de um cavado sobre o Atlântico Sul, o qual contribui com a convergência de umidade da ZCAS. Na imagem de satélite (Figura 2b) as nuvens estão distribuídas com orientação noroeste sudoeste, típico de eventos de ZCAS.

No dia 02/01/12 (Figura 2c), podemos perceber um deslocamento para norte da ZCAS sobre o continente, ao mesmo tempo em que ocorre um deslocamento para norte das três áreas de baixa pressão atmosférica em superfície sobre o Brasil, mais especificamente nos estados de Mato Grosso, Goiás e São Paulo. Além disso, há um centro de baixa pressão atmosférica de 993 hPa sobre o Atlântico Sul, que fortalece e aumenta a extensão da banda de nebulosidade da ZCAS. Na imagem de satélite (Figura 2d) é possível perceber a nebulosidade bem organizada, tanto sobre o continente quanto sobre o Atlântico Sul adjacente, prevalecendo nuvens com grande desenvolvimento vertical.

Em 03/01/12 (Figura 2e) podemos observar que a ZCAS muda pouco seu posicionamento sobre o continente, porém se estende ainda mais sobre o Atlântico Sul adjacente, associada a duas áreas de baixa pressão atmosférica em superfície. A banda de nebulosidade (Figura 2f), apesar de organizada, apresenta nuvens com menor desenvolvimento vertical em relação aos dias anteriores.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Em 04/01/12 (Figura 2g) podemos observar que a ZCAS permanece semi-estacionária sobre o continente e se organiza ainda mais no Atlântico Sul adjacente, associada a uma frente fria. As nuvens com maior desenvolvimento vertical se localizam no limite norte da posição da ZCAS sobre o continente (Figura 2h).

Na Figura 2i, do dia 05/01/12, pode-se observar que a ZCAS configura-se como predominantemente oceânica, com pouca extensão sobre o continente, ao passo que um cavado está posicionado sobre a Região Sul do Brasil e um grupo de centros de baixa pressão atmosférica está posicionado sobre o Paraguai, Bolívia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sugerindo a configuração da Baixa do Chaco. Na imagem de satélite (Figura 2j) percebe-se que a nebulosidade associada à ZCAS está configurada principalmente sobre o Atlântico Sul adjacente.

No dia 06/01/12 (Figura 2k) observa-se um cavado sobre a Região Sul, assim como áreas de baixa pressão em superfície sobre o Paraná, Mato Grosso, Paraguai e Bolívia. Pode-se perceber um deslocamento para sul da ZCAS, posicionando-se sobre o centro sul de Minas Gerais e do Rio de Janeiro. Associada a ZCAS, percebe-se uma concentração de nuvens com alto desenvolvimento vertical sobre a área de atuação do sistema (Figura 2l).

Em 07/01/12 (Figura 2m) fica evidente a reconfiguração da ZCAS sobre o continente, estendendo-se desde Rondônia até o Atlântico Sul adjacente, passando pelos estados do Mato Grosso, Goiás, centro-sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro. O sistema está associado a uma frente fria, que auxilia na convergência de umidade. Existe uma banda de nebulosidade bem organizada sobre o país (Figura 2n), apresentando nuvens com intenso desenvolvimento vertical em áreas de Rondônia, Mato Grosso e Goiás.

Por fim, no dia 08/01/12 (Figura 2o) observa-se que a ZCAS atua tanto sobre o continente quanto sobre o oceano. Há um pequeno deslocamento do sistema para sul sobre o continente, atuando mais sobre o sul de Goiás, oeste e centro sul de Minas Gerais. Contudo, a ZCAS permanece semi-estacionária sobre os demais estados. Na imagem de satélite associada (Figura 2p) é possível observar que a banda de nebulosidade está bem organizada sobre a área de atuação da ZCAS, apesar de não apresentar nuvens com grande desenvolvimento vertical na maior parte de sua extensão.

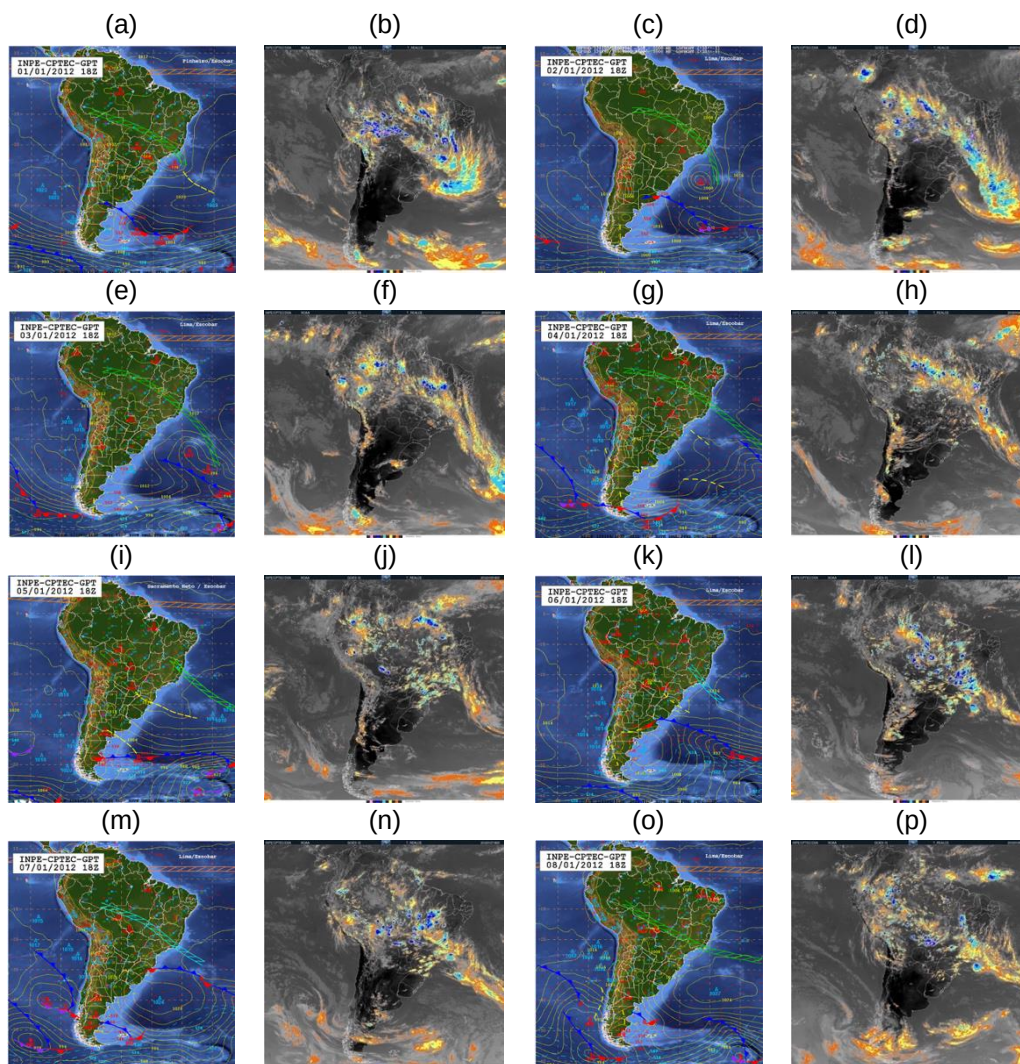


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02 - Cartas sinóticas em superfície (primeira e terceira colunas) e imagens de satélite GOES com temperatura de brilho realçada (segunda e quarta colunas) durante o evento de ZCAS em (a, b) 01/01/12, (c, d) 02/01/12, (e, f) 03/01/12, (g, h) 04/01/12, (i, j) 05/01/12, (k, l) 06/01/12, (m, n) 07/01/12 e (o, p) 08/01/12



Fonte: CPTEC/INPE.

Outro fator importante para a análise da ZCAS são os ventos em 850 hPa, em que é possível identificar os JBNAS, que são responsáveis por transportar a umidade proveniente do Atlântico tropical e da Amazônia em direção às regiões Sul e Sudeste do Brasil. Através das anomalias do vetor vento em 850 hPa (Figura 3) pode-se perceber circulação anômala com sentido noroeste a sudeste partindo da região amazônica até a Região Sudeste do Brasil e Atlântico Sul adjacente, de até 5 m/s. Apesar de existir esta circulação anômala, a mesma não configura-se como JBNAS. Desta forma, neste evento de ZCAS não houve a atuação dos



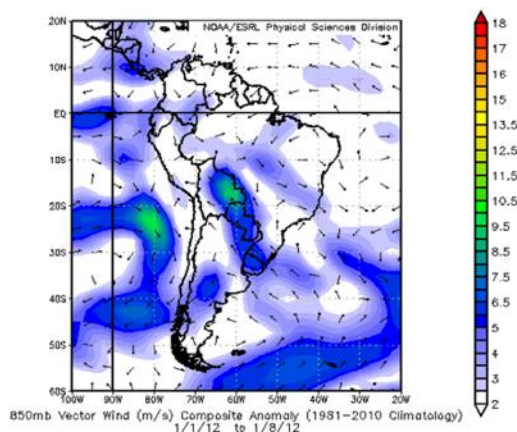
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

JBNAS.

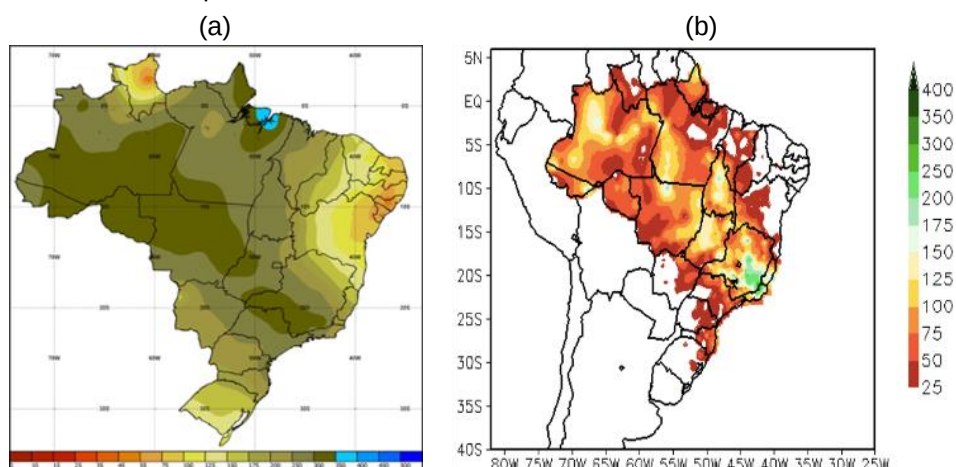
Figura 03 - Anomalia média do vetor vento em 850 hPa durante o evento de ZCAS entre 1 e 8 de janeiro de 2012



Fonte: NCEP/NCAR.

Em Minas Gerais, a climatologia de precipitação pluvial de 1981-2010 aponta valores que variam de 125 mm a 350 mm (Figura 4a). O evento de ZCAS foi responsável por valores de até 300 mm de precipitação pluvial apenas entre 1 e 8 de janeiro de 2012 (Figura 4b), em especial nas mesorregiões Central Mineira, Metropolitana de Belo Horizonte e Zona da Mata, o que corresponde de 85% a 100% da média climatológica nestas regiões em apenas oito dias.

Figura 04 – Média climatológica (1981-2010) de precipitação pluvial para janeiro (a) e precipitação pluvial acumulada de 01/01/2012 a 08/01/2012



Fonte: (a) INMET e (b) CPTEC/INPE.

No dia 01/01/12 (Figura 5a) a precipitação pluvial variou de 0 mm em partes da porção



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

norte de Minas Gerais, até 60 mm em partes da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, Noroeste de Minas e Jequitinhonha. No dia 02/01/12 (Figura 5b), por sua vez, a precipitação pluvial se deu de forma ainda mais generalizada no estado, tendo apenas uma pequena área na mesorregião Noroeste de Minas em que não foi observada chuva. Neste dia, os volumes de chuva alcançaram 120 mm em áreas da Zona da Mata, Metropolitana de Belo Horizonte, Oeste de Minas e Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

No dia 03/01/12 (Figura 5c) os maiores acumulados de precipitação pluvial foram observados na Zona da Mata, Vale do Rio Doce e extremo norte do estado, com valores que chegaram até 100 mm. Parte do Sul/Sudoeste de Minas e do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba não houve acumulados de chuva. No dia 04/01/12 (Figura 5d), a precipitação pluvial se deu de forma menos generalizada, com a maior parte do estado tendo registrado entre 0 mm e 20 mm. Os maiores acumulados de chuva foram observados em áreas do Campo das Vertentes, Metropolitana de Belo Horizonte, Zona da Mata e Norte do estado, de até 50 mm.

No dia 05/01/12 (Figura 5e) a precipitação pluvial esteve bem distribuída entre as mesorregiões Central Mineira, Noroeste de Minas e Zona da Mata, com valores que chegaram a 50 mm em alguns pontos. O restante do estado registrou chuvas pouco expressivas neste dia. No dia 06/01/12 (Figura 6f), a chuva ficou concentrada em pontos da do Vale do Rio Doce e Noroeste de Minas, com valores de até 50 mm, enquanto o restante do estado teve baixos acumulados de precipitação pluvial. No dia 07/01/12 (Figura 5g), com exceção do Vale do Jequitinhonha, com pouca ou nenhuma chuva, os acumulados variaram entre 10 e 20 mm em grande parte do estado, com valores superiores a 60 mm em pontos das mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte e Norte de Minas. Por fim, no dia 08/01/12 (Figura 5h), a chuva se concentrou entre a Zona da Mata e o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com acumulados que alcançaram os 70 mm. Partes do Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha não registraram chuva neste dia.

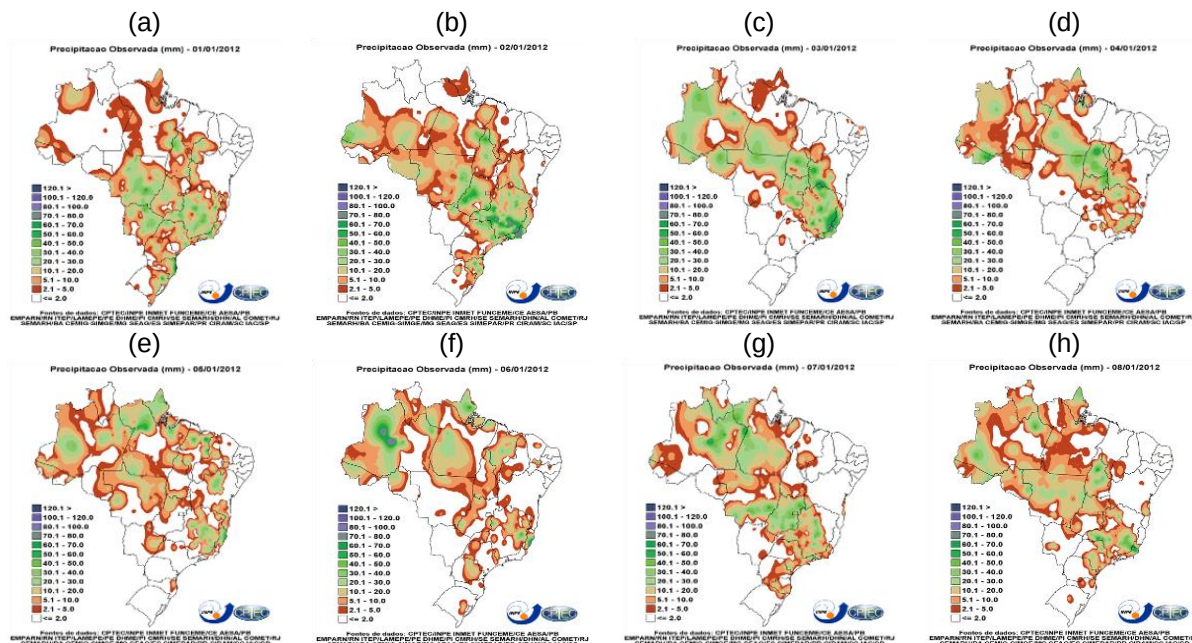


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 05 – Acumulados diários de precipitação pluvial durante o evento de ZCAS em (a) 01/01/12, (b) 02/01/12, (c) 03/01/12, (d) 04/01/12, (e) 05/01/12, (f) 06/01/12, (g) 07/01/12 e (h) 08/01/12



Fonte: CPTEC/INPE.

3.2. Impactos sociais e econômicos

As intensas chuvas observadas no início de janeiro de 2012 ocasionaram diversos transtornos e problemas para os moradores de diversas regiões do estado. Em relatório da Defesa Civil Estadual, do dia 11/01/12 três dias após a ZCAS se desconfigurar, 127 cidades haviam decretado situação de emergência. Deste total, 46 na mesorregião Zona da Mata, 38 na Central Mineira e Metropolitana de Belo Horizonte, 18 no Vale do Rio Doce, 8 no Sul/Sudoeste de Minas, 8 no Norte de Minas, 4 no Vale do Jequitinhonha e 5 na mesorregião Oeste. Foram registradas 13 mortes apenas na primeira semana de janeiro no estado.

Alguns dos municípios mais afetados foram Governador Valadares, Guidoal, Ouro Preto, Visconde do Rio Branco, Ponte Nova e Belo Horizonte. Governador Valadares decretou estado de calamidade pública em razão das intensas chuvas. O Rio Doce, que passa pelo município, subiu até 4,1 m e áreas ribeirinhas foram inundadas, deixando 65 famílias desalojadas. Além disso, 2 pessoas morreram vítimas de soterramento. Guidoal, que à época possuía cerca de 7.000 habitantes, teve até 2.000 desabrigados em função das chuvas. O Rio Xopotó subiu até 15 m no início do mês de janeiro. Em Ponte Nova, o Rio Piranga transbordou (Figura 6a). Em Ouro Preto, por sua vez, 2 pessoas morreram em um deslizamento de terra



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

(Figura 6b). Já em Visconde do Rio Branco, 1 pessoa morreu e 19 ficaram desabrigadas. O nível do rio que passa pela cidade subiu e causou inundações. Em Belo Horizonte, 1 pessoa morreu no desmoronamento de um prédio, por estragos decorrentes das chuvas. Além disso, na região metropolitana, o Museu a Céu Aberto de Inhotim, a cerca de 60 km da capital, fechou para visitantes por segurança em função de estragos ocorridos nas estradas que dão acesso ao Museu.

Figura 06 – Impactos socioeconômicos em (a) Ponte Nova e (b) Ouro Preto



Fonte: (a) OEEO e (b) Último segundo.

4. Considerações finais

Este estudo investigou a atuação de um evento de ZCAS ocorrido entre os dias 1 e 8 de janeiro de 2012 e os impactos sociais e econômicos associados no estado de Minas Gerais. Este evento de ZCAS foi significativo por trazer um volume expressivo de chuvas, em especial à Zona da Mata, Central Mineira e Metropolitana de Belo Horizonte, com acumulados de precipitação pluvial entre 85% e 100% da média climatológica em apenas oito dias.

A associação da ZCAS a centros de baixa pressão em superfície, tanto sobre o Atlântico Sul adjacente quanto sobre o continente, a um cavado no Atlântico Sul e a uma frente fria contribuiu para sua configuração e manutenção, persistindo por oito dias. Desta forma, elevados acumulados de chuva foram observados em diversos estados do país, em especial sobre parte de Minas Gerais e do Rio de Janeiro. Como consequência, 127 municípios mineiros decretaram situação de emergência e houve 13 mortes. Governador Valadares decretou estado de calamidade pública, com 65 famílias desalojadas. Em Guidoal cerca de 30% da população (2.000 habitantes) ficou desabrigada.

Este estudo evidencia a importância de monitorar os eventos de ZCAS no Brasil, uma



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

vez que estão frequentemente associados com eventos extremos hidrológicos e, consequentemente, com significativos impactos socioeconômicos, como observado no caso de 1 a 8 de janeiro de 2012.

5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Divisões hidrográficas do Brasil**. [s.d]. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/divisooes-hidrograficas?fbclid=IwAR27wbr29TTcAqyJEJGXPoPLx_GcOewQaYaap5IHRtkLWe2AqmyzcE5OJiw>. Acesso em 26 de jun. de 2019.

ATLAS Brasileiro de Desastres Naturais de 1991 a 2012, Volume Minas Gerais, CEPED UFSC, Florianópolis, 2013.

BRAGON, R. **Dobra número de desabrigados e desalojados pela chuva em Minas Gerais; cidades em emergência são 127**. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/01/11/dobra-numero-de-desabrigados-e-desalojados-pela-chuva-em-minas-gerais-cidades-em-emergencia-sao-127.htm>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

CARVALHO, L. M., JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Orgs.) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: Intensity, Form, Persistence, and Relationships with Intraseasonal to Interannual Activity and Extreme Rainfall. **Journal of Climate**. v. 17, p. 88-108, 2004.

CASARIN, D.P.; KOUSKY, V.E. Anomalias de precipitação no sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. *Rev Bras Meteor*, v. 1, p. 83-90, 1986.

CPTEC - Informações sobre produtos de monitoramento climático da página do CPTEC/INPE. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>. Acesso em 18 dez. 2019.

FALEIROS, G. **Chuvas do verão 2012 castigam Minas Gerais**. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/blogs/geonoticias/25578-chuvas-do-verao-2012-castigam-minas-gerais/>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

GAN, M.; RODRIGUES, L.R., RAO, V.B. Monção na América do Sul. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Orgs.) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

GOVERNADOR Valadares decreta estado de calamidade pública. Disponível em: <<https://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/mg/governador-valadares-vai-decretar-estado-de-calamidade-publica/n1597528273541.html>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

INPE. Climanálise: Boletim de monitoramento e análise climática, vol. 27. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Minas Gerais**, c2017. Página inicial. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama?fbclid=IwAR38aBAbc7W9YkKKJcbOknZ-TkQm1Pse7NTEM2x_eRAAg0AIsu39glVAW1>. Acesso em: 26 de jun. de 2019.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

JONES, C., CARVALHO, L.M.V. Active and Break Phases in the South American Monsoon Systems. **Journal of Climate**. v. 15, p. 905-914, 2002.

KALNAY, E. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. **Bulletin of the American meteorological Society**, v. 77, n. 3, p. 437-471, 1996.

LIEBMANN, B., MECHOSO, C.R. The South American Monsoon System. **The Global Monsoon System: Research and Forecast**. p. 137-157. 2011.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T., SOARES, W.R. Jatos de baixos níveis ao longo dos Andes. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Orgs.) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

MARENGO, J. A. et al. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the NCEP–NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. **Journal of Climate**. v. 17, p. 2004.

MOTTA, D. **Com acessos alagados, museu a céu aberto de Inhotim é fechado**. Disponível em: <<https://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/mg/com-acessos-alagados-museu-a-ceu-aberto-de-inhotim-e-fechado/n1597519193952.html>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

MOTTA, D. **"É um desastre de proporção bíblica", diz prefeito de Ouro Preto**. Disponível em: <<https://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/mg/e-um-desastre-de-proporcao-biblica-diz-prefeito-de-ouro-preto/n1597509944274.html>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

MUZA, M.N.; CARVALHO, L.M.V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Intraseasonal and Interannual Variability of Extreme Dry and Wet Events over Southeastern South America and the Subtropical Atlantic during Austral Summer. **J Climate**, v. 22, p. 1682-1699, 2009.

NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K.C. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Mon Wea Rev**, v. 125, p. 279-291, 1997.

TEMPESTADES em Minas Gerais matam duas pessoas nesta segunda. Disponível em: <<https://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/mg/predio-de-dois-andares-desaba-e-um-morador-morre-em-belo-horizon/n1597505621399.html>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

TRAGÉDIA da chuva que devastou Guidoal completa um mês. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2012/02/tragedia-da-chuva-que-devastou-guidoal-completa-um-mes.html>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

XAVIER, A.C.; KING, C.W., SCANLON, R.B. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal of Climatology**. v. 36, p. 2644-2659, 2015.

XAVIER, A.C.; KING, C.W., SCANLON, R.B. An update of Xavier, King and Scanlon (2016) daily precipitation gridded data set for the Brazil. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. p. 562-569, 2017.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE COMPARATIVA DA PLUVIOSIDADE NOS MUNICÍPIOS DE MARINGÁ E CAMPO MOURÃO-PR

LUCAS EDUARDO FONSECA SZAPAK¹
MARIA CLEIDE BALDO²
LEANDRO ZANDONADI³

RESUMO

Conhecer os padrões predominantes do clima é de extrema importância devido as inúmeras aplicações em diversos seguimentos econômicos. A pluviosidade foi o elemento climático escolhido para análise devido a sua importância no planejamento urbano e rural. Os dados diários de precipitação utilizados correspondem ao período de 1976 a 2019 para os municípios de Campo Mourão e Maringá-PR. O objetivo principal do trabalho foi comparar e quantificar a precipitação diária, mensal, sazonal, anual e interanual com intuito de se conhecer os padrões pluviométricos determinantes em cada localidade. Nos meses de novembro a março as chuvas foram mais volumosas em Maringá quando comparadas a Campo Mourão, porém de abril a outubro os valores foram maiores em Campo Mourão. O verão e a primavera foram as estações mais chuvosas para ambos os municípios, enquanto que no outono e inverno os valores foram maiores em Campo Mourão. Com relação ao percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados, Maringá apresentou o maior valor nos meses de novembro a março e Campo Mourão nos demais meses, ou seja, de abril a setembro, entretanto Campo Mourão possui maior quantidade de precipitação média anual. Os resultados mostraram que tanto o direcionamento quanto a intensidade dos sistemas atmosféricos atuantes são determinantes para entender o padrão de distribuição da precipitação na área de estudo.

Palavras-chave: Planejamento; Precipitação pluviométrica; Dinâmica atmosférica.

ABSTRACT

Knowing the predominant climate patterns is extremely important due to the numerous applications in different economic segments. Rainfall was the climatic element chosen for analysis due to its importance in urban and rural planning. The daily rainfall data used correspond to the period from 1976 to 2019 for the municipalities of Campo Mourão and Maringá-PR. The main objective of the work was to compare and quantify the daily, monthly, seasonal, annual and interannual precipitation in order to know the rainfall patterns that determine each location. In the months from november to march the rains were more voluminous in Maringá when compared to Campo Mourão, however from april to october the values were higher in Campo Mourão. Summer and spring were the rainiest seasons for both municipalities, while in autumn and winter the values were higher in Campo Mourão. Regarding the percentage of days with precipitation in relation to the total of days analyzed, Maringá presented the highest value in the months from november to march and Campo Mourão in the other months, that is, from april to september, however Campo Mourão has greater amount of precipitation annual average. The results showed

¹ Graduado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Campo Mourão - PR, lucaseszapak@gmail.com

² Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Campo Mourão - PR, mcbaldo@utfpr.edu.br

³ Doutor, Universidade Estadual de Maringá - UEM, lzandonadi@uem.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

that both the direction and the intensity of the atmospheric systems acting are decisive to understand the pattern of distribution of precipitation in the study area.

Keywords: Planning; Rainfall; Atmospheric dynamics.

1. Introdução

Dentre os principais elementos do clima, a pluviosidade corresponde a um dos mais utilizados em pesquisas climatológicas, sendo exaustivamente analisadas nas mais variadas escalas, tanto do ponto de vista de sua distribuição temporal quanto espacial. Pode ser utilizada também como elemento fundamental para a realização de estudos que visem identificar a sua gênese com base na atuação e na dinâmica das massas de ar, bem como nas classificações climáticas de áreas específicas (ZANDONADI, 2009).

Para se analisar o clima de um determinado local, deve-se incluir o maior número possível de dados meteorológicos disponíveis, visto que quanto maior for a série de dados, juntamente com o maior número de elementos climáticos medidos ou registrados, melhor serão os resultados referentes às variabilidades climáticas ou padrões determinantes nas diferentes escalas de análises.

O conhecimento dos padrões climáticos predominantes é muito importante para os mais diferentes seguimentos econômicos como turismo, planejamento urbano e rural, dimensionamento de aterro sanitário, dentre muitas outras áreas de aplicações. Para Botelho e Moraes (1999), o estudo do comportamento das precipitações pode fornecer subsídios para momentos críticos predominantes em uma região. Essas informações visam reduzir as consequências de eventos extremos, sejam eles de chuvas intensas ou secas prolongadas.

Neste sentido, vários trabalhos podem ser mencionados, dentre eles Baldo (2006); Fritzons (2011); Terassi, et. al (2018); Carmelo, et. al (2015); Pinheiro e Vide (2018) e Zandonadi (2020), que analisaram a precipitação de diferentes locais do estado do Paraná, em diversas escalas e com diferentes metodologias.

O Paraná, devido a sua extensa área territorial, possui uma ampla diversidade climática. Isto está relacionado tanto aos fatores estáticos, como a latitude, altitude, maritimidade e a cobertura vegetal, quanto aos fatores dinâmicos, que também influenciam nesta diversidade, devido aos sistemas atmosféricos atuantes em cada estação do ano, com diferentes intensidades.

Devido a importância do conhecimento do clima para os mais diversos setores da economia, principalmente para a agricultura é que se optou em fazer uma análise comparativa



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

dos dados de precipitação em diversas escalas de análises (diária, mensal, sazonal, anual e interanual) para os municípios de Campo Mourão e Maringá, considerando que ambos apresentam alto potencial agrícola.

A escolha dos municípios se deu em virtude de uma percepção pessoal temporal, onde empiricamente se acreditava que embora estando próximos, (90 km), os valores pluviométricos de Campo Mourão eram maiores quando comparados a Maringá. Portanto, era necessária a comprovação através da quantificação desses dados pluviométricos. Ambos têm sua economia voltada principalmente para a agricultura, sendo esta uma atividade altamente dependente das condições climáticas, consistindo ser de suma importância o conhecimento dos padrões predominantes, bem como da distribuição da precipitação, principalmente em anos atípicos.

A motivação da escolha da área de estudo também condiz com o fato de ambos os municípios estarem numa zona de transição climática, sendo influenciado pelos mesmos sistemas atmosféricos atuantes, o que nos leva a indagar o quanto isso irá influenciar, nos diferentes valores pluviométricos dos locais comparados, considerando que a altitude e a forma de relevo são muito similares. A quantificação desta interferência foi a principal motivação para a realização deste trabalho.

2. Metodologia

2.1. Descrição da área de estudo

As duas localidades escolhidas neste estudo estão a uma distância, entre eles, de aproximadamente 90 km pela rodovia PR-317. O município de Maringá está localizado na região Norte Central do estado do Paraná, na Latitude 23° 25' Sul e Longitude de 51° 57' Oeste, com altitude média de 584m. O mesmo possui uma extensão territorial de 487,012 km², população estimada de 430.157 mil habitantes e densidade demográfica de 733,14 hab/km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). O município de Maringá é de grande importância para a produção agrícola do Paraná, com destaque para a produção de milho, soja e cana-de-açúcar, conforme o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - Iparde (2019). Campo Mourão está localizado na região Centro Ocidental do estado do Paraná, na Latitude 24° 02' Sul e Longitude 52° 22' Oeste, em uma altitude média de 591m, com uma área territorial de 749,637 km², população estimada de 95.488 mil habitantes e densidade demográfica de aproximadamente 115,05 hab/km² (IBGE, 2020). O município é



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

predominantemente agrícola com o cultivo de soja, milho e trigo (IPARDES, 2019).

Portanto, devido à vocação agrícola dos municípios, já elencada, é que o conhecimento do padrão climático predominante e a distribuição da precipitação ao longo do ano, principalmente em anos atípicos, são importantes no que se refere ao manejo do solo, plantio, colheita e inclusive no armazenamento dos grãos.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante em Maringá e Campo Mourão é o Cfa: Clima subtropical úmido mesotérmico, com verão quente com médias de temperatura superiores a 22° C e o mês mais frio com temperatura inferior a 18° C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano segundo Nitsche, et. al (2019).

2.2. Tratamento dos dados

Os dados de precipitação pluviométrica diária, dos dois postos pluviométricos, foram obtidos no site do Instituto das Águas do Paraná – Sistema de Informações Hidrológicas – SIH. A série histórica de dados compreende o período de 1976 a 2019.

O posto de Campo Mourão possui código cadastral 2452007, se encontra na altitude de 591 metros, na Latitude de 24° 02' 50" Sul e Longitude 52° 22' 03" Oeste, e está localizado na bacia do rio Ivaí. O posto no município de Maringá, de código 2351045, é denominado de posto Guaiaipó, estando na altitude de 584 metros, Latitude 23° 24' 00" Sul e Longitude de 51° 52' 26" Oeste e se encontra localizado na bacia do rio Pirapó, que faz divisas com a bacia do rio Ivaí.

Os dados diários de precipitação de toda a série histórica foram tabulados em planilhas eletrônicas a fim de realizar uma análise preliminar dos mesmos, com intuito de se verificar os períodos faltantes e as inconsistências dos dados. Foi necessário o preenchimento de falhas, utilizando-se o método de Regressão Linear, para estimar os valores faltantes.

Inicialmente foi aplicada a estatística descritiva (média, desvio padrão, máximos, mínimos) e através dos resultados obtidos foram elaborados os gráficos e as tabelas com o intuito de se caracterizar o padrão pluviométrico predominante para as áreas na escala mensal, sazonal, anual e interanual.

Foi calculado o percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados. Os dias com a precipitação menor que 0,1 mm foram considerados sem precipitação. A partir disso, os dados da quantidade de precipitação acumulada diariamente foram classificados nos respectivos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

intervalos: chuvisco (0,1 a 2,5 mm), chuva fraca (2,5 a 10,0 mm), chuva moderada (10,0 a 25,0 mm), chuva forte (25,0 a 50,0 mm) e chuva extrema (acima de 50 mm). Dessa forma foi possível verificar o intervalo de classe mais frequente para cada localidade analisada.

Também foi analisado o total de dias com e sem ocorrência de chuva, para cada ano para Maringá e Campo Mourão no período de 1976 a 2019. O percentual mensal de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados para toda a série histórica para as duas localidades também foi realizado.

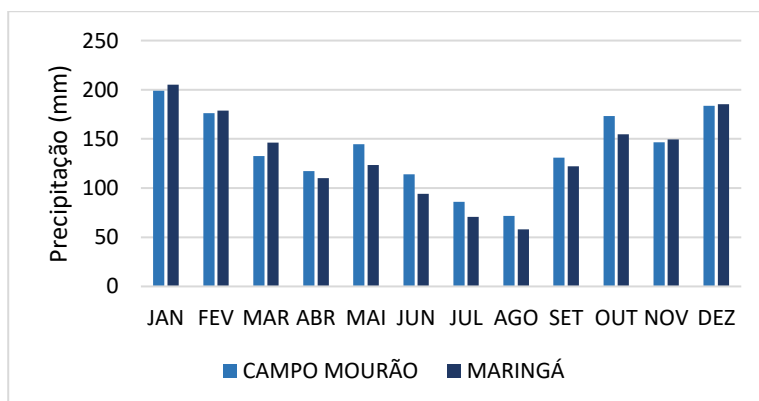
2. Resultados e discussão

Nas análises dos dados médios mensais de precipitação para Campo Mourão e Maringá (Figura 1), observou-se que o padrão de distribuição ao longo do ano foi muito semelhante, porém os valores foram diferentes quando comparados, em alguns meses, sendo este um resultado esperado, considerando-se a proximidade dos locais.

Para Campo Mourão os meses de janeiro, fevereiro, outubro e dezembro foram os mais chuvosos, pois a precipitação superou 150,0 mm, com destaque para janeiro e dezembro com média mensal de 199 mm e 183,5mm, respectivamente.

Em Maringá, é possível perceber que há valores mensais superiores a Campo Mourão nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, sendo janeiro e dezembro os meses com maior média mensal, de 205,3 mm e 185,4 mm, respectivamente.

Figura 1 – Precipitação média mensal para Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019



No decorrer dos meses de abril a agosto ocorreu uma redução da pluviosidade, com exceção do mês de maio, tanto para Campo Mourão quanto para Maringá, de forma que os



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

meses de julho e agosto representam a menor média durante a série histórica.

Também houveram ocorrências de valores elevados em maio e outubro nas duas localidades, por serem meses de transições entre as estações do ano. Neste caso, o mês de maio marca a transição entre o verão e o outono, momento em que as temperaturas podem estar elevadas em virtude das ainda presentes massas de ar tropicais que dominam o cenário climático da região durante a estação das altas temperaturas, mas também já começam a ocorrer avanços de massas polares mais intensas, ampliando o contraste entre elas, intensificando as instabilidades atmosféricas e gerando frentes polares com maior poder de geração de chuvas.

Cenário parecido ocorre durante o mês de outubro, mas de forma inversa, ou seja, as massas polares ainda podem estar atuando na região, mesmo que de forma menos intensificada, todavia já se verifica novamente a presença mais marcante das massas tropicais que futuramente, geralmente a partir de novembro, poderão dar lugar até mesmo às equatoriais.

Constatou-se ainda que de janeiro a março e de novembro a dezembro as chuvas são mais volumosas em Maringá quando comparadas a Campo Mourão, mas de abril a outubro elas se concentram mais em Campo Mourão, o que expressa bem as características das dinâmicas das massas de ar atuantes em ambos locais.

Em Maringá, por estar localizada mais ao norte, exatamente na linha do Trópico de Capricórnio, as chuvas são mais concentradas nos períodos de maior atividade das massas de ar tropicais e equatoriais, durante a primavera e principalmente o verão, enquanto que em Campo Mourão, mais ao sul, as chuvas de meados do ano se associam mais às incursões das frentes polares, que alcançam este município com maior facilidade, ainda que elas se encontrem muito próximas geograficamente, aliás, tal proximidade evidencia as poucas diferenças verificadas nos valores mensais de chuvas. Por outro lado, estas condições conferem a Campo Mourão, ainda que de forma quase imperceptível, um regime pluviométrico que se aproxima mais do clima subtropical, ou seja, com chuvas mais bem distribuídas ao longo do ano, ao passo que Maringá já passa a ter um pouco mais das características da tropicalização.

Os regimes diferenciados acima apresentados para os dois municípios podem ser importantes para o planejamento agrícola, uma vez que as principais culturas praticadas na região possuem ciclos produtivos anuais ou ciclo curto, tais como a soja, o milho, o trigo e a cana-de-açúcar. Apesar da proximidade entre as localidades analisadas, é necessário que tais culturas sejam manejadas de acordo com o regime de chuvas apresentado.



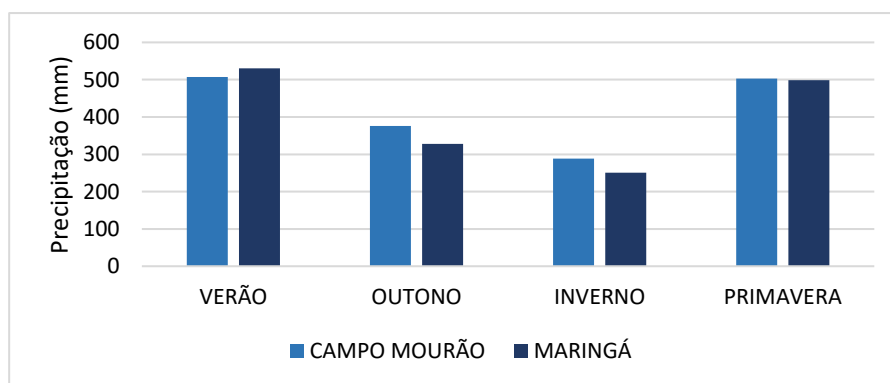
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A partir da análise dos dados médios sazonais da precipitação para Campo Mourão e Maringá (Figura 2), notou-se que em Campo Mourão os períodos do verão e primavera acumularam os maiores volumes, com média no verão de 507,7 mm e na primavera de 503,2 mm. Observou-se ainda que o outono, por ser uma estação de transição e mais instável, totalizou 375,8 mm, enquanto que o inverno, por ser a estação mais seca devido à presença mais intensa da massa Polar Atlântica mais fria e estável, apresentou apenas 288,9 mm.

Figura 2 – Precipitação Média sazonal da precipitação de Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019



A média de precipitação durante o verão e a primavera em Maringá é de 530,5 mm e 498,5 mm, respectivamente, sendo que no verão o valor é levemente superior ao registrado em Campo Mourão, evidenciando novamente as características anteriormente aventadas para o regime mensal de chuva. O outono e o inverno apresentam valores levemente inferiores a Campo Mourão, com medias de 327,8 e 250,8 mm, respectivamente (Figura 2).

Na análise da distribuição total anual da precipitação nas áreas estudadas (Figura 3), constatou-se que a média climatológica anual para Campo Mourão foi de 1675,53 mm. Pode-se verificar que a precipitação foi mais elevada nos anos de 1983, 2013 e 2015, quando os totais anuais foram superiores a 2000,0 mm. Os anos de 1978, 1985, 1988 e 2006 apresentaram os menores valores de precipitação total anual durante a série histórica, com 1186,8 mm, 1271,0 mm, 1236,7 mm e 1233,4 mm, respectivamente.

Para Maringá, a média climatológica anual foi de 1598,6 mm. Analisando a precipitação total anual do município, notou-se que somente os anos de 1997 e 2015 apresentaram totais anuais superiores a 2000,0 mm. Foi possível perceber ainda que ocorreram anos com precipitação inferior a 1150,0 mm, como nos casos dos anos de 1978, 1984, 1999 e 2012, que



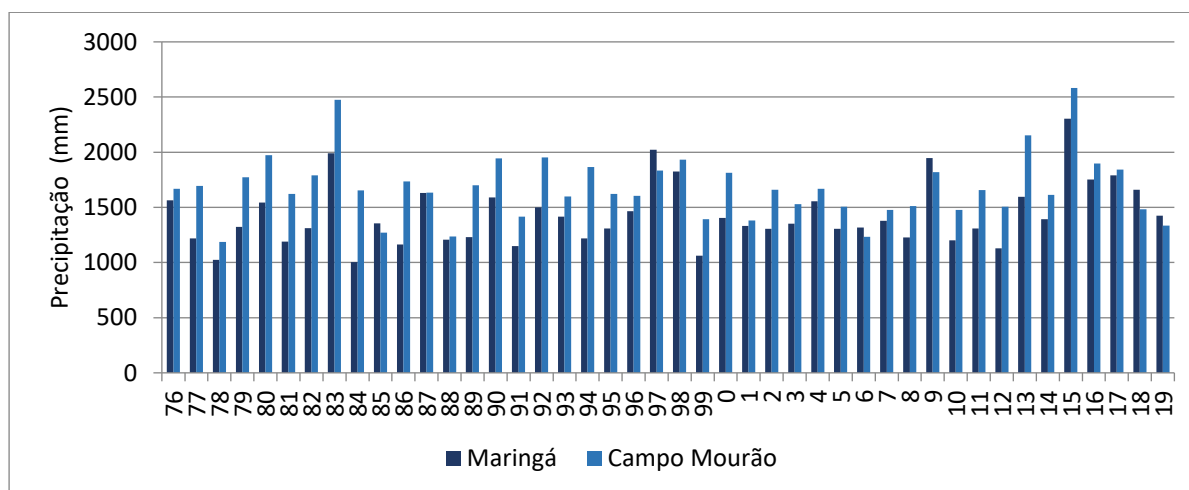
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

apresentaram os valores de 1024,3 mm, 1003,6 mm, 1063,0 mm e 1128,4 mm, respectivamente, sendo estes valores bem abaixo daqueles registrados em Campo Mourão.

Figura 3 – Precipitação total anual Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019



Analisando toda a série histórica das duas localidades, notou-se que em apenas 13,63% dos anos a precipitação pluviométrica total registrada em Maringá foi acima dos valores registrados em Campo Mourão.

Os valores mensais para o ano mais chuvoso (2015), ano de El Niño muito forte (NOAA, 2021), tanto para Maringá quanto para Campo Mourão (Figura 4), mostram que mesmo as cidades estando geograficamente próximas, a uma distância de 90 km, a precipitação não apresentou similaridade de valores ao longo do ano, com exceção apenas para os meses de abril, agosto e setembro, o que pode indicar que o fenômeno, muito atuante e intenso durante todo aquele ano, é capaz de alterar profundamente o regime pluviométrico normal da região.

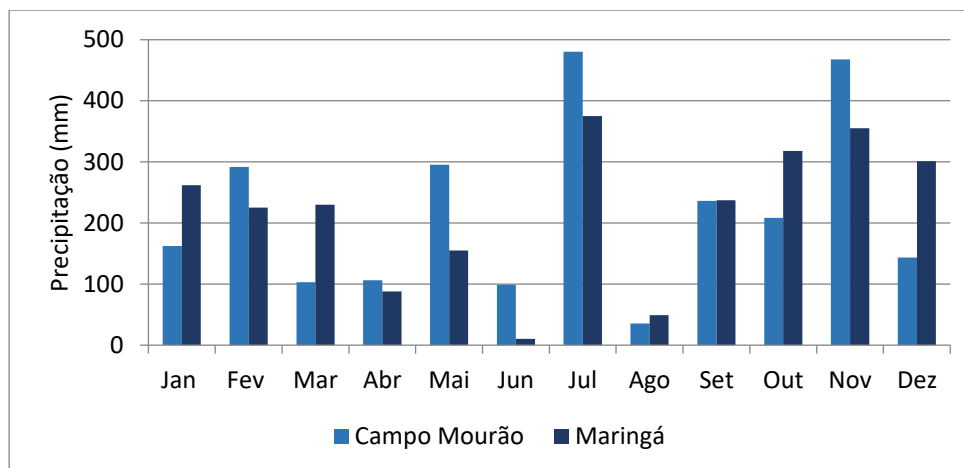


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 4 – Precipitação total mensal para o ano de (2015) ano mais chuvoso da série histórica Campo Mourão e Maringá



Neste mesmo ano os maiores valores mensais ficaram concentrados no segundo semestre para as duas localidades, concordando com o período de maior intensificação do fenômeno. No mês de julho os valores foram acima de 350,0 mm, lembrando que para este mês a média mensal climatológica para Campo Mourão é de 86,0 mm e para Maringá de 70,0 mm, como já demonstrado através da figura 1.

Segundo Nery (2005) a variabilidade da precipitação pluviométrica na região Sul é expressivamente complexa, com diversas atividades dinâmicas, como massas polares, sistema convectivos, maritimidade e continentalidade, ambas interferindo diretamente na temperatura e umidade. Os dados aqui apresentados não somente concordam com tal apontamento, como também comprovam que fenômenos macro escalares, como o El Niño, pode suplantar ainda mais essa complexidade.

O percentual de intervalo de classe de chuva predominante em Campo Mourão é de chuva moderada (10,0 – 25,0 mm acumulados em um dia), sendo o mais frequente durante oito meses do ano, variando de 30,6% de frequência em outubro a 33,6% em agosto e dezembro. O intervalo de chuva fraca (2,5 – 10,0 mm) foi o mais frequente em fevereiro, março, julho e novembro, variando de 29,9% a 35,1%. O intervalo de chuveiro (0,1 – 2,5 mm) variou de 12,9% em maio a 19,3% em abril. Já o intervalo de chuva forte (25,0 – 50,0 mm) variou de 13,6% em fevereiro a 20,8% em novembro (Tabela 1).

Com relação à chuva extrema (mais de 50 mm em um dia), observa-se que é o intervalo menos frequente em todos os meses, não ultrapassando 10% de frequência em nenhum mês,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

tendo a menor frequência em agosto (3,7%) e a maior em maio (9,4%).

Tabela 1 – Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados, em Maringá e Campo Mourão

*CIP	*IP(mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	15,0	17,4	14,8	19,3	12,9	15,2
Chuva Fraca	2,5 -10,0	30,0	35,1	34,4	24,0	25,7	27,2
Chuva Moderada	10,0 -25,0	32,2	28,3	32,0	32,3	31,3	32,9
Chuva Forte	25,0 -50,0	16,6	13,6	14,3	18,0	20,7	19,8
Chuva Extrema	>50,0	6,2	5,6	4,4	6,3	9,4	4,9
Total		100	100	100	100	100	100

CAMPO MOURÃO							
*CIP	*IP(mm)	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	15,2	15,0	14,6	15,9	13,9	15,0
Chuva Fraca	2,5 -10,0	33,3	32,7	29,6	25,7	29,9	27,9
Chuva Moderada	10,0 -25,0	28,1	33,6	31,1	30,6	29,6	33,6
Chuva Forte	25,0 -50,0	18,6	15,0	18,3	20,0	20,8	17,1
Chuva Extrema	>50,0	4,8	3,7	6,4	7,8	5,8	6,3
Total		100	100	100	100	100	100

*CIP = Classificação da Intensidade de Precipitação *IP = Intervalo de Precipitação

Para Maringá, o intervalo de classes de chuva predominante durante o ano é de chuva fraca (2,5 – 10,0 mm acumulados em um dia), sendo o mais frequente durante onze meses do ano, variando de 28,53% de frequência em setembro a 36,92% em julho, além de apresentar certa semelhança com a tabela 1 em fevereiro, março e julho. O intervalo de chuva moderada (10,0 – 25,0 mm) foi o mais frequente em novembro, com 32,05% (Tabela. 2). Já o fato de Maringá ter apresentado maior porcentagem de chuvas fracas ao longo do ano em comparação com Campo Mourão, que apresentou predominância de chuvas moderadas, corrobora com os resultados apresentados na figura 3, quando indicado que Campo Mourão possui totais anuais de chuvas mais elevados do que Maringá, ou seja, as chuvas em Campo Mourão tendem a ser mais volumosas.

O intervalo de chuvisco (0,1 – 2,5 mm) variou de 13,8% em novembro a 22,90% em julho. Já o intervalo de chuva forte (25,0 – 50,0 mm) variou de 13,41% em fevereiro a 20,0 % em outubro. Novamente com relação à chuva extrema (mais de 50 mm em um dia), observa-se que é o intervalo menos frequente em todos os meses, não ultrapassando 10% de frequência em nenhum mês, igualmente a Campo Mourão, tendo menor frequência em agosto (1,54%) e



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

maior em abril (7,94%).

Tabela 2 – Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados, em Maringá

*CIP	*IP(mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	14,33	15,98	14,60	15,52	14,66	20,60
Chuva Fraca	2,5 -10,0	36,36	33,14	33,33	31,05	32,90	29,59
Chuva Moderada	10,0 -25,0	27,62	31,56	31,39	28,88	26,38	28,46
Chuva Forte	25,0 -50,0	15,73	13,41	15,82	16,61	18,57	16,85
Chuva Extrema	>50,0	5,24	5,92	4,87	7,94	7,49	4,49
Total		100	100	100	100	100	100

MARINGÁ

*CIP	*IP(mm)	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	22,90	22,05	17,79	13,42	13,08	15,90
Chuva Fraca	2,5 -10,0	36,92	31,28	28,53	30,79	31,79	34,19
Chuva Moderada	10,0 -25,0	19,16	30,26	28,22	28,95	32,05	28,43
Chuva Forte	25,0 -50,0	17,29	14,87	19,94	20,00	18,72	15,71
Chuva Extrema	>50,0	3,74	1,54	5,52	6,84	4,36	5,77
Total		100	100	100	100	100	100

*CIP = Classificação da Intensidade de Precipitação *IP = Intervalo de Precipitação

A figura 5 ilustra o total de ocorrência de dias de chuva em Campo Mourão, demonstrando que o ano de 2015 foi o de mais dias chuvosos (131 dias), enquanto que 1999 foi o ano com menos dias de chuva (72 dias). A média obtida para a série histórica foi de 97,5 dias com chuva por ano e 267,5 dias sem chuva.

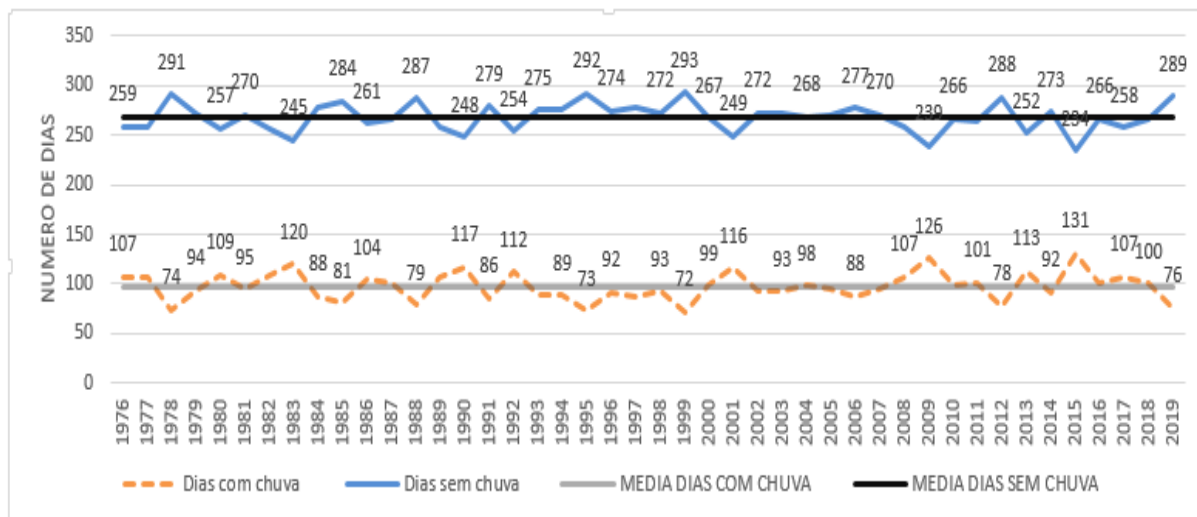


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

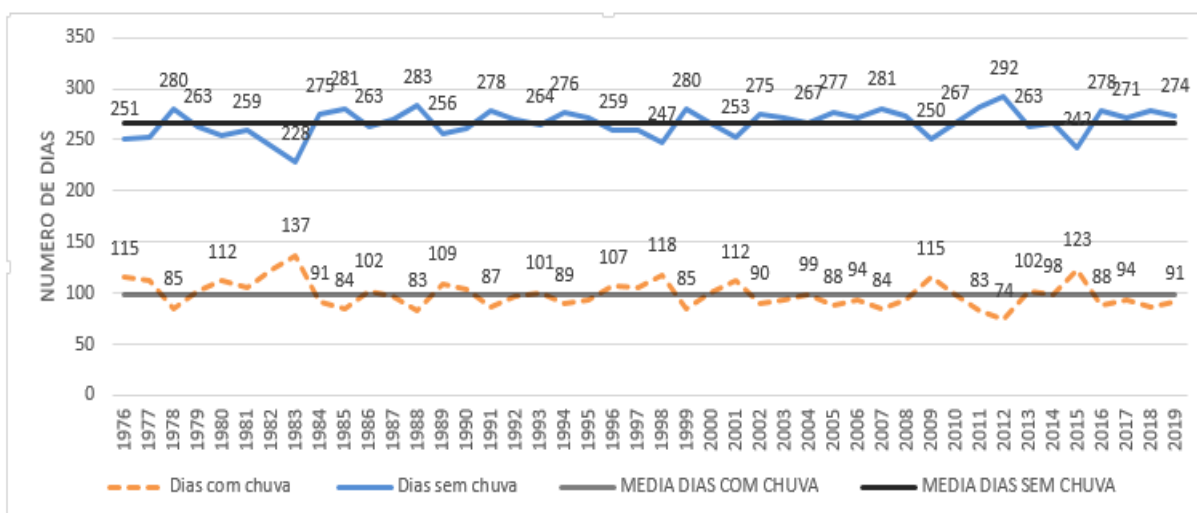
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 51 – Total de dias com e sem ocorrência de chuva em Campo Mourão no período de 1976 a 2019



O ano com mais episódios de dias de chuva em Maringá foi 1983 com 137 dias, enquanto que 2012 foi o ano com menor ocorrência de dias com chuva, totalizando 74 dias (Figura 6). A média de dias com chuva obtida para o período estudado foi de 98,8 dias e 266,2 dias sem chuva, sendo levemente maior quando comparada com a de Campo Mourão.

Figura 62 – Total de dias com e sem ocorrência de chuva em Maringá no período de 1976 a 2019



Com relação ao percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados em Maringá e Campo Mourão no período de 1976 a 2019 (Tabela 3), é possível



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

observar que nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro os valores foram maiores, enquanto que nos demais meses os valores foram maiores somente para Campo Mourão.

Este resultado mostrou que as maiores diferenças observadas entre as duas localidades foram no outono e inverno, com maiores valores para Campo Mourão (Tabela 3), o que explica que nestas estações o regime pluviométrico está mais condicionado ao deslocamento dos sistemas frontais com maior intensidade, embora a uma distância de apenas 94 km de Maringá.

No verão e na primavera os maiores valores foram registrados em Maringá (Tabela 3). Neste período, devido aos processos convectivos serem mais intensos por conta do aquecimento diferencial da superfície, ou seja, a dinâmica atmosférica ser diferente nesta estação do ano há repercussão tanto na distribuição quanto no volume das chuvas para esta localidade.

Tabela 3 – Percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados em Maringá e Campo Mourão no período de 1976 a 2019

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Total de dias (T)	1364	1243	1364	1320	1364	1320	1364	1364	1320	1364	1320	1364
Maringá (%)	41,9	40,8	30,1	21,0	22,5	20,2	15,7	14,3	24,7	27,9	29,5	36,9
Campo Mourão (%)	36,7	40,3	28,2	22,7	23,4	21,4	16,9	15,7	24,8	30,0	27,3	34,7

4. Considerações finais

O mês de janeiro apresentou maior média de precipitação e maior número de dias com chuva e agosto é o mês com menor média de precipitação e de dias com chuva para ambas as localidades. O padrão mensal anual de distribuição é muito semelhante para ambos os municípios, porém durante os meses de maio e outubro os valores são maiores para Campo Mourão.

As respectivas localidades são caracterizadas com verões e primaveras chuvosas, enquanto que os meses de maio e outubro possuem elevadas precipitações devido ao fato de serem meses de transição entre as estações. O mês de maio marca a transição entre o final do período quente do verão com o início do outono mais frio, aumentando as instabilidades atmosféricas devido às diferentes características físicas e dinâmicas das massas de ar e sistemas que se confrontam na região nesse período do ano, marcado pelo início do domínio do



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ar frio. Durante o mês de outubro, um cenário parecido se repete, porém, de forma inversa, ou seja, começa a haver um declínio na intensidade das massas de ar frias, iniciando-se maior domínio do ar aquecido oriundo do norte do país e, muitas das vezes, essa transição ocorre de modo bastante instável, com mais propensão a volumes de chuvas mais expressivos, ainda que pouco duradouros.

Com relação ao percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados, foram constatados que para Maringá os valores foram maiores no verão e na primavera, enquanto que em Campo Mourão os valores foram maiores no outono e no inverno. Tais resultados podem ser importantes para o planejamento agrícola, tendo em vista que determinam os meses com mais água disponível no solo para as culturas mais implantadas nas duas localidades, as quais são majoritariamente de ciclo curto.

No total anual e na média climatológica Campo Mourão possui maiores valores comparado a Maringá, sendo 1675,5 mm e 1598,6 mm respectivamente. O ano com a maior precipitação foi 2015 para ambas as localidades, um ano marcado pela atuação de um intenso fenômeno El Niño. Por outro lado, o ano com os menores valores anuais não foram coincidentes entre as duas localidades, sendo 1984 (La Niña) para Maringá e 1978 (neutralidade, porém, com tendência a resfriamento) para Campo Mourão.

5. Referências

BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR.** 2006 (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente. 172 p.

BOTELHO, V. A. V. A.; MORAIS, A. R. Estimativas dos parâmetros da distribuição gama de dados pluviométricos do Município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.697- 706, 1999.

CARMELLO, V., SANT’ANNA NETO, J. L. Variabilidade das chuvas na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema - 1999-2000 a 2009-2010. **Revista Ra’eGa**, Curitiba, v.33, p.225-247, 2015.

FRITZSON, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **RA’eGa – O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, v.23, p. 555- 572, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativas da População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 04 de nov. de 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL -IPARDES. 2019. **Caderno Estatístico - Município de Campo Mourão e Maringá**. Curitiba: IPARDES/Fundação Édison Vieira.

NERY, J. T. Dinâmica climática da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p.61-75, 2005.

NITSCHKE, P. R. et al. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina-PR: Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, 2019. 210 p.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service. Climate Prediction Center. **Cold & Warm Episodes by Season**. 2021. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php. Acesso em: 15 nov. de 2020.

PINHEIRO, G. M., VIDE, J. M. Tendência pluviométrica no município de Irati – PR. **Revista Brasileira de Climatologia**, v 23, p. 60-71, 2018.

PIRES, R. A. de S. Caracterização da Precipitação Pluviométrica da Bacia do Rio Piquiri (PR) – 1979 a 2012. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.23, p. 328-342, 2018.

TERASSI, P. M. de B.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. F.; GÓIS, G de; GALVANI, E. Variabilidade do Índice de Precipitação Padronizada na Região Norte do Estado do Paraná Associada aos Eventos de El Niño-Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, p. 11-25, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786331002>.

ZANDONADI, L. Chuvas extremas e o intenso EL Niño de 2015/2016: impactos na rede de coleta e abastecimento de água da cidade de Maringá, Paraná. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium**, v. 11, n. 1, P. 38-69, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/BGJ-v11n1-a2020-52345>.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

DESASTRES POR INUNDAÇÃO E/OU ALAGAMENTO QUE OCORRERAM EM INDAIAL (SC) DURANTE O PERÍODO DE 2000 A 2019

KÁTIA SPINELLI¹

RESUMO

O município de Indaial está localizado na região do Vale do Itajaí, em Santa Catarina, e assim, como outros municípios dessa região, ocorrem períodos com excesso de chuva que ocasionam desastres por inundação e/ou alagamentos. Dessa forma, o objetivo deste artigo é de identificar e analisar as condições atmosféricas que favoreceram os desastres por inundações no município de Indaial (SC) durante o período de 2000 a 2019. Para tal, utilizou-se dados diários de chuva registrados na estação meteorológica convencional localizada em Indaial e registros dos relatórios anuais de ocorrência de desastres da Defesa Civil de Santa Catarina. Para identificar os sistemas atmosféricos que atuaram nos períodos de desastres, utilizou-se os Boletins da Climanálise. Ao analisar os dados, identificou-se cinco desastres em Indaial durante o período pesquisado. O predomínio de ocorrência desses desastres foi durante as estações da primavera e verão. Além disso, os episódios de desastres registraram acumulados de chuva superior a Normal Climatologia mensal. Ao verificar os sistemas atmosféricos que favoreceram a ocorrência dos períodos com chuva intensa foi comum a atuação de dois ou mais sistemas em conjunto. Identificou-se a atuação dos seguintes sistemas atmosféricos concomitantemente: a) Sistema Frontal e Vórtice Ciclônico de Altos Níveis; b) Sistema Frontal e Jato Subtropical; c) Anticiclone Semiesticionário e Bloqueio Atmosférico; d) Sistema Frontal e Cavado na média e alta atmosfera; e) Sistema de Baixa Pressão e Jato Subtropical; f) Sistema Frontal, Jatos de Baixos Níveis e Jato Subtropical.

Palavras-chave: Inundação; Desastre; Sistemas atmosféricos.

ABSTRACT

The municipality of Indaial is located in the Itajaí Valley region, in Santa Catarina, and like other municipalities in that region, there are periods of excessive rain that cause flooding disasters. Then, the objective of this article is to identify and analyze the atmospheric conditions that favored flood disasters in the municipality of Indaial (SC) during the period from 2000 to 2019. So, daily rain data were recorded at the weather station was used, located in Indaial and records of the annual reports of disasters occurring in the Civil Defense of Santa Catarina. In order to identify the atmospheric systems that acted in the periods of disasters, the Climanálise reports were used. When analyzing the data, five flood disasters were identified in Indaial during the survey period. The predominance of these disasters occurred during the spring and summer seasons. In addition, the occurrences of disasters registered rainfall accumulated above Normal Climatology monthly. When checking the atmospheric systems that favored the occurrence of periods with intense rain, it was common for two or more systems to act together. The performance of the following atmospheric systems was identified simultaneously: a) frontal system and High Level Cyclonic Vortex; b) frontal system and Subtropical Jet Streams; c) semi-stationary anticyclone and atmospheric block; d) frontal and trough system in the medium and

¹ Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Uniasselvi, pesquisadora independente, e-mail: ka.spinelli@hotmail.com.br.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

high troposphere; e) low pressure system and Subtropical Jet streams f) frontal system, Low Level Jet Streams and Subtropical Jet Streams.

Keywords: Flood; Disaster; Atmospheric systems.

1. Introdução

O município de Indaial se localiza na Mesorregião do Vale do Itajaí, onde está contida a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. Essa é uma das regiões catarinense mais atingidas por desastres decorrentes de inundações (bruscas e graduais) e escorregamento de massa (HERRMANN, 2014). A figura 1 demonstra a localização no município de Indaial e da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí ao qual está inserido.

Os fatores físicos, como a geologia, a geomorfologia e as condições climáticas da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, aliado ao uso do solo, com o aumento das áreas impermeáveis, estabelecem condições de risco a ocorrência das inundações, alagamentos e escorregamentos (TUCCI, 2004). Ávila e Mattedi (2015), também ressaltam outros fatores que ampliam o risco dos desastres no Vale do Itajaí, como a vulnerabilidade da população atingida e a insuficiência das ações governamentais para mitigação dos desastres.

Em relação as condições climáticas, Murara et al (2016) aponta que a região nordeste da Bacia, compreendendo o município de Indaial, possuem os maiores registros de precipitação total o que sugere a ocorrência de chuvas intensas. Sendo que a maior quantidade de chuva ocorre no verão, seguido pela primavera.

A pesquisa de Gouvea (2017), também, identificou que as maiores estimativas de retorno das precipitações máximas para o período de 10, 20, 50 e 100 anos, de maneira geral, se encontram na faixa nordeste da bacia hidrográfica, especialmente nas adjacências das estações pluviométricas de Pomerode, Rio dos Cedros, Luis Alves e Indaial. Assim, estudos climáticos sobre a ocorrência de chuva na parte nordeste desta bacia hidrográfica, incluindo o município de Indaial, é pertinente para previsões meteorológicas e melhor compreensão dos fatores que impulsionam o risco as inundações, alagamentos e deslizamento de massa na região.

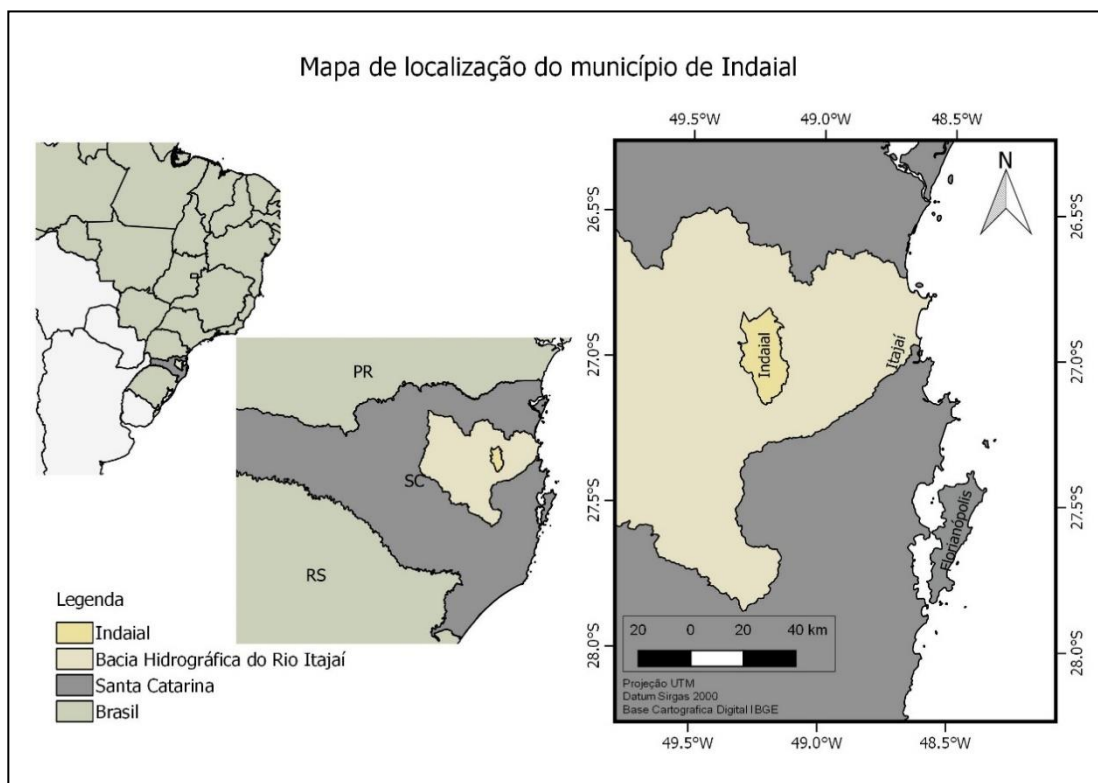


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 3- Localização do município de Indaial e da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí



Elaboração: próprio autor.

De acordo com Monteiro (2001), os sistemas atmosféricos que favorecem a ocorrência de chuva no estado catarinense são os sistemas frontais, os vórtices ciclônicos, os cavados de nível médio, a convecção tropical, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a circulação marítima. Além disso, o relevo presente no estado, também, favorece a ocorrência de precipitação mais abundante nas regiões próximas as encostas dos relevos mais acentuados (MONTEIRO, 2001).

Além desses, outros fenômenos atmosféricos, também, podem atuar no estado e favorecer a ocorrência de chuvas acentuadas como os períodos de El Niño Oscilação Sul (ENOS), os bloqueios atmosféricos e as correntes de jato de baixo e alto níveis (PEZZI et al, 1996; MENDES et al, 2005; Marengo et al, 2009).

Em relação as pesquisas que buscaram compreender os sistemas atmosféricos que favorecem a ocorrência de chuva extremas na Bacia do Rio Itajaí, pode-se mencionar as pesquisas de Pizzi (2020), Aversa (2011), Severo et al (1999). Nessa última pesquisa



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

mencionada, os autores identificaram os sistemas atmosféricos que atuaram em eventos extremos de chuva diárias para o período de 1995 a 1997. Concluíram que os sistemas mais frequentes foram os frontais, em sequência os Vórtices Ciclônicos e, em um número menor de casos, foram identificados a atuação da corrente de Jato Subtropical e de ciclogênese.

Aversa (2011) destaca a atuação sazonal das massas de ar no Vale do Itajaí, sendo mais afetada por massas polares marítimas e tropicais marítimas, com participação mínima de massas polares continentais e tropicais continentais. Além disso, a flutuação no regime de chuvas nos anos analisados foi favorecida pelo dinamismo da Frente Polar Atlântica.

Em relação a pesquisa de Pizzi (2020) que analisou as chuvas intensas, a ocorrência dos desastres (inundação, enxurrada, deslizamento e alagamento) e a sua relação com o fenômeno ENOS (El Niño Oscilção Sul) para as mesorregiões do Vale do Itajaí e Grande Florianópolis, no período 1998 a 2009. Constatou-se uma grande conexão entre a ocorrência de chuvas intensas e os desastres, sendo as maiores ocorrências entre verão e primavera. Em relação ao ENOS, a média de dias com chuva acima de 50 mm nos anos de El Niño foi menor que a dos anos neutros. Em contrapartida nos anos de La Niña houve uma maior média, assim, os dados de Pizzi (2020) demonstraram baixa interferência dos períodos de El Niño no aumento das chuvas intensas e ocorrência dos desastres na Região estudada.

Diante desse contexto, viu-se a necessidade de obter continuidade nas pesquisas sobre os sistemas e fenômenos atmosféricos que são capazes de favorecer a ocorrência de chuvas intensas e desastres na região do Vale do Itajaí. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é de identificar e analisar as condições atmosféricas que favoreceram os desastres por inundações e/ou alagamentos no município de Indaial (SC), durante o período de 2000 a 2019.

Tais resultados, apesar de ser uma pesquisa local, podem dar indícios sobre os fenômenos que também favorecerem períodos com excesso de chuva no Vale do Itajaí. Podendo auxiliar nas previsões do tempo e alertas ao risco de inundações e alagamentos para o município e microrregião.

2. Metodologia

Considerou-se como episódios de desastres por inundação e/ou alagamentos aqueles que tiveram registros de Estado de Calamidade Pública (ECP) ou de Situação de Emergência (SE) para o município de Indaial, classificados como episódios de inundação e/ou alagamento pela Defesa Civil do Estado de Santa Catarina.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Os períodos de desastres foram identificados a partir dos relatórios anuais de ocorrência de SE e ECP disponíveis no site da Defesa Civil de Santa Catarina (2021). Verificou-se os casos de SE e ECP registrados para o município categorizados no relatório como: a) inundação brusca; b) enchente; c) inundação; d) enxurrada e alagamento. Considerou-se a data de ocorrência do desastre, registrada nesses relatórios anuais da Defesa Civil.

Posteriormente, verificou-se a ocorrência da chuva diária durante o mês de ocorrência do desastre em Indaial. Para tal, utilizou-se os dados disponíveis na estação meteorológica convencional sediada em Indaial. Os dados históricos estão disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a tabela 1 apresenta os demais dados sobre a estação meteorológica.

Tabela 3- Informações sobre a Estação Meteorológica convencional de Indaial

Código da estação	Latitude	Longitude	Altitude
83872	-26.91361111	-49.26805554	72.28

Fonte: INMET (2021). Elaboração: próprio autor.

A estação meteorológica convencional de Indaial iniciou suas atividades em outubro de 1970 e fechou em março de 2018. Atualmente, desde 2006, a cidade de Indaial conta uma estação meteorológica automática em funcionamento. Contudo, optou-se por utilizar os registros da estação convencional, pois abrange todo o período de ocorrência de desastres por inundação e/ ou alagamento estudado nesta pesquisa. Houve somente uma falha nos dados diários de chuva, a falha ocorreu no 09/09, e para esse dia, preencheu-se a falha com o registro da estação meteorológica automática de Indaial.

Após analisar os períodos de desastres e a ocorrência de chuva diária, identificou-se os sistemas atmosféricos que atuaram naquele mês e favoreceram a ocorrência dos dias chuvosos. Os sistemas atmosféricos foram identificados a partir dos Boletins da Climanálise mensais, disponíveis no site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

Além disso, verificou-se o acúmulo de chuva durante os dias que favoreceram a ocorrência do desastre e comparou-se a Normal Climatológica de 1981 a 2010 para a cidade de Indaial, referente a chuva mensal acumulada. Os valores da Normal Climatológica estão disponíveis no site do INMET (2021).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

3. Resultados e discussão

De 2000 a 2019 foram registrados cinco desastres por inundação e/ou alagamento no município de Indaial. A tabela 1, demonstra a data de ocorrência e o tipo de decreto, sendo Estado de Emergência (SE) ou Calamidade Pública (ECP). É possível verificar que os desastres por inundações ocorreram, principalmente no verão e primavera, concordando com os resultados encontrados nas pesquisas de Gouvea (2017) e Pizzi (2020) que constataram que as chuvas intensas ocorrem principalmente nessas duas estações do ano no Vale do Itajaí.

Tabela 2 - Reconhecimentos de desastres por inundação e/ou alagamento (SE e ECP) em Indaial, 2003 a 2015

Data de ocorrência	Decreto
01/10/2001	SE
24/11/2008	SE
13/01/2010	SE
08/09/2011	SE
20/09/2013	SE

Fonte: Defesa Civil de Santa Catarina (2021). Elaboração: próprio autor.

No período pesquisado não ocorreram decretos de Calamidade Pública, somente de Estado de Emergência. Após o ano de 2013 até 2019 não foram mais registrados desastres por inundação e/ou alagamento no município de Indaial.

Para analisar as condições atmosféricas que favoreceram a ocorrências dos desastres por inundação e/ou alagamento em Indaial será descrito cada um desses períodos de desastre, trazendo as chuvas diárias registradas na estação meteorológica localizada em Indaial e os sistemas que atuaram e favoreceram a formação de chuva.

3.1 Desastre de Outubro de 2001

O relatório da Defesa Civil de Santa Catarina (2021) aponta que o dia do decreto do desastre ocorreu em 01/10/2001. A tabela 2 mostra a ocorrência diária de chuva nos dias próximos a ocorrência do decreto de desastre no município de Indaial.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 3 - Chuva diária registrada na estação meteorológica convencional de Indaial (SC), entre 29/09 a 02/10/2001

Data	Chuva diária (mm)
01/10	147
02/10	17

Fonte: INMET. Elaborado: próprio autor.

Os dias com chuva que favoreceu o desastre foram 01 e 02 de outubro, sendo que o primeiro dia teve a maior concentração de chuva, com 147 mm. Ao final desses dois dias houve um total acumulado de 164 mm de chuva. Sendo que 167,4 mm de chuva é a Normal Climatológica de Indaial para a chuva mensal de outubro. Assim, um único dia do mês registrou cerca de 98% do total da chuva esperado para o mês.

De acordo com o Boletim da Climanálise (2001) dos meses de setembro e outubro, nos últimos dias do mês de setembro ocorreu a formação de um vórtice ciclônico de altos níveis (VCAN) que atuou em latitudes média (30°S) e interagiu com um centro de baixa pressão em baixos níveis da atmosfera, estando acoplado a um sistema frontal (frente fria). Essa junção entre um sistema frontal e um VCAN provocaram as chuvas que ocorreram entre o final do mês de setembro e início de outubro na Região Sul do país.

3.2 Desastre de novembro de 2008

Dados da Defesa Civil de Santa Catarina (2021) demonstram que o desastre por inundação e/ou alagamento em Indaial ocorreu no dia 24/11/2008. A Figura 2, demonstra os dias que antecederam e sucederam a data do desastre, nela é possível verificar que o mês de novembro iniciou com a ocorrência de chuva e prosseguiu até os últimos dias do mês, totalizando um valor extremo de 597,7mm de chuva. Ressalta-se que a Normal Climatológica (1981-2010) para esse mês é de 156,4 mm de chuva.

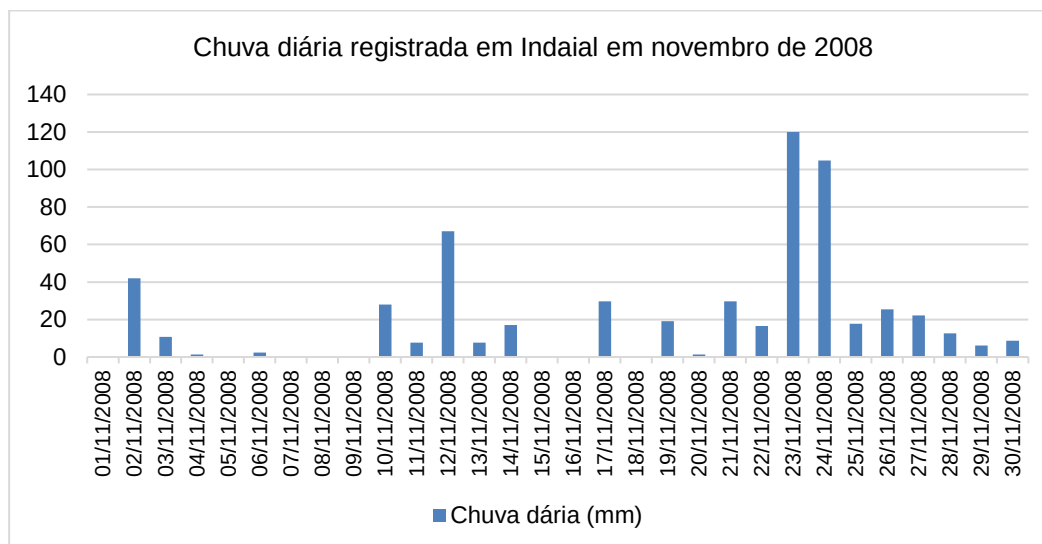


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 4 - Chuva diária registrada em Indaial (SC) no mês de novembro de 2008



Fonte: INMET. Elaboração: próprio autor.

Nesse mesmo período, outros municípios da região do Vale do Itajaí, como Blumenau e Rio do Sul decretaram desastres por inundação e deslizamento de massa facilitados por esse alto volume de chuva que ocorreu na região (DEFESA CIVIL DE SANTA CATARINA, 2021; BOLETIM CLIMANÁLISE, 2008).

As chuvas iniciaram no dia 02/08, com o primeiro pico do mês com 42 mm. O segundo pico do mês ocorreu no dia 12, com 67 mm. Nessa primeira quinzena do mês já havia sido acumulado 184,1 mm, contudo, as chuvas continuaram ocorrendo. Sendo que os maiores volume foram registrados nos dias 23 e 24, com 119,9 mm e 104,7 mm, respectivamente. Somente nesses dois dias foram acumulados 224,6 mm de chuva e favoreceram a ocorrência do desastre por inundação e/ou alagamento no município de Indaial.

Em relação aos sistemas que atuaram e provocaram esse excesso de chuva no mês de novembro, eles foram distintos entre o início e a segunda quinzena do mês. No primeiro dia do mês houve a formação de um centro de baixa pressão no oeste da Região Sul que foi intensificado pela atuação do Jato Subtropical que estava posicionado sobre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, esses fenômenos ocasionaram as chuvas nos primeiros dias do mês. Posteriormente, entre os dias 11 e 12 houve a formação de uma frente com deslocamento pelo oceano, aliado a isso, houve formação de vórtice ciclônico em altos níveis (VCAN) da atmosfera o que provocaram a ocorrência de elevados volumes de chuvas no noroeste de Santa Catarina,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

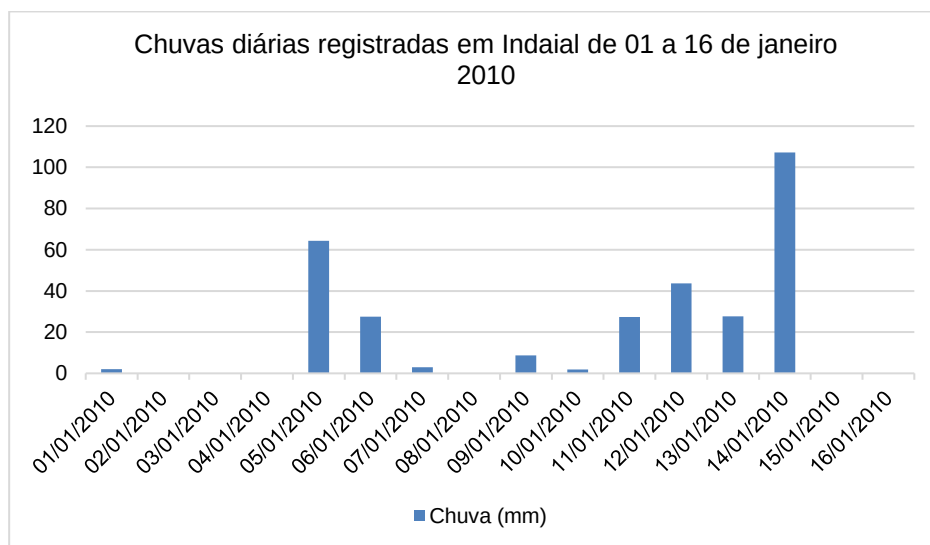
onde se localiza Indaial (BOLETIM CLIMANÁLISE, 2008).

Já os maiores volumes de chuva registrados nos dias 23 e 24 foram decorrentes da formação de um sistema de alta pressão semi-estacionário no Atlântico Sul, somado a ocorrência de um bloqueio atmosférico. A convergência de umidade litorânea se intensificou o que favoreceu a formação de elevados totais pluviométricos (BOLETIM CLIMANÁLISE, 2008).

3.3 Desastre de janeiro de 2010

O relatório da Defesa Civil de Santa Catarina (2021) apontou mais uma ocorrência de inundação e/ou alagamento em Indaial no dia 13 de janeiro de 2010 com o registro de Estado de Emergência. A figura 4 demonstra o valor de chuva diária entre a primeira quinzena do mês de janeiro, visto que o maior volume ocorreu no último dia deste período.

Figura 5 - Chuva diária registrada na estação meteorológica de Indaial (SC) na primeira quinzena de janeiro de 2010



Fonte: INMET. Elaboração: próprio autor.

Verifica-se que na primeira quinzena do mês de janeiro iniciou com chuvas mais volumosas no dia 05 e 06 com o registro de 64,4mm e 27,5 mm, respectivamente. Posteriormente, houve ocorrência de chuva nos dias 07, 09 e 10 com menores valores, seguido por dias consecutivos com volumes maiores de chuva, com destaque para o dia 14 com o registro de 107,2mm de chuva diária.

Ressalta-se que antes do dia 14, já tinha sido acumulado 203,9 mm de chuva. Assim,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

quando se precedeu mais um dia de chuva intensa, registrou-se a ocorrência do desastre por inundação e/ou alagamento em Indaial. Ao final dessa quinzena mensal foram acumulados 311,1mm de chuva, sendo que a Normal Climatológica prevista para este mês é de 243,3mm.

De acordo com o Boletim da Climanálise (2010) durante quase todo o mês houve a formação de intensas áreas instabilidade em quase toda a região Sul. Essa instabilidade foi provocada pela passagem de sistemas frontais, associada a atuação do Jato de Baixos Níveis.

Além disso, houve a atuação do Jato Subtropical de maneira mais intensa entre os dias 07 e 13, o que favoreceu a formação de uma região de convergência de umidade entre o Sudeste e Sul do Brasil. Aliado a isso, no dia 12 havia ingressado um sistema frontal no sul do Rio Grande do Sul, se deslocando até o litoral de Santa Catarina no dia 13. A atuação conjunta desses sistemas (sistema frontal e Jato Subtropical) coincidiram com as chuvas registradas no dia 14 em Indaial (BOLETIM DA CLIMANÁLISE, 2010).

3.4 Desastre de setembro de 2011

Dia 08 de setembro de 2011, ocorreu um episódio de desastre por inundação e/ou alagamento em Indaial que registrou Estado de Emergência, devido aos danos causados. As chuvas começaram a ocorrer no dia 06 e perduraram até o dia 09 deste mês, sendo acumulado um total de 232,7 mm de chuva. Sendo que a Normal Climatológica (1981-2010) deste mês é 161,3 mm para Indaial. Na tabela 3 é possível verificar a chuva diária durante esse episódio de inundação.

Tabela 4 - Chuva diária registrada na estação meteorológica de Indaial (SC), entre os dias 06 e 09 de setembro de 2011

Data	Chuva diária (mm)
06/09	40,9
07/09	36,3
08/09	74,5
09/09	81

Fonte: INMET. Elaboração: próprio autor

De acordo com o Boletim da Climanálise (2011) no mês de setembro ocorreram chuvas acima da média em Santa Catarina e sudoeste do Paraná. Os maiores volumes de chuva no início do mês foram favorecidos pela atuação de um sistema frontal associado ao Jato

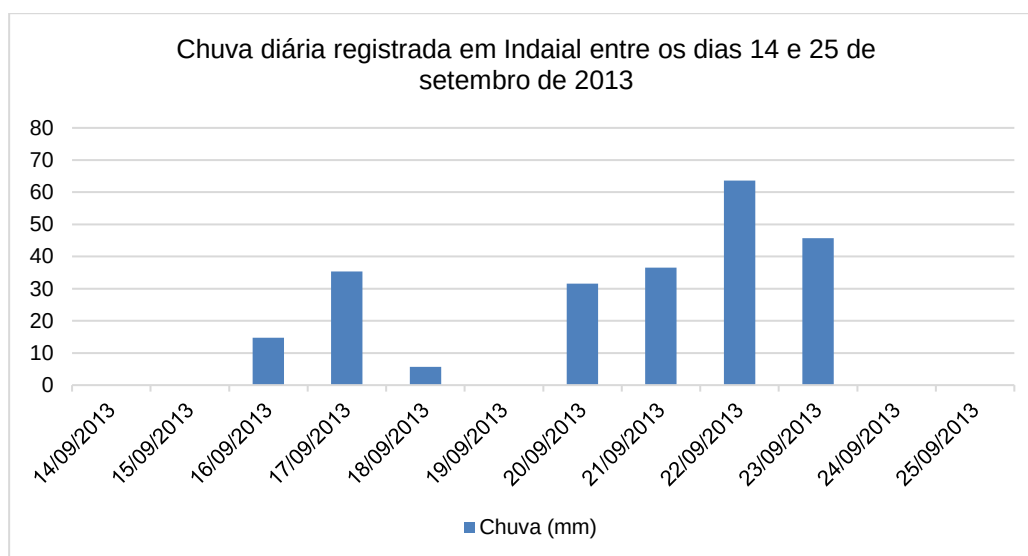


Subtropical de Altos Níveis que atuou com maior intensidade, cuja magnitude excedeu 70 m/s sobre o Rio Grande do Sul.

3.5 Desastre em setembro de 2013

Dia 20 de setembro de 2013, o município de Indaial decretou Estado de Emergência decorrente de inundação e/ou alagamento. A figura 5 demonstra a ocorrência das chuvas diárias na segunda quinzena do mês de setembro de 2013, registrados na estação meteorológica de Indaial. Verifica-se que a ocorrência de chuva iniciou no dia 16, mas a maior intensidade ocorreu entre os dias 20 e 23.

Figura 6 - Chuva diária registrada na estação meteorológica de Indaial (SC) entre os dias 14 e 15 de setembro de 2013



Fonte: INMET. Elaboração: próprio autor.

Entre os dias 16 a 18 foram acumulados 55,7mm, posteriormente, no período de maior intensidade de chuva (20 a 23/09) foram acumulados mais 177,4 mm. Sendo a maior intensidade no dia 22 com 63,3 mm de chuva diária. Dessa forma, nesses oito dias do mês de setembro ocorreram um total acumulado de 233,1 mm de chuva. Visto que a Normal Climatológica (1981-2010) para todo o mês de setembro é de 161,3mm de chuva para Indaial.

As chuvas que ocorreram entre os dias 16 e 18 foram ocasionadas pela passagem de um sistema frontal, associado a formação de um cavado na média e alta troposfera. Já as chuvas



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

mais intensas que ocorreram a partir do dia 20, foram provocadas pela passagem de um novo sistema frontal que se formou sobre o Uruguai no dia 20. Acrescido a isso, o Jato Subtropical se intensificou e se posicionou sobre o leste da Região Sul após o dia 19 o que favoreceu a formação de áreas de instabilidade (BOLETIM DA CLIMANÁLISE, 2013).

4. Considerações finais

Durante o período de 2000 a 2019 ocorreram cinco ocorrências de desastres por inundação e/ou alagamento em Indaial. Eles ocorreram nos meses de setembro, outubro, novembro e janeiro, assim, com predomínio entre as estações da primeira e verão.

Com exceção de novembro de 2001 que teve ocorrência de desastre com um acúmulo de 164 mm de chuva, os demais episódios de desastres ocorreram com mais de 230 mm de chuva acumulados. Visto que, todos os episódios de desastres tiveram acumulados de chuva superior a Normal Climatologia prevista para aquele mês em Indaial.

Ressalta-se que os desastres de outubro de 2001 e setembro de 2011 tiveram a ocorrência de chuvas concentradas em 2 e 4 dias, respectivamente. Os demais períodos de desastres por inundação e/ou alagamento em Indaial, ocorreram com mais de 6 dias com chuva, contudo, as chuvas mais volumosas se concentraram em um ou dois dias.

Ao verificar os sistemas atmosféricos que favoreceram a ocorrência dos períodos com chuva intensa foi comum a atuação de dois ou mais sistemas em conjunto. Sendo que os sistemas atmosféricos que atuaram juntos nos episódios de desastres em Indaial foram: a) sistema frontal e VCAN; b) sistema frontal e Jato Subtropical; c) anticiclone semi-estacionário e bloqueio atmosférico; d) sistema frontal e cavado na média e alta troposfera; e) sistema de baixa pressão e Jato Subtropical; f) sistema frontal, Jatos de Baixos Níveis e Jato Subtropical.

De maneira geral, cada episódio de desastre por inundação e/ou alagamento teve sua particularidade em relação a atuação dos sistemas atmosféricos, no entanto, é possível verificar que na maioria dos desastres houve a passagem de sistema frontal associado a mais um sistema atmosférico (VCAN, Jatos de Baixos Níveis, cavados, Jato Subtropical) que intensificou a formação de umidade.

5. Referências

AVERSA, M. C. **Circulação atmosférica e precipitação pluviométrica na Bacia do Itajaí – SC: um estudo climatológico aplicado.** 2011. 104f. Trabalho De Graduação (Bacharel em



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011.

ÁVILA, M. R. R; MATTEDI, M. A. As dimensões políticas da produção de desastres: o caso do território do Vale do Itajaí – SC. **Anais...** Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional, 2015.

CLIMANÁLISE. **Boletim de monitoramento e análise climática**, v. 16, n.10, 2001.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**, v. 23, n.11, 2008.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**, v. 25, n.01, 2010.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**, v. 26, n.09, 2011.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**, v. 28, n.09, 2013.

DEFESA CIVIL DE SANTA CATARINA. **Documentos**. Disponível em: <
<https://www.defesacivil.sc.gov.br/municipios/documentos/>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

GOUVEA, R. L. **Avaliação de suscetibilidade de deslizamento de terra associado a eventos extremos meteorológicos na bacia do Rio Itajaí, Santa Catarina**. 2017. 175 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológica da Terra e do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia, 2017.

HERRMANN, M. L. de. P. (org.). **Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. 2 ° edição atualizada e revisada. Florianópolis, SC: Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina, Cadernos Geográfico, 2014.

MARENGO, J.A.; AMBRIZZI, T. ; SOARES, W. Jatos de baixos níveis ao longo dos Andes. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al (org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.169-180.

MENDES, M.C.D ; TRIGO, R. M. ; CAVALCANTI, I. F. A. ; DACAMARA, A. C. Bloqueios atmosféricos de 1960 a 2000 sobre o oceano Pacífico Sul: impactos climáticos e mecanismos físicos associados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p.175-190, 2005.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **GEOSUL**. Revista do Departamento de Geociências da UFSC, Florianópolis, editora da UFSC, n. 31, v.16, p. 69-78, 2001.

MURARA, P.; ACQUAOTTA, F.; FRATIANNI, S. Regionalização das precipitações na Bacia do Rio Itajaí, Santa Catarina. In: XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 25 a 29 de outubro de 2016. **Anais...** Disponível em: <
[http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_1/trabalho%20\(25\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_1/trabalho%20(25).pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

PEZZI, L. P.; ROSA, M. B.; BATISTA, N. N. M. A corrente de jatos sobre a América do Sul. **REVISTA CLIMANÁLISE**. Ed. Especial 10 anos, 1996.

PIZZI, E. **Análise de precipitação intensa e desastres naturais por meio de séries climatológicas no período de 1998 a 2009 no Vale do Itajaí e Grande Florianópolis em Santa Catarina**. 2020. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade do Sul de Santa Catarina, 2020.

SEVERO, D. L; GITRONE, E. C; SILVA, H. S. dos. Classificação dos Sistemas Sinóticos que produzem chuvas intensas na Região do Sul do Brasil: uma análise preliminar. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. 7 p.

TUCCI, C. M. Gerenciamento Integrado das inundações urbanas no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 1, n.1, p.59-73, 2004.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

USO DO SIG NA ANÁLISE DO RISCO A INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ITAPIPOCA - CE

LUIS FELIPE SANTOS MOURA ¹

RESUMO

Os desastres causados por eventos climáticos extremos estão cada vez mais estudados dentro do ambiente das cidades principalmente as inundações. Nisso, o objetivo desse trabalho consistiu em estudar as áreas de risco a inundação através de métodos dentro do ambiente SIG – Sistema de Informações Geográficas tendo o município de Itapipoca como área de estudo. Para isso utilizou-se a metodologia de álgebra de mapas através de diversos parâmetros do meio físico como: uso e ocupação do solo, tipos de solos, nascentes e matas ciliares, risco geológico, NDWI (*Normalized Difference Water Index*), carta de pontes e declividade. Cada um foi dividido em variáveis e atribuído um peso e manipulados via ambiente SIG o que resultou em um mapa de risco à inundação. Através de uma análise hierárquica, verificou-se quais as localizações de maior e menor risco. Foram avaliados alguns pontos de atenção e suas possíveis causas em duas partes: ao longo do município e na sede e demonstrou que as zonas rurais tiveram maior parte classificada como risco moderado. A cidade, por sua vez, teve sua maior parte concentrada em alto risco a inundação. Por fim, confirma-se que a cidade é um ambiente propício para a formação de inundações, intensificadas pela expansão urbana e falta de planejamento urbano dentro da cidade.

Palavras-chave: Desastre natural; Inundação; Álgebra de mapas; Sistema de informações geográficas.

ABSTRACT

Disasters caused by extreme weather events are increasingly studied within the environment of cities, especially floods. In this context, the objective of this work was to study the areas at risk of flooding through methods within the GIS - Geographic Information System environment with the municipality of Itapipoca as the study area. For that, we used the map algebra methodology through various parameters of the physical environment, such as: land use and occupation, types of soils, springs and riparian forests, geological risk, NDWI (*Normalized Difference Water Index*), bridge chart and slope. Each was divided into variables and assigned a weight and manipulated via the GIS environment, which resulted in a flood risk map. Through a hierarchical analysis, it was verified which are the locations of highest and lowest risk. Some points of care and their possible causes were evaluated in two parts: throughout the municipality and at the headquarters and demonstrated that rural areas had most of them classified as moderate risk. The city, for its part, had its majority concentrated in high risk of flooding. Finally, it is confirmed that the city is a favorable environment for the formation of floods, intensified by urban expansion and lack of urban planning within the city.

Keywords: Natural disaster. Inundation. Map Algebra. Geographic Information System.

¹ Graduação em geografia, Universidade Federal do Ceará, e-mail: felipesantos010186@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

Discutir sobre os impactos de eventos climáticos extremos nunca foi tão importante como nos dias atuais, principalmente dentro do ambiente das grandes cidades. Tais impactos se agravam quando se consideram as mudanças climáticas que acabam amplificando os eventos resultando em danos ambientais e socioeconômicos maiores.

Um desses eventos, as inundações, provocam amplas perdas econômicas e de vida nas cidades, sejam elas grandes, médias ou pequenas. Dentro desse ambiente, a cobertura original do solo foi removida para expansão da malha urbana e com a impermeabilização do solo, acontece a diminuição da capacidade de infiltração de água, provocando as inundações.

Tominaga et al. (2011), conceitua que a inundação abrange o transbordamento d'água do curso fluvial atingindo a planície de inundação ou área de várzea e Pinheiro (2012) complementa que nem sempre toda ocorrência de inundação está associada à catástrofe, pois muitos rios possuem suas áreas naturais de inundação. O grande problema é quando há a ocupação dessas áreas, cujas inundações podem trazer consequências econômicas e sociais drásticas.

Diante da necessidade de auxílio na prevenção desse tipo de fenômeno, o geoprocessamento pode ser uma ferramenta crucial no desenvolvimento de metodologias para verificar áreas de risco de inundação de forma a caracterizar os problemas e contribuir com o planejamento urbano dessas áreas.

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo estudar as áreas de risco a inundação no município de Itapipoca através de métodos dentro do ambiente SIG. Através disso, elaborar mapas, realizar modelagens e avaliar as áreas de maiores riscos à inundação. Tais análises dão subsídios ao planejamento urbano, ações mitigadoras e de gestão das cidades, especialmente para pequenas e médias cidades que experimentam crescimentos desordenados com uma escassa atuação dos órgãos de planejamento.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

A cidade de Itapipoca, localizada a 140km de distância de Fortaleza e possui cerca de 130 mil habitantes e se localiza nas coordenadas 3° 21' 42" S e 39° 49' 54" W (Figura 1), com uma forte tendência a expansão urbana.

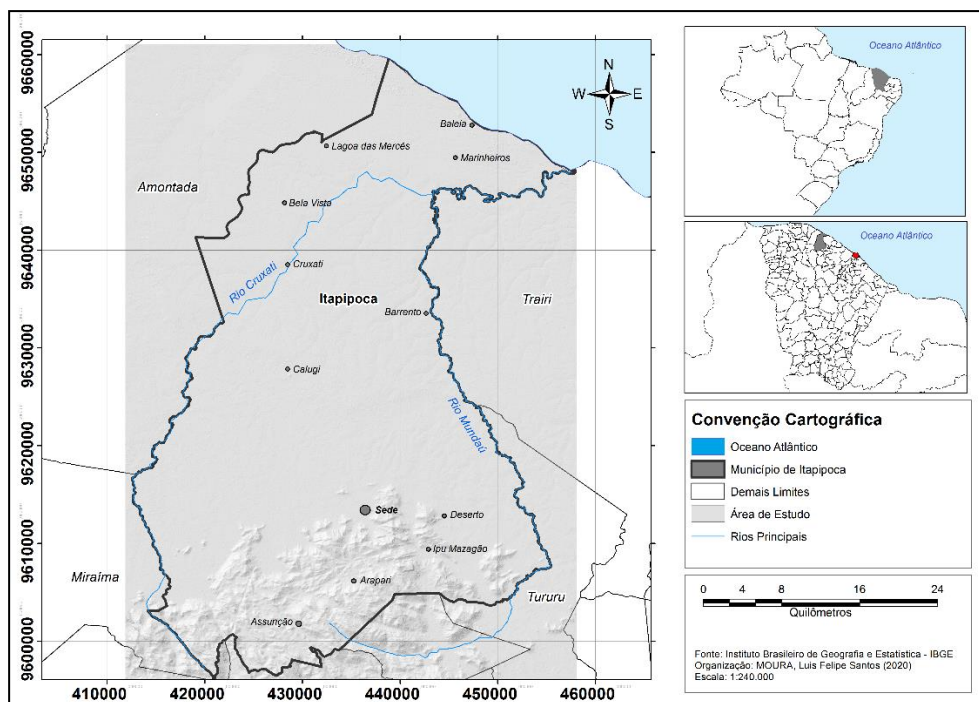


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 – Mapa da área de estudo da pesquisa



Fonte: Autor (2021).

O município, localizado adjacente à Serra da Uruburetama, possui uma diversidade de solos sendo sua maior parte sendo tipicamente argilosos. O clima da região, segundo o IPECE (2017) predomina o tropical semiárido brando e a temperatura varia em média entre 26°C e 28°C com uma pluviometria média anual de 1.130mm sendo o período chuvoso de janeiro a maio. O relevo da região apresenta-se bastante ondulado na porção sul do município em função da presença da serra da Uruburetama, suave ondulado na região de tabuleiro e mais plano ao norte, na zona litorânea. O município está encaixado na bacia do rio Mundaú, sendo este rio e o rio Cruxati, seu afluente, os mais importantes do município. Dos açudes, os principais são o açude Gameleira, Quandú e Poço Verde.

Nos últimos anos, dentre as cidades acima de 100 mil habitantes, Itapipoca apresentou um elevado crescimento urbano (IBGE, 2020), que não se segue de um planejamento urbano adequado, o que configura em diversas problemáticas, principalmente porque a cidade cresce ao longo de inúmeros córregos, riachos e planícies de inundação. Em vista disso, a cidade, principalmente a sede, forma pontos altamente acometível a inundações.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2.2 Mapas e variáveis

Foi produzido um levantamento sistemático de algumas variáveis representativas no estudo de risco e examinou-se diferentes bibliografias para complementar e/ou adaptar os temas a serem estudados. Os mapas produzidos podem ser verificados de duas formas: um lado são as que só possuem dois pesos e uma outra, que possui mais de dois pesos.

Os mapas com dois pesos, possuem duas possibilidades de risco a inundação, com alto e baixo risco, sendo atribuído peso 1 ao baixo risco e 2 ao alto risco. Os tipos de mapas representativos desse tipo de situação são: mapa de solos, mata ciliar e nascentes, mapa de NDWI, mapa de risco da CPRM e Mapa de pontes. Os mapas que possuem mais de dois pesos têm situações mais complexas de risco, aqui, cada mapa recebeu 3 pesos que são: 1 - baixo, 1,5 - moderado e 2 - alto risco a inundação. São eles: mapa de declividade e mapa de uso e ocupação do solo. Em seguida, as variáveis foram associadas através da metodologia de álgebra de mapas dentro do SIG ArcGIS 10.8 e GRASS.

2.2.1 Mapa de Declividade

O mapa de declividade foi produzido a partir de dados de imagens SRTM obtidos pela USGS – United States Geological Service (2020), utilizando-se do modelo digital de elevação (MDE). Os dados foram tratados no ArcGIS 10.8 por meio da ferramenta *Slope* obtendo-se porcentagens que variaram de 0% a 81,24%. Segundo Schechi (2013), as áreas onde ocorrem a presença de declividade mais acentuadas e solos mais rasos conferem condições de fluxo rápido e não há saturação em períodos chuvosos. Essa condição se configura principalmente ao sul, e a maior parte do município se mantém entre plano e ondulado. Foi feita a reclassificação do parâmetro com o uso da ferramenta *reclassify* dentro do ArcGIS 10.8. A declividade foi dividida em três classes conforme dispostas na tabela 1: baixo, moderado e alto potencial de risco de inundação.

Tabela 1 – Pesos atribuídos aos parâmetros de declividade

Declividade	Risco	Peso
> 45%	Baixo	1
8% a 45%	Moderado	1,5
0 a 8 %	Alto	2

Fonte: Autor (2021).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2.2.2 Mapa de Mata Ciliar e de Nascentes

Foram mapeadas as matas ciliares a partir da malha de recursos hídricos disponibilizada pelo IPECE (2008). A malha foi trabalhada via ArcGIS 10.8 com a utilização da ferramenta *Buffer* para adaptar os córregos ao Novo Código Florestal – NCF (BRASIL, 2012). Seguindo o NCF, foi criado um *buffer* de 30 metros de cada lado do rio para leitos de até 10 metros de comprimento, totalizando 60 metros. Para as nascentes, instituiu-se um raio de 50 metros de APP, também criado por *buffer*. Os parâmetros do NCF servirão de referência de localização como uma área suscetível a planície de inundação de grandes rios que são áreas de risco. Os pesos atribuídos estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2 – Reclassificação do mapa de mata ciliar e nascentes

Tipo da área	Risco	Peso
Área sem mata ciliar	Baixo	1
Área de mata ciliar	Alto	2

Fonte: Autor (2021).

2.2.3 Mapa de NDWI

Os índices são ferramentas aplicadas por sensoriamento remoto importantes no monitoramento das alterações no meio ambiente. Esses índices utilizam-se do cruzamento de comprimento de ondas de bandas de satélites que são obtidas a partir de cálculo simples entre elas. O NDWI (*Normalized Difference Water Index*) destaca as áreas úmidas em relação aos demais fatores físicos, foi concebido para analisar a dinâmica da água em relação ao solo e a vegetação e por isso, esse índice atualmente tem sido amplamente usado principalmente em lugares suscetíveis a inundação (BORGES et al., 2015)

O mapa de NDWI foi produzido com a extração das bandas 5 e 6 do satélite Landsat-8 de 25.05.2017 (INPE, 2019) e utiliza um cálculo conforme demonstra a equação (1).

$$NDWI = \frac{B5 - B6}{B5 + B6} \quad (1)$$

Onde: B5 → banda 5; B6 → banda 6

Com a utilização do *raster calculator* dentro do ArcGIS 10.8 foi possível efetuar o cálculo do NDWI. Os valores finais de NDWI variam entre 1 e -1, e constatou-se valores entre $\cong -0,27$ e



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

$\cong 0,61$. Os valores negativos indicam áreas não úmidas e os números positivos representam áreas úmidas. Destarte, o NDWI gerado foi reclassificado de acordo a tabela 3.

Tabela 3 – Reclassificação dos valores para NDWI.

Valor do NDWI	Risco	Peso
-0,27 até 0	Baixo	1
0,01 até 0,61	Alto	2

Fonte: Autor (2021).

2.2.4 Mapa de Pontes

Tucci (1995) destaca que algumas inundações localizadas existem principalmente por estrangulamento da seção do rio devido a aterros, pilares de pontes, estradas, aterros, lixo que são frequentemente projetadas desconsiderando o impacto sobre a drenagem urbana. Para simular essa compressão dos sistemas hídricos urbanos e não urbanos foram selecionados pontos por onde passam riachos, rios e sangradouros. Para o mapeamento, foi usado imagens do Google Earth Pro para localizar as pontes, localizações pontuais encontradas *in loco*, mapas do IPECE (2008) e base de dados do IBGE (2019).

Com o uso do SIG e imagens SRTM do Earth Explorer (USGS, 2020), foi gerado um Modelo Digital de Elevação – MDE, tratado com o auxílio do algoritmo *r.lake.layer* do GRASS. Essa ferramenta simula o enchimento de um lago através de um determinado ponto (GRASS-PROJECT, 2012). Ao fim, o mapa desse parâmetro foi reclassificado conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Tabela de pesos para os dados adquiridos do mapa de pontes

Tipo da área	Risco	Peso
Fora da área inundável	Baixo	1
Dentro da área inundável	Alto	2

Fonte: Autor (2021).

2.2.5 Mapa de Risco da CPRM

A CPRM, ligada ao Serviço Geológico do Brasil, produziu um levantamento geológico sistemático de uma ação emergencial para delimitação de áreas de alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa na cidade de Itapipoca (CPRM, 2015). O resultado do trabalho detalha cada ponto de risco com descrição, tipologia do processo, grau de risco, imóveis e pessoas em risco e sugestões de intervenção. Aqui, reitera-se que o trabalho de risco da



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

CPRM é um importante auxiliar de campo e por isso pode complementar às demais variáveis ambientais e por isso, importante sua adição.

Foi executada uma vetorização de acordo com cada ponto descrito pela CPRM que resultou em um mapa que foi reclassificado conforme a tabela 5.

Tabela 5 – Reclassificação dos atributos do parâmetro de risco da CPRM

Tipo da área	Risco	Peso
Fora da área de risco	Baixo	1
Dentro da área de risco	Alto	2

Fonte: Autor (2021).

2.2.6 Mapa de Solos

A carta de solos foi baseada no trabalho da Embrapa com o levantamento exploratório de solos de reconhecimento de solos do estado do Ceará (EMBRAPA, 2009). Em Itapipoca, encontram-se os seguintes solos: neossolos quartzarênicos, regolíticos e litólicos; argissolos vermelho-amarelos eutróficos e distróficos; planossolos e gleissolos.

Schwab et al. (1993) relata que solos argilosos como os argissolos e planossolos, possuem má drenagem e podem provocar excesso hídrico superficial, principalmente em depressões. Os solos arenosos, possuem lençol freáticos mais profundos e fácil condutividade hidráulica, porém com suprimento hídrico muito instável, podendo secar rapidamente. Para o mapa de solos, foi adicionado o shapefile ao ambiente SIG gerando o mapa de solos que depois, foi feita uma análise sobre as texturas (JACOMINE, 1973) que por fim, foram reclassificados no ambiente SIG conforme demonstra a tabela 6.

Tabela 6 – Atributos das reclassificações para o parâmetro de solo.

Textura do Solo	Risco	Peso
Arenoso	Baixo	1
Argiloso	Alto	2

Fonte: Autor (2021).

2.2.7 Mapa de Uso e Ocupação do Solo

As inundações também devem levar em conta as alterações e interações diretas nos sistemas fluviais. Para mapear essas interações, é fundamental um zoneamento, que é a delimitação das áreas de risco em relação às edificações que podem servir de base para o



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

planejamento de uso e ocupação do solo, de forma a, por exemplo, delimitar áreas seguras e áreas de risco.

Tucci (2009) define as etapas do mapeamento de áreas de risco a inundação em duas etapas: (i) - Mapeamento das áreas de inundação com base no risco de enchentes; (ii) - Zoneamento de áreas de risco com base no levantamento da ocupação dessas áreas. Foi produzida a etapa (i) neste parâmetro como subsídio parcial pra obtenção de um zoneamento.

Para mapear, utilizou-se imagens do Landsat-8 sensor TM na órbita 218/62 e 217/63 nas bandas 7-6-4 (INPE, 2019) conhecida por falsa-cor-urbana (RAMIREZ, 2018). Elaborou-se uma classificação supervisionada com o uso do ArcGIS 10.8 em 46 pontos de controle no município indicando: Corpos d'água, vegetação, zona urbana, áreas degradadas e dunas.

Após isso, produziu-se uma reclassificação via SIG para determinar os níveis de risco a inundação. O zoneamento pode indicar diferentes níveis de intensidade de risco à inundação e por isso, indicou-se três níveis de risco: baixo, moderado e alto (tabela 7).

Tabela 7 – Tabela de reclassificação para o parâmetro de uso e ocupação do solo.

Tipo de uso e ocupação	Risco	Peso
Vegetação seca e úmida; Dunas	Baixo	1
Áreas Degradadas (agropastoris)	Moderado	1,5
Área Urbanizada; Corpos D'água	Alto	2

Fonte: Autor (2021).

2.2 Álgebra de Mapas

A sobreposição de mapas é recorrente no geoprocessamento. Estudos de Tricart (1977), Ross (1994) ou Crepani et al. (2001) auxiliam nos estudos em álgebra de mapas ao indicar níveis e variáveis. Este método se baseia no conjunto de procedimentos de análise espacial que produz novos dados a partir de um ou mais mapas através de operações matemáticas em ambiente adequado, principalmente quando se usam muitas variáveis, atribuindo valores e pesos e selecionando alternativas. (TOMLIN *apud* BARBOSA, 1990).

Nesse trabalho, os mapas são balizados por notas, então, para cada um se estabelece uma soma de notas já estabelecidas nas tabelas 1 a 7, que ocorre dentro do ambiente SIG com o *raster calculator* do ArcGIS 10.8 conforme a equação (2). O método se apoia nas operações zonais de Tomlin *apud* Barbosa (1990) de máximo e mínimo zonal.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

$$\text{Mapa de Risco a Inundação} = De + Mcn + NDWI + Mp + Rcprm + S + Uos$$

(2)

Onde: De → Mapa de Declividade; Mcn → Mapa de Mata Ciliar e Nascente; NDWI → Mapa de NDWI; Mp → Mapa de pontes; Rcprm → Mapa de Risco da CPRM; S → Mapa de Solos; Uos → Mapa de Uso e Ocupação do Solo.

A partir do cálculo por álgebra de mapas identificou-se uma hierarquia das áreas existentes com valores que iam de no mínimo 7 e de no máximo 14 que foram divididos em muito alto, alto, moderado e baixo. Conforme a seguinte divisão:

Tabela 8 – Convenções para os valores do mapa final

Intervalo de valores	Convenção atribuída
7,00 – 8,75	Baixo
8,76 – 10,51	Moderado
10,51 – 12,26	Alto
12,26 – 14,00	Muito Alto

Fonte: Autor (2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Município em geral

O mapa final resultante está na figura 2 e evidenciou, no geral, as seguintes assertivas: Regiões litorâneas, como os distritos de **Marinheiros, Baleia e Lagoa das Mercês**, ao norte, foram consideradas áreas de risco a inundação moderada. Os solos arenosos existentes na região e a baixa densidade demográfica, oscilaram a taxa de risco para um de risco moderado. A ressalva é que no período chuvoso, algumas lagoas e córregos tendem a ficar maiores e se distribuir facilmente através do relevo plano litorâneo.

Na região de tabuleiro (ou intermediária) que consiste nos distritos de **Barrento, Cruxati, Calugi e Bela Vista** se observou uma área de risco de intensidade alta. Os agravantes são: a existência de solos argilosos, relevos planos a suave ondulados e principalmente o NDWI. À leste, se observa valores altos que se deve a presença da planície de inundação do rio Mundaú na região, e ainda, outro destaque para a localidade de Betânia que fica a margem do rio Cruxati que foi constatada área de risco muito alto a inundação.

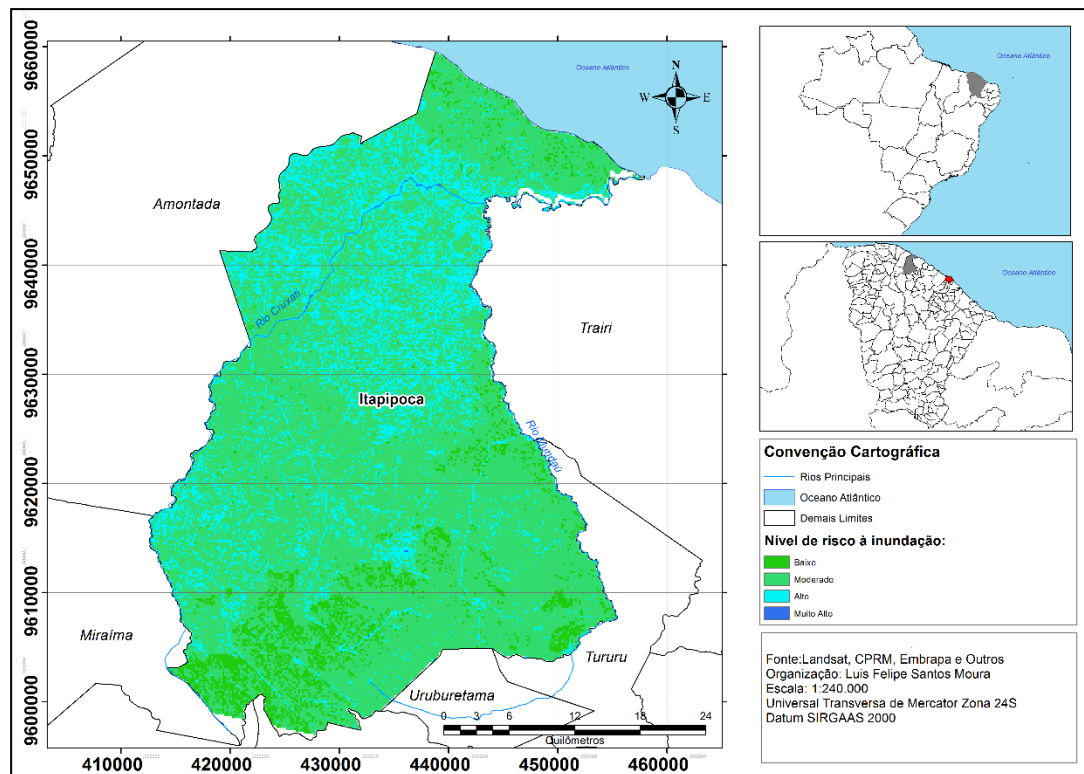


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02 – Mapa de risco a inundação da cidade de Itapipoca.



Fonte: Autor (2021).

Ao Sul, nos distritos de **Assunção e Arapari** na serra da Uruburetama, constatou-se que maior parte da área se resumiu a um risco baixo. Mas denota-se que há mudanças drásticas de risco a inundação que se deve a presença de vales onde passam os rios e também o valor considerável de NDWI que é prevaiente na região com um ponto de muito alto risco próximo ao distrito de Assunção e o Açude Quandú. Em geral, é uma área declivosa, de pouca intervenção urbana apenas com o agravante das planícies de inundação dos rios.

3.2 Sede Municipal

Precisamente, a sede do município ocorre recorrentes casos de inundações. Na sede, a zona urbana torna-se um núcleo de alto risco a inundação, isso porque fora da sede existem riscos dispersos e demonstra que a cidade é um ambiente preferencial para as inundações, principalmente pela impermeabilização do solo e ausência de planejamento.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A parte central da cidade detém um núcleo de muito alto risco. Essa zona se localiza no bairro Coqueiro, bairro residencial e comercial, parcialmente pavimentado, adjacente ao riacho das Almas, principal riacho da cidade com exutório no açude Poço Verde.

Ao alterar o mapa principal de 4 para 11 níveis hierárquicos em intervalos iguais colocando em relevância os cursos d'água locais, percebe-se melhor mais pontos de risco percebendo córregos delineando densos bairros, atravessam muitas pontes, cruzam ao lado ou em baixo de residenciais, expostos sem qualquer estrutura de passagens adequadas, além de suprimirem as planícies de várzeas e tornam os pontos de grande risco. Os níveis variam de 1 (baixo) até 11 (muito alto) conforme demonstra a figura 03 ao qual também se apontam 8 localizações da cidade que requerem atenção ao risco e descritas consequentemente:

Ponto 1 – Bairro Violeta: O ponto refere-se a uma parte do bairro onde o principal problema é o escoamento superficial, pois mesmo com a existência de pontes, a impermeabilização dos solos e o lixo pode agravar o problema e obstruir esses canais. Além do alto povoamento, as casas se localizam dentro dos córregos que passam por baixo ou pelos quintais dessas casas.

Ponto 2 – Bairro Área Nobre: O principal problema desse bairro é a proximidade com o riacho das Almas que estando suprimido pelas casas, eleva-se e culmina no alagamento das proximidades. Precipitações de pouca intensidade já são suficientes pra alagamentos locais.

Ponto 3 – Bairro Picos: Esse bairro está próximo da região serrana e possui fortes ondulações, entre os declives, existem pontos de cotas baixas e devido a isso e a presença de córregos locais, torna-se um local de risco a inundação e também movimentos de massa.

Ponto 4 – Bairro Ladeira: Assim como o bairro Picos, também está na direção serrana, porém além do agravante das planícies de inundação, esse bairro possui um açude chamado Açude da Nação que ocupa uma grande área de planície inundável dentro da sede e que pode ser de risco para as casas que o cercam e nas proximidades à jusante.

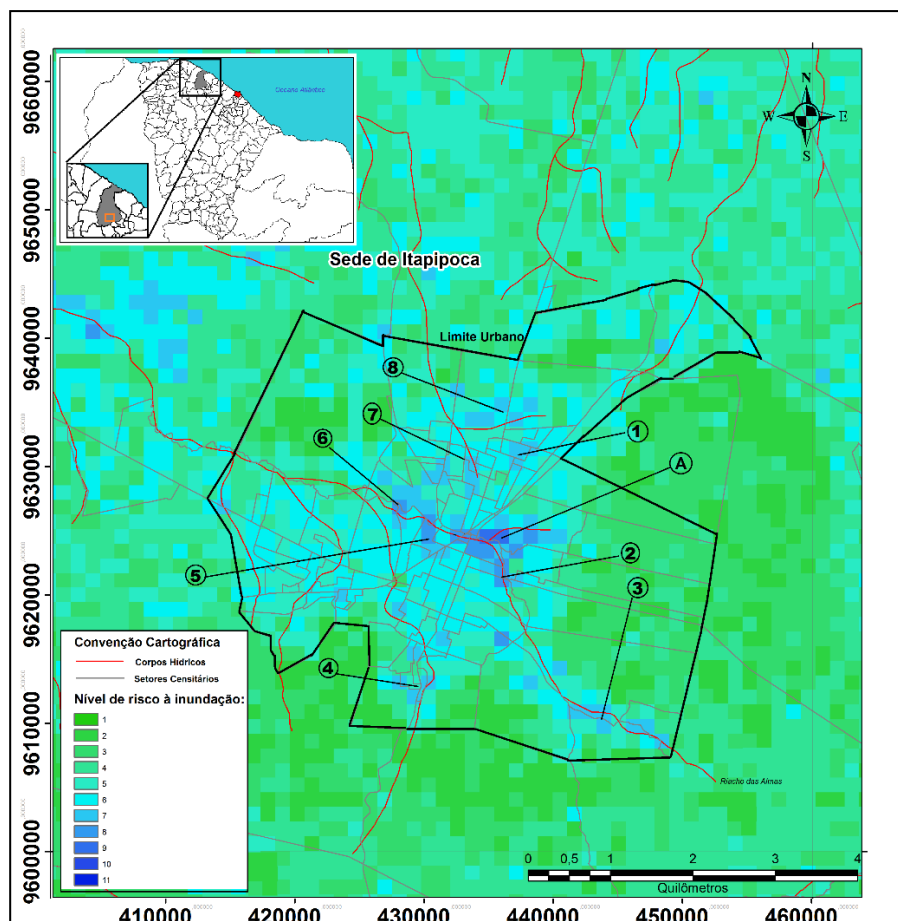


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 03 – Mapa de risco a inundação na sede municipal de Itapipoca.



Fonte: Autor (2021).

Ponto 5 – Bairro Estação/Fazendinha: Da mesma forma que o ponto 2, esses bairros também estão na rota do principal riacho da cidade, mas também cercados por planícies de inundação sazonais, em conjunto com solos argilosos, agravam o risco a inundação.

Ponto 6 – Bairro da Exposição: Esse bairro já se tornou alvo de fortes reclamações ao poder público municipal, as ruas são inundadas periodicamente, não há pavimentação e escoamento facilmente atinge o interior nas casas quando as precipitações são mais fortes. Nesse bairro ficam muitas comunidades com baixa qualidade de saneamento básico.

Ponto 7 – Bairro Cruzeiro: Esse bairro também é alvo de inúmeras reclamações. O ponto indicado fica próximo de riachos que cortam a cidade que no período de cheia, juntamente com os solos argilosos, inundam as ruas do bairro e as casas que ficam sobre esse riacho. Esse bairro também tem o agravante de baixa qualidade de saneamento básico.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Ponto 8 – Bairro das Flores: Até uma década atrás, esse bairro era muito pouco habitado, porém, hoje em dia, as casas avançaram sobre regiões naturais, córregos e planícies de inundação sem o devido anteparo público, além de não haver pavimentação e saneamento nessa área, dentre outros fatores de risco, apresentando risco às moradias que ali estão.

Ponto A – Bairro Coqueiro: As duas análises demonstraram que esse foi o ponto núcleo de mais alto risco a inundação na sede. Isso significa que esse ponto da sede foi o que mais incluiu os parâmetros de risco e se deve, sobretudo, a estes fatores principais: grandes córregos, pontes, supressão de várzea de riachos, assoreamento, remoção da mata de galeria, impermeabilização do solo, falha de drenagem, terreno plano, solos argilosos, e também, o lixo. As inundações são frequentes, principalmente quando os riachos já tem fracas enchentes e com as construções irregulares das casas que não respeitam a margem dos rios, acaba não deixando espaço para a passagem da água, formando inundações e alagamentos.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que existem diversas áreas de risco no município de Itapipoca, parte delas, localizada em área rural que está relacionada a riscos naturais. Por outro lado, a zona urbana se torna um núcleo de alto risco a inundação por conta da alteração antrópica na dinâmica d escoamento. Enquanto o município, em geral, predomina 40,76% de risco moderado a inundação, na zona urbana predomina 55,37% de risco alto a inundação o que comprova que as zonas urbanas tem um alto risco a inundação.

O avanço urbano sobre áreas de planície de inundação e outras áreas mais críticas, sem a devida atenção do poder público, pode acarretar impactos socioeconômicos e à vida. Com isso, esse trabalho traz a sugestão de que seja feita uma rigorosa relação do mapeamento com a ocupação das localizações aqui identificadas como áreas de alto risco e também áreas de ocupação recente, como os bairros Cohab, Bairro de Fátima, Bairro das Flores e Júlio 1, pois acabam sendo construídos sem a fiscalização ambiental

E por fim, compreende-se que esse trabalho pode servir de base para futuros projetos que possam envolver manutenção de sistemas de drenagem, reservatórios de amortecimentos, parques de áreas verdes, ou qualquer outro projeto que venha a minimizar os problemas de inundação decorrentes do processo e expansão da urbanização dentro do município de Itapipoca ou em qualquer outra cidade.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

5. Referências

BARBOSA, C. C. et al. Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2, 1998, Santos: INPE, 1998, **Anais...** p. 487-500.

BORGES, R. de O.; CAMARGO, F. F.; CAMPAGNOLI, F.; BAYER, M. Aplicação do Índice Diferença Normalizada da Água (NDWI) na Delimitação de Fluxos de Sedimentos em suspensão no Rio Araguaia: avaliação das imagens Landsat-8 para o monitoramento hidroviário. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. p. 6022-6029.

BRASIL. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 abr. 2012, v. 126. N.66, p.6009.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: SAE/INPE. 2001.

EMBRAPA. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Rio de Janeiro: MA-DNPEA; Recife: 2 v, SUDENE-DRN, 2009.

GRASS-PROJECT. Geographic resource analysis support. **R.Lake.Series**. Disponível em: <<http://grass.osgeo.org/grass78/manuals/addons/r.lake.series.html>>. Acesso em: 07 out. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base cartográfica contínua do Brasil**. Diretoria de Geociências. 4v. 2019. Disponível em: <http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/metadata.show?uuid=b6587519-14cc-4b00-97b0-4e2e6e380687>. Acesso em: 07 out. 2020.

_____. **Perfil dos Municípios Brasileiros: População**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Divisão de Geração de Imagens**: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. Acesso em 16 set. 2020.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal, 2017: Itapipoca**. Governo do Ceará. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Itapipoca_2009.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

_____. **I3geomaps. Metadados de Recursos Hídricos e cursos d'água secundários**. Governo do Ceará. Disponível em: <<http://mapas.ipece.ce.gov.br.php>>. Acesso em: 30 set. 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Embrapa Solos – Divisão de Pesquisa Pedológica - SUDENE/DRN. 1973.

PINHEIRO, Adilson. Enchente e Inundação. In: SANTOS, Rozely F. (org.). **Vulnerabilidade Ambiental: Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos?** Brasília: MMA, 2007.

RAMIREZ-JUIDIAS, Emilio. **Evolution and Dynamics of Fractal Growth of the Urban Green Spaces in Seville (Spain)**. Seville (Spain), v.1, n.22 (digital), 2018.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 08, 1994.

SCHECHI, R.G. Avaliação da capacidade potencial de armazenamento de água da bacia hidrográfica do rio Pequeno, São José dos Pinhais, PR 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) –

SCHWAB, G.O.; FANGMEIER, D.D.; ELLIOT, W.J.; FREVERT, R.K. **Soil and water conservation engineering**. New York, John Wiley & Sons, 1993. 507 p.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, Lúcia Keiko. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico. São Paulo, p. 27-38, 2009.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: Ibge, 1977.

TUCCI, C.E.M. (org). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed, 1. Reimp. Porto Alegre: Editora da UFRGS - Coleção ABRH de recursos hídricos, 2009.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Resources Observation and Science (EROS) Center**. USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Non-Void Filled. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radartopography-mission-srtmnon?qtscience_center_objects=0#qt-science_center_objects>. Acesso em: 10 set. 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

INTENSIDADE E ESPACIALIZAÇÃO DAS CHUVAS EM ARACAJU/SE: RISCOS CLIMÁTICOS URBANOS

JOÃO LUIZ SANTANA BRAZIL ¹

JOSEFA ELIANE SANTANA DE SIQUEIRA PINTO ²

RESUMO

O crescimento desordenado das cidades tem causado contínuo processo de degradação ambiental nos centros urbanos, propiciando um cenário para riscos de ordem climática. Surge o interesse pelo clima urbano na interface socioambiental. O processo de ocupação de áreas ambientalmente frágeis, por populações socialmente vulneráveis, é decisivo para a formação de espaços de riscos, mais expostos a eventos pluviais intensos. Esta pesquisa tem como objetivo analisar os eventos pluviais extremos no espaço urbano de Aracaju/SE, com o intuito de compreender a intensidade, a temporalidade e a espacialização. Para o alcance dos objetivos propostos fez-se uso de procedimentos distintos, priorizando fonte e coleta de dados, revisão teórica, levantamento cartográfico e trabalho em campo para evidenciar e registrar os eventos extremos. A metodologia utilizada permitiu o cruzamento das variáveis socioambientais. Resultados alcançados nesta pesquisa conduziram para a aceitação de que a chuva não é a principal causa da formação dos eventos hidrometeorológicos de inundações em Aracaju/SE, mas que advém das imbricações com os ritmos da urbanização na cidade. Além disso, o estudo demonstrou ainda que um serviço de saneamento adequado, no caso o serviço de drenagem urbana contribui diretamente para a melhoria da qualidade de vida da população. Assim, os eventos registrados na cidade de Aracaju estão concentrados no período de outono e inverno, entre os meses de março a julho, e ocasionam a exposição de riscos para a população, variável conforme seu padrão socioeconômico.

Palavras-chave: Sistema Clima Urbano; Eventos Hidrometeorológicos; Dinâmica socioambiental.

ABSTRACT

The disorderly growth of cities has caused a continuous process of environmental degradation in urban centers, providing a scenario for climate risks. Interest in the urban climate emerges in the socio-environmental interface. The process of occupying environmentally fragile areas, by socially vulnerable populations, is decisive for the formation of risky spaces, more exposed to intense rain events. This research aims to analyze the extreme rain events in the urban space of Aracaju / SE, in order to understand the intensity, temporality and spatialization. To achieve the proposed objectives, different procedures were used, prioritizing source and data collection, theoretical review, cartographic survey and fieldwork to evidence and record extreme events. The methodology used allowed the crossing of socio-environmental variables. Results achieved in this research led to the acceptance that rain is not the main cause of the formation of hydrometeorological events of floods in Aracaju / SE, but that it comes from the overlapping with the rhythms of urbanization in the city. In addition, the study also demonstrated that an adequate sanitation service, in this case the urban drainage service directly contributes to the improvement of the population's quality of life. Thus, the events recorded in the city of Aracaju are concentrated in the autumn and winter period, between the months of March to July, and cause exposure of

¹ Mestre em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, joao.s.brazil@gmail.com

² Professora Doutora em Geografia, UFS-PPGEO. J.eliane@academico.ufs.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

risks to the population, which varies according to their socioeconomic standard.

Keywords: Urban Climate System; Hydrometeorologic Events; Socio-environmental dynamics.

1. Introdução

No Brasil, o ordenamento dos territórios urbanos deriva do anseio da especulação imobiliária ou renda da terra urbana, que direciona a expansão das cidades e estabelece áreas sem uso à espera de valorização. Entende-se que a dinâmica urbana tem especificidades em cada espaço, em cada ambiente ou em cada região, mas se assemelha no conjunto de problemas. Seu conhecimento é pauta significativa de estudos geográficos, quer no domínio da geografia urbana, quer no conhecimento sistemático socioambiental, assumindo uma concepção mais ampla, no campo da Climatologia Geográfica.

No contexto urbano, os impactos da sociedade sobre a natureza exercem repercussão singular, advinda de diferenças sociais, políticas e culturais, também diferentes conforme condicionantes ambientais particulares. As cidades são edificadas em sítios urbanos distintos, podem se desenvolver em zonas costeiras ou em interiores distantes; têm origem próxima ou distante de montanhas; apresenta desenvolvimento horizontal ou se destaca em sua expansão vertical.

O processo de urbanização do País, que se acelerou intensamente a partir da década de 1970, não foi acompanhado de políticas de desenvolvimento urbano que se preocupassem em prover moradia para toda a população. Sem condições de adquirir no mercado legal uma residência, a parcela da população mais pobre ocupou aqueles terrenos menos valorizados em função de restrições à ocupação legal, seja devido à situação de risco potencial, seja devido à necessidade de preservação ambiental.

Por sua vez, o crescimento desordenado das cidades tem causado um contínuo processo de degradação ambiental nos centros urbanos, em sua pluralidade. Aliado a falta de planejamento do espaço, à ausência de infraestrutura básica, tem levado à instabilização da dinâmica do relevo, dos solos e dos rios, propiciando um cenário para eventos causados pelos fatores climáticos, e se constituindo em riscos sucessivos e aumentados.

O homem vem intensificando alterações no meio ambiente a fim de moldar o meio físico às suas necessidades e usos. Tais alterações provocam perturbações no equilíbrio dos sistemas naturais, resultando em situações de risco que podem provocar eventos. Assim os assentamentos precários se implantaram e se expandiram, com ocupação de áreas de elevada declividade e de margens de rios, gerando um quadro urbano de extremo risco a enchentes,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

alagamentos, desabamentos, deslizamentos de encostas, inundações e enxurradas.

Embora estes eventos sejam naturais, com períodos e locais razoavelmente conhecidos, as suas gravidades dependem da tolerância das sociedades face aos impactos gerados. A redução da vulnerabilidade do meio urbano exige mudanças estruturais na sociedade, adequando-se os usos as condições ambientais (MONTEIRO, A. 2009).

Mendonça (2004) se pronuncia no livro sobre Risco Climático: vulnerabilidade e resiliência associadas, assegurando que “uma perspectiva bastante negativista da interação entre a atmosfera-clima e as sociedades humanas” (pag. 7/8).

Em relação ao sistema climático, a cidade de Aracaju encontra-se exposta aos riscos ambientais, principalmente pelo fato de apresentar carência nos sistemas de drenagem, deficiências de equipamento de proteção monitoramento, alerta e prevenção aos eventos pluviais. Sendo assim responsável pelos danos, promovendo enchentes e alagamentos e, pontualmente, favorecendo os deslizamentos, incidindo diferentemente no espaço em função das condições socioambientais.

É mister evidenciar que dos elementos climáticos a chuva prepondera sobre temperatura e pressão e seus derivados, como condição vinculada a sua posição latitudinal e aos sistemas atmosféricos produtores do tempo.

Os episódios de inundações, constantemente noticiados pela mídia local, trazem consequências diretas à população, bem como gastos à administração municipal. Assim, torna-se importante definir e mapear as possíveis áreas de risco, além de conhecer a gênese e características das precipitações responsáveis por inundações, com intuito de conhecer para melhor planejar.

Nesse sentido, podemos evidenciar que os espaços mais suscetíveis aos riscos relacionados à eventos pluviais extremos, como enchentes, alagamentos, desabamentos, deslizamento de terra e inundações, encontram-se nas áreas periféricas da cidade. Evidencia-se outrossim, espacialidades distintas também atingidas por formas provocadas pela diversidade de canais fluviais, entremeando a cidade, que transbordam para áreas adjacentes, causando transtornos e riscos em qualquer condição social.

O princípio norteador surge quando se admite que as chuvas concentradas cronologicamente, são associadas a riscos. Há acentuação quando o avanço das chuvas em sua causalidade, é o indicador de riscos, em níveis socioambientais, iguais ou diferenciados.

Por fim, a pesquisa tem como objetivo analisar os eventos hidrometeorológicos a partir do



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

desenvolvimento urbano da cidade de Aracaju/SE. Ademais, os objetivos específicos foram os seguintes: (I) Caracterizar as condições socioambientais da cidade; (II) Identificar os eventos pluviais extremos entre 2004 até 2014 na cidade de Aracaju/SE; (III) Analisar os impactos dos eventos pluviais extremos.

2. Metodologia

O sistema clima urbano é complexo e influenciador na dinâmica dos climas locais, em escalas distintas. A materialidade dos transtornos e riscos advindos das chuvas, em sua regularidade ou em eventos concentrados, encontra no método sistêmico, expresso no Geossistema, fundamentos para a análise.

O método de abordagem desta pesquisa, fundamenta-se no reconhecimento que pudesse dar conta de avaliar a dinâmica social, numa perspectiva do social coletivo e historicamente construído e que resgatasse a importância da compreensão socioeconômica na transformação da natureza e nos impactos e riscos criados. Encontrou-se esta orientação teórico-metodológica na “periodização e espacialização”, proposta por Coelho, 2001 apud Collischonn (2014). Para a realização da periodização atrelada com espacialização, Coelho (2001, p. 37) sugere como auxílios: documentação histórica e aplicação de questionários e entrevistas para inferir as estruturas socioespaciais dominantes em cada período. Considera que as fotografias aéreas e mapas antigos podem auxiliar nesta recuperação da memória evolutiva, incluindo o registro das áreas afetadas por inundações.

A metodologia desenvolvida fundamentou-se na concepção sistêmica, tendo em suas bases nos procedimentos instrumentais de levantamento de dados junto aos órgãos competentes, registros fotográficos e de jornais, resultando na identificação das áreas de risco climático, por meio das características socioambientais e desenvolvimento urbano na cidade de Aracaju/SE, com o princípio de que não há cidades isentas de riscos.

Para a elaboração do presente trabalho houve a adoção de um roteiro metodológico norteador das atividades da pesquisa, estando estruturada nas seguintes etapas: revisão da literatura, coleta e tabulação dos dados, levantamento de campo e atividades de gabinete, os quais possibilitaram a aquisição e organização dos dados de interesse, tendo como produto, a representação cartográfica em sua espacialização.

2.1 Revisão da Literatura

Nesta etapa foi realizada a coleta e a seleção da bibliografia científica pertinente à



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

temática do clima urbano e riscos, com ênfase nas produções que tratam dos eventos pluviais extremos em Aracaju, na região Nordeste, bem como em outras áreas que vivenciam problemática semelhante. Também foram selecionadas publicações que versam sobre a gestão do risco de eventos climáticos, banco de dados geográficos, dinâmica ambiental, registros históricos de eventos, entre outras. Definidos o tema e os objetivos da pesquisa, fez-se leitura de temas pertinentes. A fundamentação teórica apoiou-se na proposta de Monteiro (2011) e Mendonça (2010) para os climas dos espaços citadinos.

Deve-se referenciar a Dissertação de Mestrado concluída, projeto de doutorado em andamento, artigo publicado e alguns trabalhos anteriores de outros autores, sobre o urbano de Aracaju. Em 2016, a Dissertação foi concluída e, neste mesmo ano, foi referência de um artigo (PINTO & BRAZIL), cujo título remete ao tema, agora sendo atualizado em sua base de dados e referências (Revista de Geografia (RECIFE), VOL. 33, N. 4, P. 111-131. Artigo recente contempla a urbanização e o clima urbano no bairro Atalaia, (SANTOS & PINTO) publicado na GEONORDESTE, dezembro de 2020.

Por conseguinte, utilizou-se o Sistema Clima Urbano – SCU e o Sistema Ambiental Urbano – SAU, no qual, realiza uma abordagem sistêmica dos fenômenos naturais e sociais, enfocando os episódios pluviais concentrados e suas repercussões sobre o espaço geográfico das cidades. Foram coletadas publicações, levantamentos e relatórios técnicos junto às entidades públicas, com intuito de adquirir dados e informações necessárias à elaboração da pesquisa. Por fim, procedendo à revisão da literatura selecionada.

2.2 Coleta e Tabulação dos Dados

Para o levantamento dos eventos hidrometeorológicos ocorridos na cidade de Aracaju/SE a pesquisa considerou os relatórios de contingência da defesa civil municipal para o período de 2004 a 2014. Tal período envolve informação cuja motivação deu-se em função da disponibilidade de dados e por se considerar em boa amostra para estudo de caso. O relatório é emitido em escala municipal por meio de uma equipe técnica habilitada e assinado pelo coordenador executivo responsável da defesa civil, devendo ser encaminhado aos órgãos integrantes do SINDEC, visando a homologação e o reconhecimento dos eventos.

De acordo com Sant'Anna Neto (2013), a análise quantitativa dos elementos meteorológicos não é suficiente para se identificar os episódios climáticos extremos, uma vez que nem sempre os episódios mais excepcionais do ponto de vista climático são aqueles que causam os maiores impactos. A imprensa, nesse contexto, surge como forma complementar de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

incorporar elementos qualitativos, baseados em acontecimentos reais à análise meteorológica desses episódios. Concordando com a ideia, e fundamentada em pesquisas anteriores, buscou-se informações na imprensa local representados pelos jornais: Gazeta de Sergipe, Jornal da Cidade e Cinform, referentes às notícias que se referiam a impactos pluviais na área urbana de Aracaju/SE entre 2004-2014. Posteriormente, utilizou-se o software Excel 2010 para a tabulação dos dados e construção de gráficos de coluna para identificar a quantidade e localidade de eventos pluviais que ocorreram na cidade de Aracaju/SE. Para a análise das condições geoecológicas da cidade de Aracaju/SE foram levantados informações e pesquisa em mapas disponibilizados pela Secretaria Municipal do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPLOG) e Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH).

Em relação aos dados pluviométricos (2004 – 2014) foram disponibilizados a partir de informações das estações que ficam localizadas na área urbana do município de Aracaju, que são: as plataformas de coleta de dados (PCD) Estação: 31783 – Aracaju/SE da Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), nas coordenadas geográficas Latitude: -10.950, Longitude: -37.07 e Estação: A409 – Aracaju/SE do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), nas coordenadas geográficas respectivamente: Latitude 10,9° e Longitude 37,0°.

No sentido da análise das condições geourbanas utilizou-se informações, mapas e dados sobre crescimento da malha urbana da cidade, densidade populacional, uso e ocupação do solo da cidade de Aracaju/SE levantados a partir de informações e mapas disponibilizados pela Secretaria Municipal do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPLOG) e Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH).

2.3 Trabalho de Gabinete

Nesta etapa foi desenvolvido o cruzamento dos eventos pluviais extremos encontrados na análise dos dados meteorológicos com os eventos pluviais extremos noticiados pela imprensa, em episódios significativos. Nesse cruzamento foram identificados 113 (cento e treze) eventos pluviais extremos em 26 (vinte e seis) bairros da cidade de Aracaju/SE

3. Resultados e discussão

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar os eventos pluviais extremos de inundações a partir do desenvolvimento urbano da cidade de Aracaju/SE, no período de 2004 até 2014. Para tanto buscou-se identificar áreas suscetíveis aos impactos pluviais provocados



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

por eventos de precipitação extrema, principalmente no que se refere a inundações, em função de indicadores geourbanos.

3.1 Urbanização e apropriação da natureza na cidade

Na década de 60, devido à forte influência da instituição da Política Nacional de Habitação, em 1964, criou-se a chamada Companhia de Habitação – COHAB - que, por meio de financiamentos do Banco Nacional da Habitação – BNH - passou a construir conjuntos habitacionais, quase sempre distantes da malha consolidada, gerando vazios que foram sendo valorizados e posteriormente ocupados. A construção de tais conjuntos bem como a forma como estes foram distribuídos, atraíram uma proliferação de assentamentos precários em seu entorno, de modo a pressionar o poder público para a obtenção de moradia (PMA/SEPLOG, 2014).

Dessa forma, o aumento da população urbana de Aracaju também se relaciona com o conjunto de ações promovidas pela COHAB/SE, responsável pela construção dos conjuntos habitacionais para as populações de baixa renda, que inicialmente começa em 1968 com pequenos conjuntos unifamiliares atrelado ao sistema financeiro da habitação e tem sua ampliação do número de construções visando resolver o crescente déficit habitacional a partir de 1979, quando se inicia a fase de construção dos grandes conjuntos habitacionais, fato que marca o período de pré – metropolização de Aracaju (Figura 01).

A cidade de Aracaju passou a assumir, a partir da década de 70, evolução urbana em todas as direções, tanto em expansão física horizontal via formação de novas periferias, como através da verticalização, que se transformou em padrão de ‘status’ na cidade e ocupada pela parcela da população que, inicialmente, vivia nas áreas residenciais unifamiliares do centro.

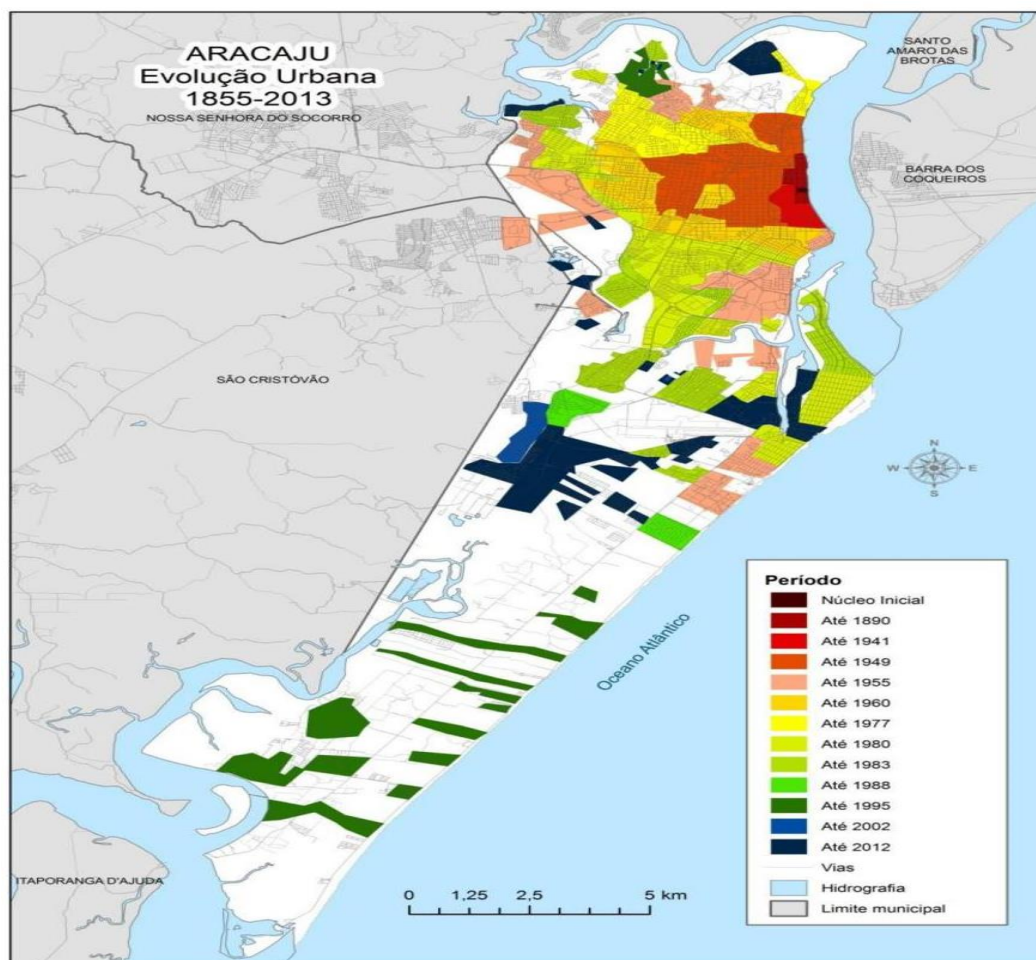


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01- Mapa da evolução urbana de Aracaju 1855-2013



Fonte: Plano diretor de desenvolvimento urbano de Aracaju – PMA/SEPLOG, 2014.

Em 1982, a Prefeitura Municipal, por meio de estudo, estabeleceu uma nova divisão de bairros da cidade, alterando também seu perímetro urbano, ampliando-o para todo o município, embora ainda sejam identificadas algumas poucas áreas com atividades agrícolas. O município foi então dividido em Zona Urbana e de Expansão Urbana, estratégia esta que favoreceu aos proprietários fundiários que tiveram condições para parcelar a terra (PMA/SEPLOG, 2014).

Percebeu-se que Aracaju havia avançado pelos mangues do bairro da 13 de julho, atual bairro jardins, havia se consolidado através do crescimento de edificações com tipologia vertical em torno de um centro comercial pontual, como o Shopping Jardins. A cidade estava assumindo um caráter de verticalização de suas atividades residenciais, desencadeando transformações significativas na paisagem urbana e cultural. Este processo atrelado à demanda habitacional, principalmente da classe média, vai desencadear uma continuidade da inserção de novas



No contexto do município de Aracaju, as áreas de riscos hidrológicos acham-se distribuídas ao longo da planície do Rio Poxim, Canal e Rio Santa Maria e nas margens do Rio do Sal. Como também nas regiões de paleolagunas e lagoas entre os cordões litorâneos ao sul do município. São áreas morfologicamente inseridas em ambientes de baixada, onde se



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

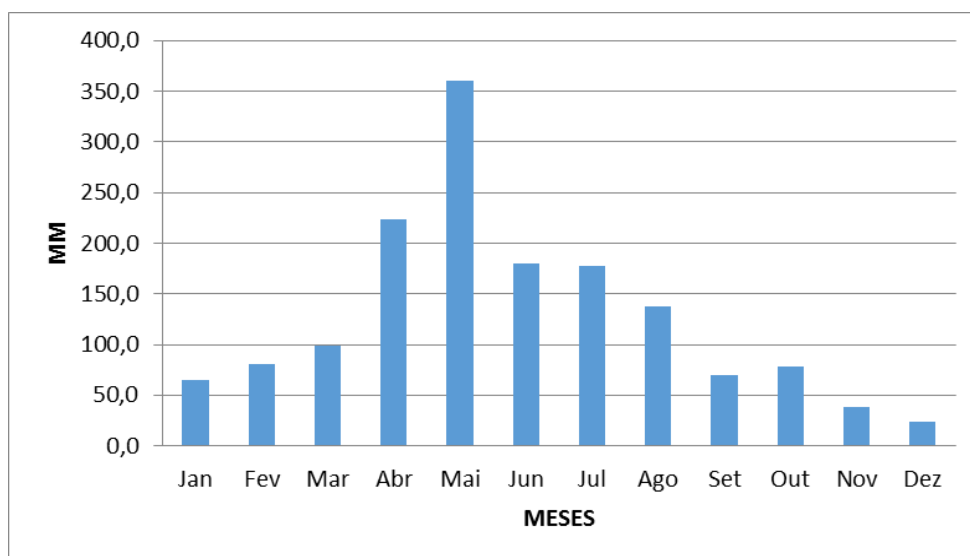
encontra mancha urbana consolidada e não consolidada. Apresentam baixo gradiente topográfico, sendo bastante vulneráveis ao impacto ambiental da expansão urbana inadequada (SANTOS, 2016). Além disso, a estrutura de escoamento criada para atender as necessidades urbanísticas das primeiras ocupações de Aracaju já não atende mais a demanda atual.

3.2 Análise multitemporal dos eventos pluviais extremos

A cidade de Aracaju, Estado de Sergipe, localiza-se no litoral da região nordeste brasileira e, como tal, tem influência oceânica moderadora das temperaturas, mas propiciadora de sistemas desencadeadores de chuvas. Há pouca influência da continentalidade. As temperaturas anuais são elevadas. Determinam o tempo e o clima aracajuano a baixa latitude - aquecimento diferenciado pela radiação solar e a dinâmica atmosférica.

Entre os anos de 2004 e 2014, Aracaju apresentou um padrão normal e habitual na pluviosidade interanual, pelo seu comportamento cronológico médio. Observando figura 18, nota-se que os meses de Abril (223,3mm), Maio (360,7mm), Junho (180mm), Julho (177,5mm) e Agosto (137,3mm) foram os meses com as maiores médias de pluviosidade no período, sendo maio o mês mais chuvoso. Há que se observar que as chuvas ocorrem conforme a expectativa de ação dos sistemas e que devem ser aguardadas. Pode haver uma antecipação ou um atraso, mas o tempo chuvoso é bem definido em cinco ou seis meses (Figura 02).

Figura 02 - Distribuição da média mensal da pluviosidade de Aracaju em 2004-2014



Fonte: SEMARH.
Organizado: João Luiz Santana Brazil



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Ao considerar as chuvas anuais pelos registros da pluviosidade total, o mês de maio apresenta-se com maior concentração: 545,2mm em 2006; 622mm em 2009; 545,6mm em 2013. O mês de maio registra índices pluviométricos que chegam a superar o volume de precipitação total dos meses mais secos.

É sabido que a alta precipitação concentrada na cidade de Aracaju em 24 horas gera risco de inundações devido a deficiência das redes de drenagem dos canais pluviais, ou mesmo, segundo SANTOS (2012) no que diz respeito ao aumento da vazão dos rios do município ocasionando pontos de inundação.

O impacto das inundações é um processo excludente da ocupação do território, onde estes espaços frágeis foram destinados às populações socialmente vulneráveis, sendo crescente a quantidade de indivíduos atingidos por estes fenômenos.

Nesse contexto a cidade de Aracaju apresentou, na série estudada de 2004 a 2014, um histórico de comportamento variável da pluviometria interanual. A partir da análise da distribuição média mensal da pluviosidade e do número de eventos pluviais extremos levantados, constatou-se que a ocorrência de um período chuvoso ou muito chuvoso, acarreta no aumento da frequência dos eventos pluviais (Figura 03).

Os eventos pluviais na cidade de Aracaju, que de modo geral ocorrem entre os meses de abril a julho, ocasionam a condição de exposição a riscos para população residente das áreas periféricas. Consideram-se eventos pluviais de risco extremo, quando as chuvas são iguais ou superiores a 60mm/24h (ZANELLA 2009).

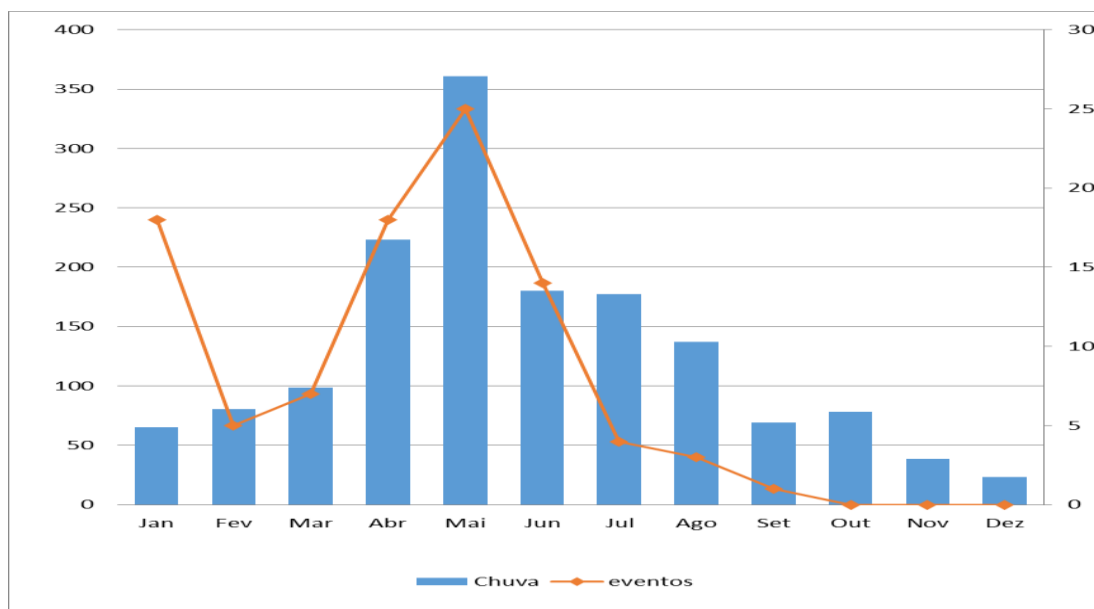


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 03 - Relação precipitações média mensal e os eventos pluviais em Aracaju 1994-2014



Fonte: SEMARH E PESQUISA EM JORNAIS 2004-2014.
Organizado: João Luiz Santana Brazil

Os maiores totais pluviais mensais estiveram concentrados nos meses de Abril, Maio, Junho e Julho. No entanto, a maior frequência de eventos pluviais extremos superiores a 60 mm/24h esteve presente nos meses de Janeiro, Abril e Maio, enquadrados como meses habituais.

Em relação à distribuição mensal no período estudado constatou-se que a frequência dos eventos pluviais extremos de inundações corresponde em sua maioria à quadra chuvosa. Destaca-se o mês de Maio, seguido pelo mês de Abril. No mês de maio ocorreram 25 (24,00%) eventos pluviais extremos de inundações com totais médios de 360,7mm/anos. O mês de junho registrou 13 (12,48 %) eventos com média de 180 mm/anos. Além disso, eventos ocorreram na pré-estação chuvosa como no mês de janeiro, contando com 18 (17,28%) eventos com precipitações com valor médio de 65,3mm/anos. Além disso, no mês de Abril com 19 (18,24%) eventos com precipitações com valor médio de 223,3mm/anos.

Assim, constatou-se que nos anos considerados chuvosos há o aumento da frequência de eventos, contudo nem todos os meses do período com essas características apresentam precipitações acentuadas, como nos meses de janeiro e fevereiro. Em contrapartida, os meses habituais registraram as maiores ocorrências de eventos pluviais de inundações.

Dessa forma, a pesquisa feita a partir dos resultados dos eventos pluviais extremos



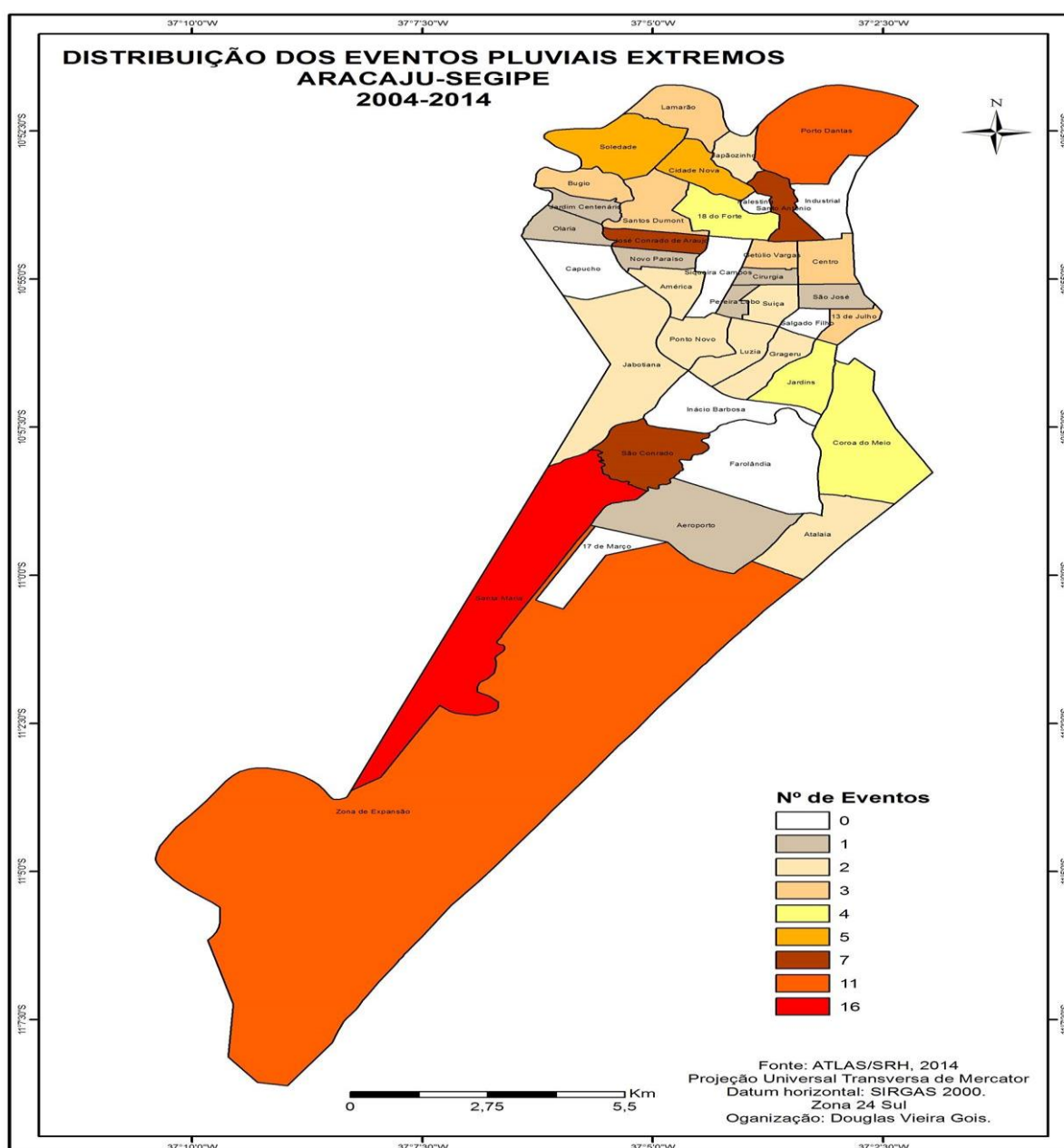
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

levantados pela Defesa Civil e nos Jornais Gazeta de Sergipe, Jornal da Cidade e Cinform referentes às notícias que se referiam a impactos pluviais na área urbana da cidade de Aracaju/SE entre 2004-2014 permitiram realizar o levantamento dos principais eventos pluviais extremos da cidade de Aracaju, conforme mostra o mapa (Figura 04).

Figura 04 - Distribuição dos eventos pluviais extremos na cidade de Aracaju, 1994-2014



Fonte: Pesquisa Em Jornais e dados da defesa civil, 2004-2014.
Organizado: Douglas Vieira Gois



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Observou que na cidade de Aracaju os eventos pluviais extremos estão muito bem distribuídas, sendo 42 (quarenta e dois) na zona norte e 38 (trinta e oito) na zona sul. O registro das ocorrências de maior gravidade situou-se nas áreas de risco onde o contingente populacional é mais carente.

Vale lembrar que a declividade da cidade não adquire força na ocorrência nem na intensidade de riscos, considerando poucos pontos de alguma altitude. É uma cidade plana e o registro de desabamentos é pontual e especializado.

As diversas ocorrências dos eventos pluviais extremos que foi levantado no período pesquisado foram sentidos em diferentes espaços da capital. As áreas de inundações atingiram parcela dos bairros inclusive as áreas com os melhores padrões de infraestrutura urbana, localizados na zona sul.

Por outro lado, embora os eventos pluviais extremos repercutam em toda a capital, submetendo a cidade a impactos adversos, os bairros mais nobres não apresentaram vulnerabilidade socioambiental tão intensa comparado aos bairros localizados na zona norte da cidade de Aracaju, como por exemplo os bairros Porto Dantas, Japãozinho e entre outros.

Esses eventos pluviais extremos são observados em todos os anos pesquisados (2004-2014), porém com destaque principalmente no ano de 2004 onde observou eventos pluviais em todos os bairros da região, eventos superiores a 60 mm/24h, sendo ocasionado pela ação da ZCIT.

Na zona sul da cidade de Aracaju, o bairro Santa Maria (dezesseis eventos) é a localidade com maior ocorrência referente a todos os outros bairros da cidade de Aracaju, além disso, a existência de eventos em todos os anos pesquisados. Notando assim a falta de preocupação dos governantes em relação a prevenção dos riscos a inundações que a sociedade tem sofrido neste período.

Na pesquisa, viu-se que na região norte houve um número maior e constante de ocorrências a partir de 2008, tendo o Bairro Porto Dantas (onze eventos) como destaque de eventos de inundações.

Diante dos resultados obtidos através da pesquisa das ocorrências de eventos de chuvas intensas, percebe-se que as mais fortes vêm ocorrendo na zona sul do município, as regiões que sofrem mais danos são as da zona norte, o que leva a perceber a importância do desenvolvimento de ações preventivas nas regiões mais críticas para diminuir o risco e a vulnerabilidade desta região.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

4. Considerações finais

Os impactos das precipitações constituem-se nos problemas mais sérios do Sistema Climático Urbano, principalmente nas cidades de países emergentes, dadas às consequências geradas por eventos de maior magnitude, relacionados às inundações urbanas.

O meio formado pelo ambiente natural e a população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle, pode levar a cidade ao risco de eventos hidrometeorológicos, com elevada repercussão para seus habitantes.

Resultados alcançados nesta pesquisa conduziram para a aceitação de que a principal causa do impacto dos eventos hidrometeorológicos e da formação de risco a inundações em Aracaju/SE advém das imbricações entre os ritmos do clima e os ritmos da urbanização na cidade.

O risco a inundações pode ser melhor analisado e, talvez constatado se forem feitos comparativos dos padrões tipológicos preexistentes em Aracaju e, 2004, frente aos atuais padrões tipológicos em 2014. A cidade é outra e suas relações também. Não meramente decorrentes do aumento populacional, adensamento do solo e crescimento da cidade, por ela ter crescido com outros padrões tipológicos e suas relações geradas no ambiente urbano, referentes às relações sociais e ao convívio urbano.

Deve-se salientar ainda que as ocorrências de riscos integram e se antecedem a outros processos dinâmicos, em seu tempo e ao longo dos espaços, como ocupação, povoamento e urbanização, incluindo vias de circulação, pavimentação, escoamento das águas, em sua diversidade de intensidade.

Conclui-se, portanto, que a solução seria a criação de uma proposta de reformulação na legislação municipal, no caso o plano diretor urbano, que trata de temas como o uso, apropriação e ocupação do solo, habitação, legislações ambientais, acrescido de análise sobre o serviço de drenagem urbana.

Vale ressaltar também a construção de um Sistema de Informação Geográfico (SIG) capaz de condensar um amplo número de informações e prognosticar as áreas de riscos a inundações, imprescindíveis para uma gestão pertinente do território do município.

5. Referências

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2001, p. 19-45.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

COLLESHONN, E. Compreendendo e avaliando a construção do risco relacionado às inundações urbanas. In: MENDONÇA, F. (org.). **Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência associados**. Jundiaí: Paco Editorial: 2014

MENDONÇA, F. **Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos: a contingência climática**. *Revista Mercator*, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

MENDONÇA, F. **Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba**. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 10, p.139-148, 2004.

MONTEIRO, A. As cidades e a precipitação uma relação demasiado briguenta. **Revista Brasileira de Climatologia**. Associação Brasileira de Climatologia. Presidente Prudente: ABClima, Ano 5, v.5, n.5, p.07-25, 2009.

PINTO, J. E. S. de S. O clima local de Aracaju-Se. In: SANT'ANNA NETO, João Lima (Org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: UNESP, 2002. P.43-60

PINTO, J. ELIANE S. DE S. & BRAZIL, JOÃO L. Estudos empíricos de impacto meteórico: questões básicas de consistência em Aracaju-SE. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 33, n. 4, p. 111-131, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229259/23626>

SANT' ANNA NETO, J. L. Escalas geográficas do clima: Mudança, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, M. C. de C. T., SANT'ANNA NETO, J. L., MONTEIRO, A. (Orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. 1. Ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013, 75-92 p.

SANTOS, A. **Riscos geomorfológicos e hidrológicos em Aracaju**. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, 2012. São Cristovão.

SANTOS, Bruna Fortes & PINTO, Josefa Eliane S. de S. Urbanização e clima urbano: teoria e aplicação no bairro atalaia – Aracaju/Sergipe/Nordeste do Brasil. **GEONORDESTE**, UFS/PPGEO, dezembro/2020: P.261-279.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

CORRELAÇÕES ENTRE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E FOCOS ATIVOS DE QUEIMA NA ÁREA URBANA DE BRASÍLIA/DF, ENTRE 1998 - 2018

PEDRO ALVES DA SILVA¹
BÁRBARA COSTA DA SILVA²
RAFAEL RODRIGUES DA FRANCA³

RESUMO

O comportamento dos elementos meteorológicos apresenta relações com a ocorrência de focos ativos de queima. O Brasil Central é uma das regiões vulneráveis à ocorrência de eventos de fogo visto suas condições climáticas e a ação humana como elemento ignitor. Com isso, esse estudo teve como objetivo comparar o índice de correlação entre elementos meteorológicos e as ocorrências de focos ativos de queima na área urbana do Distrito Federal - DF. Os dados utilizados são referentes aos valores mensais de cada parâmetro, de modo que foram utilizados os valores médios dos elementos atmosféricos e dos focos ativos. Os resultados indicam relações íntimas entre alguns elementos meteorológicos e a ocorrência de focos ativos de queima, em especial os valores para umidade relativa média que podem estar associados aos sistemas atmosféricos atuantes no DF durante o período de seca. Entretanto, ressalta-se a necessidade de trabalhos mais detalhados que visem explicar essa relação entre o comportamento sazonal da atmosfera e a ocorrência de fogo no Brasil Central.

Palavras-chave: Correlação; Elementos meteorológicos; Focos ativos.

ABSTRACT

The behavior of meteorological elements is interconnected with the occurrence of fires events. The climatic conditions of Central Brazil and human action characterize this region as vulnerable to the occurrence of fire events. The study aimed to compare the correlation index between meteorological elements and the occurrences of fire events in the urban area of the Distrito Federal - DF. Being the data used referring to the monthly values of each meteorological parameter, therefore it has been used average values of the atmospheric elements and the fires events. Results expose intimate relationships between some meteorological elements and the occurrence of fire events, presenting exceptional values for mean relative humidity that can be associated with atmospheric systems operating in the DF during the dry season. However, more detailed work is needed to explain this relationship between atmosphere and fire in Central Brazil

Keywords: Correlation; Meteorological elements; active fires

1. Introdução

Queimadas e incêndios florestais são alvo de discussão desde o século XVII no Brasil, visto proibição a atear fogo nas matas com pau-brasil presente no primeiro código florestal brasileiro de 1605. Em âmbito global, incêndios podem causar severas perdas tanto à

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade de Brasília. E-mail: pedro.allves1998@gmail.com

² Mestranda do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. E-mail: babec.silva@gmail.com

³ Professor do Curso de Graduação em Geografia da Universidade de Brasília. E-mail: rrfranca@unb.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

biodiversidade, como a alguns ciclos biogeoquímicos, diminuindo serviços ambientais (Silva et al., 2003). Eventos de queima também podem gerar diversos prejuízos econômicos, paisagísticos e ecológicos a depender da área em que ocorrem. No Brasil central a ocupação desordenada em prol da expansão agropecuária e o adensamento da malha urbana tem gerado prejuízos a diversos biomas. Modificações paisagísticas têm causado aumento na frequência de incêndios florestais, alterando a capacidade de recuperação dos elementos da biota (Fiedler et al., 2006). Sendo o Cerrado o bioma que tem sido destruído de forma mais rápida e intensa em toda a história humana (Latrubesse et al. 2009).

O fogo está presente no Cerrado há milhões de anos. Salgado-Labouriau e Ferraz-Vicentini (1994) ao analisarem sedimentos de veredas reportaram a ocorrência física de incêndios no bioma há mais de 32.000 anos AP. Portanto é possível entender que o fogo entre outros fatores é um dos determinantes da vegetação do Cerrado (Hoffmann 1996; Ribeiro & Walter 1998). Entretanto, Pausas e Keeley (2009) afirmam que não existe vegetação adaptada a eventos isolados de fogo, mas sim a distúrbios definidos pelo regime de queima, isto é, considera-se a época e frequência dos casos.

Estudos comprovam que incêndios naturais no Cerrado ocorrem entre 80% e 90% durante a estação chuvosa (outubro a abril) e o restante nos meses de transição entre as estações seca e chuvosa (setembro e maio), os incêndios são iniciados por raios e se extinguem rapidamente em detrimento das chuvas, que geralmente seguem as tempestades de raios. (Miranda, 2010 *apud* França et al., 2007; Medeiros e Fiedler, 2004; Ramos-Neto e Pivello, 2000). Entretanto, Soares (1992), ao agrupar as principais causas de queima no Brasil, atestou que as queimas de origem natural correspondem apenas a 0,2% dos eventos ocorridos no país. Sendo que a principal causa são a ação de incendiários e a limpeza da vegetação para renovação da pastagem (Soares e Santos, 2006). Portanto pode-se afirmar que a maioria dos incêndios que ocorrem no Cerrado estão ocorrendo fora do período e provavelmente da frequência que ocorreriam naturalmente, podendo causar danos ecossistêmicos significantes.

As condições climáticas e ambientais do Brasil Central e a ação humana como elemento ignitor caracterizam a região como vulnerável à ocorrência de eventos de queima (Schroeder et. al, 2001). Soares (1985) e Nunes et al. (2006) apontam que a possibilidade de ocorrência, a frequência e a propagação dos incêndios estão fortemente associadas às condições climáticas ou fatores climáticos. Assim como as condições climáticas são consideradas como um dos fatores determinantes do grau de perigo de incêndios (Nunes, 2005).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Soares e Paez (1972); Torres et al., (2011) e Jacobi (2007) estudaram a correlação entre elementos meteorológicos e ocorrências de incêndios em diferentes localizações do território brasileiro. Entretanto, nenhum deles analisou como os elementos meteorológicos presentes em um grande centro urbano do Brasil Central se relacionavam com a ocorrência de focos ativos de queima. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar o índice de correlação entre elementos meteorológicos e as ocorrências de focos ativos de queima na área urbana do Distrito Federal, a fim de determinar, para essa região, quais os fatores que apresentam associações mais significativas com ocorrências de focos ativos.

2. Metodologia

O estudo foi realizado a partir de uma série histórica abrangendo o período entre 1998 e 2018, em decorrência da disponibilidade de dados. Para a realização deste estudo, foram utilizados dados climáticos mensais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponibilizados no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), sendo referentes a estação convencional 83377 localizada na região administrativa do Sudoeste e Octogonal, Brasília-DF. Os dados relativos aos focos ativos de queima estão disponibilizados na página digital do programa queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e foram filtrados para apresentarem os focos presentes em todo o DF, sendo gerados a partir dos produtos de nove diferentes satélites que consideram focos ativos os pontos de queima com trinta metros de extensão e um de largura.

O Distrito Federal, de acordo com o IBGE (2000) e a Codeplan (2006), está localizado entre os *paralelos* de 15°30' e 16°03' de latitude sul e os *meridianos* de 47°25'e 48°12'de longitude oeste na região Centro-Oeste do Brasil, contando com 5.760,783 km². Classificado climaticamente de acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), como tropical úmido-seco, apresentando um período em que predomina um tempo seco (maio a setembro) e outro, um tempo chuvoso (outubro a abril).

Os dados foram tabulados em planilhas no *software* Microsoft Office Excel, para elaboração de tabelas e gráficos. Foram organizados e corrigidos os valores referentes aos seguintes elementos climáticos: precipitação (mm), temperatura do ar máxima e mínima (°C); brilho solar (horas); pressão atmosférica média (mbar); umidade relativa do ar (%); velocidade média dos ventos (m/s) e número de dias com precipitação (quantidade). Assim como o número de focos ativos (quantidade). Todos os dados tabulados são referentes aos valores mensais de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

cada parâmetro, portanto foram utilizados valores médios dos elementos atmosféricos e dos focos ativos, tendo sido analisados os valores médios dessas variáveis para 252 meses.

Para analisar a correlação entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de focos ativos foi determinado o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (r), onde os valores das variáveis são mensurados a nível intervalar. Os valores do coeficiente “ r ” variam dentro do intervalo 1 a -1, sendo que quanto mais próximos desses valores, mais forte a correlação entre as variáveis. Através do *software* Microsoft Office Excel foram formuladas matrizes com os valores correlacionados e gráficos para representação dos resultados. A diferença entre os coeficientes de correlação foi analisada como principal indicativo de relação entre a atuação dos sistemas atmosféricos e a ocorrência de focos ativos.

3. Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta os resultados dos testes de correlação entre o número de foco ativos e as variáveis meteorológicas estudadas, em uma década de series de dados. Os valores quando negativos indicam correlação inversa, quando positivos correlação direta. A tabela 2 apresenta os resultados dos testes de significância das análises, foi considerado a nível de significância bicaudal o valor crítico de 0,05. Assumiu-se hipótese nula H_0 em que não existe correlação entre as variáveis que apresentam valores “ p ” acima do valor crítico estabelecido. Os resultados apontam que apenas a correlação entre focos ativos e temperatura mínima atingiu valor “ p ” acima do crítico. Portanto, as outras correlações realizadas negam a hipótese nula e admitem significância.

Tabela 01 - Correlação entre focos ativos e elementos meteorológicos no Distrito Federal, 1998 a 2018

	Focos atv.	Prec.	T. max.	T. min	B. Solar	P. média	U.R. média	Nº de dias Prec.	Vento m/s
Focos Ativos	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---
Precipitação	-0.375	1.000	---	---	---	---	---	---	---
T°C. Max	0.232	-0.090	1.000	---	---	---	---	---	---
Temp. Min	-0.233	0.626	0.527	1.000	---	---	---	---	---
Brilho Solar	0.499	-0.863	0.144	-0.650	1.000	---	---	---	---
Pressão Média	0.064	-0.152	0.019	-0.095	0.126	1.000	---	---	---
U. R. Média	-0.709	0.778	-0.365	0.515	-0.861	-0.103	1.000	---	---
Nº de Dias Prec.	-0.452	0.864	-0.030	0.737	-0.942	-0.135	0.853	1.000	---
Vento m/s	0.312	-0.318	-0.108	-0.281	0.355	0.017	-0.405	-0.328	1.000

Fonte: INMET (2019); INPE (2019).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 02 – Teste de significância das Correlação entre focos ativos e elementos meteorológicos no Distrito Federal, 1998 a 2018.

	Valor r	Valor p
Precipitação	-0.375	1.33E-27
T°C. Max	0.232	4.35E-07
Temp. Min	-0.23	9.08E-01
Brilho Solar	0.499	1.32E-157
Pressão Média	0.064	1.35E-242
U. R. Média	-0.709	5.46E-45
Nº de Dias Prec.	-0.452	2.58E-04
Vento m/s	0.312	2.44E-12

Fonte: INMET (2019); INPE (2019).

Os escritos de Sorre (1948) já problematizavam o uso intensivo das médias climáticas, defendendo que esses valores numéricos usados são responsáveis por mascarar a complexidade da realidade. Portanto a variação diária dos fatores e a passagem dos sistemas atmosféricos tiveram seus impactos minimizados na análise simplificando os resultados, ou seja, seria interessante verificar os eventos em escala de maior detalhe.

Entretanto, os resultados indicam relações íntimas entre alguns elementos meteorológicas e a ocorrência de focos ativos de queima, como mostrado na figura 1, com valor excepcional para umidade relativa média que obteve correlação $r = -0,709$. Variáveis como número de dias com precipitação, brilho solar e precipitação total apresentaram valores significantes, respectivamente -0,452; 0,499 e -0,375. Esses valores podem indicar que além das chuvas a distribuição dos eventos de precipitação são importantes na análise de probabilidade de focos de queima. As variáveis de temperatura do ar apresentaram valores baixos e semelhantes, sendo 0,233 para temperaturas máximas e -0,233 para temperaturas mínimas. A variável com valor menos significante foi pressão média com $r = 0.064$.

A correlação linear de Pearson (r) entre o número de focos ativos de queima e elementos meteorológicos estudados no período de 1998 – 2018, no Distrito Federal, encontrada nesse trabalho foi similar ao encontrado por Torres et al. (2010), Soares e Paez (1972) e Jacobi (2007) nas regiões de Juiz de Fora, centro paranaense e Santa Maria, respectivamente. Sendo verificados valores expressivos na correlação com a variável umidade relativa e baixa correlação da temperatura do ar (Figura .1)

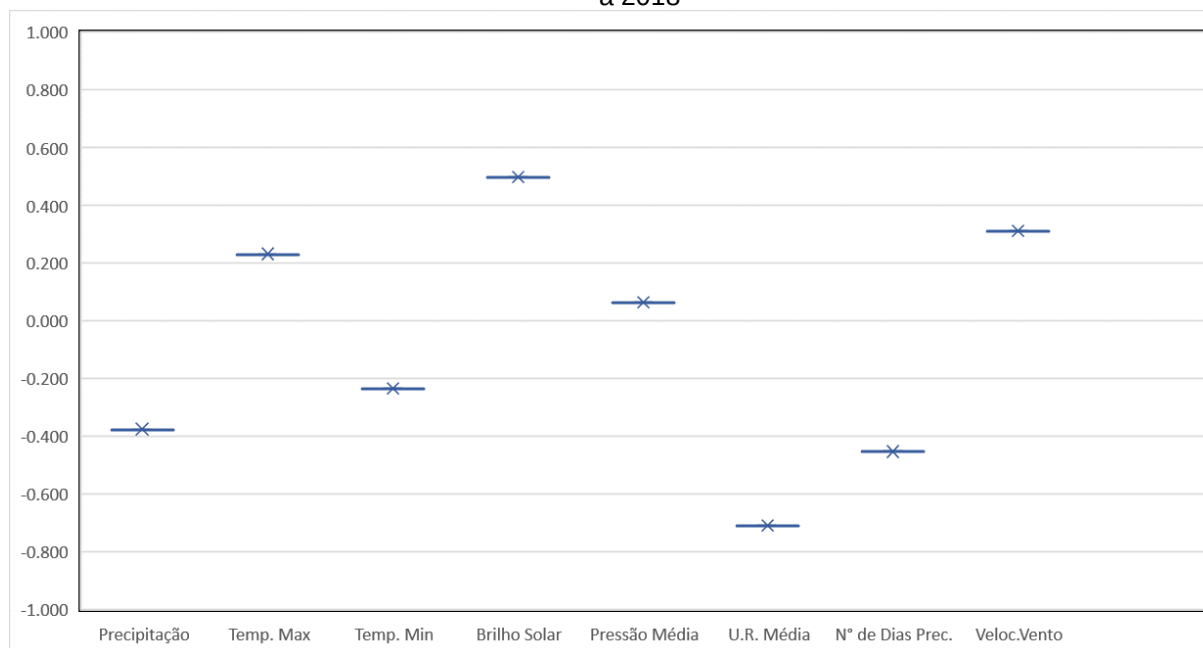


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 – Gráfico de correlação entre focos ativos e elementos meteorológicos no Distrito Federal, 1998 a 2018



Fonte: INMET (2019); INPE (2019).

Nunes et al. (2005) afirmaram ainda que a umidade atmosférica é um elemento decisivo nos incêndios florestais, tendo efeito direto na inflamabilidade dos combustíveis florestais, portanto a dinâmica presente entre o material seco e a umidade atmosférica também pode estar relacionado com a ocorrência de focos ativos. A segunda variável com valor mais expressivo, taxa de brilho solar, está intimamente ligada à umidade do ar, visto que quando mais seco menor a quantidade de nuvens formadas. De acordo com Couto e Cândido (1980), a exposição do combustível à insolação provoca a evaporação acelerando a secagem do combustível.

É importante mencionar que o valor de correlação entre umidade relativa média e brilho solar com a ocorrência de focos ativos encontrado nesse trabalho se mostra mais expressivo do que nos trabalhos de Torres et al. (2010), Soares e Paez (1972) e Jacobi (2007). Isso pode se dar em consequência dos sistemas atmosféricos atuantes no Distrito Federal, especialmente o Anticiclone do Atlântico Sul que durante a época de seca (maio a setembro) reduz significativamente os valores de umidade e aumenta o brilho solar, entretanto trabalhos mais detalhados são necessários para explicar essa relação no Brasil Central.

A vegetação do Distrito Federal é caracterizada exclusivamente como cerrado. Nos últimos anos o processo acelerado de ocupação, o aumento da densidade demográfica e a expansão da agricultura intensiva (Almeida, 1997); tem restringido as áreas de vegetação nativa



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

do DF aos parques e áreas de proteção ambiental. Os dados do INPE (2019) utilizados nesse trabalho, figura 02, assim como os dados apresentados por Dias (1992) e Soares (1989) atestaram que efetivamente a questão dos incêndios florestais no Brasil se concentra no inverno e primavera, que corresponde à estação de seca do ano no Distrito Federal. Portanto, é possível entender que os focos ativos que ocorrem no DF estão fora do período natural da ocorrência de fogo no cerrado, de modo que as ações humanas podem ser consideradas ignitoras e ocorrem quando há condições meteorológicas favoráveis a propagação.

Figura 02 – Distribuição mensal da soma de focos ativos no Distrito Federal, 1998 a 2018



Fonte: INPE (2019).

4. Considerações finais

Apesar dos fracos valores em decorrência do uso de médias na correlação, os focos ativos de queima no Distrito Federal estão intimamente relacionados com elementos atmosféricos típicos da estação seca do Brasil Central, como a baixa umidade relativa e os elevados valores de brilho solar. A ocorrência dos focos é concentrada nessa estação, sendo que historicamente episódios de queima deveriam ocorrer durante as épocas de transição, visto a ignição por meio de relâmpagos. Portanto, a ação humana é a chave ignitora de fogo no DF.

É importante salientar que aspectos sociológicos, antropológicos e políticos tangem a questão de queimadas e incêndios no Brasil, portanto é necessário compreender que essa temática demonstra complexidade. Evidenciando a necessidade de modelos com mais variáveis, além de variáveis estruturadas de forma a viabilizar o uso de metodologias mais



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

detalhistas e resultados mais confiáveis.

5. Referências

ALMEIDA, S. A. O. **Determinação de redução de umidade superficial na região dos cerrados com imagens AVHRR/NOAA e precipitação pluviométrica.** Brasília, DF. UNB, 1997.

CODEPLAN, Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/informacoes-socioeconomicas-do-df/>. Acesso em: 11/03/2021.

COUTO, E. A.; CÂNDIDO, J. F. **Incêndios florestais.** Imprensa Universitária–UFV, Viçosa, MG, 1980.

DA SILVA, J. C.; FIEDLER, N. C.; RIBEIRO, G. A.; DA SILVA JR, M. C. Avaliação de brigadas de incêndios florestais em unidades de conservação – Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 95-101, 2003.

DIAS, B. F. S. Cerrados: uma caracterização. IN: Dias, B.F.S (Ed.) **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: Manejo e conservação dos recursos naturais renováveis.** Brasília-DF. IBAMA E FUNATURA, p. 11-25.

FIEDLER, N. C.; RODRIGUES, T. O.; DE MEDEIROS, M. B. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal-Estudo de caso – Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.55-63, 2006

HOFFMANN, W. A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. **Journal of ecology**, p. 383-393, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2000.** Rio de Janeiro: 2000.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 11/03/2021

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acesso em: 11/03/2021

JACOBI, L. F. **Queimadas acidentais em campo em Santa Maria-RS.** Santa Maria, RS. UFSM, 2007.

KEELEY, J. E., PAUSAS, J. G., RUNDEL, P. W., BOND, W. J., & BRADSTOCK, R. A. Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. **Trends in plant science**, 16(8), 406-411, 2011.

LATRUBESSE, E. M. AMSLER, M. L.; MORAIS, R. P. & AQUINO, S. The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

tropics: The case of the Araguaia River. **Geomorphology**, v. 113, n. 3-4, p. 239-252, 2009.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos, 2017.

MIRANDA, H. S. **Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Resultados do projeto Fogo**. Ministério do Meio Ambiente, 2010.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. ESTIMATIVA DA UMIDADE RELATIVA DAS 13: 00 h, COM BASE NOS DADOS DAS 9: 00 h E DAS 15: 00 h, PARA O ESTADO DO PARANÁ. **Floresta**, v. 35, n. 2, 2005.

RIBEIRO, J. F., & WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.

SALGADO-LABOURIAU, M. L.; FERRAZ-VICENTINI, K. R. Fire in the Cerrado 32.000 years ago. **Current Research in Pleistocene**, v. 11, p. 85-87, 1994.

SANTOS, J.F.; SOARES R. V.; BATISTA A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, v. 36, n.1, 2006.

SCHROEDER, W.; FRANÇA, J. R. A.; GARCIA, M. P. Identificação de padrões climatológicos que contribuem para a ocorrência de incêndios em Cerrado usando dados AVHRR/NOAA-14. **XI Congr. Bras. Meteorologia, R. Janeiro**, p. 3833-3842, 2001.

SOARES, R. V.; PAEZ, G. Correlações entre alguns fatores meteorológicos e ocorrências de incêndios florestais na região Centro Paranaense. **Floresta**, v. 4, n. 2, 1972.

SOARES, R. V. **Incêndios florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF, 1985.

SOARES, R.V. **Forest fires in Brazilian plantations and other protected public land**. Freiburg, Germany. In: Proceedings of the III Symposium on fire ecology. 1989. v.1, p. 5-6.

SOARES, R.V. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Floresta**, v.22, n.1-2, p.39-54,1992.

SORRE, M. **Fondements de la géographie humaine**. *Cahiers internationaux de sociologie*, 5, 21-37, 1948.

TORRES, F. T. P. RIBEIRO, G. A., MARTINS, S. V., & LIMA, G. S. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 143-150, 2011.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

CALOR, METRÓPOLE E CLIMA SUBTROPICAL: IDENTIFICAÇÃO DOS EVENTOS EXTREMOS DE CALOR EM PORTO ALEGRE-RS ENTRE 2010-2019

ARTHUR DE CASTRO FRAGA¹
RENATA DIAS SILVEIRA²

RESUMO

Eventos extremos de calor são fenômenos comuns especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, caracterizados como um período prolongado de calor excessivo. Porto Alegre-RS possui hoje 1,488,252 milhões de habitantes e sua alta densidade demográfica somada às fragilidades naturais do território tornam a região vulnerável a eventos meteorológicos como ondas de calor. Esta pesquisa tem como objetivo realizar o levantamento e análise de dados de eventos extremos de calor em Porto Alegre entre 2010-2019. Para identificação dos eventos extremos de calor, foi realizado um levantamento de dados diários e mensais das temperaturas máximas e mínimas de Porto Alegre entre 2010 a 2019. Utilizando a técnica dos quantis, foram identificados os *eventos de calor*: período de no mínimo 3 dias com temperatura máxima diária maior que o limite estabelecido para cada estação do ano e *supereventos de calor*: período de 3 dias ou mais em que além da temperatura máxima a temperatura mínima diária também é superior ao limite estabelecido. Após a análise dos resultados obtidos, foi possível identificar que a capital do Rio Grande do Sul teve 60 eventos de calor com uma duração total de 269 dias e 22 supereventos de calor com duração total de 94 dias.

Palavras-chave: Risco climático; Eventos extremos de calor; Porto Alegre-RS.

ABSTRACT

Extreme heat events are common phenomena especially in the South, Southeast and Midwest regions of Brazil, characterized as a prolonged period of excessive heat. Today, Porto Alegre-RS has 1,488,252 million inhabitants and its high demographic density added to the natural fragilities of the territory make the region vulnerable to weather events such as heat waves. This research aims to survey and analyze data on extreme heat events in Porto Alegre between 2010-2019. In order to identify extreme heat events, a survey of daily and monthly data on maximum and minimum temperatures in Porto Alegre was carried out between 2010 to 2019. Using the quantile technique, heat events were identified: a period of at least 3 days with a maximum daily temperature greater than the limit established for each season of the year and heat super-events: a period of 3 days or more in which in addition to the maximum temperature, the minimum daily temperature is also above the established limit. After analyzing the results obtained, it was possible to identify that the capital of Rio Grande do Sul had 60 heat events with a total duration of 269 days and 22 heat super-events with a total duration of 94 days.

Keywords: Climatic risk; Extreme heat events; Porto Alegre-RS.

¹ Graduando de Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre, fraga_arthur@outlook.com

² Doutora em Geografia, Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre, renata.silveira@poa.ifrs.edu.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

Estudos como o “Or Future on Earth”, publicado em fevereiro de 2020 (FUTURE EARTH, 2020) alertam para um iminente colapso sistêmico global, derivado da combinação de fatores negativos relacionados ao meio ambiente e principalmente ao clima. Problemas de magnitude global tais como as mudanças climáticas, os eventos climáticos extremos, a perda da biodiversidade, a insegurança alimentar e a crise hídrica, se combinados são uma ameaça à existência da humanidade, caso continuem sendo tratados de forma isolada e sem a união de esforços em todas as esferas, o que é imprescindível para o enfrentamento de questões dessa magnitude.

Eventos extremos de temperatura, tais como as ondas de calor e de frio nem sempre impactam na economia de forma direta, porém são eventos que afetam significativamente a qualidade de vida e a saúde da população. Ao levar em conta a desigualdade social presente na sociedade brasileira, os impactos desses eventos tornam-se ainda mais relevantes uma vez que conforme Silveira (2014) a vulnerabilidade aos extremos climáticos está relacionada à situação socioeconômica, ou seja, as classes sociais menos favorecidas sentem os efeitos desses extremos climáticos de forma mais intensa.

Eventos extremos de calor são fenômenos comuns especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Conforme afirma Geirinhas (2016) o contraste de temperatura entre os centros urbanos e a periferia contribui para a intensificação desses eventos principalmente nos grandes centros urbanos.

Segundo Mandú (2020), as ondas de calor (OC) são caracterizadas como um período prolongado de calor excessivo e trata-se de evento climático extremo que representa elevados riscos a diversos segmentos da sociedade. Eventos extremos de calor são fenômenos comuns especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. De forma geral a caracterização leva em conta a ocorrência de uma sequência de dias consecutivos cujos valores de temperatura do ar encontram-se acima dos valores esperados para a mesma região e para mesma época do ano (GEIRINHAS, 2016).

Conforme afirma Geirinhas (2016), o contraste de temperatura entre os centros urbanos e a periferia contribui para a intensificação desses eventos, principalmente nos grandes centros urbanos. Segundo Jenerette et al. (2006) *apud* Bitencourt (2016), em ambientes urbanos são bastante claras as associações entre a temperatura do ar e as condições específicas dos bairros, tais como a economia, a densidade populacional e a taxa da área coberta por vegetação. Sabe-



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

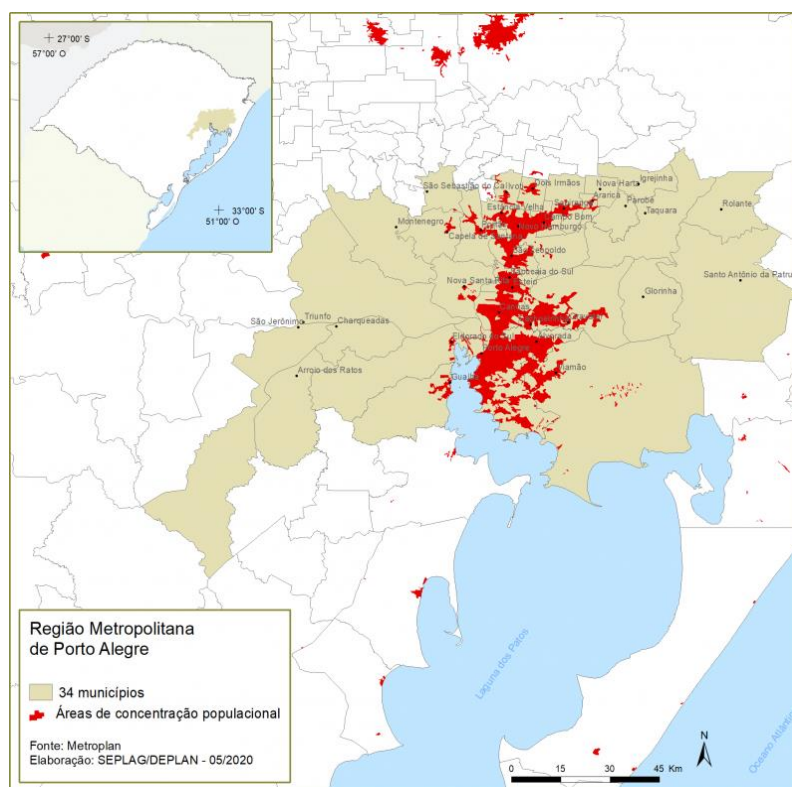
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

se, ainda, que as pessoas mais suscetíveis às ondas de calor são as crianças, os idosos e os adultos não saudáveis. Além disso, o potencial de risco é ainda maior para as populações de maior vulnerabilidade social.

O Município de Porto Alegre está localizado entre as coordenadas 30° 01' 58" S e 51° 13' 48" O, às margens do lago Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Representa uma área de transição entre a Depressão Central, a Planície Costeira e o Planalto Sul-Riograndense. Apresenta uma área de 496,8 km², o que representa cerca de 0,18% da área do estado, e possui aproximadamente 1,49 milhão de habitantes, cerca de 13% da população do estado (RIO GRANDE DO SUL, 2020), formando uma complexa rede urbana, juntamente com os demais 33 municípios que formam a região metropolitana (Figura 1).

Figura 1- Mapa da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS



Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, 2020.

De acordo com Rossato (2011), a cidade de Porto Alegre encontra-se na área de domínio do Clima subtropical III:Úmido com Variação Longitudinal das Temperaturas Médias, a qual é uma área com menor influência dos sistemas polares e maior interferência dos sistemas tropicais conjugados com efeito do relevo (escarpa e vales da borda do planalto basáltico), da



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

continentalidade, maritimidade e das áreas urbanizadas. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações. Ainda, a temperatura média anual varia entre 20-23°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 14-17°C e do mês mais quente varia entre 23-29°C. É a região com o conjunto de médias de temperaturas mais alto do estado.

Silveira (2014) analisou, utilizando a técnica dos quantis, a ocorrência de eventos extremos de calor e de frio no Rio Grande do Sul entre 1992 e 2009. Definiu-se como eventos de calor aqueles episódios onde a temperatura máxima ultrapassou o limite estabelecido para aquela localidade por, pelo menos, três dias. Quando o episódio também foi acompanhado pela elevação da temperatura mínima, o evento foi denominado superevento de calor.

Firpo (2008), entre os anos de 1967 a 2005, analisou, utilizando a técnica dos quantis, os dados de 13 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul sobre ocorrência de ondas de frio e calor e suas relações com El Niño e La Niña. Observou-se que as ondas de frio e de calor ocorrem mais no inverno, porém nas ondas de frio há uma homogeneidade quanto à sua distribuição no Estado. Já a distribuição das ondas de calor são heterogêneas, uma vez que elas ocorrem mais ao norte do Estado.

Cardia (2010) com o intuito de caracterizar e estudar as ondas de calor na cidade de Porto Alegre/RS no período de 1961 a 2010, utilizando dados de temperatura máxima e mínima, coletados através do 8º Distrito de Meteorologia, e análise estatística dos dados através do método da regressão simples visando caracterizar tendências para os eventos. Foram verificados 43 eventos em 50 anos de observação, contabilizando 60% de frequência.

Diante do exposto, o presente artigo pretende analisar a ocorrência dos eventos extremos de calor em Porto Alegre-RS ao longo do período 2010-2019, tendo como subsídio o estudo realizado, no período anterior, por Silveira (2014). Será possível, assim, verificar o número de episódios e a magnitude desses.

2. Metodologia

A metodologia do presente artigo foi dividida em três etapas:

Na primeira etapa da pesquisa foram buscadas referências acerca de conceitos e métodos relacionados a estudos sobre eventos extremos de calor no Brasil. Também foram levantados os principais estudos relacionados a esse fenômeno no Rio Grande do Sul, procurando dar subsídios à pesquisa a ser realizada.

Para a segunda etapa, foi feito um levantamento de dados meteorológicos sobre as



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

temperaturas máximas e mínimas diárias, da estação meteorológica convencional de Porto Alegre (Inmet), disponíveis on-line.

Na terceira etapa foram feitas as análises dos dados utilizando a técnica dos quantis para definição dos episódios extremos de calor. Foram identificados os *eventos extremos de calor*(Q90): período de no mínimo 3 dias com temperatura máxima diária maior que o limite estabelecido e *supereventos de calor*(Q10): período de 3 dias ou mais em que além da temperatura máxima a temperatura mínima diária também é superior ao limite estabelecido (quadro 1). Os limites utilizados foram os mesmos definidos por Silveira (2014), que definiu limites diferentes para cada estação do ano e para cada localidade do Rio Grande do Sul.

Quadro 1- Limites dos eventos extremos de calor de Porto Alegre e por estação do ano.

LIMITES EVENTOS EXTREMOS - PORTO ALEGRE-RS		
Verão	Evento (Q90) temp.máx.≥	34°C
	Superevento (Q10) temp. mín ≥	23°C
Outono	Evento (Q90) temp.máx.≥	29°C
	Superevento (Q10) temp. mín ≥	19°C
Inverno	Evento (Q90) temp.máx.≥	28°C
	Superevento (Q10) temp. mín ≥	16,5°C
Primavera	Evento (Q90) temp.máx.≥	33°C
	Superevento (Q10) temp. mín ≥	21°C

Fonte: SILVEIRA, 2014. Org.: FRAGA, A.C.

Após o levantamento dos episódios de eventos e supereventos de calor utilizando a técnica dos quantis, foram gerados gráficos sobre os eventos e supereventos de calor por mês, estação, ano e a média de duração de cada evento.

3. Resultados e discussão

Os resultados foram separados em dois subitens: (3.1) identificação dos eventos extremos de calor por ano e (3.2) análise dos eventos extremos do período 2010-2019.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

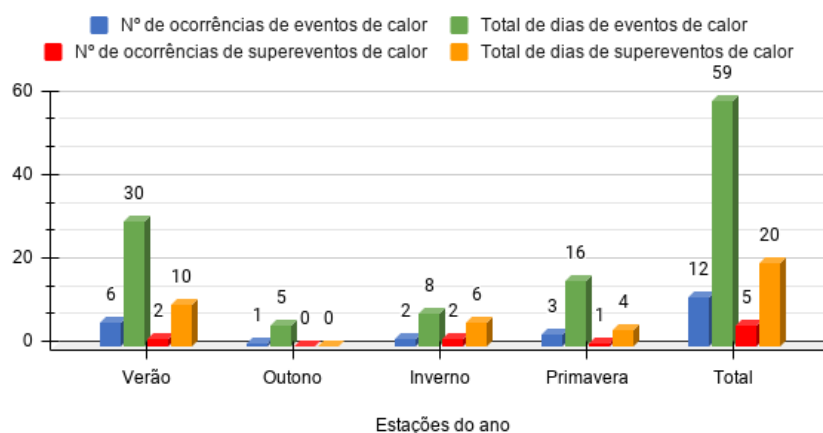
3.1 Identificação dos eventos extremos de calor por ano

Para este resumo foram selecionados para serem expostos os dois anos com os maiores números de eventos extremos de calor.

O ano de 2012 foi o de maior número de eventos extremos de calor. Foram registrados 12 eventos de calor, que ocorreram durante o verão, outono, inverno e primavera. Os eventos de calor tiveram uma duração de 59 dias, tendo uma média de duração de 4,8 dias. Foram registrados 5 supereventos de calor, principalmente durante o verão e o inverno, com registros ocorrendo também na primavera. Os supereventos tiveram 20 dias de duração, tendo uma média de duração de 4 dias (figura 6 e 7).

Figura 6 - Eventos e supereventos de calor por estação do ano de 2012, Porto Alegre-RS

Eventos e supereventos de calor por estação do ano de 2012, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.



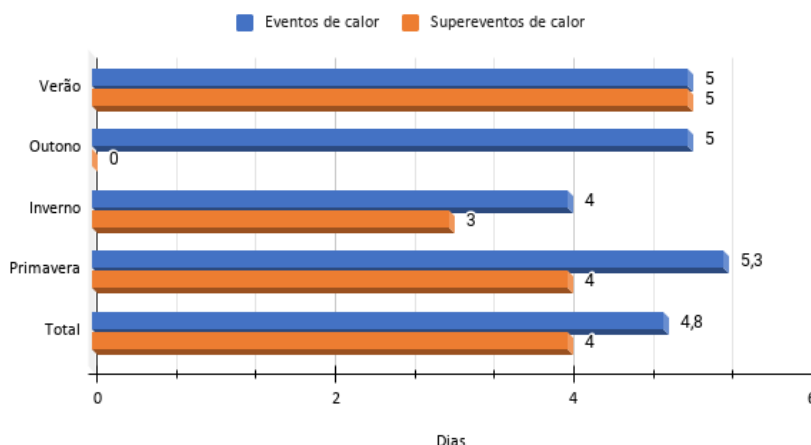
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 7 - Média de duração dos eventos e supereventos de 2012, Porto Alegre-RS

Média de duração dos eventos e supereventos de calor em 2012, Porto Alegre-RS

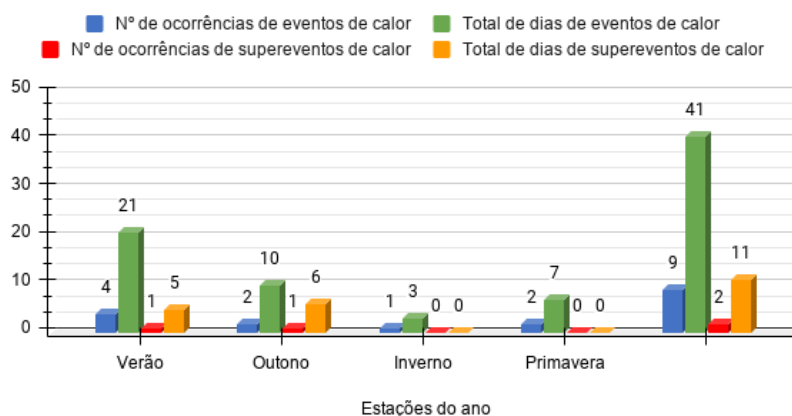


Fonte: Autor.

Em 2019, foram registrados 9 eventos de calor, que ocorreram principalmente no verão, também foram registrados eventos no outono, inverno e primavera. Os eventos de calor tiveram duração de 41 dias, com uma média de duração por evento de 4,1 dias. Foram registrados 2 supereventos de calor, que ocorreram durante o verão e outono. Os supereventos de calor tiveram duração de 11 dias, uma média de duração por evento de 5,5 dias (figuras 20 e 21).

Figura 20 - Eventos e supereventos de calor por estação do ano de 2019 Porto Alegre-RS

Eventos e supereventos de calor por estação do de 2019, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.



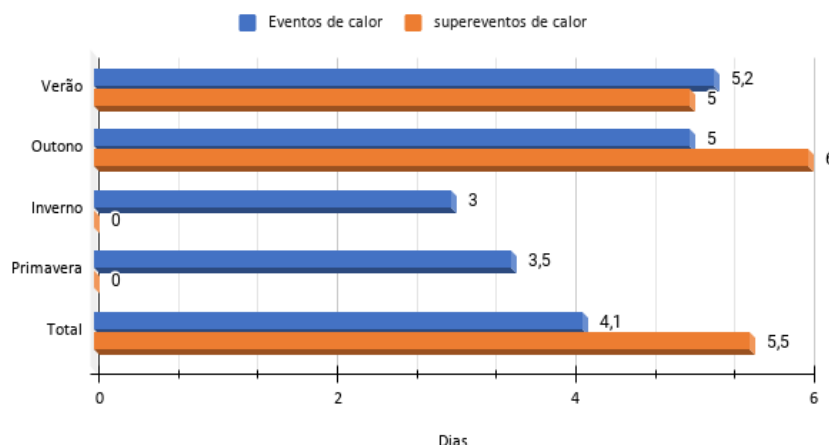
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 21 - Média de duração dos eventos e supereventos de 2019, Porto Alegre-RS

Média de duração dos eventos e supereventos de calor em 2019, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.

3.2 Análise dos eventos extremos do período 2010-2019

Através do levantamento de dados da estação meteorológica de Porto Alegre - RS do INMET, durante o período de dez anos (2010 a 2019) foi possível observar o número de ocorrências de eventos e supereventos de calor total anual e por estação do ano (figura 22, 23 e 24), média de duração dos eventos e supereventos (figura 25), e os eventos e supereventos de calor por mês (Figura 26).

Foi possível observar que o verão foi a estação do ano com maior número e duração de eventos de calor. Foram registrados 22 eventos de calor, representando 36,7% dos eventos de calor do período estudado, com duração de 114 dias, uma média de duração por evento de calor de 5,1 dias. O outono foi a segunda estação com maior número e duração de eventos de calor. Foram registrados 15 eventos de calor, 25% dos eventos de calor do período do estudo, com duração de 68 dias, uma média de 4,5 dias de duração por evento. O inverno foi a terceira estação com maior número e duração de eventos de calor, foram registrados 13 eventos de calor, representando 21,7% dos eventos de calor do período do estudo, com duração de 45 dias, uma média de duração por evento de calor de 3,5 dias. A primavera foi a estação com o menor número e duração de eventos de calor. Foram registrados 10 eventos de calor, representando 16,7% dos eventos de calor do período do estudo, com duração de 42 dias, com uma média de duração por evento de calor de 4,2 dias.

O verão foi a estação com maior número e duração de supereventos de calor. Foram registrados 10 supereventos de calor, representando 45,5% dos supereventos de calor do



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

período estudado, com uma duração de 44 dias, uma média de duração por superevento de calor de 4,4 dias. O outono foi a estação com o segundo maior número e duração de supereventos de calor. Foram registrados 6 supereventos de calor, representando 27,3% dos supereventos de calor do período do estudo, com duração de 29 dias, uma média de duração por superevento de 4,8 dias. O inverno foi o terceiro maior número e duração de supereventos de calor. Foram registrados 5 supereventos de calor, representando 22,7% dos supereventos de calor do período do estudo, com duração de 17 dias, uma média de duração por superevento de calor de 3,4 dias. A primavera foi a estação com menor número e duração de supereventos de calor. Foi registrado 1 evento de calor, com duração de 4 dias, representando 4,5% dos eventos de calor do período do estudo, uma média de duração por superevento de calor de 4 dias.

Os meses com o maior número de eventos de calor foram abril e dezembro com 10 ocorrências registradas, após eles vêm agosto com 9 registros, janeiro e fevereiro com 8 ocorrências, março com 6 registros, novembro com 4 ocorrências, setembro com 3 ocorrências, julho e junho com 1 e maio com 0 ocorrências.

O mês com o maior número de supereventos de calor foi fevereiro com 6 registros, após ele vem abril e agosto com 4 registros, janeiro com 3 registros, março e dezembro com 2 registros, setembro com 1 registro e maio, junho, julho, outubro e novembro com 0 ocorrências.

Em síntese, de 2010 a 2019 foram registrados 60 eventos de calor, com duração de 269 dias, uma média de duração de 4,5 dias por eventos de calor. Foram registrados 22 supereventos de calor, com duração de 94 dias, uma média de duração de 4,3 dias por superevento de calor.

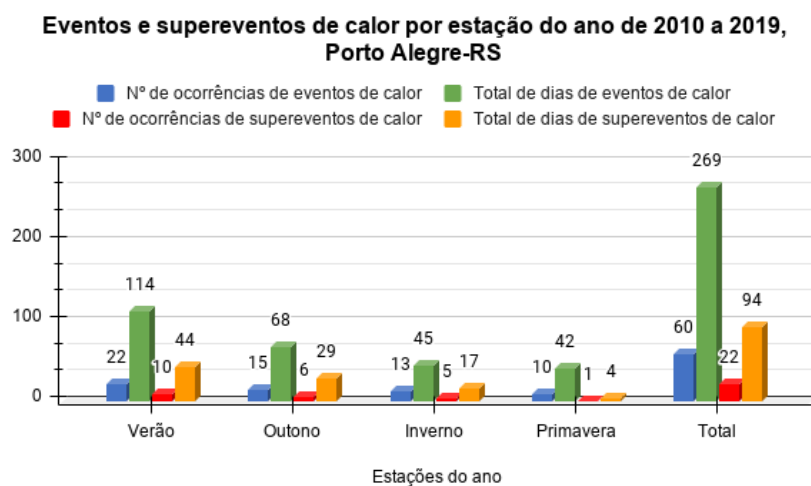


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

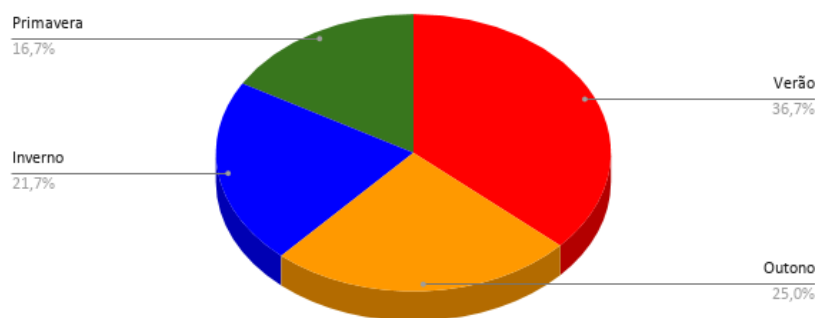
Figura 22 - Eventos e super eventos de calor por estação do ano de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.

Figura 23 - Eventos de calor por estação do ano de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS

Eventos de calor por estação do ano de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.

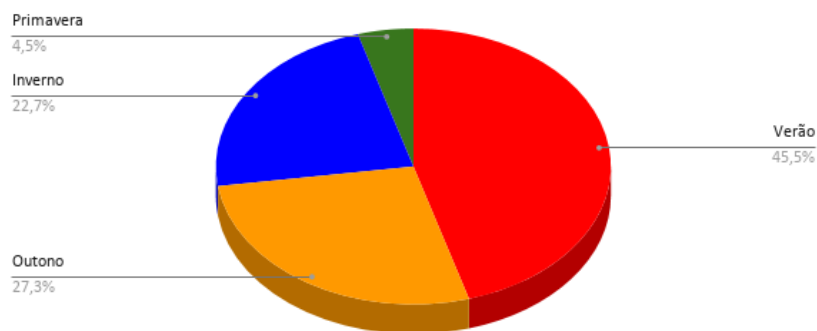


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

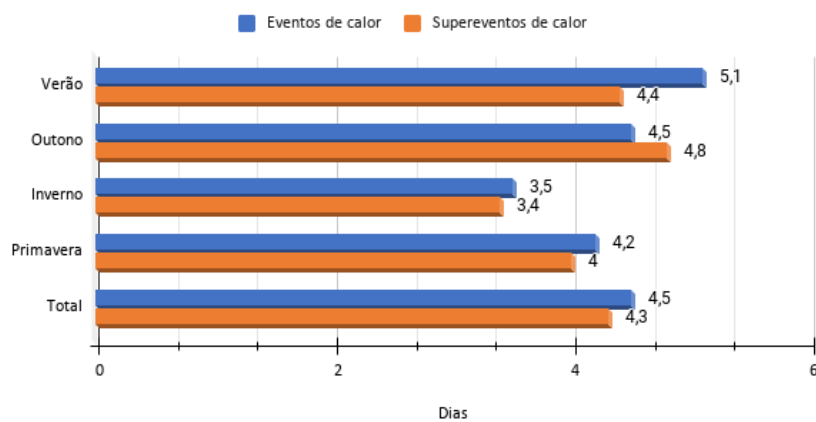
Figura 24 - Supereventos de calor por estação do ano de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS
Supereventos de calor por estação do ano de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.

Figura 25 - Média de duração dos eventos e supereventos de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS

Média de duração dos eventos e supereventos de calor por estação do ano de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.

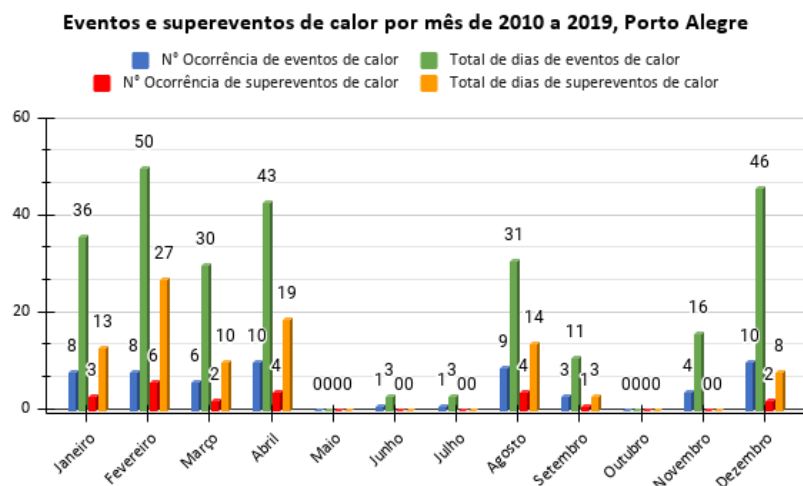


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 26 - Eventos e supereventos de calor por mês de 2010 a 2019, Porto Alegre-RS



Fonte: Autor.

4. Considerações finais

A partir do levantamento e da análise dos dados diários e mensais das temperaturas máximas e mínimas de Porto Alegre entre 01/01/2010 e 31/12/2019, foi possível identificar que a capital do Rio Grande do Sul teve 60 eventos de calor, sendo que 22 desses ocorreram no verão, 15 no outono, 13 no inverno e 10 na primavera, com uma duração total de 269 dias; e 22 supereventos de calor, sendo que 10 foram no verão, 6 no outono, 5 no inverno e 1 na primavera, com duração total de 94 dias, que atingiram o município Porto Alegre nesse período.

Tendo em vista tais resultados sobre o número de eventos extremos de calor cidade de Porto Alegre-RS, é notável a necessidade de um estudo que realiza uma comparação entre os resultados atuais com estudos realizados anteriormente, para que seja possível identificar se houve um aumento de número de eventos extremos de calor na capital do Rio Grande do Sul.

5. Referências

BITENCOURT, D. P. Frequência, Duração, Abrangência Espacial e Intensidade das Ondas de Calor no Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 31, n. 4, 506-517, 2016. Acesso em 14 dez 2020.

BRASIL. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil- PNPDEC. Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em 20 jan.2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Clima. Disponível em:





XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ESTUDO DE CASO: DOLs COMO POTENCIALIZADOR DE PRECIPITAÇÃO INTENSA NO RECIFE EM MAIO DE 2016

ARIADNE FERNANDA FERRAZ VIEIRA¹
LUIZ MATHEUS DA FONSECA BORBA²

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo, identificar a atuação de um Distúrbio Ondulatório de Leste (DOLs) sobre a cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, nos dias 9 e 10 de maio de 2016. Para tal, buscou-se definir o grau de intensidade e os problemas possivelmente agravados por este sistema sinótico convectivo. Foram utilizados dados de precipitação diários para o estudo, bem como, o total pluviométrico para os meses de maio, dos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018, para comparar com dados médios mensais e classificar o evento como extremo ou não. Ainda, foram analisadas, manchetes de jornais locais para identificar desastres provocados pela chuva. Por fim, identificou-se que a Onda de Leste influenciou bastante na quantidade de milímetros precipitados na localidade e na ocorrência de enchentes e deslizamentos de barreiras, considerados como desastres urbanos, além de conseguirmos definir ou não, como um evento extremo de precipitação.

Palavras-chave: Eventos extremos; Desastres urbanos; Pernambuco.

ABSTRACT

The present study intends to identify the performance of an Easterly Wave Disorder (EWD) on the city of Recife, capital of the state of Pernambuco, on May 9 and 10, 2016. To this end, had been sought to define the degree of intensity and the problems possibly aggravated by this convective synoptic system. Daily rainfall data were used to the study, such as the total rainfall for the months of May of the years 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 and to compare with average monthly data and classify the event as extreme or not. Also, local newspaper headlines were analyzed to identify disasters caused by rain. Lastly, it was identified that the Easterly Wave greatly had a great influenced the amount of precipitated millimeters in the locality and the occurrence of floods and landslides of barriers, considered as urban disasters, besides being able or not to define as an extreme precipitation event.

Keywords: Extreme event; Urban disasters; Pernambuco.

1. Introdução

A região Nordeste do Brasil (NEB) é influenciada por inúmeros sistemas atmosféricos, dentre os principais: Zonas de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos de Alto

¹ Acadêmica do curso de licenciatura em geografia, Universidade Federal de Pernambuco, ariadne.vieira@ufpe.br

² Acadêmico do curso de licenciatura em geografia, Universidade Federal de Pernambuco, luiz.fonsecaborba@ufpe.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Nível (VCAN), Sistemas Frontais e Distúrbios Ondulatórios de Leste. O último que, de acordo com de acordo com Silva (2011):

Causam transtornos, que vão da destruição de bens materiais, até a perda de vidas humanas, especialmente em função de inundações e deslizamentos de terra, que ano após ano têm assolado a população do leste do Nordeste Brasileiro (SILVA, 2011).

O Distúrbio Ondulatório de Leste é um sistema conhecido há mais de 80 anos, desde que Dunn (1940) fez suas primeiras observações ao longo do Oceano Atlântico durante a estação dos furacões, porém, sendo impossibilitado de chegar a uma conclusão sobre a dinâmica dessas ondas devido à ausência de dados e materiais meteorológicos (MERRIT, 1964). Seguindo com Merrit (1964): aos anos finais da Segunda Guerra Mundial, foi instalada uma rede de observações meteorológicas no Mar do Caribe — embora por finalidades estratégicas de guerra —, que possibilitou Riehl (1945) de desenvolver uma pesquisa sólida sobre o assunto.

Os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), também denominados Ondas de Leste, Distúrbios Africanos de Leste ou Ondas Tropicais são, para Chou (1990), perturbações de escala sinótica associadas a cavados e à temperatura elevada da superfície do mar. Enquanto que para Mota (1997) apud Wanderley et al. (2018):

Os DOLs podem ser classificados como sistemas atmosféricos de escala sinótica que ocasionam perturbações nos campos de vento e de pressão com deslocamento de leste para oeste, no sentido dos ventos alísios (MOTA, 1997; apud WANDERLEY et. al., 2018).

Quando formadas na região do Atlântico Sul, deslocam-se a oeste e vão se intensificando à medida que a costa leste do NEB se aproxima. De acordo com Riehl (1945), a velocidade média dessas ondas é de 6m/s e elas possuem um comprimento médio de 1650 km.

No Nordeste Brasileiro, é um fenômeno comumente associado aos desastres urbanos, principalmente em função de inundações — essas que produzem diversos outros transtornos para a cidade — e movimentos de massa que ocorrem, majoritariamente, em áreas de morro.

Os desastres urbanos, muitas vezes, estão associados à precipitação, que conta com a influência do sistema atmosférico atuante na periodização, e acabam gerando, os chamados eventos extremos. Esses eventos de precipitação são extremos quando há um superávit ou



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

déficit de chuva, quando comparado ao comportamento médio. De acordo com Marengo (2009), os eventos climáticos extremos acontecem em formas como enchentes, ondas de calor, secas prolongadas e outros e ainda:

Uma das mais importantes questões relacionadas a eventos extremos a curto prazo é se sua ocorrência está aumentando ou diminuindo com o tempo; isto é, se há uma tendência a cenários propícios à ocorrência desses eventos (MARENGO, 2009).

Os eventos extremos podem ser explicados pela ocorrência frequente de sistemas sinóticos convectivos, como os Dolls e ZCIT, principalmente entre março e agosto (MACHADO et al., 2012; MOLION e BERNARDO, 2002; apud WANDERLEY et al., 2018). E além das iminentes perdas materiais e dos danos causados à saúde física dos moradores que sofrem com esses desastres— desde doenças de veiculação hídrica até colapsos infraestruturais —, Penning-Roswell et al. (2005) já nos alertavam sobre os também possíveis danos psicológicos que atingem essas pessoas, sendo classificados em dois tipos: sendo o primeiro a ansiedade gerada pela possibilidade de ocorrência de inundações, que ocorre em momentos de situação de risco devido ao fato de se estar ocupando uma área suscetível a esse tipo de evento, e o segundo pela ansiedade provocada durante a inundação, sendo mais intensa e podendo acarretar em crises de pânico momentâneas e futuros transtornos de estresse pós-traumático (TEPT).

Assim, o presente estudo busca analisar a forma como o DOL atuou em Recife, capital de Pernambuco, nos dias nove (09) e dez (10) de maio de 2016, e se podemos caracterizar esse evento de precipitação intensa, como “evento extremo”. Além disso, espera-se verificar os danos causados no espaço, em decorrência da chuva, bem como do uso e ocupação do solo. Alguns dos principais problemas identificados, são inundações com o transbordamento de rios, alagamentos em função da impermeabilização do solo, como também deslizamentos de terra nas áreas de morro.

2. Metodologia

O estudo foi realizado na cidade do Recife, metrópole e capital do estado de Pernambuco. O município compõe a mesorregião conhecida como Grande Recife ou Região Metropolitana do Recife (RMR), que é a mais importante do estado. A Grande Recife, de acordo



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

com o último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2010), é a maior Região Metropolitana Norte-Nordeste do Brasil, e concentra cerca de 65% do PIB do Estado, sendo Recife a metrópole mais rica do Nordeste.

De acordo com a classificação climática de Koppen-Geiger, o clima é As', ou seja, tropical quente úmido com chuvas de outono- inverno. Além disso, é uma localização que sofre influência de vários sistemas atmosféricos que proporcionam chuvas abundantes e eventos extremos, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Sistemas Frontais (SF) e os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), além do El Niño e La Niña, que acabam influenciando na Zona da Mata Nordestina (LUCENA, 2008).

A metodologia foi dividida em três partes: 1) trabalho de gabinete; 2) coleta e processamento de dados climáticos e; 3) Informações sobre os impactos causados. Na primeira parte, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os sistemas atmosféricos atuantes no Recife. Em seguida, na segunda parte, foram coletados dados de precipitação, também do Recife, fornecidos pela Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC), através do site oficial da agência (<http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramentopluvio.php>), do ano de 2016 e de outros anos para que, posteriormente, os dados fossem tratados para obtenção das médias pluviiais destes anos, além da análise comparativa desses resultados.

Além dos dados de chuva, foram coletadas, do site oficial do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), imagens de satélite, mais especificamente do GOES-13, que auxiliou na identificação do sistema atuante.

Por fim, ainda foi realizada a leitura de matérias jornalísticas, de páginas on-line de notícias do estado, pois, segundo GOMES (2019), são consideradas ferramentas eficazes para análise geográfica do clima, enquanto fenômeno recente, além de relatar a situação espacial da área durante o evento estudado. A análise dos danos espaciais provenientes da chuva, foi feita através das imagens disponibilizadas também na reportagem.

3. Resultados e discussão

Na tabela 1, temos os dados de precipitação dos meses de maio nos anos de 2014 à 2018, na qual observa-se o acumulado de precipitação mensal de cada ano, que no ano de estudo deste trabalho (2016), houve uma diferença significativa quando comparado aos outros anos utilizados como margem. Ao realizarmos uma média de precipitação dos meses de maio nesses 5 anos, ou seja, a soma do acumulado mensal de cada ano, dividido por 5, obtivemos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

uma média de 308,62mm. Este valor médio é superado no ano de 2016, que atingiu 478,8mm. É possível observar os valores diários e o acumulado desses anos, na tabela abaixo:

Tabela 1 – Médias diárias dos meses de maio de 2014 à 2018 no Recife-PE

	Mai/14	Mai/15	Mai/16	Mai/17	Mai/18
1	24,1	0	2,9	4,4	0,6
2	18,8	0	60,6	0,6	1,0
3	35,3	0,6	4,8	60	12,2
4	0,7	10,8	1,0	1,4	7,4
5	12,0	0	1,2	0,2	15,8
6	13,7	0	23,4	8,4	38,0
7	27,9	7,4	0,9	19,7	0,2
8	14,4	0	0,8	8,1	0
9	7,1	0	54,1	17,1	0
10	0	0	102,1	5,8	1,2
11	0	1,5	14,0	2,0	11,6
12	0,6	0	0,8	0	24,8
13	14,4	0	0	0	1,6
14	36,0	7,2	0	0	0,4
15	7,4	2,5	0	0	10,6
16	1,0	6,8	0,8	0	5,6
17	3,8	0,5	13,8	0	21,4
18	1,2	1,6	0,6	0	2,9
19	4,0	5,6	0,8	0,6	0,5
20	1,0	12,2	0	16,0	0
21	10,0	1,6	0	5,4	0,2
22	8,4	0,2	0	15,6	0,2
23	7,5	5,2	0	0	2,0
24	0	0,9	10,2	4,6	-
25	0	1,2	39,8	29,1	15,1
26	0	1,5	8,4	1,0	0
27	1,8	5,0	1,2	0	1,0
28	22,0	18,0	0	49,6	3,2
29	39,4	0	3,8	72,9	1,6
30	0	76,7	119,8	2,2	0,3
31	0	4,0	13,0	73,0	3,7
Acumulado	312,5	171,0	478,8	397,7	183,1

Fonte: Agência Pernambuco de Águas e Climas- APAC.

Observando as Figuras 1a, 1b, 1c e 1d, respectivamente para os dias 09 e 10, caaptas pelosatélite GOES, observa-se nebulosidade em direção ao Nordeste Brasileiro-NEB, com configuração semelhante a de uma Onda de Leste (CHOU, 1990; MOTA, 1997; apud WANDERLEY et. al., 2018; RIEHL, 1945).

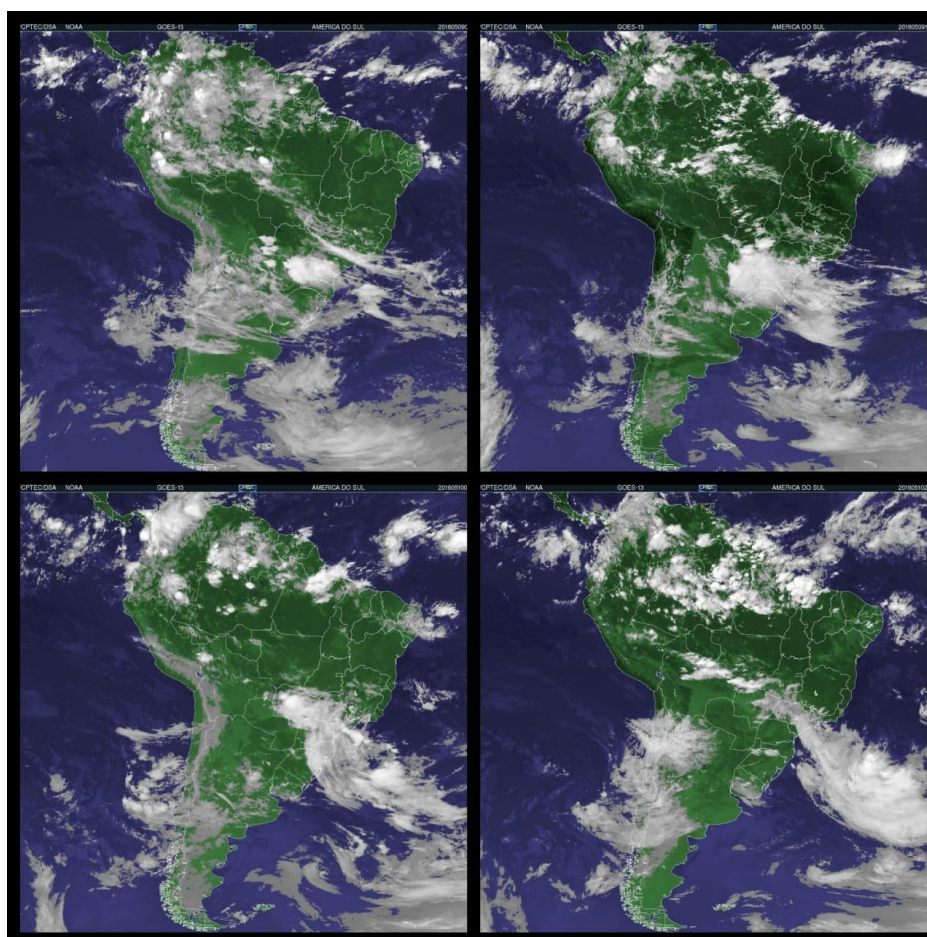


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 1 – Imagens do satélite GOES-13. Sendo as de cima do dia 09 e as de baixo do dia 10, à esquerda das 06h e à direita das 18h.



Fonte: CPTEC/INPE.

Ainda, com a leitura de algumas reportagens de jornais locais dos dias do nosso estudo e também dos dias seguintes para analisar os relatos desse evento (Figura 2). O principal jornal que auxiliou em nossa análise foi o “Jornal do Commercio”, que reforçou nossa observação de que havia um DOL atuando nesses dias de intensa precipitação. Na imagem abaixo, conseguimos visualizar a partir do título, essas informações.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 2 – Printscreen da manchete do Jornal do Commercio em 09/05/16.

BALANÇO DAS CHUVAS

Fenômeno Ondas do Leste está provocando as fortes chuvas na RMR

Em Coletiva de imprensa, nesta segunda-feira (9), o prefeito Geraldo Julio apresenta um balanço da situação na capital



JC Online

Publicado em 09/05/2016 às 17:04

COMPARTILHE:



Fonte: JC Online.

Na reportagem, são referenciados os boletins da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Além disso, também foram disponibilizadas imagens da situação em que o Recife e outras cidades da Região Metropolitana do Recife ficaram no dia 09/05/2016 (Figura 3). Cenas de alagamento foram comuns em grande parte da cidade, principalmente em áreas da planície flúvio-marinha, como nos bairros de Boa Viagem e Jardim São Paulo, nas imagens abaixo (Figura 4).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 3 – Avenida Boa Viagem, na zona sul do Recife-PE.



Fonte: JC Online/Diego Nigro.

Figura 4 – Canal de Guarulhos em Jardim São Paulo no Recife-PE.



Fonte: JC Online/Ashlley Melo.

Diante disso, podemos descrever que muitos dos desastres urbanos no Recife estão atrelados à intensa precipitação. Os alagamentos e inundações presentes nas imagens acima são resultados da influência dos DOLs no Recife. Além disso, de acordo com o Jornal do Commercio, também ocorreram deslizamentos de barreiras.

Ademais, no que tange a classificação do evento de precipitação como “evento extremo”, em função das considerações de Marengo (2009) sobre as formas de eventos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

climáticos extremos, e a partir dos resultados obtidos de um número considerável de chuva e nos impactos socioespaciais presentes nas imagens coletadas do Jornal do Commercio, podemos concluir que este evento foi um evento extremo de precipitação.

4. Considerações finais

Após as análises do estudo de caso, é possível descrever que o evento de chuva no Recife nos dias 09 e 10 de maio de 2016, foi acima da média mensal, pois, em dois dias, choveu mais de 150mm, número que foi próximo do acumulado mensal do ano anterior. Além disso, classificamos como um evento extremo, em função das considerações teóricas utilizadas como parâmetro.

Assim sendo, verifica-se a influência da DOLs como potencializador dessa precipitação analisada neste estudo de caso, bem como, influente nos desastres ocorridos.

5. Referências

APAC- Agência Pernambucana de Águas e Climas. **Monitoramento Pluviométrico**. Disponível em: <<http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>> Acesso em: 15 mar. 2021.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 117-18.

DUNN, G.E. **Cyclogenesis in the tropical Atlantic**. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 21, n.6, p. 215–229, 1940.

GOMES, H.S. As notícias e mídias como ferramenta da análise geográfica do clima para compreensão da produção social do espaço. In: **Anais Eletrônicos do XIII ENANPEGE**, .1, São Paulo, 2 a 7 set. 2019.

JC ONLINE. Fenômeno Ondas do Leste está provocando as fortes chuvas na RMR. **Jornal do Commercio**, Recife, 9 maio de 2016. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2016/05/09/fenomeno-ondas-do-leste-esta-provocando-as-fortes-chuvas-na-rmr-234922.php> Acesso em: 25 mar. 2021.

LUCENA, D. B. **Impacto dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima do Nordeste do Brasil**. 2008. 225 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Programa de Pós Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande/PB. 2008.

MACHADO, C. C. C. et al. Distúrbio Ondulatório de Leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, 2012.

MARENGO, J.A. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas E Eventos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Climáticos No Brasil. In: MARENGO, J.A. et al. **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**. [S.I.]: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2009. p. 4-19.

MERRIT, E. S. **Easterly waves and perturbations: a reappraisal**. Journal of Applied Meteorology, v.3, p. 367-382, 1964.

MOTA, G.V. **Estudo observacional de distúrbios ondulatórios de leste no nordeste brasileiro**. 1997. p. 93. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade São de Paulo, São Paulo, 1997.

NEVES, D. J. D. **Padrões atmosféricos associados aos Distúrbios Ondulatórios de Leste no leste do Nordeste do Brasil**. 2018. 174 f. Tese (Doutorado em Meteorologia)- Pós-Graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2018.

NEVES, D.J.D.; ALCÂNTARA, C.R.; SOUZA, E.P. Estudo de Caso de um Distúrbio Ondulatório de Leste sobre o Estado do Rio Grande do Norte - Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 490-505, dez. 2016.

OLIVEIRA, G.C.S. et al. Uma Abordagem da Geografia do Clima Sobre os Eventos Extremos de Precipitação em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 2, p. 238-251, ago 2011.

PENNING-ROWSELL, Edmund et al. **The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques**. ISBN 1904750516, 2005.

RIEHL, H. **Waves in the easterlies and polar front in the tropics**. Chicago: Chicago University, Department of Meteorology, 1945. p. 79.

SILVA, B. F. P. **Contribuição dos Distúrbios Ondulatórios de Leste para a chuva no Leste do Nordeste do Brasil: evolução sinótica média e simulações numéricas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

TORRES, R. R. **Análise e Modelagem dos Distúrbios Ondulatórios de Leste que atuam na Costa Leste do Nordeste do Brasil**. Mestrado em Meteorologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

WANDERLEY, L.S.A. et al. As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, ano 14, p. 149-164, 2018.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

RISCO DE INUNDAÇÕES EM EVENTOS CRÍTICOS DE PRECIPITAÇÃO E SEUS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS NA BACIA DO TUCUNDUBA - BELÉM/PA.

JOSÉ EDILSON CARDOSO RODRIGUES¹
LUZIANE MESQUITA DA LUZ²
ANDRE VICENTE MARINHO³

RESUMO

A combinação de alto índice pluviométrico com adensamento urbano tem ocasionado fenômenos como inundações em canais urbanos provocando perdas materiais, patrimoniais e danos à integridade física das pessoas que habitam as áreas de risco. Este artigo tem como objetivo apresentar os principais riscos relacionados às inundações e seus impactos nas famílias que residem em áreas de risco crônico. O sítio piloto de estudo corresponde à bacia do Tucunduba, na cidade de Belém/PA. O procedimento adotado tem como referência a revisão da literatura, a produção cartográfica do relevo, da drenagem, do clima e o mapeamento das áreas de inundação, através de trabalhos de campo e levantamentos das condições socioeconômicas dos moradores locais por meio de registro fotográfico e material jornalístico. Os resultados apresentam-se pela configuração física e sócio espacial das áreas crônicas às inundações e os moradores que residem nessas áreas, apresentam danos e prejuízos materiais tangíveis e intangíveis, problemas de saúde diretos e indiretos de mesma magnitude principalmente próximo a canais, por residirem em ambiente de planície e por apresentarem as mesmas características socioeconômicas, mesmo sendo bairros economicamente distintos.

Palavras-chave: Inundação; Precipitação; Canais urbanos.

ABSTRACT

The combination of high rainfall and urban density has caused phenomena such as floods in urban channels causing material and property losses and damage to the physical integrity of people living in areas at risk. This article aims to present the main risks related to floods and their impacts on families residing in areas of chronic risk. The pilot study site corresponds to the Tucunduba basin, in the city of Belém / PA. The adopted procedure has as reference the literature review, the cartographic production of the relief, the drainage, the climate and the mapping of the flood areas, through field works and surveys of the socioeconomic conditions of the local residents through photographic and material records journalistic. The results are presented by the physical and socio-spatial configuration of the areas chronic to floods and the residents who live in these areas, present tangible and intangible material damages and losses, direct and indirect health problems of the same magnitude, mainly near channels, because they live in lowland environment and for presenting the same socioeconomic characteristics, even though economically distinct neighborhoods.

Keywords: Inundation; Precipitation; Urban channels.

¹ Dr. em Geografia, Universidade Federal do Pará, jecrodrigues@ufpa.br

² Dra. em Geografia, Universidade Federal do Pará Instituição, luzianeluz36@gmail.com

³ Msc em Geografia, SEMA/DAE/DGAE/PMB, andrevicentemarinho@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

O município de Belém apresenta um dos maiores índices pluviométricos do Estado do Pará e não é à toa que é considerado o município das águas, tanto por ser contornado pela baía do Guajará e o rio Guamá, assim como apresenta elevados índices pluviométricos que variam de 2.600 a 3.300 mm/ano e com umidade relativa do ar que pode chegar a 95%. (NIMER, 1977).

Belém apresenta uma classificação climática, segundo Köppen como Clima quente úmido sempre úmidos (Af). A alta evapotranspiração na região, faz com que o ar quente se eleve, condense e caia em forma de chuva, apresentando também uma alta nebulosidade.

A alta pluviosidade é largamente estudada em função da grande rede de estações meteorológicas e hidrológicas instaladas na região amazônica desde meados do séc. XX. O registro desses elementos e análises do comportamento da precipitação permite levantar questões como as alterações climáticas e seus impactos provocados por causas naturais ou antrópicas. (MARENGO e NOBRE, 2009).

Quando a água precipita em volume acima do esperado, principalmente em ambiente urbano, umas das consequências são as inundações, causando grandes riscos à população principalmente de famílias assentadas em áreas precárias.

A mudança do padrão do regime e volume de chuva pode ser causada pela mudança no padrão da urbanização, assim como a intensa impermeabilização do solo e retificações e assoreamento de canais urbanos, podendo comprometer nos processos de enchentes e alagamentos em áreas urbanas (ADLER e TANNER, 2015).

A combinação de alto índice pluviométrico com adensamento urbano pode ocasionar fenômenos como: extravasamento das águas de canais de drenagem urbana, para as áreas marginais, definidas como planície de inundação ou várzea, podendo atingir cotas acima do nível máximo da calha principal do canal urbano. Essas áreas geralmente são bastante populosas e as pessoas que habitam estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda.

Em cidades com relevo bastante acidentado, os efeitos adversos de enchentes e inundações causam mortes, destruição de moradias, perdas econômicas diversas e grandes gastos públicos. Os danos são mais acentuados devido à alta energia de impacto destrutivo que ocorre geralmente em anfiteatros de drenagem de relevo serrano, como é o caso de cidades das regiões sul e sudeste do Brasil.

Em caso de cidades com relevo plano, como é o exemplo da cidade de Belém-PA, as



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

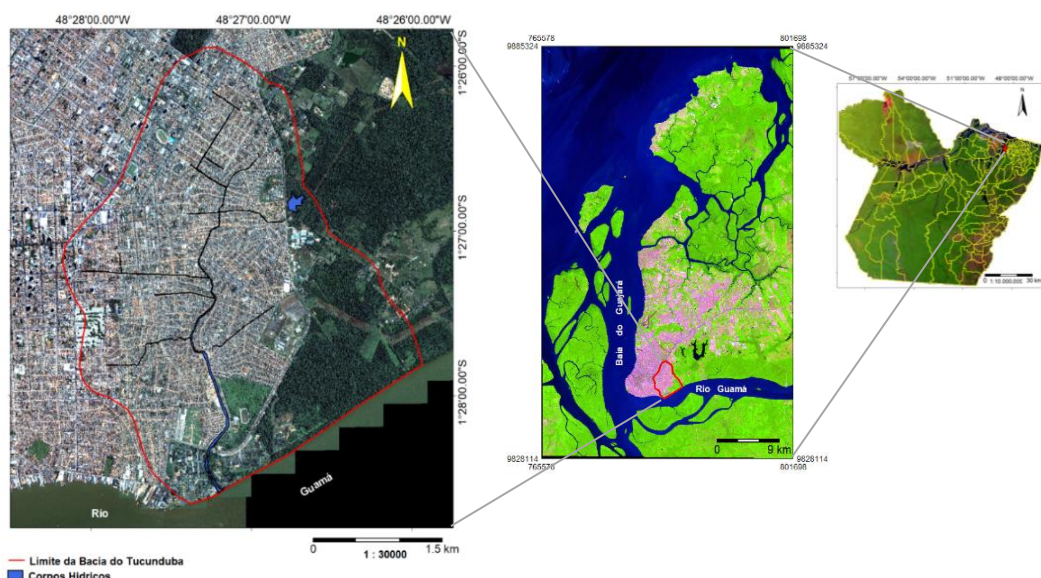
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

inundações de extensas áreas de baixadas estão associadas, principalmente, à planície de inundação dos rios e canais, onde a dinâmica do escoamento superficial é lenta, é grande o número de moradias afetadas, geralmente não há registro de perda de vidas humanas, entretanto, perdas materiais e problemas como surtos de leptospirose, diarreia, dengue, entre outras doenças associadas à água, são bastante frequentes.

O principal objetivo do referido artigo é levantar os principais riscos causados pelas inundações e seus impactos socioeconômicos causados pelos eventos críticos de chuva em famílias residentes na Bacia do Tucunduba, Belém-PA.

A bacia do Tucunduba, localiza-se ao Sul da cidade de Belém-PA. A bacia drena os bairros de Canudos, Terra Firme e parte dos bairros do Guamá, São Brás, Marco, Curió-Utinga e Universitário, constituindo ao todo 7 bairros até desaguar no rio Guamá. A poligonal da bacia está localizada nas coordenadas 1° 25'46.98" e 1° 28'43.06" de latitude sul e 48° 25'34.03" e 48° 28' 44.15" Longitude Oeste, apresentando uma área de 12,38 Km² e seu perímetro é de 14.174,99 metros. (Figura 01).

Figura 01- Carta imagem de localização da bacia urbana do Tucunduba na cidade de Belém-PA



Fonte: Rodrigues, 2020.

1.1 O Conceito de Risco à Inundação

As inundações são um tipo de desastre que mais prevalecem no mundo todo causando



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

as maiores perdas econômicas e afetando um número elevado de pessoas. Trata-se de um evento natural e recorrente para um rio (SAUSEN e NARVAES, 2015). Nas últimas décadas, vem se observando um aumento das inundações relacionadas com os fenômenos hidroclimáticos.

As inundações podem ser consideradas como uma enchente ampliada que atinge casas, ruas e etc..., causando grandes danos à população em geral.

Castro (1998) considera a inundação como o transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas.

A inundação é a submersão de águas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

As inundações estão relacionadas diretamente ao volume da precipitação, ao processo de urbanização, redução da cobertura vegetal, a impermeabilização do solo, entre outros. As inundações se tornam frequentes e atingem pessoas, causando prejuízos financeiros e até mesmo mortes.

As inundações estão estritamente relacionadas com o processo de escoamento superficial que segundo Ongaratto e Lindner (2012), alguns fatores são preponderantes no processo de aceleração do escoamento superficial. São eles:

- *Intensidade e duração da precipitação*: a intensidade de precipitações reflete a velocidade com que a capacidade de infiltração será atingida e, conseqüentemente, a amplitude do escoamento superficial. A duração também é proporcional ao escoamento (saturação do solo);
- *Área da bacia*: a extensão da bacia está diretamente relacionada à quantidade de água por ela captada;
- *Permeabilidade do solo*: quanto mais permeável for o solo, maior será a quantidade de água que ele pode absorver, diminuindo o excesso de precipitação;
- *Topografia*: uma bacia inclinada origina maior escoamento superficial e menor infiltração.

Com a expansão de cidades em áreas com alta densidade de drenagem, o risco ligado às inundações tende a ocorrer com maior frequência, pois, tais eventos, só se apresentam como um risco quando há pessoas ocupando o lugar e essas pessoas encontram-se em certo grau de vulnerabilidade.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1.2. Os Impactos socioeconômicos causados pelas inundações urbanas

As inundações, nas médias e grandes cidades brasileiras, têm causado grandes prejuízos financeiros, perdas materiais e até perdas de vidas humanas, seja por efeitos diretos, como afogamentos, ou efeitos indiretos como doenças infectocontagiosas decorrentes do contato com água contaminada (BOTELHO, 2011).

Mitchell *et al.* (2009) ao relacionar o risco com perdas sociais e econômicas, ameaças e populações vulneráveis, mostram o real sentido a esse conceito, pois danos e os prejuízos são o que caracterizam o risco a um desastre e é essa quantificação de perdas e danos que diferencia os conceitos de risco e ameaça.

Segundo Lopes *et al.* (2009), prejuízo é a medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial de um determinado bem, em circunstâncias de desastre ou acidente. Por isso mesmo, o prejuízo é sempre um valor financeiro e pode ser classificado em:

- *Prejuízos Econômicos* - avaliados em função da perda de atividade econômica existente ou potencial (ex. frustração ou redução de safras, perda de rebanhos, interrupção ou diminuição de atividades de prestação de serviço e paralisação de produção industrial)
- *Prejuízos Sociais* - caracterizados em função da queda do nível de bem-estar da comunidade afetada, e do incremento de riscos à saúde e à incolumidade da população e mensurados considerando os recursos necessários para permitir o restabelecimento dos serviços essenciais.

Nagem (2008); Zahed Filho *et al.* (2011), consideram que os prejuízos podem ser tangíveis diretos e indiretos, intangíveis, secundários e vinculados a incertezas.

Os prejuízos tangíveis são facilmente observáveis e aferíveis quantitativamente e podem ser definidos pelo custo de repor e/ou restaurar o que foi atingido, em sua condição original. Os prejuízos intangíveis são aqueles insensíveis ao saber público

Os prejuízos diretos se referem às perdas causadas pelo contato direto com a água da inundação e com os detritos, seja no momento da inundação ou após o término do fenômeno. Os indiretos são aqueles resultantes da interrupção de atividades econômicas ou demais perdas que não tiveram contato direto com as águas das inundações (Quadro 01) (NAGEM, 2008).

Quadro 01- Classificação de prejuízos causados por inundações

Classificação de Prejuízos causados por inundações		
Prejuízos Tangíveis	Direto	- Prejuízo a propriedades e conteúdo: residencial, comercial, industrial e público; - Custo operacional com congestionamento urbano e perdas de horas de trabalho por atraso de viagens;



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

		- Prejuízos a veículos (custos com veículos enguiçados, arrastados ou acidentados); - Prejuízos à infraestrutura urbana, com interrupção de serviços: vias públicas, energia, telefonia, água e esgoto e rede de drenagem; - Custos com doenças de veiculação hídrica; - Perdas de vidas humanas (ou danos à saúde) por afogamentos, colisões de veículos, choques elétricos ou deslizamentos de terras;
	Indireto	- Desvalorização dos imóveis; - Prejuízos à veículos atingidos por árvores; - Custo de limpeza dos logradouros e de Propriedades; - Custos com atendimentos de emergência, evacuação, resgate e assistência a desabrigados e desalojados;
Prejuízos Intangíveis		- Empobrecimento progressivo da população frequentemente atingida pelas enchentes e inundações; - Perdas da produção econômica e interrupção de atividades comerciais e de serviço público; - Prejuízos ambientais e danos estéticos; - Prejuízo à saúde humana devido ao stress e a angústia causado pela inundação, preocupação de cheias futuras e desconforto com a frequência das enchentes; - Perdas de itens insubstituíveis, como fotografias e lembranças, por exemplo; - Aumento do fator vulnerabilidade na economia; - Deseconomias causadas por “arrastões” em engarrafamentos; - Perdas econômicas decorrentes de atrasos na entrega de encomendas ou deteriorização de cargas perecíveis; - Custos relacionados a Migração/Relocação de pessoas atingidas.
Prejuízos secundários		- Perdas econômicas que afetam regiões situadas além do território da bacia inundada.
Prejuízos vinculados à incerteza		- Inquietação dos moradores de áreas inundadas relativa às dúvidas de quando, como e quão intensa será a próxima inundação.

Fonte: Nagem, 2008.

Enquanto os danos representam a intensidade das perdas humanas, materiais ou ambientais ocorridas, os prejuízos são a medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial de um determinado bem, em circunstâncias de desastre ou acidente. Portanto, a diferença entre danos e prejuízo é que o primeiro descreve o que foi perdido, enquanto que o segundo dimensiona essas perdas em termos financeiros, ou seja, quanto custou. (LOPES *et al.* 2009 p. 37).

Castro (1998) classifica os danos em três tipos:

a) *Danos Humanos*. Os danos humanos são dimensionados em função do número de pessoas: desalojadas; desabrigadas; deslocadas; desaparecidas; feridas gravemente; feridas levemente; enfermas; mortas. A longo prazo também pode ser dimensionado o número de pessoas: incapacitadas temporariamente e incapacitadas definitivamente. Como uma mesma pessoa pode sofrer mais de um tipo de dano, o número total de pessoas afetadas é igual ou



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

menor que a soma dos danos humanos.

b) *Danos Materiais*. Os danos materiais são dimensionados em função do número de edificações, instalações e outros bens danificados e destruídos e do valor estimado para a reconstrução ou recuperação dos mesmos. É desejável discriminar a propriedade pública e a propriedade privada, bem como os danos que incidem sobre os menos favorecidos e sobre os de maior poder econômico e capacidade de recuperação. Devem ser discriminados e especificados os danos que incidem sobre: instalações públicas de saúde, de ensino e prestadoras de outros serviços; unidades habitacionais de população de baixa renda; obras de infraestrutura; instalações comunitárias; instalações particulares de saúde, de ensino e prestadoras de outros serviços; unidades habitacionais de classes mais favorecidas.

c) *Danos Ambientais*. Os danos ambientais, por serem de mais difícil inversão, contribuem de forma importante para o agravamento dos desastres e são medidos quantitativamente em função do volume de recursos financeiros necessários à reabilitação do meio ambiente. Os danos ambientais são estimados em função do nível de: poluição e contaminação do ar, da água ou do solo; degradação, perda de solo agricultável por erosão ou desertificação; desmatamento, queimada e riscos de redução da biodiversidade representada pela flora e pela fauna.

Estudos decorrentes de inundações em áreas urbanas realizado por Cançado (2009); Pessina (2014); classificam os danos provocados pelas inundações em: Danos Tangíveis diretos e indiretos e Danos Intangíveis diretos e indiretos.

Os danos tangíveis são aqueles cujo valor econômico associado é bem definido, tal como danos físicos a construções (sua estrutura e conteúdo).

Danos tangíveis diretos são os resultantes do contato direto com a água da inundação e referem-se basicamente à deterioração física de bens e pessoas. Os principais danos tangíveis indiretos, por sua vez, decorrem de perturbações físicas e econômicas do sistema produtivo, além de custos emergenciais por causa da inundação e podem afetar áreas significativamente maiores do que aquela diretamente afetada pela inundação (Quadro 02) (PESSINA, 2014).

Quadro 02 - Classificação de danos causados por inundações

Classificação de danos causados por inundações		
	Direto	- Danos físicos aos domicílios: construção e conteúdo das residências; - Danos físicos ao comércio e serviços: construção e conteúdo (mobiliário, estoques, mercadorias em exposição, etc.); - Danos físicos aos equipamentos e plantas industriais; - Danos físicos à infraestrutura e ao Patrimônio.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Danos Tangíveis	Indireto	- Custos de limpeza, alojamento e medicamentos. Realocação do tempo e dos gastos na reconstrução. Perda de renda; - Lucros cessantes, perda de informações e base de dados. Custos adicionais de criação de novas rotinas operacionais pelas empresas. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados; - Interrupção da produção, perda de produção, receita e, quando for o caso, de exportação. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados; - Interrupção de serviços Públicos; - Perturbações, paralisações e congestionamentos nos serviços, custos adicionais de transporte, efeitos multiplicadores dos danos sobre outras áreas; - Custo de serviços emergenciais.
Danos Intangíveis	Direto	- Fatalidades; - Ferimentos e perda de vida humana; - Doenças pelo contato com a água, como resfriados e infecções; - Perda de objetos de valor sentimental; - Perda de patrimônio histórico ou cultural; - Perda de animais de estimação.
	Indireto	- Danos de longo prazo à saúde; - Falta de motivação para o trabalho; - Inconvenientes de interrupção e perturbações de serviços e nas atividades econômicas, meios de transporte e comunicação; - Perturbação no cotidiano dos moradores.

Fonte: Cançado, 2009.

Portanto, se faz necessário acompanhar a evolução diária das condições meteorológicas assim como o monitoramento da precipitação e do nível dos rios, permitindo assim antecipar a possibilidade das ocorrências de inundação e, conseqüentemente, a minimização dos danos, tanto humanos, quanto materiais, principalmente em canais urbanos, em especial da Cidade de Belém.

2. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho foi pautada em três momentos:

Revisão da Literatura e Produção Cartográfica: a revisão da literatura baseou-se sobre conceitos e definição de risco ambiental e inundações urbanas e seus respectivos impactos socioambientais.

A produção cartográfica baseou-se em uma cartografia de risco a inundação com o objetivo de mapear as áreas crônicas e suscetíveis a inundações na bacia do Tucunduba, que contribuiu na delimitação de áreas crônicas classificada como de risco e foram utilizados os seguintes materiais:



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

- Cartas hipsométricas, com a finalidade de delimitar a bacia, vetorizar a rede de drenagem, classificação das unidades de Relevo.

- Dados de precipitação das Estações CEMADEN e INMET dos meses mais chuvosos para a elaboração de mapas de precipitação na Bacia do Tucunduba

Trabalho de Campo: O trabalho de campo serviu para se fazer observações, descrições e registros das áreas crônicas atingidas pelas inundações.

Levantamento de Informações: O levantamento de informações como situação do imóvel, tipo de moradia, ocorrência de inundação na área, residência invadida pela água, perdas materiais e bens perdidos, prejuízos financeiros, visando classificar a vulnerabilidade social da população residente foi obtida através de matérias de jornais tanto escrito como televisivo disponíveis pelos principais meios de comunicação como O Liberal, SBT e Diário do Pará Online.

Sistematização dos dados: As informações cartográficas serviram para a produção de mapas temáticos sobre o meio físico e de inundação, elaborados no software ArcGis utilizando o método de interpolação de dados como chuva, relevo, hidrografia com os dados socioeconômicos (renda, escolaridade, faixa etárias) na elaboração de mapas de risco para as áreas pilotos.

3. Resultados e discussão

Alguns trechos da Bacia do Tucunduba sempre estiveram submetidos a inundações sazonais por conta de suas características físicas. O processo de urbanização da bacia ocorreu de maneira informal, sem maiores planejamentos, numa área considerada de perigo de inundação. A razão de algumas ruas frequentemente inundarem é o fato de estarem, em muitos casos, próximo a canais que formam a área de várzea da bacia do rio Tucunduba. Em situação de chuvas mais intensas, o nível da água dos canais sobe, por ser considerado um ambiente de planície que corresponde a 39,80% da área da bacia. Estas condições associadas aos tipos de ocupação, canais estreitos, retificados, concretizados, assoreados e de relevo plano são condições que impedem o escoamento das águas de chuva, causando assim as inundações em trechos que apresentam maiores intervenções antrópicas e considera as partes mais baixas da bacia (Figura 02).

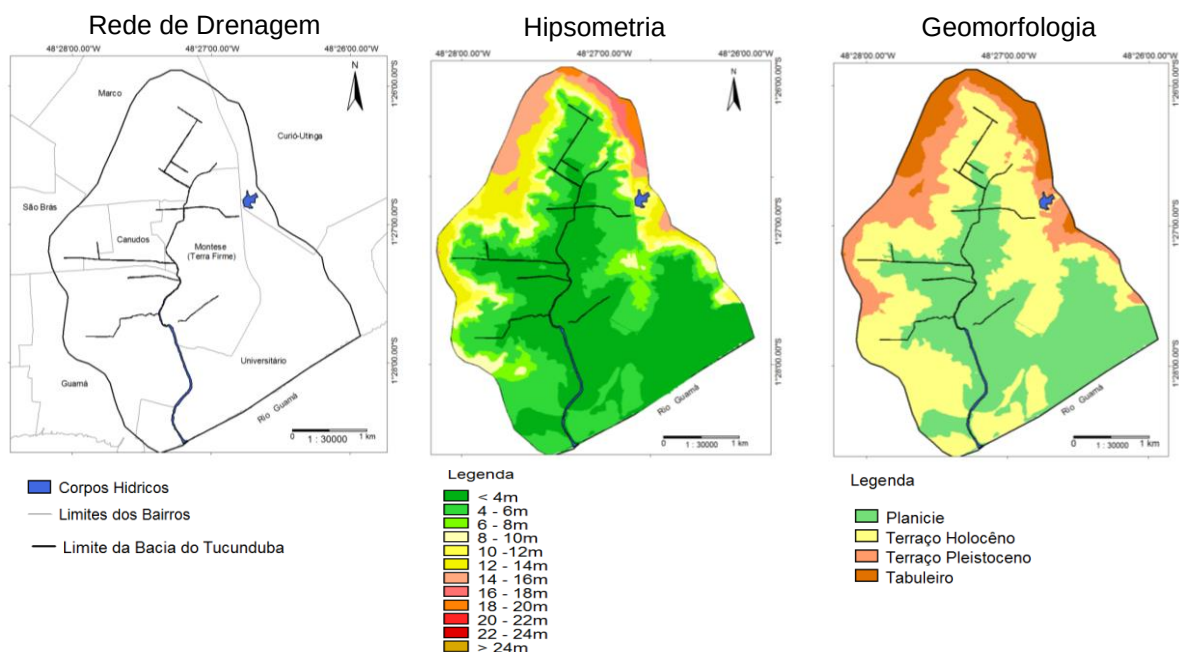


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02 - Características físicas da Bacia do Tucunduba



Rodrigues, 2020.

O Risco ocorre porque existe uma ameaça e uma situação de vulnerabilidade. A principal ameaça de origem natural está relacionada com a ocorrência de enchentes em decorrência das chuvas, devido a sua magnitude e intensidade, causam inundações em determinadas áreas da bacia, principalmente nas áreas de planície.

A pluviosidade na bacia do Tucunduba entre 2015 e 2017, apresentou valores que caracterizaram uma variação temporal que demonstra significativa elevação da precipitação entre os meses de dezembro a maio, e foi a bacia com maiores níveis pluviométricos registrados na cidade, verificado em todos os anos pesquisados (Figura 03).

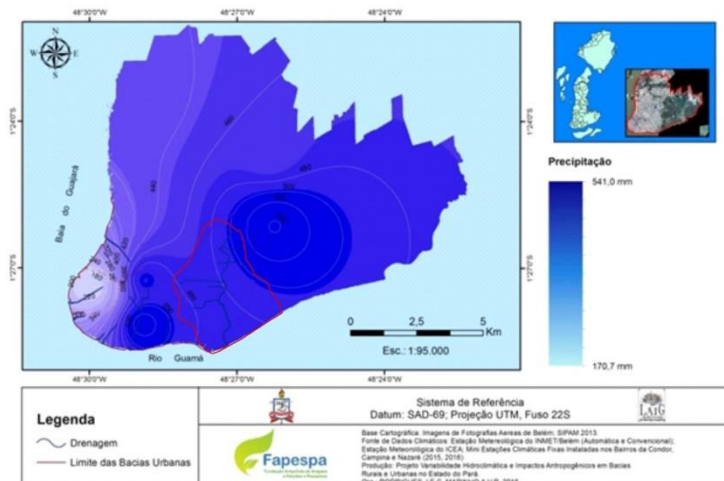


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 03 - mapa de precipitação da área central de Belém /março/2016 com destaque para a Bacia do Tucunduba



Fonte: Marinho, 2016.

Os primeiros sinais da calamidade apareceram no trânsito que fica totalmente engarrafado, dificultando a circulação dos veículos, vários canais transbordam causando estresse e lentidão no trânsito.

Rodrigues et al (2017), identificou diversas áreas de inundação na bacia do Tucunduba. A partir do levantamento realizado, foi possível identificar as áreas mais afetadas pelas constantes inundações na área da bacia (Figura 04). As mais frequentes foram mapeadas, nas seguintes localizações: Avenidas Conselheiro Furtado, Gentil Bitencourt, Celso Malcher; Passagens José Leal Martins, Hortinha, Vilhena; Travessas Timbó, Vileta, Mariz e Barros, Mauriti, Teófilo Condurú, Barão de Mamoré e Guerra Passos; Rua Trindade.

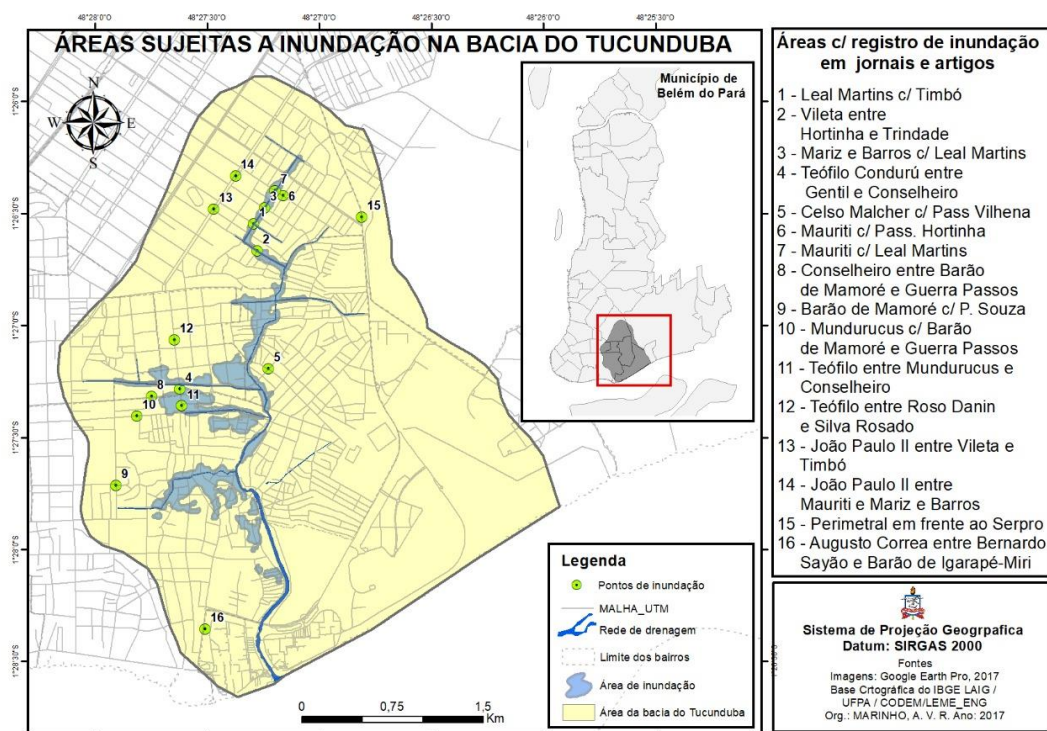


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 04 - mapa de áreas suscetíveis à inundação na bacia do Tucunduba, Belém-PA



Fonte: Marinho, 2017.

Alguns riscos que as inundações oferecem às populações atingidas, principalmente de famílias assentadas precariamente, está o contato com água contaminada, risco a saúde; dificuldade de sair de casa para ir ao trabalho, escola; perdas materiais e imateriais; desvalorização imobiliária.

Os tipos de moradia, muitas são de Madeira, Alvenaria inacabada ou Mista (Madeira e alvenaria). Grande parte dos moradores são autônomos. Dos que trabalham de carteira assinada, grande parte tem renda de até um salário mínimo, assim como observar-se que a grande parte dos moradores apresentam baixa escolaridade estando a maioria entre o ensino básico e o ensino fundamental.

Ao longo dos Canais, é comum observamos utensílios domésticos, geladeiras, fogões, sofás, colchões abandonados às margens do canal, destruídos pela água das chuvas que ocasionam o transbordo dos canais e com isso as águas invadem as casas, atingindo os móveis e deixando-os sem a mínima condição de uso ou de recuperação, restando ao morador despejá-lo as margens dos canais.

Por fim, os prejuízos são grandes, que não conseguem ser calculados. Para termos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

uma ideia, foi levantada as perdas de 40 famílias atingidas pelas inundações e os prejuízos chegaram a somar as cifras que superaram os 150.000 reais e se fizermos um levantamento mais minucioso as perdas podem ser muito superiores (RODRIGUES, 2020). Segundo relatos dos residentes, sempre que ocorrem uma inundação as famílias atingidas têm algum tipo de perda material e financeira.

Os danos tangíveis e intangíveis diretos e indiretos podem ser observados na iconografia das inundações (Figura 05)

Figura 05 - A Iconografia da Inundação na Bacia do Tucunduba Belém-PA.

Dia sem chuva e um dia com chuva na Bacia do Tucunduba



Dificuldade da População de sair de casa sem entrar em contato com a água contaminada





XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Canais estreitos e retificados transbordam com o volume da chuva atingindo os imóveis



Perdas e Danos Materiais ocasionado pelas inundações



Fonte: DOL; O Liberal; Rodrigues, 2019.

4. Considerações finais

Os aspectos que condicionam a ocorrência de inundações estão diretamente relacionados a fatores naturais como relevo, tamanho e forma da bacia, gradiente hidráulica do rio, dinâmica de escoamento pluvial, falta de arborização e alto índice pluviométrico.

Já os fatores antrópicos estão relacionados à impermeabilização dos terrenos; obras e intervenções estruturais diversas ao longo dos cursos d'água; erosão e assoreamento. Por isso o acompanhamento de fatores climáticos como índice pluviométrico para as áreas de bacias urbanas, é de fundamental importância no controle de inundações em bacias urbanas.

As inundações de extensas áreas de baixada estão associadas principalmente à planície de inundação dos rios e canais, onde a dinâmica do escoamento superficial é lenta, é grande o número de moradias afetadas. Geralmente não há registro de perda de vidas humanas, entretanto problemas como leptospirose, Hepatite, diarreia entre outras doenças associadas à água, são bastante frequentes, assim como perdas de bens materiais e os altos prejuízos que as inundações deixam as famílias atingidas.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

5. Referências

ADLER, F. R. e TANNER, C. J. **Ecosystemas urbanos: princípios ecológicos para o ambiente construído**. São Paulo, Oficina de texto, 2015.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. IN: GUERRA, A. J. T. (Org) **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

CANÇADO, V. L. **Consequências Econômicas das Inundações e Vulnerabilidade: Desenvolvimento de metodologia para avaliação do impacto nos domicílios e na cidade**. 2009. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CASTRO, A. L. C. de. **Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. Ministério do Planejamento e Orçamento Secretaria Especial de Políticas Regionais Departamento de Defesa Civil, 2ª Edição, 1998.

LOPES, D.; BARROS, F.; FILHO, M. e SILVA, M. **Construindo comunidades mais seguras: preparando para a ação cidadã em defesa civil**. Florianópolis: UFSC/CEPED; Secretaria Nacional de Defesa Civil: 120pp., 2009.

MARENGO, J. A. e NOBRE, C. A. Clima da região amazônica. IN: CAVALCANTI, I. F. de B.; FERREIRA, N. J.; DA SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. da S. (Orgs.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

NAGEM, F. R. M. **Avaliação Econômica dos Prejuízos Causados pelas cheias Urbanas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

NIMER, E. Clima. IN: IBGE, Geografia do Brasil: região norte. Rio de Janeiro, SERGRAF- IBGE, 1977.

ONGARATTO, E. E. e LINDNER, E. A. Estudos para a Minimização do Risco de Inundações na Área Urbana de Joaçaba por Meio de Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. **Unesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 3, n. 2, p. 215-227, jul./dez. 2012.

PESSINA, G. de L. **Análise de Risco de Inundações em Termos de Prejuízos Gerados na Presença de Eventos mais críticos que o definido em Projeto: Aplicação ao rio Iguaçu - Baixada Fluminense / RJ**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

RODRIGUES, J. E.C. **Avaliação de Risco de Inundação: principais causas e danos socioeconômicos na Bacia do Tucunduba-Belém-Pa**. Relatório de Pesquisa, UFPA, 2020.

RODRIGUES, J. E. C.; LUZ, L. M.; MARINHO, A, V. do R. A variabilidade climática da precipitação em bacias urbanas da cidade de Belém-PA. IN: SILVA, C. N.; LUZ, L. M.; PONTE, F. C.; RODRIGUES, J. E. C. **Belém dos 400 anos: análises geográficas e impactos antropogênicos na cidade**. Belém-PA: GAPTA/UFPA, 2017.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

SAUSEN, T. M.; NARVAES, I. da S. Sensoriamento Remoto para Inundação e Enxugada. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. **Sensoriamento Remoto para Desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, pp. 118 – 147. 2015.

ZAHED FILHO, K.; MARTINS, J. R. S.; PORTO, M. F. do A. **Custo das Enchentes Urbanas**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2011.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

SOBRAL/CE: CLIMA URBANO, RISCOS E VULNERABILIDADE

FRANCISCO GERSON LIMA MUNIZ¹
ISORLANDA CARACRISTI²

RESUMO

O presente artigo é fruto de reflexões da pesquisa de Doutorado em Geografia que tem como objetivo analisar o clima urbano da cidade de Sobral (CE) e seus respectivos riscos e vulnerabilidades socioambientais enquanto produtos das relações socioespaciais impelidas às condições ambientais locais de semiáridade. Para consecução deste artigo apresentamos dados climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) coletados em 2 postos de coletas de dados em dias representativos da estação pré-chuvosa, período de transição e período seco da cidade. A análise dos dados seguiu a metodologia do S.C.U. (Monteiro, 1976; 2003) e para a compreensão de como os impactos dos fenômenos climáticos agem de forma distinta no território, utilizamos a perspectiva teórica da Geografia do Clima (Sant'Anna, 2001; 2008; 2013). Dados do CadÚnico foram usados para entender como se distribui a população de alta Vulnerabilidade Social na cidade. Os resultados indicam a tendência de altas temperaturas nos PCD's, sobretudo no período seco. Os indícios de desconforto térmico têm maior impacto nos bairros periféricos, principalmente pelo modelo urbanístico observado nestes espaços. O caráter inédito da pesquisa para a área de estudo e sua grande aplicabilidade no contexto do planejamento e gestão urbanas, justificam a importância dos resultados obtidos após a sua conclusão.

Palavras-chave: Clima Urbano, Variabilidade Climática e Vulnerabilidade Social

ABSTRACT

This article is the result of reflections from the PhD research in Geography which aims to analyze the urban climate of the city of Sobral (CE) and its respective socio-environmental risks and vulnerabilities as products of socio-spatial relations driven by local environmental conditions of semi-starvation. For the accomplishment of this article we present climatic data (temperature and relative humidity of the air) collected in 2 data collection points on days representative of the pre-rainy season, transition period and dry period of the city. Data analysis followed the methodology of the S.C.U. (Monteiro, 1976; 2003) and to understand how the impacts of climatic phenomena act differently in the territory, we use the theoretical perspective of Geography of Climate (Sant'Anna, 2001; 2008; 2013). CadÚnico data were used to understand how the population of high social vulnerability is distributed in the city. The results indicate the trend of high temperatures in the PCDs, especially in the dry period. The signs of thermal discomfort have a greater impact on peripheral neighborhoods, mainly due to the urban model observed in these spaces. The unprecedented nature of the research for the study area and its great applicability in the context of urban planning and management, justify the importance of the results obtained after its conclusion.

Keywords: Urban Climate, Climate Variability and Social Vulnerability

¹ Doutorando em Geografia, Universidade Estadual do Ceará - UECE, gersongeo@hotmail.com

² Doutora em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, isorlanda_caracristi@uvanet.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

Os processos de industrialização e a acelerada urbanização em escala global, principalmente a partir dos anos 80, resultaram na diminuição drástica das áreas verdes nativas, na alteração do sistema hidrológico e do balanço de energia/radiação, na inserção artificial (*inputs*) de elementos físicos e químicos na superfície terrestre e na atmosfera, os quais transformaram negativamente (*outputs*) as condições naturais anteriores a esses processos socioespaciais, incluindo mudanças nas dinâmicas climáticas locais e globais (UN, 2014).

Segundo o documento da ONU denominado “Agenda 2030 - Brasil”, em países como o Brasil, devido às desigualdades sociais e à segregação socioespacial, os impactos ambientais e suas consequências, se processam de forma diferenciada, onde os segmentos da sociedade urbana mais pobres se tornam mais vulneráveis aos eventos naturais extremos e aos riscos socioambientais derivantes de tais eventos.

Percebe-se que a produção do espaço urbano, obedecendo a reprodução capitalista, gera segregação socioespacial e não produz um sistema que leva em consideração as condições de manutenção dos sistemas naturais e a necessidade de justiça e emancipação social dos mais pobres. Essas contradições se refletem sob a forma de impactos socialmente desiguais, havendo sempre espaços e grupos mais vulneráveis aos eventos socioambientais extremos, incluindo aqueles advindos da dinâmica/mudança climática. (SANT’ANNA NETO, 2012).

Os climas urbanos oriundos desse modelo de urbanização, por exemplo, geram condições diferenciadas de (des)conforto térmico, em que quanto menor a perspectiva e metas voltadas à qualidade socioambiental do planejamento urbano e investimentos em gestão com base científica, maiores serão os problemas de cunho térmico nas cidades tropicais, principalmente aquelas situadas em ambiente semiárido de baixas latitudes, como é o caso das cidades do nordeste brasileiro: as populações periféricas das grandes e médias cidades situadas no semiárido brasileiro, por exemplo, sofrem maior grau de impactos das condições térmicas locais que as populações com melhor situação socioeconômica.

A cidade de Sobral (Mapa 1) se insere nesse contexto social e ambiental, típico do semiárido do Nordeste Brasileiro, que é enfatizado características socioespaciais e naturais locais.

Localizada na região noroeste do Estado do Ceará, Sobral possui altas temperaturas ao longo do ano, com média anual de 28°C, e isso se deve às seguintes condições



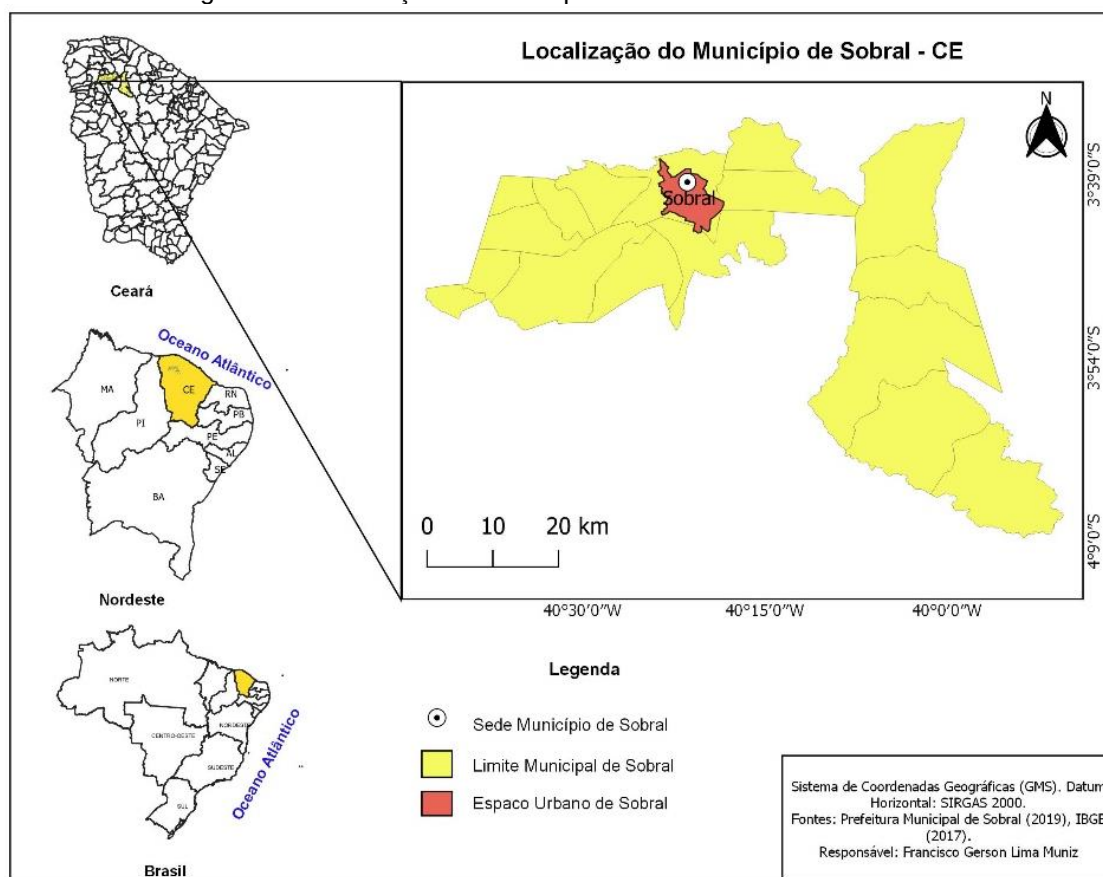
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

naturais gerais: encontra-se situada em área continental, na latitude (S) de 3° 41' 10" e 40° 20' 59" de longitude (WGr), está assentada sobre a superfície sertaneja, apresentando baixas altimetrias (em média 70m); e sofre a repercussão de sistemas atmosféricos e teleconexões oceano-atmosfera, que produzem extensos períodos de estiagem (CARACRISTI, 2000 e MUNIZ & CARACRISTI, 2019).

Figura 1 - Localização do município de Sobral/CE e de sua sede



Fonte: Elaborado pelo autor.

Estudos realizados por Muniz (2016) e Muniz e Caracristi (2018) indicam que a dinâmica urbana da cidade de Sobral produz um clima urbano próprio, gerando desconforto térmico, sobretudo no período seco da região, inclusive, a percepção da população é esta, calor e desconforto em toda cidade e em quase todos os meses do ano (MUNIZ e CARACRISTI, 2019). Desta forma, através da associação dos pressupostos de Sant'Anna Neto (2001; 2008; 2013) aos do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) de Monteiro (1971, 2003) é fundamental compreender como esse



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

desconforto térmico atingi os diferentes grupos sociais, sobretudo, espaços e grupos mais vulneráveis à ação climática. (SANT'ANNA NETO, 2012).

Assim, nosso objetivo é analisar o clima urbano da cidade de Sobral (CE) e seus respectivos riscos e vulnerabilidades socioambientais enquanto produtos das relações socioespaciais impelidas às condições ambientais locais de semiaridez.

Para abranger esta discussão o artigo foi organizado em quatro tópicos, além das considerações finais. O primeiro, a Introdução, diz respeito ao presente tópico composto pelos questionamentos, além da localização geográfica da área em estudo. O segundo tópico, traz os procedimentos metodológicos; o terceiro tópico trata sobre o contexto socioambiental da cidade de Sobral; e o quarto e último, os resultados e discussões.

2. Metodologia

A Geografia do Clima denominada por Sant'Anna Neto (2001; 2008; 2013) considera a necessidade de compreender como se deu a formação do território e como o mesmo ainda tem se reproduzido, sobretudo através da ação dos agentes sociais. Desta forma, compreender como o clima produzido, o clima urbano, associado às características climáticas regionais e socioeconômicas locais, impacta distintamente os grupos sociais, criando riscos e vulnerabilidades socioespacialmente desiguais.

Para tanto, faz-se necessário, associar os pressupostos de Sant'Anna Neto (op. cit) aos do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) de Monteiro (1971, 2003), visto que é fundamental para a presente pesquisa, analisar o canal termodinâmico do clima urbano de Sobral, que tem como uma das percepções o conforto térmico, que varia em nível individual fisiológico e psicológico, e em nível social e espacial.

Na busca pela interface de análise do objeto de estudo situado nestas perspectivas teórico-metodológicas, é fundamental que a produção do espaço urbano seja compreendida como um processo sociopolítico intencional, que resulta em desigualdades socioespaciais, pois é justamente essa disparidade que expõe alguns grupos sociais a elevados riscos de ordem natural, social ou ambas.

Assim, associar as dimensões do clima e da sociedade em uma abordagem que favoreça a análise geográfica de forma eficiente e prática, e promova resultados que possam ser aplicados no planejamento e gestão do espaço urbano. Assim, optamos por trabalhar com os conceitos e sistemas de classificação de Risco e Vulnerabilidade, que nos possibilita



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

quantificar e qualificar de forma hierárquica as desigualdades dos impactos climáticos entre os grupos sociais, dos mais aos menos vulneráveis.

Para a análise do canal termodinâmico, instalamos posto de coleta de dados (PCD's) meteorológicos com dataloggers, para coletas de dados de temperatura e umidade relativa do ar em 5 pontos distintos pela cidade (figura 2). A coleta ocorreu nos interstícios da sazonalidade, pré-estação chuvosa, período de transição e período seco. A coleta dos pontos amostrais – todos situados no espaço urbano – foram selecionados com base na classificação em Zonas Climáticas Urbanas (Urban Climate Zones - UCZ) (OKE, 2006), uma vez que é necessário expor áreas com características climáticas representativas para se identificar o potencial de cada uma delas sobre o clima local.

Escolhemos analisar/avaliar o grupo social inserido no contexto de maior vulnerabilidade social, através dos dados obtidos ao Cadastro Único (CadÚnico)¹ por se mostrar bastante atual e melhor representar a cidade.

¹ O Cadastro Único é um conjunto de informações sobre as famílias brasileiras em situação de pobreza e extrema pobreza. Essas informações são utilizadas pelo Governo Federal, pelos Estados e pelos municípios para implementação de políticas públicas capazes de promover a melhoria da vida dessas famílias. (SEDHAS, 2021)

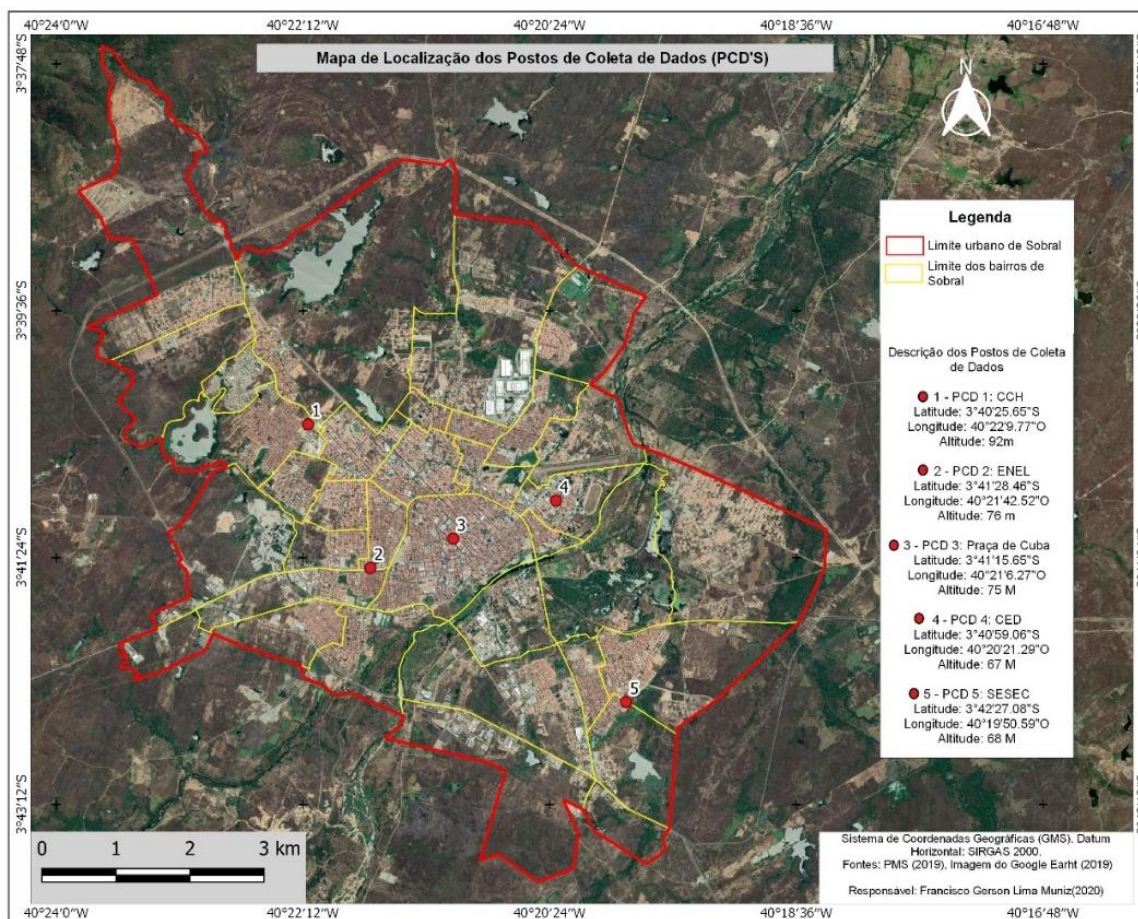


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 2 - Localização dos PCDs da pesquisa na cidade de Sobral/CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

3. Sobral, aspectos socioambientais.

A cidade de Sobral situa-se em sua maior parte sobre a Superfície Sertaneja, contudo há outras unidades morfoculturais localmente relevantes, como a planície do rio Acaraú e o Maciço Residual Meruoca-Rosário. Esses ambientes naturais exercem papel essencial na constituição do clima local, enquanto o leito do rio Acaraú é canal de ventos e distribuição de umidade para cidade. O Maciço Residual da Meruoca participa ativamente da caracterização ambiental regional do semiárido como dispersor de águas, induzindo a formação de chuvas orográficas, além de abrigar nascentes de vários riachos. O maciço também desempenha a função de indução de brisas, uma vez que, “devido ao aquecimento diferenciado ao longo do dia entre a serra e o vale, é gerado um sistema de brisas semelhante ao mecanismo das brisas litorâneas” (CARACRISTI, 2000, p. 6).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

No contexto geral, os atributos climáticos são de elevadas temperaturas o ano todo (média anual de 28°C), com baixa pluviometria (média mensal inferior a 60mm) e grande índice de insolação (média anual de 2.800 horas de brilho solar), o que gera um *déficit* no balanço hídrico. Conforme a classificação de Köppen e Gaussen, apud CARACRISTI (2000), os tipos climáticos são BSw'h e 4aTh, respectivamente: clima quente e semiárido de seca acentuada, com *déficit* hídrico de sete a oito meses, estabelecendo a sazonalidade dos períodos chuvoso e seco. Já para a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a cidade de Sobral apresenta clima Tropical Quente Semiárido, com registro de pluviometria histórica de 821,6 mm/ano e temperatura média entre 26° e 28° C.

Tais características climáticas podem ser reveladas pela cobertura vegetal xerófito e caducifólia, predominando as Caatingas, pelo sistema hídrico de rios intermitentes e solos rasos e pedregosos.

Associada a esse contexto ambiental, a cidade vivenciou uma reconfiguração da dinâmica de (re)produção do espaço urbano a partir dos anos 2000, devido à atuação de agentes político-sociais que consolidaram a importância de Sobral no contexto econômico regional cearense, segundo Holanda (2005), as duas gestões municipais de Cid Gomes (1997-2004), foram marcadas por um “forte discurso de modernização, com maciços investimentos em infraestrutura e realocação de alguns serviços públicos, que garantissem sucesso nas novas territorializações dos investidores privados” (p. 229).

O município recebeu investimentos econômicos públicos e privados voltados aos setores industriais e de serviços associados ao desenvolvimento tecnológico e modernização dos meios de comunicação e transportes, que tiveram repercussão no comércio e no setor de educação e cultura, promovendo grande fluxo migratório para a sede do município, a cidade de Sobral.

A ampliação da malha urbana ocorreu devido ao desenvolvimento econômico e também para acomodar a crescente população (Tabela 1).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 1 - Crescimento da população no município de Sobral/CE e taxa de urbanização entre 1980 e 2020

Ano	População Total	População urbana	População rural	Taxa de urbanização
1980	104.577	76.042	28.535	69,83%
1991	127.489	103.868	23.621	81,47%
1996	138.565	119.166	19.399	86%
2000	155.276	134.508	20.768	86,62%
2010	188.233	166.310	21.923	88,6%
2020 (Estimativa)	210.711	—	—	—

Fonte: adaptado do IPECE e IBGE (2019).

A tabela acima mostra que o crescimento da população entre as décadas de 1980 e 1990 foi de pouco mais de 20%, o que pode ser considerado elevado, quando comparado à taxa nacional. Entretanto, o grande impulso ocorreu a partir da década de 1990, com uma evolução de mais de 47% de 1991 até 2010. Desde a realização do último censo até a projeção em 2020, temos um acréscimo de mais de 11%. Segundo o IBGE (2010), 88,6% do total dessa população no município vivem em espaços considerados urbanos. Trata-se de 166.310 pessoas, das quais 147.359 residem na sede.

Esse crescimento populacional não foi acompanhado pelo aumento das condições estruturais da cidade, principalmente no que se refere à moradia, saneamento básico e coleta de resíduos sólidos. Esse ritmo acelerado de crescimento, juntamente com uma grande especulação imobiliária, sobretudo, na primeira década do século, impulsionou diversos problemas socioambientais. Infelizmente, a participação do poder público não se limitou apenas à negligência nas fiscalizações, mas também por ser um agente ativo nas modificações das paisagens, principalmente com a construção de obras que transmitem ares de modernização, de acordo com a proposta de “venda” da cidade para investidores de diversas partes do país. (Muniz e Caracristi, 2018)

Pelas características próprias do sistema capitalista periférico, a concentração de renda, bens e serviços em determinados espaços urbanos voltados às classes médias e altas, fez com que o crescimento populacional de Sobral impulsionasse a especulação imobiliária e a segregação socioespacial, com a ampliação significativa de áreas de favelas, de populações em situação de vulnerabilidade e risco socioambiental. Algo perceptível em determinados bairros da cidade, onde há um grande número de pessoas cadastradas no CadÚnico (figura 3).



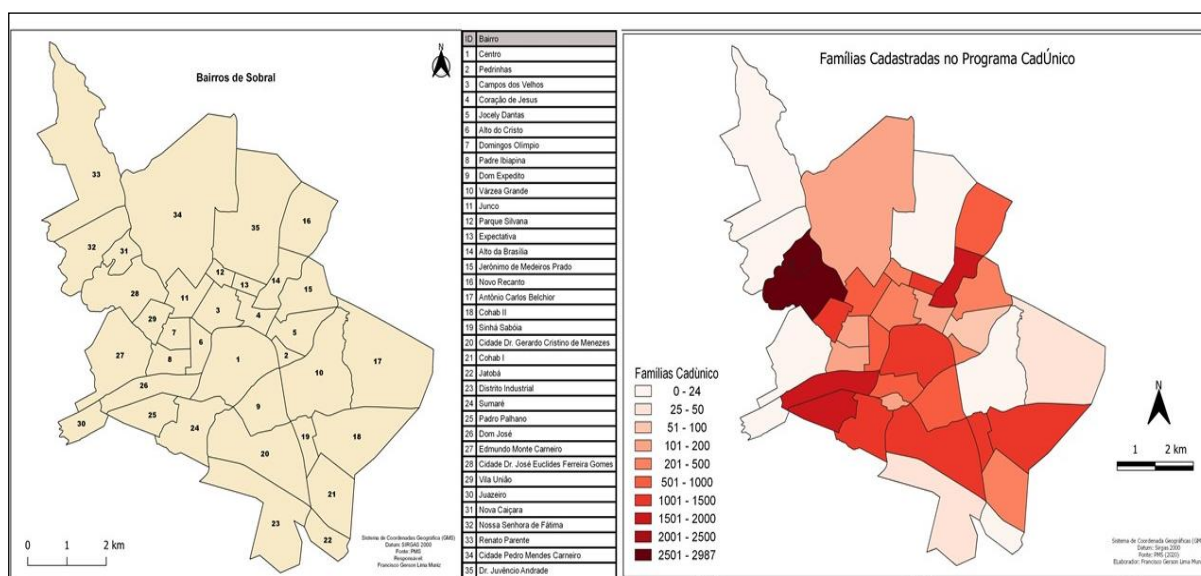
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Os quatros Bairros com maiores presença de famílias no Cadúnico são: Cidade Dr. José Euclides Ferreira Gomes Júnior (Terrenos Novos – 2987 famílias), Nova Caiçara (2696 famílias), Padre Palhano (1877 famílias) e Dom José (1724 famílias), os dois primeiros inseridos a noroeste da cidade e outros na porção sudoeste. Em suas adjacências há vários outros que também possuem alto de números de famílias cadastradas, formando conjuntos de bairros periféricos na cidade conhecidos por inúmeros problemas socioambientais.

Figura 3 - Bairros de Sobral e Famílias Cadúnico



Fonte: Elaborado pelo autor.

4. Análises e resultados

Para contemplar esse artigo, optamos por trazer dados de dois PCD's. O PCD 1, instalado nas dependências do Centro de Ciências Humanas – CCH, campus da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, que coletou dados para representar dados dos dois bairros com mais famílias no Cadúnico. Já o PCD 2, no estacionamento de uma empresa de energia, no limite do bairro Dom José, além de contemplar bairros próximos, como Padre Palhano e Alto do Cristo. Todos conhecidos pelo contexto de alta vulnerabilidade social.

Os dados aqui expostos são referentes à um dia representativo dentro da sazonalidade encontrada na cidade. Estação pré-chuvosa (20 de Janeiro de 2020), período que antecede as chuvas no semiárido, correspondente ao verão austral, o período marcado por registros pluviométricos de menores intensidades, com atuações de sistemas atmosféricos característicos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

do Nordeste Brasileiro (NEB). No entanto, para o dia em questão, não houve repercussão de nenhum sistema atmosférico produtor de chuva.

O dia representativo do período de transição chuvoso-seco, foi dia 16 de Julho de 2020, correspondente ao inverno austral, novamente sem repercussão de sistemas atmosféricos no tempo. Por último, a sazonalidade corresponde ao período seco, e como é característico no interstício, marcado por pouca nebulosidade e altas temperaturas, o dia representativo da primavera austral foi o dia 21 de outubro de 2020.

A figura 4 nos traz os resultados dos dados obtidos em campo, os PCD's 1 e 2 exprimem uma realidade vivenciada por milhares de cidadãos em seus respectivos bairros, que é justamente as altas temperaturas. Muniz e Caracristi (2019) expõem que a população tem a percepção de quais meses as altas temperaturas prevalecem, e o mês de janeiro, é visto como temperaturas mais amenas, no entanto, observa-se que tanto no PCD 1 como PCD 2, a variação horária da temperatura do ar, mostram elevações consideradas, ao longo do dia.

A menor temperatura foi registrada no PCD 1 foram às 05h00 com 24,4°C, e Umidade Relativa do Ar (URA) de 89,3%, segundo maior registro do dia. Porém ao longo do dia a temperatura atingiu 38°C às 14h00 e 38,3°C às 15h00, acompanhado de URA de 42,8% e 42,1%, respectivamente. Já o PCD 2 registrou valores bem próximos, onde a menor temperatura foi de 24,8°C às 06h00, junto com o maior valor de URA, que foi de 89,4%. Já a temperatura máxima observada, apesar do valor ter sido menor em relação ao PCD1, se manteve elevado por 4 horários, das 12h00 às 15h00, com respectivamente, 36,3°C, 35,5°C, 36,2°C e 37,2°C, e nesses intervalos também foram registrados os menores valores de URA, inclusive, marcando o último horário com apenas 38,4%.

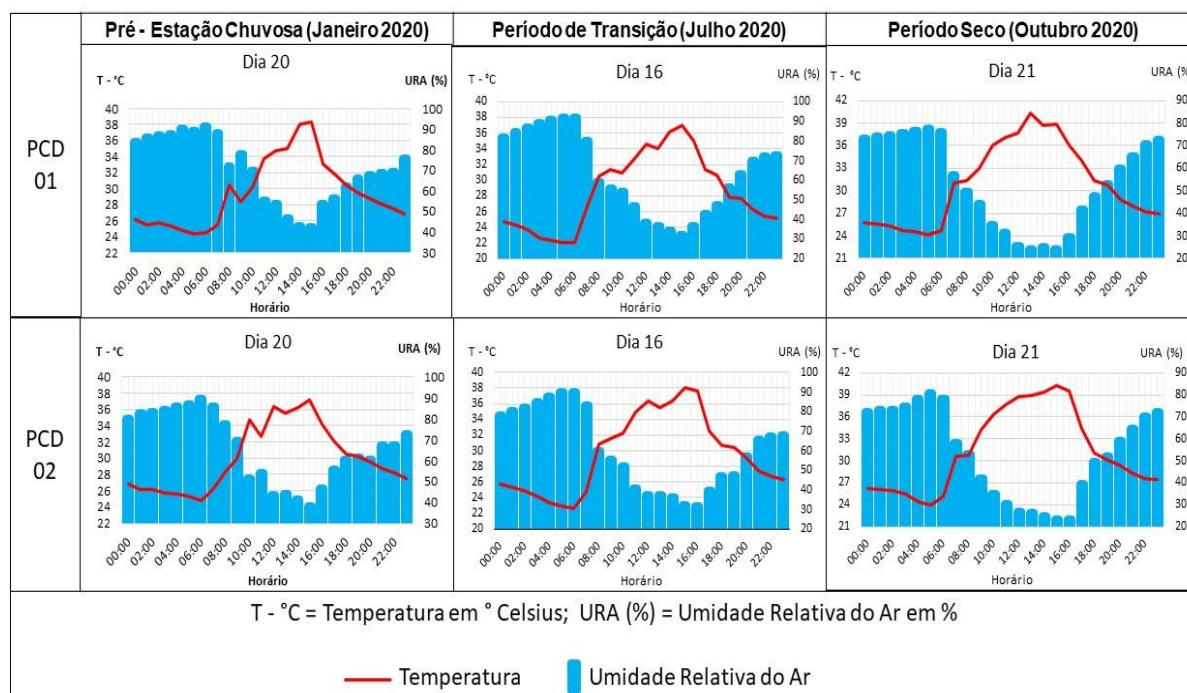


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 4 - Dados Coletados – Temperatura e Umidade



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quando observamos os dados referentes ao período de transição, observamos uma queda na média das temperaturas e também dos valores de URA. Ao certo que apesar de valores mais abaixo nas primeiras horas do dia, o período vespertino é marcado por altas temperaturas aliadas a baixos valores de URA. O PCD 1 e 2 registraram a menor temperatura do dia às 06h00, com 22°C e 22,7°C, respectivamente, com dados de URA acima dos 90%.

A temperatura começa a ter aumento expressivo já às 08h00 e ao meio dia atinge 36,4°C no PCD 2 e 34, 6°C no PCD 1. No entanto, o ápice ocorre às 15h00, com 37°C no PCD 1 e 38,1°C no PCD2, vale ressaltar que neste intervalo, os valores de URA atingem valores próximo de 30%, considerado limite mínimo como ideal segundo a Organização Mundial e Meteorologia (OMM).

O período seco, sem dúvidas é o mais crítico quando falamos de temperatura e URA na cidade de Sobral, o mês de outubro é um dos mais quentes, historicamente, perde apenas para mês de novembro com maiores médias de temperatura. Para o dia representativo, tivemos um tempo muito quente, com média de 30,9°C no PCD 1 e 31,3°C no PCD 2, enquanto os valores de URA ficaram em 53% nos PCD's.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A menor temperatura foi registrada às 05h00, PCD 1 com 24,2°C e PCD 2 com 23,9°C, esse horário também registrou os maiores valores de URA, respectivamente, 75,9% e 80,9%. As 07h00 a temperatura já marca acima de 30°C e tem seu crescimento contínuo, enquanto no PCD 1 a maior temperatura ocorre às 13h00 com 40,4°C e 24,2% de URA, o PCD 2 registra às 15h00 o maior valor de temperatura e menor valor de URA, respectivamente, 40,3°C e 23,2%. Ressalta-se que os valores de URA entre meio dia e as 16h00, nos dois PCD's, sempre estiveram abaixo dos 30%.

Essa situação de altas temperaturas e baixa URA se acentuada à medida que as condições naturais do semiárido intensifica, ao observamos os gráficos (figura 4) os intervalos de desconforto térmico (alta temperatura e baixa URA) só aumentam ao longo da sazonalidade. No contexto da população de alta vulnerabilidade social esta é uma realidade permanente, o modelo e o tipo de construção de residências nos bairros periféricos são geralmente pequenas, baixas e geminadas o que impedem a circulação dos ventos entre elas. As ruas dos bairros quase sempre com massa asfáltica, pouca vegetação ou não há mecanismos que minimizem as características naturais climatológicas do semiárido, segundo Muniz e Caracristi (2019) para 14% dos entrevistados “não existe um lugar” na cidade onde haja situação climática confortável, é preciso compreender esse resultado onde as pessoas não consideram suas residências como confortáveis, afinal a população acredita que prevaleçam o desconforto devido às altas temperaturas em toda a cidade.

5. Considerações finais

Por meio da análise dos atributos climáticos (temperatura e umidade) evidenciou que as elevadas temperaturas são uma constante no contexto urbano da cidade. Esse fator é acentuado pelas variáveis climáticas locais, associadas à conjuntura de espaço urbano (morfologia, sítio e função urbana).

As transformações urbanas na cidade de Sobral foram responsáveis pela produção de um clima urbano que potencializa o desconforto térmico. Clima este, que se altera em escala microclimática de forma diferenciada e perceptiva às sensações humanas, no entanto, quase sempre, essas percepções são em torno do desconforto térmico, sobretudo devido às altas temperaturas. O modelo de urbanização e atuação dos agentes sociais, nas últimas décadas na cidade de Sobral, tem acentuado as diferenças sociais, sobretudo em relação aos bairros



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

periféricos, a qualidade socioambiental destes espaços tem ficado preterida frente à necessidade do marketing político e econômico de uma imagem de uma “cidade moderna”.

Os riscos climáticos ao desconforto térmico são ainda maiores em determinados bairros das cidades, principalmente onde há maior concentração de população de alta vulnerabilidade social, no entanto, ainda há muito a avançar na pesquisa e compreender como os riscos e as repercussões na população, sobretudo nos espaços das residências.

6. Referências

CARACRISTI, Isorlanda - **Estudo Integrado do Clima da Região do Médio Curso do Rio Acaraú: uma análise geográfica do clima local** - Revista Essentia. Ano 1. nº 01- UVA – Sobral/CE, 2000.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Sistemas meteorológicos causadores de chuva na região nordeste do Brasil**. Fortaleza, 2002. Disponível em <http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/entender/entender2.htm> Acesso em 14 de Mar 2014.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, **Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019**.

IBGE, **Censo Demográfico 2010**, Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IPECE, Painel de Indicadores Sociais e Econômicos: **Os 10 maiores e os 10 menores municípios cearenses**. Disponível em < <https://www.ipece.ce.gov.br/painel-de-indicadores-sociais-e-economicos-os-10-maiores-e-os-10-menores-municipios-cearenses/>> Acesso: 10 out, 2020.

HOLANDA, V. C. C. de. **Modernizações e espaços seletivos no Nordeste brasileiro. Sobral: Conexão Lugar/Mundo**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

MENDONÇA, F. **Clima e Planejamento Urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campotermohigrométrico**. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F (Orgs). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. Série Teses e Monografias nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

MUNIZ, F. G. L. **Urbanização e conforto térmico: Análise climática do centro da Cidade de Sobral - CE**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia), Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, 2016. 226f.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

MUNIZ, Francisco Gerson Lima; CARACRISTI, Isorlanda. A Percepção da população com o clima da cidade de Sobral-CE. **Revista Equador**, v. 8, n. 2, p. 449-467, 2019.

MUNIZ, F. G. L.; CARACRISTI, Isorlanda. As Transformações Urbanas e a Sazonalidade: Produtores do Conforto Térmico do Centro da Cidade de Sobral – CE. **Revista GEOGRAFIA ENSINO & PESQUISA**, v. 22, p. 1-12, 2018.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**. Vancouver: World Meteorological Organization. Instruments and Observing Methods. 2006. Report No. 81.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima e organização do espaço**. Boletim de Geografia Universidade Estadual de Maringá. Depto.de Geografia, 1998.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **História da Climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico**. Tese (Livre Docência). Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2001.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Problemas e perspectivas da Climatologia Geográfica no Brasil. **XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Anais.... Dourados: UFGD, 2011.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima como risco, as cidades como sistemas vulneráveis, a saúde como promoção da vida. **Cadernos de Geografia**. Coimbra, FLUC, nº30/31, p.215-227., 2011/2012.

SEDHAS Secretaria dos Direitos Humanos, Habitação e Assistência Social - **Cadastro Único**. Prefeitura Municipal de Sobral – PMS. Disponível em: < <http://sedhas.sobral.ce.gov.br/programas/cadastro-unico>>. Acesso 15 Jan 2021.

UNITED NATIONS – UN. **Department of Economic and Social Affairs Population Division**. (2014). World Urbanization Prospects: the 2014 revision. New York: United Nations. Disponível em <https://population.un.org/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf>. Acesso em 28 de mar de 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

REGIME PLUVIOMÉTRICO E O RACIONAMENTO DE ÁGUA EM PARACATU-MG EM 2017

ARLEI TEODORO DE QUEIROZ¹
RILDO APARECIDO COSTA²

RESUMO

O comportamento dos elementos climáticos sempre teve papel de destaque nos estudos de variabilidade. Dentre eles podemos destacar o regime pluviométrico que é um parâmetro de suma importância para se estudar o abastecimento de água para uso doméstico. A cidade de Paracatu, localizada na mesorregião do Noroeste de Minas vem passando por racionamentos nos últimos anos, sendo o ano de 2017 o mais significativo. Para elaboração do estudo utilizou-se dados da estação meteorológica pertencente ao INMET localizada em Paracatu e dados do zoneamento da bacia do Ribeirão Santa Izabel. Observou-se que uma das causas principais que levaram ao racionamento foi o mal uso da bacia, com um uso e ocupação desordenado e vários reservatórios sem outorga, portanto sem planejamento adequado. Outro fator que contribuiu foram as chuvas que ocorreram abaixo da média nos últimos seis anos. Estes dois fatores fizeram com que a captação de água dessa bacia atingisse picos mínimos ao longo do ano de 2017.

Palavras-chave: Chuvas; Racionamento; Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

The behavior of climatic elements has always played a prominent role in variability studies. Among them, we can highlight the pluviometric regime, which is an extremely important parameter to study the water supply for domestic use. The city of Paracatu, located in the northwestern mesoregion of Minas has been undergoing rationing in recent years, with 2017 being the most significant year. To prepare the study, data from the meteorological station belonging to INMET located in Paracatu and data from the zoning of the Ribeirão Santa Izabel basin were used. It was observed that one of the main causes that led to rationing was the misuse of the basin, with a disorderly use and occupation and several reservoirs without a grant, therefore without proper planning. Another factor that contributed was the rains that occurred below the average in the last six years. These two factors caused the water capitation of this basin to reach minimum peaks throughout 2017.

Keywords: Rain; Rationing; Hydrographic basin.

¹ Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, arleiqueiroz@iftm.edu.br

² Doutor, Universidade Federal de Uberlândia, rildocosta@ufu.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

O conhecimento mais detalhado dos eventos climáticos e sua aplicação tem sido debatido na comunidade científica do mundo todo, seja no intuito de compreender seu caráter dinâmico, buscando demonstrar um rompimento na variabilidade ou apenas conhecer as mudanças do clima.

Esses estudos climáticos nos leva a compreensão do clima e desvenda seu papel na aplicação dos conhecimentos atuais, principalmente na busca da relação atmosfera e sociedade. Procura mostrar o caminho de um território mais planejado, buscando uma melhor qualidade de vida para a população.

O tema variabilidade climática tem sido estudado com mais intensidade nas últimas décadas, porém está longe de se chegar a um consenso, principalmente em relação à influência do local nas tendências globais (QUEIROZ; COSTA, 2012). É notório que os estudos da variabilidade das precipitações são essenciais para a compreensão dos impactos que essas variações podem causar no cotidiano da população.

A precipitação é um dos elementos climáticos mais importantes, pois está diretamente relacionada com as condições de sobrevivência humana, seja para o desenvolvimento das áreas rurais, ou pelo abastecimento de água para as cidades e sua população. Portanto, conhecer a variabilidade das chuvas é o caminho para se compreender o ciclo hidrológico de uma determinada região.

A cidade de Paracatu (MG), objeto de estudo dessa pesquisa, vem passando, nos últimos anos, por problemas no abastecimento de água para uso doméstico. Esse processo é influenciado pelo acumulado de precipitação e sua distribuição temporal e espacial, ou seja, seu caminho no ciclo hidrológico.

A compreensão das fases do ciclo hidrológico é essencial para os estudos hidrológicos, sendo utilizada como unidade territorial para realização de tais estudos a bacia hidrográfica. Nesse sentido, o conhecimento dos diversos usos da água, a configuração da paisagem e o regime pluviométrico regional são de grande relevância para o planejamento do abastecimento de água para população, sobretudo urbana, dependente da água proveniente da bacia hidrográfica para captação, distribuição e uso no cotidiano.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal, analisar o racionamento de água ocorrido na cidade de Paracatu-MG em 2017 observando as três perspectivas supracitadas, que devem ser avaliadas para o abastecimento de água da cidade.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Sobre os casos de escassez de água, vale destacar que de acordo com o Inciso III do artigo 1º da Lei Federal 9.433/97 “III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;”, sendo assim, no caso do racionamento em decorrência de escassez os outros usos da água deveriam ser interrompidos para atender os usos prioritários.

1.1 Caracterização da área de estudo

O município de Paracatu se localiza na mesorregião do Noroeste de Minas, mais especificamente na microrregião de Paracatu, distante 482km da capital, Belo Horizonte. Possui uma população urbana de 73.772 habitantes, o que representa 87% da população total. Essa população vem enfrentando problemas no abastecimento de água para uso doméstico nos últimos anos. (IBGE, 2020)

A principal fonte de abastecimento de água da cidade de Paracatu é feita pelo Ribeirão Santa Izabel. Vale destacar que essa bacia encontra-se dentro do município. A referida bacia faz parte da bacia do Rio São Francisco, como pode ser observado na figura 1.

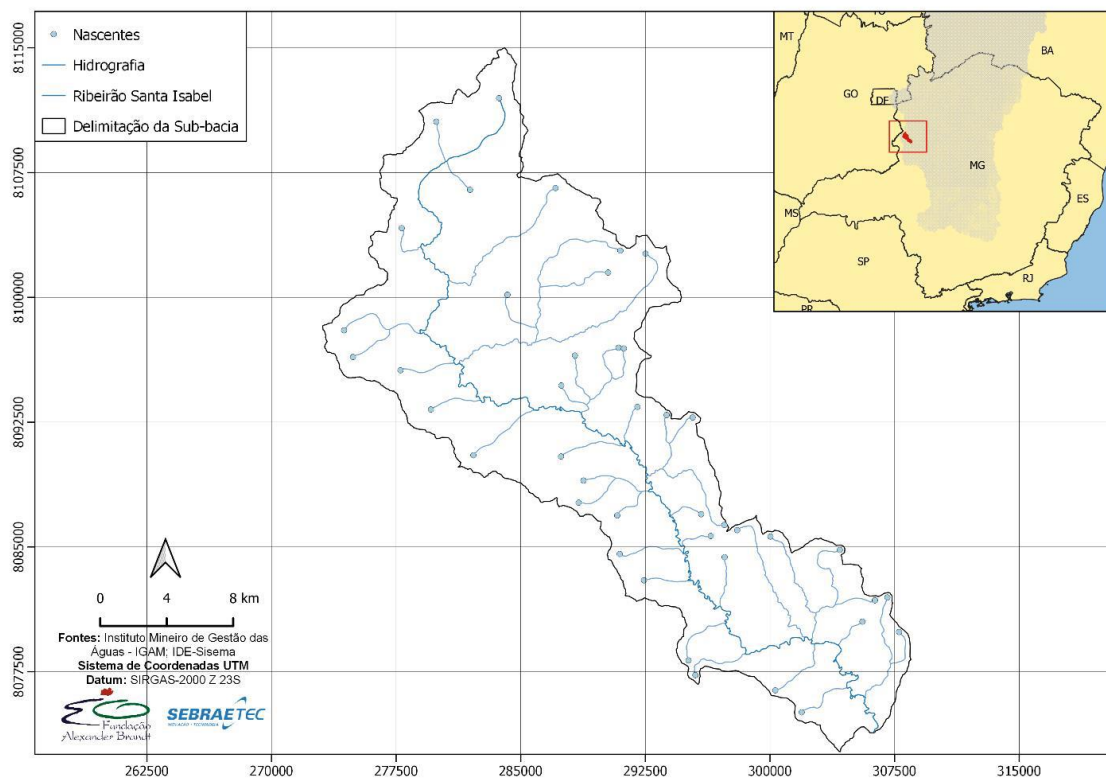


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 - Paracatu (MG): Localização e hidrografia da Bacia do Ribeirão Santa Isabel



Fonte: SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENASEMPRESAS; SEBRAETEC – SERVIÇOS EM INOVAÇÃO E TECNOLOGIA; FUNDAÇÃO ALEXANDER BRANDT, 2018.

O domínio morfoclimático onde estão o Ribeirão Santa Isabel e a cidade de Paracatu é o Cerrado, caracterizado por solos pobres em minerais e muito ácido, relevos de suave ondulados a ondulados. Possui também, duas estações bem definidas, uma chuvosa (outubro a março) e uma seca (abril a setembro). Portanto, é comum ultrapassar 100 dias sem chuvas no período seco.

Esse longo tempo seco, característico da maioria das cidades no Cerrado, tem influência direta no volume de água das bacias hidrográficas, seja pela precipitação ou pelo processo de infiltração das águas do lençol freático ou das águas subterrâneas, alterando assim o processo de abastecimento de água para a cidade.

A necessidade de se conhecer o processo do ciclo hidrológico se torna de suma importância para se compreender a relação água sociedade, evitando assim, impactos ambientais negativos e sendo essencial para uma melhor gestão e planejamento do território e da água.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2. Metodologia

Para a realização do presente trabalho, foram coletados junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) os dados da série histórica de precipitação em Paracatu-MG. Após a coleta dos dados, foi realizada a tabulação dos dados e a elaboração de gráficos foi realizada utilizando o software Microsoft Office Excel, com cálculos básicos para compreensão do regime pluviométrico local. Sobre a utilização de gráficos, Ayoade (2003,p.241) afirma que “o clima de uma região é descrito com a ajuda de gráficos das variações sazonais nos valores dos elementos climáticos, usualmente a temperatura e a precipitação”.

Além dos dados coletados junto ao INMET, foi feita uma revisão de literatura, com destaque para o material obtido no relatório técnico “Zoneamento ambiental produtivo da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Isabel – MG”, sobretudo os mapas produzidos pelo estudo citado.

3. O comportamento climático e o Uso da Terra na Bacia do Ribeirão Santa Isabel

3.1 Comportamento Climático e o Racionamento de Água

Com o intuito de buscar uma compreensão, mesmo de forma preliminar, do processo de distribuição espacial e temporal das chuvas em Paracatu (MG) e sua relação com o abastecimento doméstico, principalmente o racionamento que se teve em alguns anos, observa-se, nos dados pluviométricos de uma série de 37 anos (tabela 1), que a variabilidade é significativa para a cidade.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 01 – Paracatu-MG: Totais pluviométricos mensais e anuais no período de 1980 a 2020

Ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Precipitação anual
1980	160,2	98,0	0,2	133,2	2,1		0,0	0,0	47,1	31,4	206,8	243,9	
1981	366,3	64,6	95,7	46,0	17,5	44,8	3,4	19,2	0,0	389,3	207,8	253,4	1508,0
1982	379,8	17,4	539,7	41,0	0,0	0,0	2,2	0,0	23,1	95,6	123,9	143,9	1366,6
1983	704,0	349,0	213,0	227,8	34,5	4,4	21,8	0,0	46,0	282,2	298,5	424,8	2606,0
1984	109,1	94,2	95,2	123,0	0,0	0,0	0,2	39,6	40,9	55,6	155,5	421,9	1135,2
1985	525,0	133,9	167,4	0,0	0,0		0,0				95,7	99,7	
1986													
1987													
1988													
1989	132,5	261,6	134,1	17,6	0,0	24,9	16,0	8,5	66,6	182,8	372,4	653,5	1870,5
1990	87,0	175,2	47,3	12,1	40,4	0,0	46,6	30,9	54,4	39,1	195,8	240,3	969,1
1991	365,4	224,0	398,3	81,7	11,9	0,0	0,0	0,0	40,3	77,7	187,4	382,3	1769,0
1992													
1993	123,7	281,5	5,2	85,5	52,0	23,8	0,0	62,2	46,6	48,9	163,1	583,1	1475,6
1994	220,8	67,7	410,8	72,2	12,2	5,5	1,2	0,0	0,0	74,6	334,6	308,7	1508,3
1995	252,3	253,0	225,8	32,7	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,1	228,2	216,4	1334,5
1996	131,2	130,4	111,0	102,0	12,7	0,0	0,0	11,0	18,1	84,5	247,9	227,3	1076,1
1997	474,8	216,8	357,2	72,3	52,8	49,3	0,0	0,0	69,1	37,0	106,0	397,8	1833,1
1998	192,2	119,6	37,4	79,5	49,0	0,0	0,0	8,5	1,8	110,7	204,0	214,3	1017,0
1999	178,5	165,0	182,4	27,6	20,4	0,2	0,0	0,0	10,9	101,4	222,3	343,1	1251,8
2000	242,0	205,9	256,7	33,3	0,0	0,0	2,8	16,2	74,7	67,8	269,0	250,9	1419,3
2001	160,7	56,2	124,3	0,0	27,4	4,2	0,6	56,5	87,1	96,9	224,6	254,3	1092,8
2002	224,3	213,3	136,5	0,0	13,8	0,0	3,3	0,0	47,3	60,7	87,0	409,1	1195,3
2003	519,2	116,4	322,0	56,8	75,7	0,0	0,0	45,3	16,6	93,3	116,1	298,9	1660,3
2004	424,3	526,4	209,0	141,9	6,1	0,0	5,1	0,0	0,0	46,6	131,8	457,3	1948,5
2005	359,3	327,3	315,5	25,0	4,2	3,0	0,0	0,0	30,2	11,8	323,5	433,5	1833,3
2006	184,9	153,8	294,8	48,7	18,1	1,4	0,1	6,4	29,1	239,9	191,8	401,9	1570,9
2007	309,1	420,0	26,0	78,6	2,5	0,3	0,0	0,0	0,0	12,1	151,7	179,4	1179,7
2008	195,3	250,2	185,5	167,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	26,0	153,5	343,2	1357,8
2009	242,9	172,6	144,3	251,4	0,9	19,7	0,0	44,7	63,7	149,4	108,5	410,6	1608,7
2010	95,3	99,6	226,5	129,4	11,9	0,1	0,0	0,0	7,7	159,5	272,9	406,8	1409,7
2011	302,6	60,9	547,2	43,6	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	141,4	181,1	480,7	1758,9
2012	376,9	93,0	114,1	13,4	20,0	32,8	0,0	0,0	22,4	31,9	393,1	166,2	1263,8
2013	372,6	133,9	260,1	169,1	17,4	25,0	0,0	0,0	16,4	80,8	183,6	381,1	1640,0
2014	135,2	73,0	130,0	155,1	5,2	0,5	14,3	0,0	12,4	18,6	244,3	209,7	998,3
2015	56,3	212,0	263,6	33,3	34,0	0,0	0,1	0,0	49,8	50,6	144,9	54,2	898,8
2016	466,6	46,0	153,5	2,0	2,8	0,0	0,0	8,0	8,4	60,7	227,3	169,8	1145,1
2017	88,1	129,5	147,9	16,4	78,5	1,0	0,0	0,0	0,7	83,6	218,3	157,6	921,6
2018	228,7	337,2	115,2	69,3	8,0	0,0	0,0	4,5	40,4	109,0	427,8	192,0	1532,1
2019	21,2	296,7	142,2	74,6	82,2	0,0	0,0	0,0	8,2	50,2	196,4	164,0	1035,7
2020	381,8	311,9	197,0	49,8		0,0	0,0	0,0					
Precipitação média	264,6	186,2	198,2	73,3	20,6	6,9	3,2	10,0	29,1	94,3	211,0	304,9	1402,3

Fonte: INMET (2021).

Na Tabela 01 é possível observar que apesar de Paracatu possuir uma média pluviométrica de 1400 mm, há registros de precipitação desde 900 até 2600 mm anuais ao longo do período analisado, o que corresponde a uma diferença de 1700 mm entre o maior e menor índice. Neste sentido, nota-se uma diferença alta, sendo maior que a média pluviométrica anual.

Nos últimos seis anos, observa-se que tivemos uma queda no volume acumulado de precipitação, ficando mais de 20% abaixo da média anual para o município. Estes dados são significativos para se interpretar a relação das chuvas com o abastecimento doméstico e o racionamento dos últimos anos, pois essas chuvas que fazem o ciclo hidrológico da bacia que abastece a cidade, como pode ser observado na figura 2, onde é destacado o rodízio que ocorreu no ano de 2017.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02- Notícia do dia 01/09/2017

Copasa inicia rodízio no abastecimento de água em Paracatu

Medida foi necessária devido ao período de estiagem na cidade.

Por G1 Triângulo Mineiro
01/09/2017 13h42 - Atualizado há 3 anos



Fonte: Globo, 2020.

Complementando as informações da Tabela 01, o gráfico01 apresenta uma considerável oscilação nos índices pluviométricos durante o período analisado, sendo possível afirmar que em 17 anos o total pluviométrico anual foi acima da média anual (1402,3 mm) e, também em 17 anos o total pluviométrico foi abaixo da média, demonstrando o equilíbrio nas oscilações quanto a este indicador. No entanto, assim como já relatado, ao observar o gráfico 01 nota-se uma desigualdade expressiva ao longo dos anos, o que pode causar uma “falsa” impressão de que é uma localidade com bons índices pluviométricos em todos os anos.

Porém, vale ressaltar que a partir do ano de 2014, tivemos uma redução das chuvas na bacia do Ribeirão Santa Izabel, o que pode ter sido primordial para que se tivesse o racionamento no ano de 2017. Pois foi um acúmulo anual de precipitações abaixo da média, como mostra os dados.

Essas baixas precipitações podem ter relação com o ENOS (El nino Oscilação Sul) porém não existem estudos que possam comprovar essa relação. Portanto, para a região estudada, necessita-se de mais estudos, tanto em relação à influência do ENOS, quanto a influência das temperaturas do Atlântico, no intuito de observar a sua real influência nas baixas quantidades de chuvas neste período.

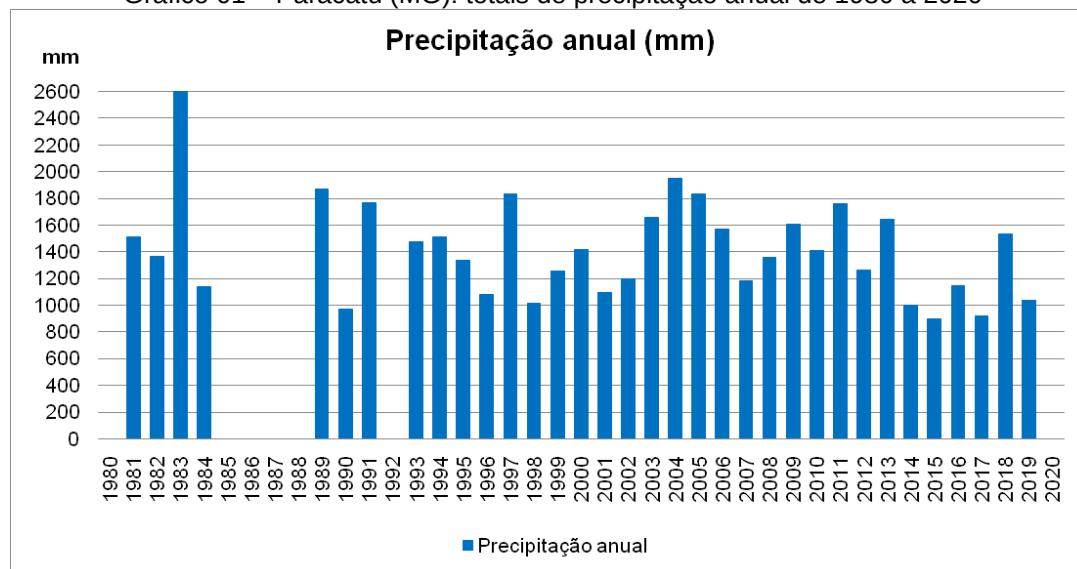


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Gráfico 01 – Paracatu (MG): totais de precipitação anual de 1980 a 2020



Fonte: INMET (2021).

Para compreender melhor o período chuvoso em Paracatu, o gráfico 02 apresenta os totais pluviométricos no período de outubro a abril do ano subsequente. Para a análise do período chuvoso foram destacados os meses (outubro a abril) que apresentam mais de 5% do total precipitado no ano.

Deve-se fazer um destaque para as características climáticas da região do cerrado, onde as estações seca e chuvosa são proeminente, portanto, um ano com chuvas abaixo da média pode gerar problemas para o abastecimento e uso doméstico das águas do Ribeirão Santa Izabel.

Através do gráfico 02, fica mais claro notar uma redução gradativa nos totais pluviométricos a partir do período chuvoso de 2013-2014 (1138,8 mm) até 2016-2017 quando o período chuvoso totalizou apenas 839,7 mm. Vale lembrar que o racionamento de água descrito na introdução desse trabalho ocorreu no final do período seco e início do chuvoso de 2017. Nesse sentido, é possível afirmar que os reduzidos índices pluviométricos ao longo de 4 anos contribuíram para a crise hídrica em Paracatu-MG.

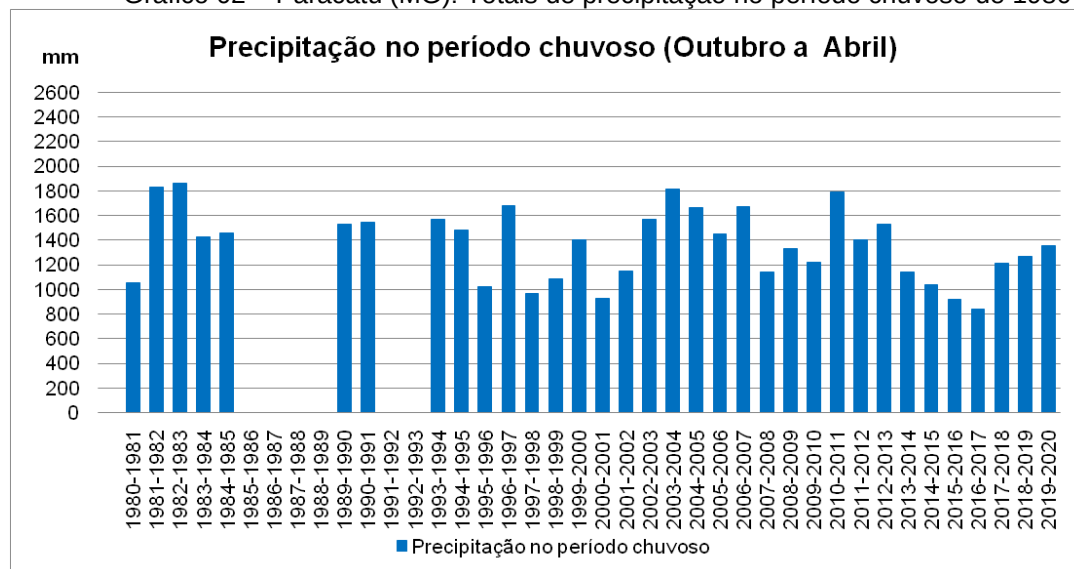


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Gráfico 02 – Paracatu (MG): Totais de precipitação no período chuvoso de 1980 a 2020



Fonte: INMET (2021).

Em relação ao abastecimento para uso doméstico em Paracatu, observa-se que o Ribeirão Santa Izabel atingiu o seu ponto mínimo em 2017 (figura 03). Isso se deu pela sequência de chuvas abaixo da média nos anos subsequentes e por falta de um planejamento acerca da variabilidade climática na referida bacia.

Figura 03- Notícia do dia 28/10/2017



Fonte: Globo, 2020.

Ainda sobre o ano de 2017, no gráfico 03 é possível perceber a diferença entre as médias pluviométricas mensais de 1980 a 2020 e os totais mensais em 2017, sendo que em



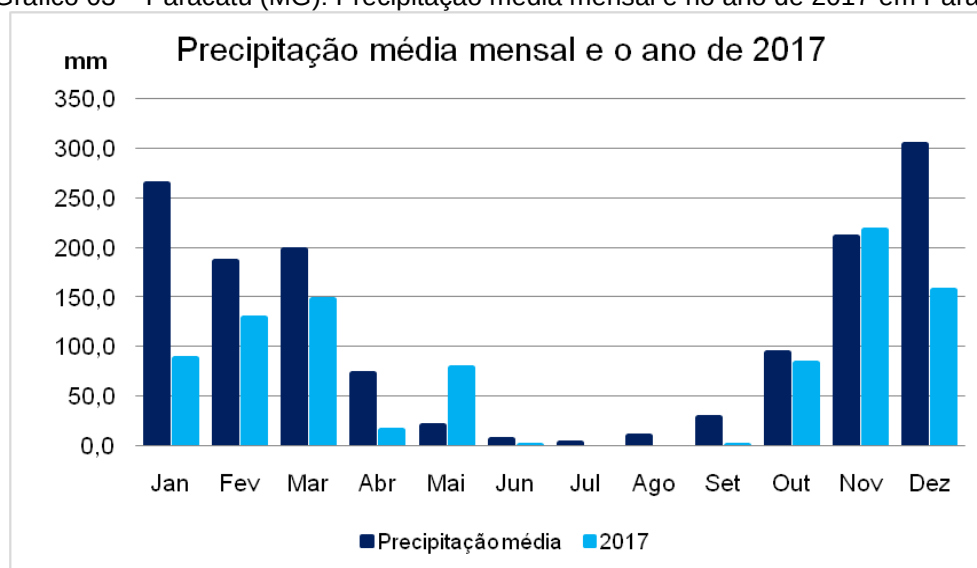
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2017 apenas os meses de maio e novembro apresentaram índices acima da média. Nota-se, ainda, que nos meses de janeiro, abril, setembro e dezembro, que possuem importante papel no incremento hídrico, o total pluviométrico em 2017 não superou metade da média pluviométrica.

Gráfico 03 – Paracatu (MG): Precipitação média mensal e no ano de 2017 em Paracatu-MG



Fonte: INMET (2021).

Em relação ao uso da água para o abastecimento da cidade e sua relação com as precipitações, observou-se, de forma geral, que a redução na média da precipitação dos últimos 6 anos foi significativa, porém não é o único fator que desencadeou o racionamento. O uso e ocupação da bacia é extremamente relevante também, além do desperdício causado pela população, agricultura e indústria.

3.2 – Uso e Ocupação da Bacia do Ribeirão Santa Izabel

Como descrito na introdução do presente trabalho, além da compreensão do regime pluviométrico, é essencial conhecer os diversos usos da água e a configuração da paisagem na bacia hidrográfica que abastece a cidade de Paracatu-MG. Nesse sentido, no primeiro momento analisaremos a declividade da bacia (Figura 04), pois tal indicador possui forte influência nos índices de infiltração de água no solo. Ao observar a Figura 04, percebe-se que a porção nordeste e sudeste da bacia possui declividade forte-ondulado (20-45%) e a parte oeste e



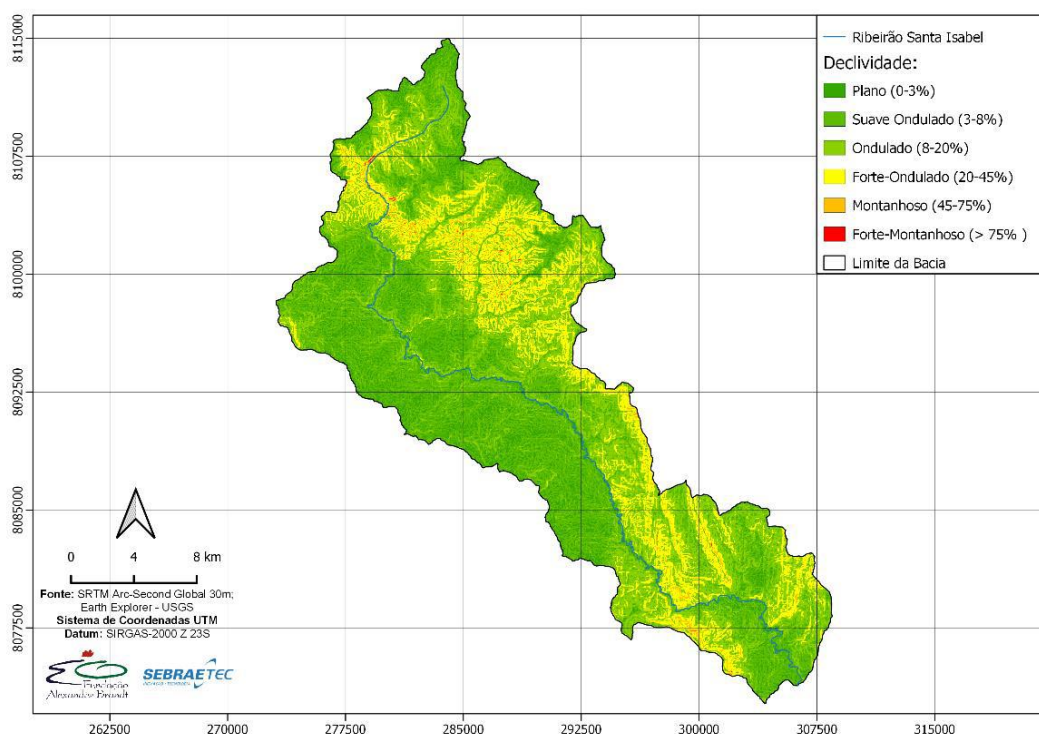
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

sudoeste possui declividade plana (0-3%). Portanto, aproximadamente metade da bacia possui declividade plana, o que facilita o processo de infiltração da água no solo, enquanto a outra metade contribui para o escoamento da água, com declividade forte-ondulado.

Figura 04 – Paracatu (MG): Mapa de Declividade da sub-bacia do Ribeirão Santa Isabel



Fonte: SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENASEMPRESAS; SEBRAETEC – SERVIÇOS EM INOVAÇÃO E TECNOLOGIA; FUNDAÇÃO ALEXANDER BRANDT, 2018.

Na Figura 05, é possível observar uma área preservada na bacia que em muitos casos coincide com a porção de declividade forte-ondulado apresentada na Figura 04. Já a parte com declividade plana corresponde a área com uso e ocupação do solo antropizado. Nesta última área relatada, vale destacar a presença de alguns pivôs centrais, que são sistemas de irrigação que podem gerar conflito com o abastecimento de água urbano pelo uso da água, pois o período de maior demanda por água na irrigação coincide com a época do ano em que as vazões dos cursos de água estão mais baixas, ou seja, ocorre um aumento da demanda e uma redução da oferta de água, sobretudo no final do período seco e início do chuvoso, o que corrobora para o fornecimento insuficiente de água para a cidade de Paracatu-MG.

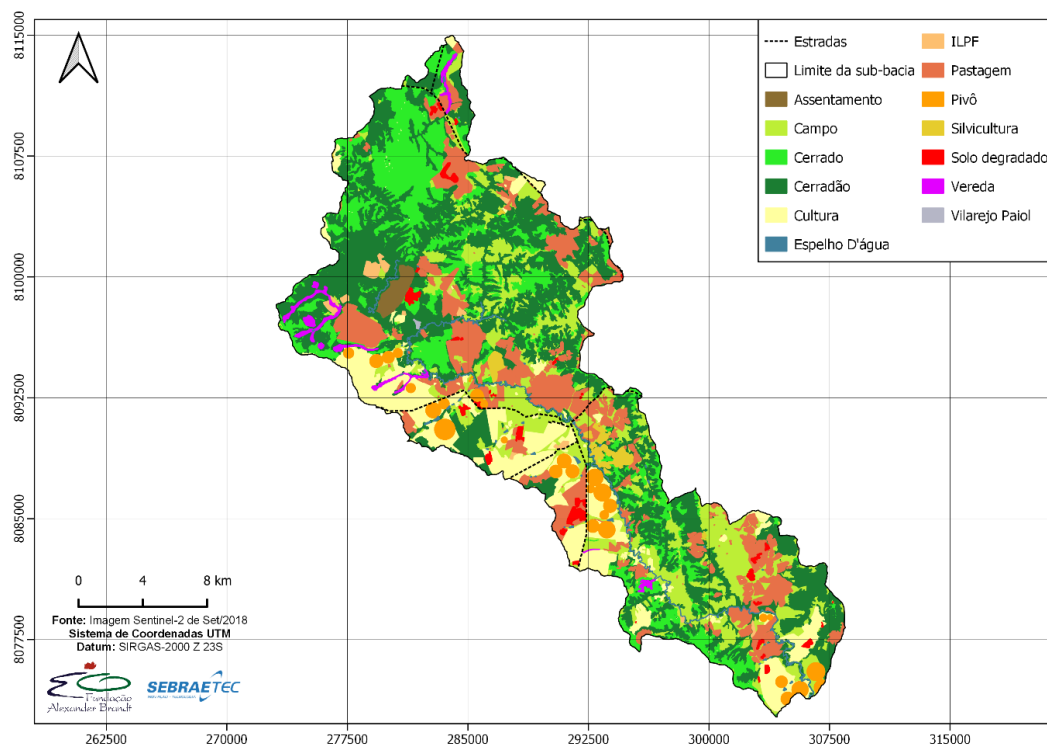


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 05 – Paracatu (MG): Mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão Santa Isabel.



Fonte: SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENASEMPRESAS; SEBRAETEC – SERVIÇOS EM INOVAÇÃO E TECNOLOGIA; FUNDAÇÃO ALEXANDER BRANDT, 2018.

Seguindo a linha de raciocínio dos usos da água e composição da paisagem, a Figura 06 apresenta um mapa com diversos reservatórios de água sem outorga, ou seja, sem o controle pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (órgão responsável pela gestão da água no Estado). Tal informação sobre os reservatórios sem outorga, associada aos sistemas de irrigação apresentados na Figura 06, demonstra que há uma necessidade primordial de controle dos diversos usos da água na Bacia do Ribeirão Santa Izabel, pois esse curso de água é a principal fonte de água para a cidade de Paracatu-MG e a falta deste recurso essencial para a sobrevivência pode comprometer o bem-estar e a qualidade de vida da população urbana afetada.

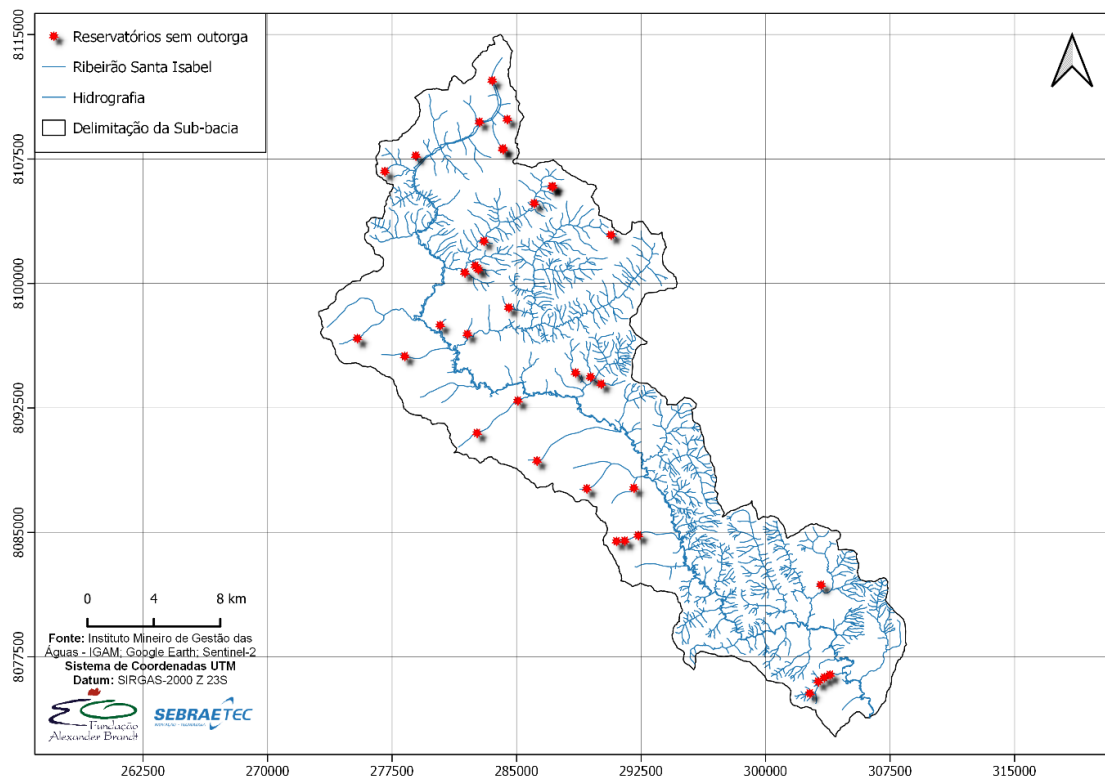


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 06 – Paracatu (MG): Mapa de reservatórios observados sem processo de outorga no Ribeirão Santa Isabel.



Fonte: SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENASEMPRESAS; SEBRAETEC – SERVIÇOS EM INOVAÇÃO E TECNOLOGIA; FUNDAÇÃO ALEXANDER BRANDT, 2018

Observou-se, em relação ao uso da bacia, que a agricultura desenvolvida no seu interior pode levar a um uso excessivo da água, além de poder torná-la imprópria para o consumo. Outro fator importante é a quantidade de reservatórios observados sem planejamento algum, haja visto que estão sem outorga, portanto, operam clandestinamente, sem o menor cuidado e sem o planejamento devido.

4. Considerações finais

Quando se aborda em um estudo o racionamento de água é de suma importância se levar em conta a bacia hidrográfica a qual está inserida a captação de água, além de uma análise das alturas das precipitações do local, destacando, principalmente sua escala temporal.

No estudo pôde-se constatar que o município de Paracatu (MG), faz uma gestão da bacia de forma superficial, permitindo um uso e ocupação intenso e com pouca fiscalização dos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

órgãos públicos. Vale destacar a falta de outorga de vários reservatórios localizados na bacia do Ribeirão Santa Izabel.

Em relação à questão climática, sempre existe o processo de variabilidade, portanto o planejamento da área teria que se levar em consideração esse processo, pois é um fator natural que sempre irá ocorrer. Carece de maiores estudos sobre as teleconexões, pois elas também podem afetar os padrões pluviométricos da região em estudo.

Por fim, deve-se destacar que o racionamento quase sempre vai ocorrer devido a um mal planejamento executado pelos órgãos públicos. Há de se observar que quem mais sofre com esse planejamento desordenado é a população que se vê obrigada a se privar de um bem natural tão necessário para a sobrevivência da população.

5. Referências

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Conjunto de Normas Legais: Recursos Hídricos**. 7 ed. Brasília: MMA, 2011. 640 p.

Globo. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/>. Acesso em: 26 mar. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Banco de Dados Agregados (IBGE- SIDRA). Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acessado em: 22 mar. 2021.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em: 10 mar. 2021.

QUEIROZ A. T.; COSTA, R. A. Caracterização e Variabilidade Climática em Séries de Temperatura, Umidade Relativa do Ar e Precipitação em Ituiutaba – MG. **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 13, n. 43 out/2012 p. 346–357.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE); Serviços em Inovação e Tecnologia (SEBRAETEC); Fundação Alexander Brandt (MinasGerais). **ZONEAMENTO AMBIENTAL PRODUTIVO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA ISABEL – MG**. Belo Horizonte, 2018.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

INTRODUÇÃO À ANÁLISE DAS INFLUÊNCIAS DO TEMPO E DO CLIMA NA POPULAÇÃO EM SITUAÇÃO DE RUA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – RJ

GIOVANA TEODORA DE JESUS FALEIRO¹

RESUMO

Numerosos são os desafios quando se busca identificar a relação entre o clima urbano como risco e a exposição dos grupos sociais, especialmente no que diz respeito à população em situação de rua. O objetivo deste estudo é investigar as influências do tempo e do clima no cotidiano da população em situação de rua na área central do Rio de Janeiro - RJ. Espera-se, também, analisar o perfil do grupo social e suas estratégias de resistência aos impactos dos fenômenos atmosféricos. Como procedimentos metodológicos, foi realizada revisão de literatura para sua caracterização no município e, posteriormente, entrevistas com integrantes de organizações voltadas ao seu atendimento. Produtos cartográficos foram gerados através do software ArcGis 10.6. Identificou-se que os impactos do tempo atmosférico são imediatos e materializados, dentre outros fatores, pelo desconforto térmico ao frio e, principalmente, ao calor. No primeiro caso, os sujeitos buscam pernoitar sob marquises e utilizam materiais, como papelões e sacos plásticos, para proteção contra o frio e chuva. As dificuldades relacionadas ao calor estão associadas à desidratação, agravada pela transpiração excessiva, escassez de banhos e alimentação inadequada. Já os efeitos do clima se manifestam a longo prazo através de morbidades como pneumonia e tuberculose. Além disso, os entrevistados identificaram uma mudança no perfil do grupo durante a pandemia da COVID-19, com maior representação de mulheres e trabalhadores nas ações realizadas no período.

Palavras-chave: Clima urbano; Risco climático; População em situação de rua

ABSTRACT

There are many challenges when trying to find the relationship between the urban climate as a risk and the exposure of social groups, even more regarding the homeless population. This study aims to investigate the influences of weather and climate on the homeless population of the central area of Rio de Janeiro - RJ. It is also expected to identify the social group's profile and their strategies of resistance against the atmospheric phenomena. A literature review was carried out to characterize the homeless population and subsidize the interviews with members of social projects that attend the group. Cartographic products were made using the software ArcGis 10.6. It was discovered that the impacts of the weather are immediate, materialized by thermal discomfort to cold and mainly to heat. In the first case, the individuals spend the night under marquees and use cardboard and plastic bags as protection from the cold and the rain. Heat-related difficulties are associated with dehydration and aggravated by sweating, scarcity of baths/showers and inadequate nutrition. The effects of climate are manifested in the long-term through diseases such as pneumonia and tuberculosis. Interviewees also identified a change in the social group's profile during the COVID-19 pandemic, with greater representation of women and workers in the actions carried out at the time.

¹ Graduanda do curso de bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pesquisadora voluntária de Iniciação Científica vinculada ao Laboratório de Estudos e Pesquisas em Geografia do Clima - GEOClima, sob orientação da Profa. Dra. Núbia Beray Armond. E-mail: teodoragiovana@gmail.com.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Keywords: Urban climate; Climate risk; Homeless population.

1. Introdução

A partir da década de 1970, ocorre uma transformação na urbanização do país, materializada quantitativamente pelo aumento do número de núcleos com mais de 20.000 habitantes e multiplicação das cidades médias. Como característico da produção do espaço urbano no sistema capitalista, o processo promove a especulação imobiliária, na qual a terra torna-se uma mercadoria de restrito acesso. Assim, constata-se que a expansão do tecido urbano é levada adiante pautada em uma organização espacial a partir das desigualdades socioeconômicas entre seus habitantes (DE ALENCAR BATTAUS; DE OLIVEIRA, 2016).

Se o sistema urbano capitalista apresenta desigualdades socioeconômicas como uma de suas expressões, é possível dizer que as diferentes classes e grupos sociais não experienciam o tempo e o clima da mesma forma. Assim, considera-se que o clima urbano vem se configurando como risco (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018). É importante salientar que o entendimento de vulnerabilidade mais se relaciona com a capacidade de um indivíduo ou grupo social de se defender ou superar as consequências de um evento extremo do que com a intensidade ou forma de ocorrência do evento (DODMAN et al., 2009; SANT'ANNA NETO, 2011). Os quadros mais graves se estabelecem, portanto, em relação às pessoas em situação de rua que, além da exposição ao clima urbano, experienciam violências de diversas ordens.

Segundo levantamento realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), estima-se que 221.869 pessoas viviam nas ruas do Brasil em março de 2020 — mais da metade delas na Região Sudeste, com 124.698 pessoas. O número representa aumento de 84% em relação aos resultados das pesquisas conduzidas em março de 2015, onde foram quantificados 120.575 indivíduos em situação de rua no país (NATALINO, 2020). Apesar do crescimento do grupo, são escassos os estudos sobre essa temática no Brasil.

Foi possível identificar que os trabalhos concebidos no país têm como recorte espacial o estado de São Paulo (ALVAREZ; ROSENBERG, 1999; VARANDA; ADORNO, 2004; FRANGELLA, 2004, 2005; KASPER, 2006; SILVA; GUTIERREZ, 2013; ROSA; BRÊTAS, 2015; ALBUQUERQUE, 2017) ou os estados da Região Sul: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (DA CRUZ, 2014; DE OLIVEIRA, 2017; CAMPOS; MORETTI-PIRES, 2018). Em recorte global, os estudos acerca da população em situação de rua concentram-se no Hemisfério Norte, com destaque para os Estados Unidos (HERTZBERG, 1992; RINGWALT et al., 1998; ARANGUA; ANDERSEN; GELBERG, 2005; CULHANE, 2008; VICKERY, 2015) e continente



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

européu (PAIN; FRANCIS, 2004; TOSI, 2007; BAPTISTA; O’SULLIVAN, 2008; CASEY; GOUDIE; REEVE, 2008; ROMASZKO et al., 2017; ELWELL-SUTTON et al., 2017).

Assim, o objetivo deste artigo é investigar as influências do tempo e do clima nessa população na área central do Rio de Janeiro. Como objetivo específico, pretende-se analisar o perfil do grupo social e suas estratégias de sobrevivência aos fenômenos atmosféricos.

2. Referencial teórico

Foram empregadas as abordagens da Climatologia Geográfica e da Geografia do Clima, relacionando o clima ao espaço e, sobretudo, aos sujeitos sociais. Na Climatologia Geográfica, o clima urbano é concebido como uma derivação ambiental (MONTEIRO, 1990). Ao considerar a dinâmica atmosférica como produtora dos tipos de tempo, materializados pela realização dos elementos climáticos, o autor identifica a possibilidade de transformação dessa materialização por meio de ações planejadas. Nesse contexto, as componentes humana e natural seriam indissociáveis, dado que essa interação é geradora do clima urbano.

A partir dos pressupostos da Climatologia Geográfica, a Geografia do Clima indica que a relação sociedade-natureza não é sustentada a partir de uma atuação equivalente e homogênea das classes e grupos sociais. Sant’Anna Neto (2015) afirma que os efeitos dos fenômenos atmosféricos no território se perpetuam desproporcionalmente em espaços também produzidos de maneira desigual. Dessa forma, o clima urbano aparece como uma construção social — seus impactos são, antes de tudo, social e desigualmente avaliados, adaptados e mitigados. Assim, no decorrer da presente estudo, os dados extraídos durante as entrevistas foram discutidos com base no suporte teórico supracitado, buscando trazer outras perspectivas quanto às relações entre este grupo e o tempo e do clima.

3. Procedimentos metodológicos

A fim de identificar as influências que os elementos climáticos possuem no cotidiano da população em situação de rua da área central do Rio de Janeiro, e considerando a impossibilidade de realização de trabalho de campo em meio à pandemia do novo Coronavírus, foi estabelecido que entrevistas semi-estruturadas com voluntários de Organizações Não Governamentais (ONGs) e demais projetos sociais serviriam como base para o levantamento de informações. A seleção da área central como recorte espacial para realização do estudo deu-se por diferentes motivos: a concentração desta população na localidade, como apontado por



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

dados do último censo (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2020); as matérias jornalísticas que indicam a permanência do grupo na área e a observação do fenômeno por residentes e transeuntes do Centro que evitam pontos de maior concentração deste grupo. Evidencia-se o protagonismo do grupo em episódios de intolerância e brutalidade policial na área central do Rio de Janeiro (ROBAINA, 2015).

Foi elaborado questionário voltado aos membros da ONG Projeto RUAS e do projeto RIO Invisível, enquanto algumas perguntas foram adaptadas e respondidas por uma pessoa que esteve em situação de rua por 6 meses. Assim, foi possível obter perspectivas dos voluntários e dos atendidos pelos projetos e diferentes realidades acerca da situação de rua.

Para a escolha dos entrevistados, foi considerada a familiaridade com o tema e as áreas de atuação dos projetos. Optou-se pelo modelo de entrevistas semi-estruturadas para que, a despeito das perguntas pré-definidas, os entrevistados pudessem discorrer sobre suas experiências. Os tópicos de discussão incluíram: a) a percepção que os entrevistados tinham sobre os abrigos (casas de recuperação, albergues) e a relação da população em situação de rua com estes locais; b) as estratégias que o grupo social utiliza para se proteger dos fenômenos atmosféricos e, por fim, c) as observações realizadas durante a pandemia da COVID-19. Já os dados objetivos, como os pontos de maior concentração, morbidades e perfil desta população, foram obtidos através do Censo de População em Situação de Rua.

É importante mencionar que estes não são os procedimentos metodológicos inicialmente considerados para o desenvolvimento do presente estudo. Anteriormente, foram utilizados dados de oito estações meteorológicas da cidade para relacioná-los aos microdados das bases da Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos da Cidade do Rio de Janeiro acerca dos acolhimentos realizados nos centros de referência. Dessa forma, seria possível observar se há relação entre a ocorrência diária de excepcionalidades e o número, frequência e temporalidade dos pedidos de acolhimento. Contudo, apesar de diversas tentativas, os dados não foram concedidos e, assim, essa abordagem metodológica foi inviabilizada. A dificuldade de produção e acesso às informações relativas ao grupo social em questão foram relatadas por Robaina (2015):

[...] Produzir e publicar estas pesquisas oficiais é sempre um risco para os governos, principalmente, pelas possíveis novas necessidades de intervenção e pelo risco de determinada gestão ser marcada pelo mau desempenho nas questões sociais. Assim, juntamente com o resultado destes esforços analíticos, o pronunciamento oficial justifica e legitima a sua inoperância através da



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

afirmação de que esta população é resistente em aceitar ajuda, não deseja frequentar os abrigos públicos (quando existem) e não conseguem se integrar ao mundo do trabalho formal. Dessa maneira, o Estado minimiza suas responsabilidades sobre esta população e frente à sociedade civil (ROBAINA, 2015, p. 61).

Assim, considerando a bibliografia analisada, bem como a escassez de dados oficiais e informações acerca da população em situação de rua do município, optou-se pela abordagem qualitativa e produção de dados primários.

4. Caracterização: população em situação de rua e dinâmica climática do município

Para realizar uma caracterização da população em situação de rua da cidade do Rio de Janeiro, é imprescindível destacar os desafios relacionados à aquisição ou produção de dados. Inicialmente, essas dificuldades são ilustradas pela ausência de um padrão de contagem e análise: não há censo oficial da população em âmbito nacional, e os resultados provêm de bases de dados disponibilizadas pelos municípios — como cadastros do Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) e registros de atendimento socioassistencial (RMAs). Assim, apesar do aumento no contingente desse grupo nos últimos anos, os números ainda apresentam subnotificação. Além disso, a despeito da crise econômica, do desemprego e, recentemente, da pandemia da COVID-19, as causas para a expansão do grupo social não foram avaliadas em plano nacional.

Outro empecilho repousa na fragilidade da definição de população em situação de rua. De acordo com o decreto em que foi estabelecida a Política Nacional para População em Situação de Rua, este é:

O grupo populacional heterogêneo que possui em comum a pobreza extrema, os vínculos familiares interrompidos ou fragilizados e a inexistência de moradia convencional regular, e que utiliza os logradouros públicos e as áreas degradadas como espaço de moradia e de sustento, de forma temporária ou permanente, bem como as unidades de acolhimento para pernoite temporário ou como moradia provisória (BRASIL, 2009).

Nota-se uma abstração no entendimento de áreas degradadas, dificultando a sistematização para produção de dados (GRAND JR et al., 2020), como também o caráter restritivo da definição brasileira (ALBUQUERQUE, 2017), que incorpora apenas os casos nos quais os indivíduos já se encontram nas ruas ou em unidades de acolhimento.

A fim de identificar a distribuição espacial desse grupo, foram utilizados dados do Censo de População em Situação de Rua realizado no município do Rio de Janeiro em 2020. A



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

metodologia do Censo foi concebida conjuntamente pelo Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP), pela Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos (SMASDH) e pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS), adotando a definição legal brasileira. Assim, foram desconsideradas as situações ocasionais: indivíduos que apresentavam impossibilidade momentânea de voltar para casa, embriaguez excessiva etc.

Assim, foi estabelecido um total de 7.272 pessoas em situação de rua no município: 5.469 (75,2%) vivem nas ruas, incluindo 34 pessoas em hospitais e Centros de Atenção Psicossocial, enquanto 1.803 (24,8%) estão em abrigos — Comunidades Terapêuticas e unidades de acolhimento próprias e conveniadas. O perfil da população é majoritariamente composto por pretos e pardos (79,6%), homens (80,7%), pessoas na faixa etária de 31 a 49 anos (36,4%) e naturais da cidade do Rio de Janeiro (59,3%). Dentre os motivos para situação de rua, destacam-se os conflitos familiares, alcoolismo e consumo de drogas e o desemprego, reflexo da maior taxa de desocupação registrada no país desde 2012 (IBGE, 2021). O último fator também vai ao encontro da trajetória dessa população: 1.332 pessoas (ou 58,3% da amostra) estão há menos de cinco anos em situação de rua — 752 dessas (20,4%) citaram que foram para as ruas após o início da pandemia do novo Coronavírus. Nesse cenário, somente 134 indivíduos relataram ter recebido algum tipo de ajuda, como alimentos e máscaras de proteção, reforçando o quadro de vulnerabilidade.

No que se refere às suas trajetórias espaciais, a maioria das pessoas declarou que dormia em domicílio particular (1.799 ou 78,7% da amostra) em algum bairro da cidade (1.774 ou 79,6%) antes de encontrar-se em situação de rua. Foi apurado que os entrevistados não têm dificuldades em adquirir vagas em abrigos ou unidades de acolhimento da prefeitura, contudo, tendem a passar rapidamente pelos ambientes — 648 pessoas, que correspondem a 50,9% da amostra, permanecem durante um período inferior a um mês, caracterizando as ameaças e a violência por parte de outros abrigados como as principais razões para a evasão.

O bairro de maior concentração desta população é o Centro, com 1.442 pessoas, seguido por Copacabana, com 458, e Glória, com 156 pessoas. A maioria das abordagens foi realizada em praças públicas, sobretudo na Praça Serzedelo Corrêa em Copacabana, e próximas a estabelecimentos comerciais locais. Aglomerações menores também foram observadas nos bairros do Méier, próximas ao Hospital Municipal Salgado Filho; Vila Isabel, onde encontra-se o Hospital Universitário Pedro Ernesto; e no Maracanã, onde estão localizados um estádio de futebol, 2 universidades e centros comerciais. A distribuição dessa população é



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

pautada na concentração de atividades que possibilitem sua sobrevivência e reprodução, como hospitais, estabelecimentos que forneçam refeições e materiais recicláveis para venda, logradouros públicos para realização do pernoite, vias movimentadas que promovam o contato com outros grupos (ROBAINA, 2015; ALBUQUERQUE, 2017).

Quanto aos dados de saúde, constatou-se que uma parcela significativa das pessoas entrevistadas apresenta ferimentos, fraturas e outros traumas físicos (435 ou 10,5% da amostra) e dificuldades de locomoção (672 ou 15,7%), aspecto que interfere diretamente na distribuição do grupo através de fatores como a disponibilidade de infraestruturas de acessibilidade e proteção e a proximidade aos abrigos e hospitais públicos. Outros quantitativos expressivos são acometidos por morbidades cardíacas (579 ou 14%) e de ordem respiratória (285 ou 6,9%), altamente influenciáveis por variações climáticas (BRASIL, 2012).

Como observada em toda a Região Sudeste, o estado do Rio de Janeiro apresenta marcada relação entre topografia e precipitação, com máximos nas áreas de altitude elevada e menores totais na costa e nas áreas de baixada. Contudo, verifica-se, na Região Metropolitana, aumento nos totais de chuvas intensas (entre +2,0mm e +20 mm/ano), favorecendo a ocorrência de episódios extremos — a precipitação alcança os maiores níveis no Maciço da Tijuca, com 2.500 mm anuais entre os anos de 1961 e 2012 (SILVA; DEREZYNSKI, 2014). Com elevada amplitude térmica entre o litoral e a Região Serrana, a posição latitudinal do estado entre os paralelos de 20,5 e 23,5°S favorece também a incidência de radiação solar (NUNES et al., 2009). As temperaturas mais elevadas ocorrem principalmente na Região Metropolitana, sob ação das ilhas de calor.

Quanto ao município do Rio de Janeiro, sua posição costeira faz com as temperaturas permaneçam próximas às médias devido à umidade. Influenciado pela interação entre o ASAS e os anticiclones polares, o município apresenta período de outono/inverno com temperaturas amenas e precipitação reduzidas, condições inversas em relação ao verão/primavera devido ao enfraquecimento da Massa Polar Atlântica (mPa). Excepcionalidades, com destaque para extremos de chuva, são majoritariamente condicionadas pelas ações da Frente Polar Atlântica (FPA) e da ZCAS (NIMER, 1989; ARMOND; SANT'ANNA NETO, 2017; SANT'ANNA NETO, 2005), podendo deflagrar transtornos. No caso dos eventos de temperatura, verificam-se ondas de calor durante os meses de abril e maio, com sua atuação associada a fatores geográficos (VILARDO, 2021, no prelo). Pode-se dizer que essas excepcionalidades operam como condições de risco à saúde da população.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

5. Discussão e resultados

Ao analisar as respostas das entrevistas, destaca-se a heterogeneidade da população em situação de rua, bem como as diferenças entre as percepções da pessoa que viveu nas ruas e dos voluntários dos projetos sociais acerca dos impactos dos fenômenos atmosféricos. Para compreendê-las, portanto, é importante evidenciar as trajetórias desses indivíduos.

O primeiro entrevistado relatou que, após experienciar dependência química e eventos traumáticos no núcleo familiar, viveu nas ruas do Centro do Rio de Janeiro durante 6 meses em 2016, ressaltando que o acompanhamento da assistência social e a internação foram essenciais em seu processo de recuperação e saída das ruas. Por essa razão, passou a atuar como assessor da SMASDH em 2020, auxiliando na implementação de políticas públicas.

Considerando os projetos sociais, foi possível perceber semelhanças entre seus históricos. Dois membros do projeto RIO Invisível e um membro do Projeto RUAS destacaram que ambas as iniciativas surgiram na cidade do Rio de Janeiro em 2014, idealizadas por amigos que notaram o crescimento do contingente populacional em situação de rua. Sabe-se que, após um período de diminuição, a população em situação de rua voltou a crescer na Região Sudeste em 2014 devido aos efeitos da crise econômica que se iniciou naquele ano (NATALINO, 2020). Esse movimento revela, portanto, que a ampliação do grupo não foi acompanhada pela aplicação de políticas públicas que atendessem às suas necessidades.

Outro ponto de convergência é materializado pelas ações dos projetos em relação às demandas desse grupo. Suas atuações na cidade são constituídas pela distribuição de água, alimentos, itens de higiene e roupas. Além das necessidades básicas, notou-se que estas pessoas valorizam momentos de socialização com os membros das equipes. Dado que o rompimento ou fragilização dos laços familiares e sociais é um dos elementos que definem a situação de rua, o estabelecimento de vínculos é fundamental para o processo de recuperação e retirada das ruas, promovendo o pertencimento social (BRASIL, 2011).

Analisando a concentração do grupo social, constatou-se que na área central, aqui definida como o Centro e seus bairros adjacentes — Cidade Nova, Gamboa, Glória, Lapa, Santa Teresa, Santo Cristo e Saúde —, esse quantitativo representa 31,3% do total de pessoas em situação de rua dos 160 bairros do município, como verificado na Figura 1.

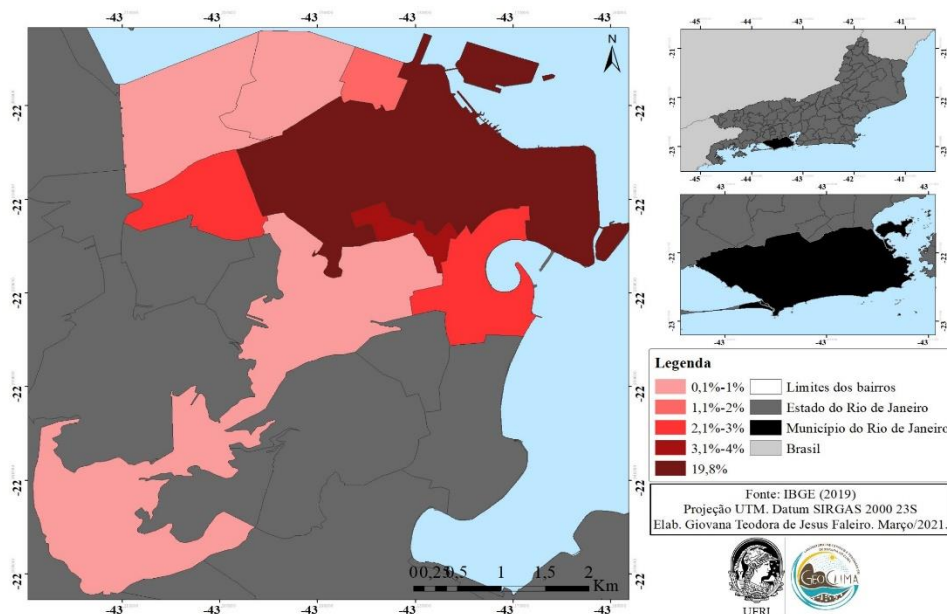


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 01 – Concentração da população em situação de rua na área central do Rio de Janeiro



Fonte: Autora (2021).

Os fatores geográficos locais e algumas características da malha urbana são relevantes para a análise da distribuição desta população no recorte espacial estudado. Observa-se, na área central, a concentração das atividades de comércio e prestação de serviços, além de edifícios públicos, como a ALERJ e o IBGE; áreas de lazer, constituídas por praças, museus, bares, cinemas e afins; e áreas voltadas aos terminais de transporte, englobando estações rodoviárias, ferroviárias, de metrô e barcas, bem como o Aeroporto Santos Dumont, como demonstrado na Figura 2. Esses elementos tornam a área mais oportuna em relação aos demais bairros do município por garantirem maior circulação de pessoas durante o dia e, conseqüentemente, meios de subsistência para a população em situação de rua através da prática da mendicância e da obtenção de materiais recicláveis para venda e refeições (ROBAINA, 2015; ALBUQUERQUE, 2017). Por outro lado, a distribuição da população nesses bairros é pautada em referências diversas, como o vínculo com o local, a aglomeração por faixa etária ou pelo uso ou não-uso de drogas, por exemplo.

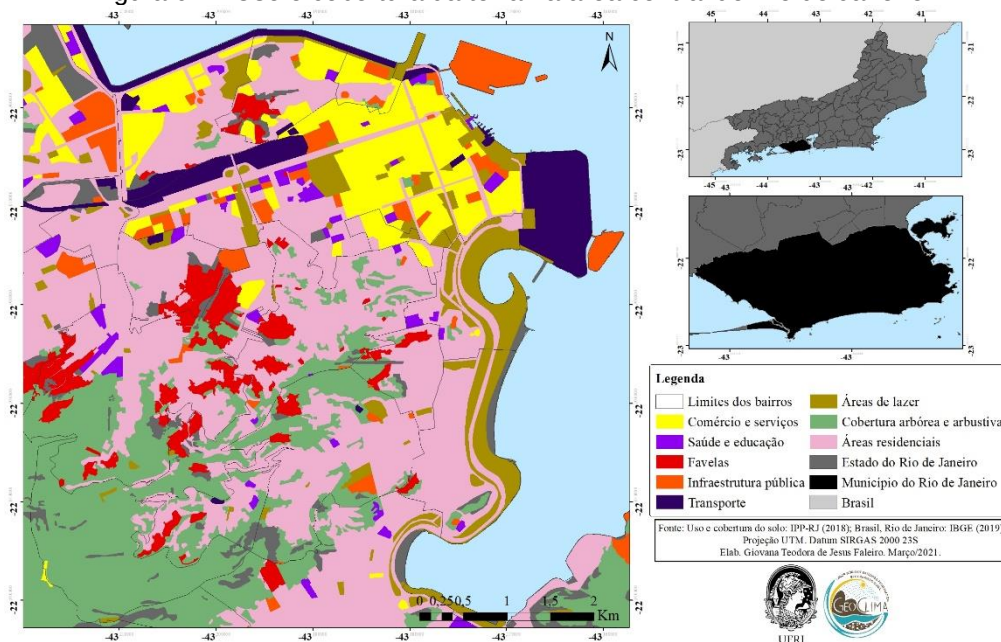


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02 – Uso e cobertura da terra na área central do Rio de Janeiro



Fonte: Autora (2021).

Foi possível inferir que a concentração da população em situação de rua na área central influencia na baixa adesão aos abrigos e vice-versa, sejam esses albergues ou casas de recuperação. Além das condições inadequadas e precárias (camas infestadas de insetos, assaltos e alimentos estragados são alguns dos exemplos), a distância do Centro e da Zona Sul e o processo burocrático de triagem são fatores fundamentais para o reduzido engajamento. O maior abrigo da cidade, a Unidade Municipal de Reinserção Social (UMRS) Rio Acolhedor Paciência, está localizada a 66 km de distância do Centro. Por outro lado, o caráter religioso da maioria das casas de recuperação afasta os indivíduos pela falta de liberdade, descrença ou outros motivos. Já a triagem, que requer documentação atualizada e demanda tempo e deslocamentos frequentes, dificulta a execução das atividades geradoras de renda durante o dia. Atualmente, apesar das recentes mudanças realizadas pela nova gestão da administração municipal — como restaurações, oferecimento de cursos de qualificação profissional e divisão de abrigos por perfil dos abrigados —, a escassez de recursos e a desconfiança do grupo dificultam o amplo acolhimento. Esse contexto promove, portanto, a reprodução do grupo na área central do Rio de Janeiro.

Durante a pandemia da COVID-19, foi observado crescimento do grupo no Centro e alteração em seu perfil. Os entrevistados do Projeto RUAS e do projeto RIO Invisível



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

destacaram, a partir das ações e encontros que realizaram com a população no período, que o desemprego aparece como principal justificativa para a situação de rua — como já apontado pelo último censo. A mudança no perfil do grupo reflete a intensificação da crise econômica: atualmente, durante a distribuição de refeições, mulheres que possuem moradia formam a metade dos atendidos. São, majoritariamente, mães residentes das favelas e que relatam não dispor dos meios para garantir alimentos. Outros grupos que passaram a ser atendidos são constituídos por entregadores de comida por aplicativos e membros de ocupações urbanas. O cenário vai ao encontro do estudo conduzido pelo Grupo de Pesquisa Alimento para Justiça: Poder, Política e Desigualdades Alimentares na Bioeconomia, com sede na Universidade Livre de Berlim, em abril de 2021, no qual foram identificados 125,6 milhões de brasileiros em situação de insegurança alimentar (GALINDO, et al., 2021). Contudo, em todas as respostas relacionadas às ações durante a pandemia, foi ressaltada a crescente participação da sociedade civil através de doações de itens de higiene, refeições e prestação de serviços. Em contrapartida, a atuação do poder público foi materializada pela adoção de políticas pontuais, como a adaptação do Sambódromo do Rio de Janeiro para o abrigo e a distribuição de itens de higiene no início da pandemia. Essas ações, de caráter transitório, são incapazes de promover a integração e proteção adequada dos indivíduos (PAULA et al., 2020).

Desse modo, é imprescindível analisar o papel dos elementos climáticos no cotidiano dessa população, dado que seus impactos são recorrentes nos abrigos e, sobretudo, nas ruas. Foi possível constatar que os desafios do grupo social relacionados às baixas temperaturas e às chuvas são marcados por dificuldades na obtenção de meios e objetos para proteção. As estratégias de resistência incluem, em ambos os casos, a utilização de sacos plásticos e papelões — nota-se que, caso molhado durante as chuvas, o último material pode derreter e, assim, o pernoite costuma ser realizado sob marquises ou bancos públicos, de modo a preservá-lo. Nesses espaços limitados, evidenciam-se as territorialidades dos grupos e indivíduos, tornando as noites frias e chuvosas no Centro do Rio de Janeiro mais perigosas para aqueles que buscam resistir aos impactos do tempo atmosférico.

Segundo os relatos dos voluntários, durante as ações de inverno, é constatada a alta demanda por cobertores e também a maior incidência de enfermidades relacionadas e intensificadas pelo frio, como pneumonia e tuberculose, que apresentam efeitos de longo prazo e frequentemente exigem atendimento médico.

Contudo, são nos recorrentes eventos de calor do município que se realizam as maiores



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

dificuldades. A principal delas está relacionada à desidratação, agravada pela transpiração excessiva, escassez de banhos e alimentação inadequada. Por observação do entrevistado que viveu em situação de rua, esses efeitos são tidos como mais graves por serem de caráter imediato e por suscitar outros transtornos, como o surgimento de feridas pela fricção provocada pelo suor. Já os voluntários dos projetos sociais relatam que, em ações realizadas durante a noite, percebem que os indivíduos atendidos passaram todo o período do dia sem beber água, frequentemente devido à rejeição dos pedestres e comerciantes. No que se refere às estratégias do grupo, o único movimento observado pelos entrevistados é a realização do pernoite próximo às praias e demais espaços livres.

Além disso, as condições atmosféricas interferem no grau de adesão aos abrigos. Estes são continuamente evitados durante os eventos de calor pela ventilação inadequada que apresentam, contudo, em eventos extremos de chuva e na ausência de outros meios de proteção, algumas pessoas em situação de rua declaram recorrer aos albergues, como verificado por Robaina (2015). Além disso, segundo o entrevistado que esteve em situação de rua no Centro do Rio de Janeiro, as chuvas e o frio influenciam na baixa movimentação de pedestres, afetando as atividades geradoras de renda do grupo social em questão e, assim, tornando mais provável estes se direcionem aos abrigos. Observou-se que a incidência de episódios extremos, como os constantes alagamentos que ocorrem na Zona Sul do Rio de Janeiro, são pouco importantes para a configuração espacial do grupo.

6. Considerações finais

Os fenômenos climáticos influenciam o cotidiano da população em situação de rua através de impactos de longo e médio prazo (efeitos do clima) e curto prazo (efeitos do tempo atmosférico). Os efeitos do clima se manifestam na saúde destes indivíduos, exigindo acompanhamento contínuo para o tratamento de doenças, com destaque para a pneumonia e tuberculose. Já os efeitos do tempo são imediatos, observados pela incidência de episódios extremos, pelo desconforto térmico e desidratação, e por fatores indiretos, como a diminuição da circulação de pedestres nas ruas. Ressalta-se que os episódios extremos também podem provocar impactos na saúde, como doenças de veiculação hídrica durante alagamentos.

Nesse contexto, a influência do tempo atmosférico nas trajetórias espaciais do grupo é materializada pela busca por materiais utilizados para proteção e água, bem como pelo local onde é realizado o pernoite — abrigos, praias, praças ou sob marquises e bancos públicos.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Essas estratégias, associadas à utilização de sacos plásticos e papelões, aparecem como os únicos meios de resistência da população em situação de rua aos efeitos do tempo. Verificou-se também que as atividades geradoras de renda e a presença de estabelecimentos que forneçam meios básicos de sobrevivência, como alimentos e água, são fatores mais relevantes para a distribuição do grupo social do que a incidência de episódios extremos.

Outro destaque é a mudança de perfil e aumento do grupo durante a pandemia. Grupos antes minoritários, como mulheres, pessoas domiciliadas e trabalhadores, formam uma nova parcela dos atendidos por ações voltadas à população em situação de rua.

Assim, é notória a insuficiência do poder público na realização de políticas públicas efetivas que englobem esta população, dada a precariedade dos abrigos públicos e o papel primordial de projetos organizados pela sociedade civil na prestação de serviços voltados ao grupo. Espera-se, com a elaboração deste artigo, que os dados apresentados possam auxiliar a compreensão da relação da população em situação de rua com os fenômenos atmosféricos, bem como a formulação de políticas mais justas e inclusivas.

7. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, T. S. Geografia da população em situação de rua: mudanças na distribuição espacial na cidade de São Paulo nos anos 2009-2014. *Anais ENANPUR*, v. 17, n. 1, 2017.

ALVAREZ, A. M.; ROSENBERG, C. P. A resiliência e o morar na rua: estudo com moradores de rua-criança e adultos na cidade de São Paulo. **Journal of Human Growth and Development**, v. 9, n. 1, 1999.

ARMOND, N. B.; SANT'ANNA NETO, J. L. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidade para uma abordagem geográfica do clima no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, 2017.

BRASIL. Decreto nº 7.053, de 23 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional para a População em Situação de Rua e seu Comitê Intersectorial de Acompanhamento e Monitoramento, e dá outras providências. Casa Civil, Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual sobre o cuidado à saúde junto a população em situação de rua. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Orientações técnicas: Centro de Referência Especializado para População em Situação de Rua — Centro Pop. Brasília, DF, 2011.

CAMPOS, D. A.; MORETTI-PIRES, R. O. Trajetórias sociais de gays e lésbicas moradores de rua de Florianópolis (SC), 2016. **Revista Estudos Feministas**, v. 26, n. 2, 2018.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

DA CRUZ, A. M. F. Moradores de rua de Curitiba: um estudo sobre invisibilidade e políticas públicas na perspectiva da sociologia. **Maiêutica-Ciências Humanas e Sociais**, v. 1, n. 1, 2014.

DODMAN, D; BICKNELL, J.; SATTERTHWAITE, D. **Adapting cities to climate change**: understanding and addressing the development challenges. Routledge, 2012.

DE ALENCAR BATTAUS, D. M.; DE OLIVEIRA, E. A. B. O direito à cidade: urbanização excludente e a política urbana brasileira. **Lua Nova**, n. 97, p. 81-107, 2016.

DE OLIVEIRA, E. S. Etnografia de Rua: as expressões da arquitetura da exclusão no cotidiano das pessoas em situação de rua. II Congresso Internacional de Política Social e Serviço Social: desafios contemporâneos, Paraná, 2017.

FRANGELLA, S. M. et al. **Corpos urbanos errantes**: uma etnografia da corporalidade de moradores de uma rua em São Paulo. São Paulo, 2004.

FRANGELLA, S. M. Moradores de rua na cidade de São Paulo: vulnerabilidade e resistência corporal ante as intervenções urbanas. **Cadernos Metrôpole**, n. 13, 2005.

GALINDO, E. et al. Efeitos da pandemia na alimentação e na situação da segurança alimentar no Brasil. 2021.

HERTZBERG, Edwina L. The homeless in the United States: conditions, typology and interventions. *International Social Work*, v. 35, n. 2, p. 149-161, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores IBGE: pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua [mensal]. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

KASPER, C. P. **Habitar a rua**. São Paulo, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano — Estratégias na abordagem geográfica. **Geosul**, n. 9, v. 1, 1990.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. O clima urbano como risco climático: contribuição da Geografia do Clima aos estudos sobre os climas das cidades. **Geo UERJ**, n. 33, 2018.

NATALINO, M. A. C. Estimativa da população em situação de rua no Brasil (setembro de 2012 a março de 2020). IPEA, Brasília, 2020.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima da região Sudeste do Brasil. CAVALCANTI, I. F. A et al. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 243-258, 2009.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

PAULA, H. C. et al. Sem isolamento: etnografia de pessoas em situação de rua na pandemia de COVID-19. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, 2020.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Censo de população em situação de rua — 2020. Rio de Janeiro, 2020.

ROBAINA, I. **Entre mobilidades e permanências**: uma análise das espacialidades cotidianas da população em situação de rua na área central da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

ROSA, A. S.; BRÊTAS, A. C. P. A violência na vida de mulheres em situação de rua na cidade de São Paulo, Brasil. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 19, p. 275-285, 2015.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2011.

SANT'ANNA NETO, J. L. O decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 1, v. 1, 2005.

SANT'ANNA NETO, J. L. Por uma Geografia do Clima - antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Terra Livre**, v. 2, n. 17, p. 49-62, 2015.

SILVA, H. S.; GUTIERREZ, B. A. O. Dimensões da qualidade de vida de idosos moradores de rua do município de São Paulo. **Saúde e Sociedade**, v. 22, p. 148-159, 2013.

SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. P. Caracterização climatológica e tendências observadas em extremos climáticos no estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 123-138, 2014.

TOSI, A. Homelessness and the control of public space — criminalising the poor? *European journal of homelessness* - FEANTSA. Vol. 1, December 2007.

VARANDA, W.; ADORNO, R. Descartáveis urbanos: discutindo a complexidade da população de rua e o desafio para políticas de saúde. **Saúde e sociedade**, v. 13, p. 56-69, 2004.

VICKERY, J. Every day is a disaster. Understanding the challenges faced by homeless service organizations in disaster planning and response. **Natural Hazards Observer**, v. 40, n. 2, p. 10-13, 2015.

VILARDO, J. Ondas de calor e de frio no município do Rio de Janeiro (2015-2019). Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Paraíba, 2021. No prelo.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE DOS FOCOS DE CALOR E ATRIBUTOS CLIMÁTICOS EM CÁCERES – MT: UM MUNICÍPIO PANTANEIRO

DERLAN DA CRUZ FIGUEIREDO¹
GIOVANNA LETÍCIA DA SILVA MARCELINO²

RESUMO

Um dos problemas ambientais que ganhou visibilidade, principalmente no ano de 2020, foram os incêndios florestais ocorridos no Pantanal. As condições dos atributos climáticos são propícias à origem dos incêndios. Nesse contexto, este estudo buscou analisar a possível relação entre pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar com os focos de calor, entre 01/04/2012 a 31/12/2020, no município de Cáceres – MT, localizado no extremo norte do pantanal mato-grossense. A pesquisa aponta que na série temporal, há anos pluviais atípicos comparado ao que se encontra na literatura, além de haver uma relação quase proporcional entre chuva e focos de calor, pois, nos anos que tiveram mais precipitação, houveram diminuição nos registros destes focos, ocorrendo o mesmo na situação inversa. O estudo de caso realizado por imagem de satélite, identificou a ocorrência de um desses incêndios utilizando os focos de calor como indicativos. Dentre todas as análises, concluiu-se que as condições climáticas não são fatores isolados responsáveis pelo crescimento exorbitante dos focos de calor no município.

Palavras-chave: Atributos climáticos; Incêndios florestais; Sensoriamento Remoto

ABSTRAC

One of the environmental problems that gained visibility, especially in the year 2020, was the forest fires that occurred in the Pantanal. The conditions of the climatic attributes are conducive to the origin of the fires. In this context, this study sought to analyze the possible relationship between rainfall, temperature and relative humidity with the hot spots, between 04/01/2012 and 12/31/2020, in the municipality of Cáceres - MT, located in the extreme north of Pantanal mato-grossense. The research points out that in the time series, there are atypical rain years compared to what is found in the literature, in addition to there being an almost proportional relationship between rain and hot spots, because, in the years that had more precipitation, there was a decrease in the records of these spots, the same occurring in the opposite situation. The case study carried out by satellite image, identified the occurrence of one of these fires using the hotspots as indicative. Among all the analyzes, it was concluded that climatic conditions are not isolated factors responsible for the exorbitant growth of hot spots in the municipality.

Keywords: Climatic attributes; Forest fires; Remote sensing.

1. Introdução

O pantanal é um bioma riquíssimo em sua biodiversidade, tendo reconhecimento

¹ Discente do Curso de Bacharelado em Geografia – Instituto de Geografia, História e Documentação, UFMT, derlanb4mv@gmail.com

² Discente do Curso de Bacharelado em Geografia – Instituto de Geografia, História e Documentação, UFMT, giovannaleticiasm@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

mundial por ser a maior planície alagável do planeta, com seu ecossistema próprio formado pela fauna e flora, sendo a última com importantes espécies endêmicas. Porém, os incêndios estão sendo um dos problemas ambientais mais expressivos para essa região nos últimos anos, principalmente no ano de 2020, quando se tornou pauta nos noticiários nacionais e internacionais.

Os incêndios florestais podem ser eventos naturais, assim como podem ser acidentes e incidentes da atividade humana. Para a ocorrência dos mesmos, existem os fatores condicionantes e existem os que podem ser catalisadores para o seu avanço, como a umidade relativa, pluviosidade, dentre outros.

Os atributos climáticos podem ser cruciais no entendimento de alterações ambientais específicas, como a dinâmica de alagamento do pantanal. As condições meteorológicas são propícias a origem dos incêndios, principalmente quando há falta de chuva, elevadas temperaturas além da baixa umidade relativa do ar, e esse cenário compreende a estação seca no Brasil, em sua maioria no centro-norte do país, que varia de junho a outubro, e que por sua vez é o período onde mais são registrados focos de calor (JUSTINO et al, 2002).

A possibilidade de uma estação seca mais rigorosa pode indicar uma diminuição de áreas alagadas no pantanal em 2020, desta maneira, mais áreas vegetadas antes submersas, estariam expostas. A Biomassa vegetal é considerada um combustível para os incêndios, através de seus carboidratos derivados, sobretudo, os produtos da biomassa fina que permite toda sua combustão (CONCEIÇÃO, PIVELLO, 2011). Neste sentido, um período seco mais rigoroso, pode remeter a um aumento de biomassa seca, que deixaria o terreno pantaneiro mais suscetível a incêndios. Desta forma, se constata a importância dos atributos climáticos como indispensáveis neste estudo.

Diante desses incêndios e o destaque mundial para o problema, se mostraram necessários estudos que incorporem o bioma, principalmente, os que evidenciem os atributos climáticos como essenciais no entendimento da problemática, demonstrando até que ponto podem de fato influenciar na causa dos incêndios. Desta maneira, tem-se como objetivo analisar os dados dos focos de calor - FC's (em sua distribuição e temporalidade), temperatura máxima, umidade relativa e precipitação pluvial no período de 01/04/2012 a 31/12/2020, com o intuito de identificar possíveis relações entre os mesmos, e por fim, analisar imagens de satélite a fim de identificar e apresentar algum incêndio partindo dos focos de calor como indicativos.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

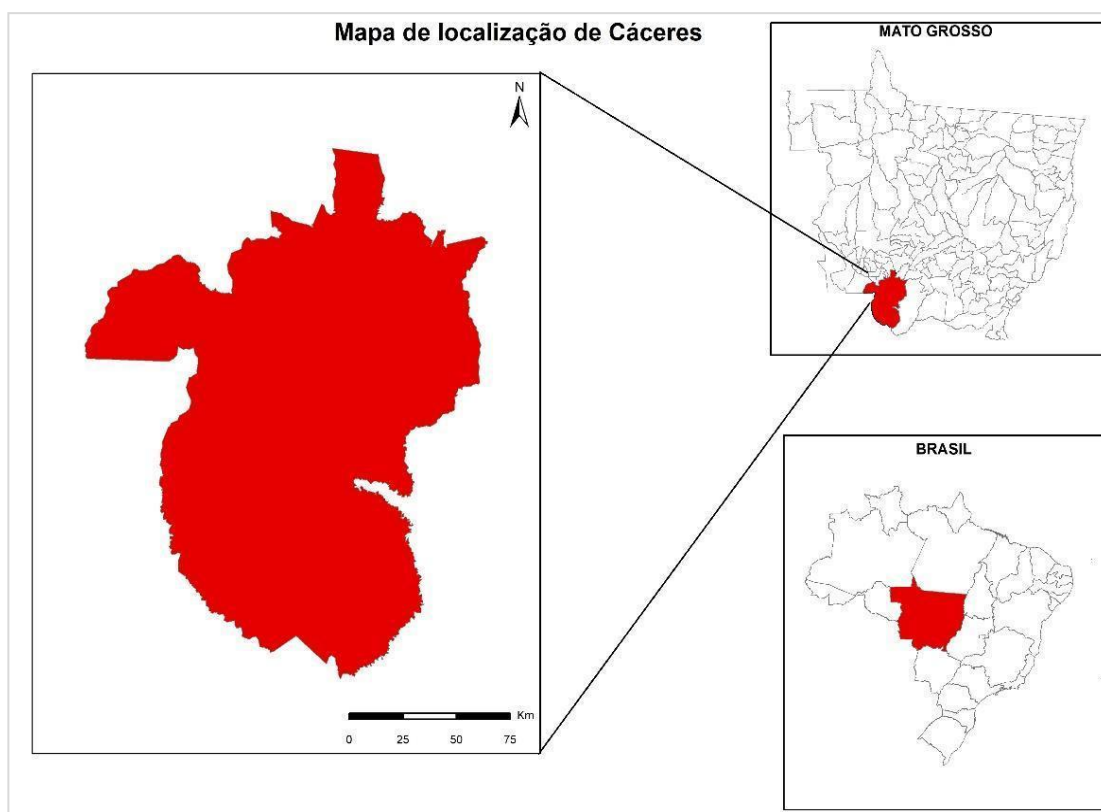
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2. Metodologia

2.1. Área de Estudo

Cáceres (figura 1) localiza-se no extremo norte do Pantanal mato-grossense, sendo uma região que comporta os maiores tributários do rio Paraguai, sendo ele, o principal expoente de transporte hídrico e de sedimentos que chegam nas planícies inundáveis do Pantanal, tendo sua sede municipal situada à margem do rio Paraguai, nas coordenadas de 16° 04' 14" S e 57° 40' 44" (CARVALHO, 1986; NETTO, MATEUS, 2009).

Figura 1 - Mapa de localização de Cáceres -MT



Organização: Figueiredo, 2021.

Foram avaliados dados horários de precipitação, temperatura máxima e umidade relativa média do ar, provenientes da estação meteorológica automática (EMA) do INMET A941 de Cáceres – MT. Como a EMA A941 teve início operacional no final da segunda quinzena de março de 2012, considerou-se para o estudo a série temporal de aproximadamente nove anos, contemplando o período entre 01/04/2012 a 31/12/2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Considerando o mesmo intervalo temporal, foram baixados dados de focos de calor do município de Cáceres, em formato shapefile, obtidos do sensor AVHRR-3 dos satélites NOAA-15, 18 e 19, pois, além de sua operação estar em acordo com o intervalo selecionado da pesquisa, esse sensor é aplicado ao monitoramento de queimadas devido ao infravermelho próximo ser capaz de separar informações espectrais com melhor acurácia (EMBRAPA, 2018), sendo estes dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2021).

Para identificar uma possível ocorrência de incêndio, indicada mediante a presença condensada de FC's, utilizou-se das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para processar imagens de satélite e interpretá-las. No portal USGS - *United States Geological Survey*, através da ferramenta de pesquisa e download de produtos de imageamento orbital e aéreo, Earth Explorer (disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>), foram pesquisadas imagens da coleção Landsat 8 (OLI), do mês de setembro, com cobertura de nuvens inferiores a 10%, na localização indicada pela órbita e ponto 227/072, no estado de Mato Grosso, com grande parte constituída pelo município de Cáceres.

A limitação de revisita do Landsat 8, sendo de aproximadamente 16 dias, registrou apenas 02 imagens em setembro de 2020, nos dias 12/09 e 28/09, na órbita e ponto da área de interesse. Como os dias que mais registraram FC's em setembro foram os dias 14/09, 06/09 e 11/09, respectivamente, optou-se pela imagem do dia 12/09, que apresenta tanto os incêndios que antecederam os maiores focos registrados no dia 14/09, quanto o resultado da queima causada pelo fogo nas datas anteriores.

Realizaram-se vários testes de composição de bandas, com o objetivo de destacar as possíveis ocorrências de FC's com a melhor forma visual. A composição B7 (infravermelho médio), B6 (infravermelho médio) e B2 (Azul), demonstraram uma resposta positiva para os valores de reflectância de vegetação e das áreas queimadas. Todos os testes, manipulação de dados vetoriais e matriciais, processamento cartográfico e confecção de mapas temáticos, elaboraram-se no software ArcMap na plataforma ArcGIS da ESRI.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

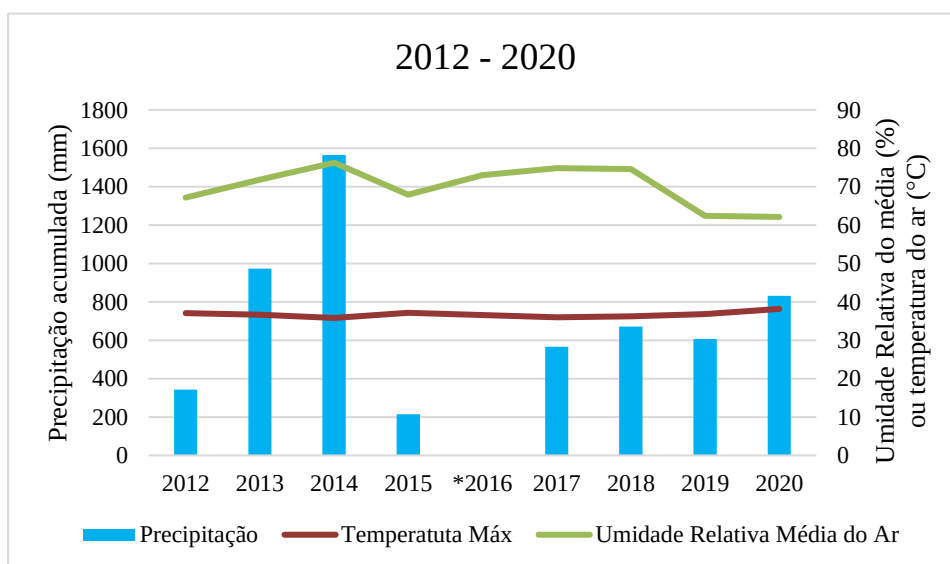
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

3. Resultados e discussão

No município de Cáceres predomina o Clima Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanaís de Mato Grosso, caracterizado perante baixas altitudes que as planícies pantaneiras possuem, compreendendo um período de oito meses de seca (abril – novembro) e chuvoso (dezembro – março), tendo os totais anuais pluviométricos de 1.300 mm a 1.400 mm, apresentando médias anuais de temperatura máxima entre 32°C a 33°C (TARIFA, 2000). No período analisado, os totais anuais pluviométricos ficaram entre 214 mm a 1.565 mm, o primeiro está abaixo do que esperado e o último sendo registrado no ano de 2014 passa a média considerada para a localidade, pode-se dizer que são anos atípicos ao serem comparados com a literatura, assim como as médias da temperatura máxima que variaram entre 35,0°C a 37,1°C, enquanto a média da umidade relativa do ar estiveram de 62,1% a 76,2% (figura 2).

Figura 2 - Precipitação acumulada, temperatura máxima e umidade relativa média do ar entre os anos de 2012 a 2020

*2016 – a precipitação para esse ano foi desconsiderada da análise perante seu total de falhas dos dados da EMA.



Organização: Marcelino, 2021.

Entre 2012 a 2020 (figura 3), foram registrados 9.894 focos de calor no município, sendo o menor registro de 139 focos em 2014 e o maior de 6.651 em 2020 (figura 4), entre esses anos pode-se dizer que os números de focos cresceram aproximadamente 4.685%.

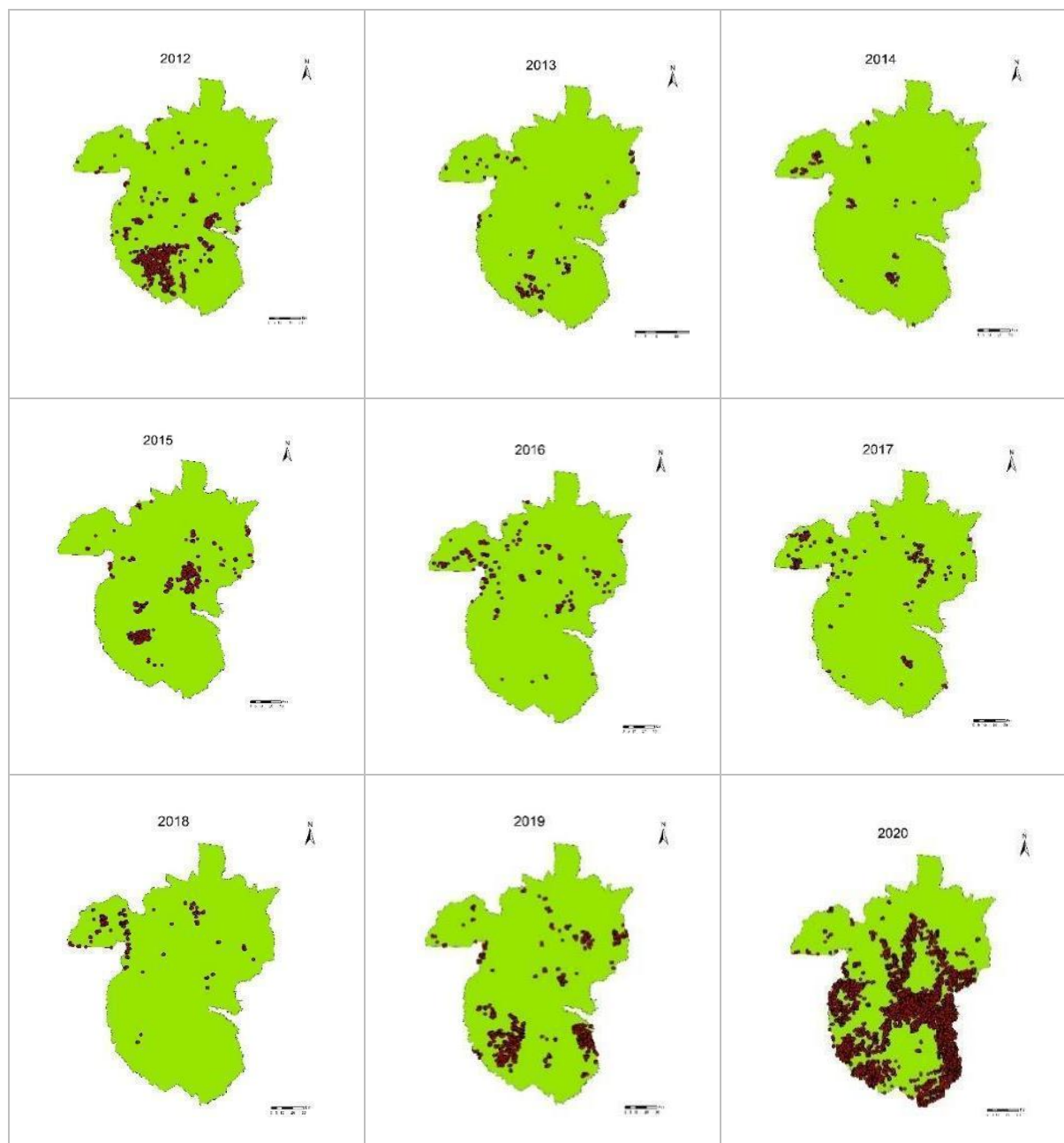


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 3 – Mapas anuais de distribuição dos focos de calor em Cáceres -MT



Organização: Figueiredo e Marcelino, 2021.

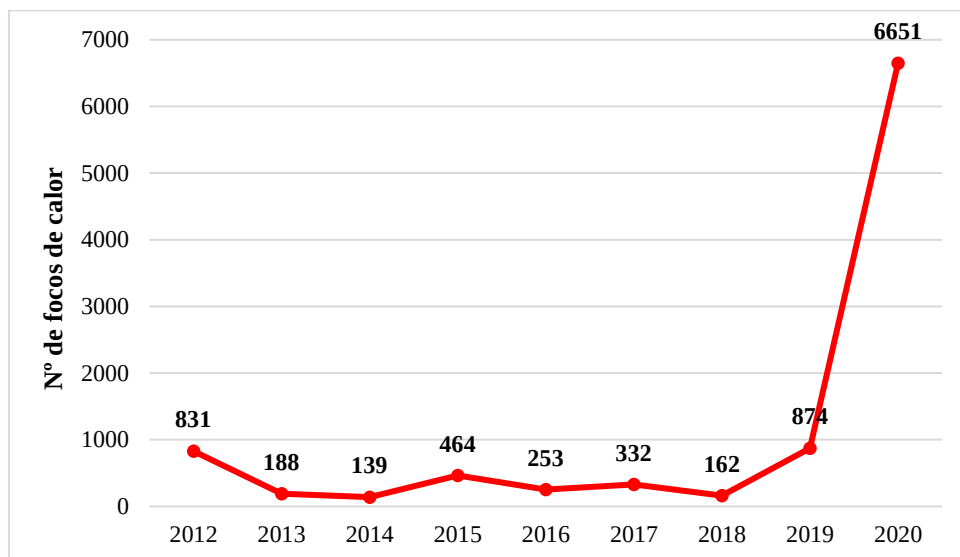


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 4 - Distribuição anual dos focos de calor no município de Cáceres – MT



Organização: Marcelino, 2021.

Observou-se que os maiores números desses focos estão concentrados no período seco (abril – novembro), sendo setembro e outubro os meses mais críticos, o que também se consta neles são as elevadas temperaturas e baixas médias de umidade relativa do ar.

De acordo com a figura 5, com exceção do ano de 2016, nota-se que houve uma relação quase que proporcional entre precipitação, umidade relativa e focos de calor. Em 2013, 2014, 2017 e 2018, a precipitação total anual se sobressaiu aos focos de calor, e a média da umidade relativa do ar foram maiores nesses intervalos, como em 2014, que contém o máximo acumulado de chuva com 1.565 mm e média de 70% de umidade relativa, ao mesmo tempo em que registrou 139 FC's sendo o menor do período. Em contrapartida, 2012, 2015, 2019 e 2020, os FC's excedem os números em relação a chuva e umidade relativa do ar, sendo que em 2020 a média da temperatura máxima teve seu maior pico com 38,1°C, enquanto as ocorrências dos focos foram exorbitantes, principalmente nos meses entre julho a novembro, que juntos somaram 6.589 FC's.



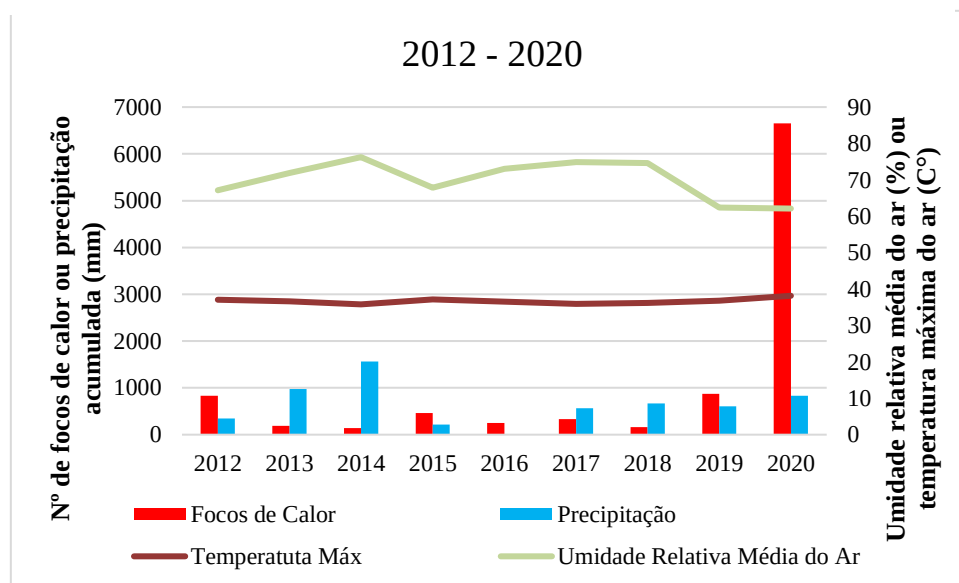
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 5 - Precipitação acumulada, temperatura máxima, umidade relativa média do ar e focos de calor entre os anos de 2012 a 2020

*2016 – a precipitação para esse ano foi desconsiderada da análise perante seu total de falhas dos dados da EMA.



Organização: Marcelino, 2021.

Ainda sobre 2020, setembro se apresentou como o mês mais crítico do período avaliado, tanto em relação aos FC's quanto aos atributos climáticos. Levando isso em consideração, selecionou-se esse mês para ser analisado isoladamente. Observando os registros diários de FC's durante o mês de setembro, o dia que mais registrou FC's foi o dia 14/09/20, chegando ao valor de 291 registros. Destaca-se também o dia 06/09/20 e 11/09/20 que registraram 260 e 233 FC's, respectivamente.

Analisando os arquivos vetoriais de distribuição de FC's, identificou-se que no dia 11/09/20, em uma determinada área, 40 FC's que apresentavam uma correlação em seu posicionamento espacial. Ao analisar a imagem de satélite do dia 12/09/20, na composição B7, B6 e B2, identificou-se que estes focos se manifestaram de forma conjunta e se tratavam de uma das áreas de incêndio que se alastrava vegetação adentro (Figura 6). Uma outra área apresentava 127 FC's relativamente próximos, porém se apresentavam de forma mais difusa, se alastrando em múltiplas direções, dificultando sua visualização em função da baixa escala de detalhes em uma área maior de ocorrência. Ao analisar a distribuição dos FC's presentes no dia 14/09 (Figura 7), posicionados a sul do incêndio identificado no dia 12/09 (Figura 6), é possível observar que o aumento considerável de FC's no dia 14/09 e sua respectiva distribuição, trata



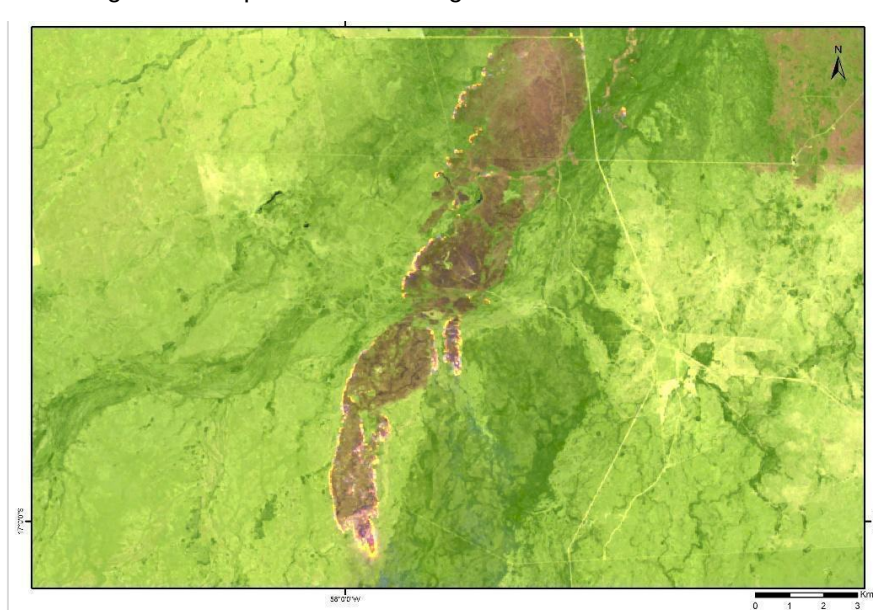
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

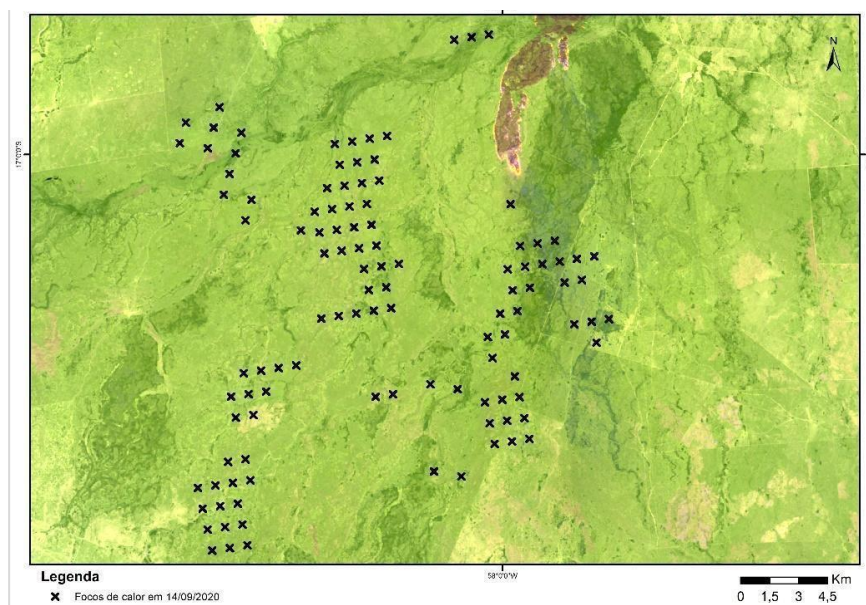
se da evolução do incêndio iniciado no dia 11/09.

Figura 6 - Mapa do incêndio registrado no dia 12/09/2020



Organização: Figueiredo, 2021.

Figura 7 - Mapa de projeção do incêndio do dia 11/09/2020 através dos focos de calor.



Organização: Figueiredo, 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Nesses dias, por estar no período seco, não houve registro de chuva e as médias de umidade relativa do ar foram baixas entre 34,4% no dia 11/09 a 33% no dia 14/09, enquanto as máximas de temperatura variaram de 41,7°C no primeiro dia do incêndio e 39,8°C no último. Observa-se que no dia 14/09/20, sendo o de maior registro da série temporal em focos de calor, não foi o dia mais quente em termos de temperatura, mas foi o menor em relação a umidade relativa ar, isso evidencia que por mais que os fatores climáticos deixem o ambiente propícios a possíveis incidentes de incêndios, eles por si não são os condicionantes isolados desse impacto de grande magnitude para o ecossistema e a vida da população desse espaço vivido.

4. Considerações finais

A pesquisa no município de Cáceres, evidenciou-se que o comportamento dos atributos climáticos anuais, podem possuir anos atípicos se comparado com a literatura, como no caso dos totais pluviométricos que ficaram entre 214 mm em 2015, sendo menor do que esperado, a 1.565 mm no ano de 2014 que passou a média considerada para a localidade. Em relação aos focos de calor, entre 2012 a 2020 houve um aumento expressivo de seus registros em sua distribuição espaço-temporal. Ao longo da série analisada, a relação entre FC's de calor e os fatores climáticos são quase que proporcional, pois os anos com maiores totais de precipitação, são os mesmos que identificam menores ocorrências de focos de calor, e o mesmo ocorre ao inverso. No estudo de caso, realizado no mês de setembro de 2020, feito pelas imagens de satélites, apontam que os atributos climáticos não se limitam sozinhos em justificar a ocorrência do crescimento dos incêndios no Pantanal. As ocorrências de incêndios estão crescendo, prejudicando fauna, flora e população do bioma pantaneiro, e os fatores climáticos e a biomassa que propiciam o alastramento do fogo, não são a causa da problemática, sendo assim, esse estudo ele pode servir como subsídio para demais pesquisas envolvem o bioma e que busquem investigar o que fato levou a esse cenário trágico visto em 2020, e por fim, que desenvolvam propostas para a preservação do pantanal.

5. Referências

CARVALHO, N.O. Hidrologia da bacia do Alto Paraguai. In: **Anais do 1º Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal**, 1., Corumbá – MS. Anais... Brasília: EMBRAPA - Departamento de Difusão de Tecnologia., 1986, p. 51-61.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIVELLO, V.R. **Biomassa combustível em campo sujo no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Biodiversidade Brasileira, v. 2, p.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

146-160, 2011.

EMBRAPA TERRITORIAL. Satélites de Monitoramento. Campinas, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento>. Acesso em: 18 jan. 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2021. **BDQueimadas - Programa Queimadas – INPE.** Disponível em <https://queimadas.dgi.inpe.br//queimadas/bdqueimadas#>. Acesso em: 17 jan. 2021.

JUSTINO, F.B.; SOUZA, S.S.; SETZER, A. Relação entre “foco de calor” e condições meteorológicas no Brasil. **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia** – Foz do Iguaçu – PR, 2002.

NETTO.S.L.; MATEUS, L.A.F. **Comparação entre a pesca profissional-artesanal e pesca amadora no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso, Brasil.** B. Inst. Pesca – São Paulo, 2009, p. 373 – 387.

TARIFA, J.R. Relatório Técnico Consolidado De Clima para o Estado De Mato Grosso Vol. 2/2. In: SANTOS, M. V. **Zoneamento sócio-econômico-ecológico: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação.** Cuiabá – MT, 2000.

USGS, United States Geological Survey. **Earth Explorer.** Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> . Acesso em: 08 abr. 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ESTIMATIVA DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA ACUMULADA EM DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO E CATEGORIZAÇÃO DOS IMPACTOS DE ACORDO COM A INTENSIDADE PARA A CIDADE DE SOBRAL – CE

ARTHUR SILVA MOREIRA¹
MARIA ELISA ZANELLA²

RESUMO

O presente artigo visa estimar através de probabilidade e estatística a quantidade de precipitação diária máxima acumulada, considerando diferentes períodos de retorno para a cidade de Sobral, bem como categorizar os impactos conforme a intensidade. Tal estimativa foi feita por meio da Teoria de Distribuição de Eventos Extremos, ou Teoria de Gumbell, utilizando-se dados históricos de precipitação da FUNCEME. Os resultados apontam que parte das precipitações extremas esperadas em 100 anos já ocorreu na série histórica analisada (1975 e 2020). Os meses da quadra chuvosa do estado (fevereiro, março, abril e maio), e da pré-quadra chuvosa (dezembro e janeiro), são aqueles cujas precipitações extremas apresentam risco de impacto em Sobral. Março e abril representam a maior chance de uma precipitação extrema (66%) acontecer em relação aos demais meses da quadra e, também, são os únicos meses com evento extremo de intensidade muito grande na série histórica analisada.

Palavras-Chaves: Eventos extremos; Semiárido; Probabilidade.

ABSTRACT

This article aims to estimate through probability and statistics the value of the maximum daily accumulated precipitation, considering different periods of return to the city of Sobral, as well as to categorize the impacts according to the intensity. Such an estimate was made using the Theory of Distribution of Extreme Events, or Gumbell's Theory, using historical precipitation data from FUNCEME. The results show that part of the extreme precipitation expected in 100 years has already occurred in the historical series analyzed (1975 and 2020). The months of the state's rainy season (February, March, April and May), and the pre-rainy season (December and January), are those whose extreme precipitations present a risk of impact in Sobral. March and April represent the greatest chance of extreme precipitation (66%) in relation to the other months of the season, and are also the only months with extreme events of great intensity in the analyzed historical series.

Keywords: Extreme events; Semi-arid; Probability.

1. Introdução

A maior parte do estado do Ceará está inserida na região semiárida, que abrange 982.563,3 km² da superfície do Brasil, sendo que o Nordeste concentra 89,5% dessa área, na

¹ Graduando em Geografia, Universidade Federal do Ceará, arthur1210@alu.ufc.br

² Prof^a Dr^a em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, elisazv@terra.com.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

qual as condições de uso e ocupação perpassam, necessariamente, pela escassez hídrica, com precipitação concentrada em poucos meses do ano, temperaturas elevadas e altas taxas de evaporação, contribuindo para potencializar problemas sociais e econômicos (LOPES, 2020).

Deste modo, a falta de chuvas regulares e a baixa precipitação no Nordeste, moldaram o desenvolvimento das cidades da região a uma adaptação visando, principalmente, evitar o desabastecimento durante um longo período de estiagem, em detrimento de episódios extremos de precipitação elevados que também podem causar danos econômicos, ambientais e humanos.

Geralmente, tais eventos ganham maior visibilidade quando ocorrem em ambientes onde há um crescimento urbano intenso e desordenado (caso de muitas cidades brasileiras), visto que nestas áreas tais impactos são potencializados por diversos fatores relacionados a uma maior predisposição ao risco e à forte concentração de habitantes vivendo em condições de vulnerabilidade (MONTEIRO, 2017).

A urbanização desordenada experimentada no Brasil é um fator que muito tem contribuído para potencializar os impactos provenientes de eventos extremos de chuva. Estas áreas têm recebido, cada vez mais, um contingente populacional vulnerável, o qual não possui recursos de qualquer natureza para responder positivamente às ameaças desencadeadas a partir da ocorrência de eventos extremos de chuva (DESCHAMPS, 2004; MENDONÇA, 2004; SANTOS, 2005).

O presente artigo visa estimar a quantidade de precipitação acumulada esperada em 24 horas, nos diferentes períodos de retorno para a cidade de Sobral, e categorizar os impactos de acordo com a intensidade. Tal estimativa foi feita por meio da Teoria de Distribuição de Gumbell, da área de probabilidade estatística. Para tal, o método utiliza-se dos dados históricos de precipitação registrados por Instituições estaduais e federais, possibilitando assim uma previsão de eventos futuros.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Sobral é categorizado como Capital Regional (2C), possui uma área de 2.068 km², uma população estimada de 210.711 habitantes em 2020, 88,35% residindo em áreas urbanas (IBGE, 2020). Figura-se como o quinto município mais populoso do estado do Ceará, sendo o terceiro fora da Região Metropolitana de Fortaleza, foi fundado em 5 de julho



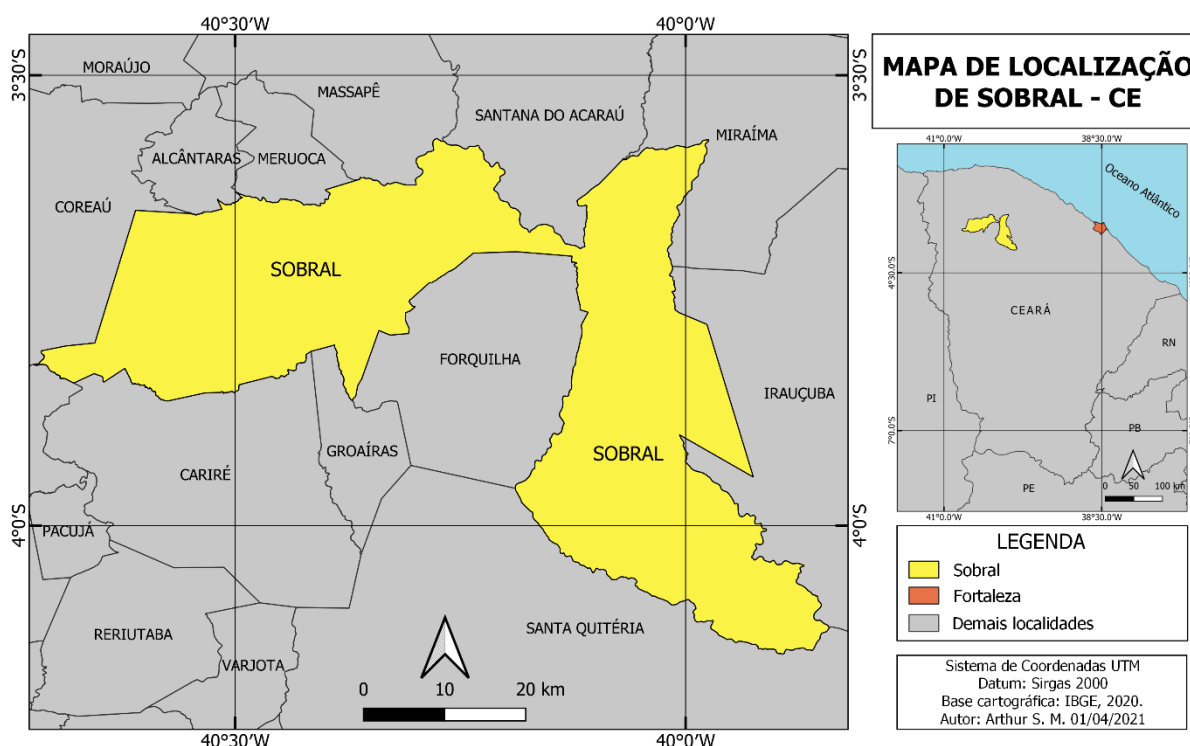
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1772, e elevado a capital da Região Metropolitana de Sobral com a Lei complementar estadual n.º 168 de 2016, englobando 18 municípios e com uma população de quase 500 mil habitantes (MPCE, 2016).

Figura 1- Mapa de Localização de Sobral



Elaboração: Autores (2021).

Sobral localizado em 3°41'10"S e 40°20'59"O, tem limite com outros 12 municípios (Miraíma, Santana do Acaraú, Massapé, Meruoca, Alcântaras, Cariré, Groaíras, Forquilha, Santa Quitéria, Irauçuba, Coreau, Mucambo). Possui uma elevação média de 69,49 metros, no seu relevo estão aspectos característicos da depressão sertaneja nordestina, da planície fluvial e dos maciços residuais. O clima é tropical quente semi-árido e tropical quente semi-árido brando (IPECE, 2012).

Tem a temperatura média de 27,18°C, a umidade relativa de 69,8% e 1863,40 mm de precipitação acumulada (INMET, 2020). No município destacam-se os Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Planossolos, Luvisolos e Argissolos vermelho-amarelos, com vegetação de caatinga arbustiva aberta, floresta mista dicotillo-palmácea, caducifolia espinhosa,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

subcaducifolia tropical pluvial (IPECE, 2012).

O regime pluviométrico em Sobral está diretamente associado a quatro mecanismos principais que regulam as chuvas no estado, o El Niño-Oscilação Sul (ENSO), a temperatura de superfície do oceano atlântico (TSM) e suas dinâmicas, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) e as Ondas de Leste. (UVO; BERNDTSSON, 1996). Além destes há também a atuação das Linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), e do efeito das brisas (FERREIRA; MELLO, 2005).

2.2 Método de eventos extremos e obtenção de dados

A distribuição de Gumbel (Fisher-Tippett Tipo I) é utilizada em diversas áreas, com grande destaque nas pesquisas ligadas a fenômenos meteorológicos, principalmente nos casos em que a variável envolvida no estudo refere-se à precipitação pluviométrica máxima. (BEIJO, 2002).

Nestas pesquisas, os objetivos são, de uma forma geral, estimar as precipitações máximas prováveis em um determinado período, estabelecer as curvas de intensidade, duração e frequência ou determinar período de retorno de chuvas máximas (BEIJO, 2002).

A utilização da distribuição de Gumbel no Brasil para precipitações é utilizada por diversos autores, entre eles Machado et al., (2010), Araújo et al., (2008), Cremoneze et al., (2017), Hartmann et al., (2011), observando um bom ajuste para os dados de precipitação, promovendo assim um provisionamento de dados, um diagnóstico antecipado de impactos dado à pluviosidade e frequência da ocorrência, permitindo que haja conhecimento prévio para minimização dos riscos associados aos eventos extremos.

No presente artigo foi utilizada a metodologia proposta por Subramanya (2008), conforme aponta Tomaz (2011). A precipitação máxima diária é encontrada por meio da equação (1), sendo γ definido pela equação (1.1), δ o tempo de retorno em anos, e os valores de ξ e μ são obtidos através, respectivamente, das tabelas de média e desvio padrão reduzidos (Figura 03). É possível ainda estabelecer margens de valores máximos e mínimos por meio dos parâmetros de confiabilidade calculados através da equação (2), em que σ é obtido através da tabela de confiança (Figura 04), e p calculado através da equação (2.1) sendo γ o mesmo definido na equação (1.1).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

$$\text{Eq. (1): } X(\text{dia}) = \frac{\sum x_i}{n} + \gamma \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})}{n-1}} \quad \text{Eq. (2): } Z = X(\text{dia}) \pm \sigma \rho$$

$$\text{Eq. (1.1): } \gamma = \frac{-(\ln(\ln(\frac{\delta}{\delta-1}))) - \xi}{\mu} \quad \text{Eq. (2.1): } \rho = \frac{\sqrt{(1+1,3\gamma+1,1\gamma^2)} \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})}{n-1}}}{\sqrt{n}}$$

Figura 03 – Tabelas de média (esquerda) e desvio padrão (direita) reduzidos de Subramanya (2008)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220	10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353	20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430	30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481	40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518	50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545	60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567	70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585	80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599	90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

Figura 04 – Tabela de confiança de Subramanya (2008)

C em %	50	68	80	90	95	99
$\sigma(c)$	0,674	1,000	1,282	1,645	1,960	2,580

3. Resultados e discussão

A partir do cálculo da equação de precipitação máxima diária, aplicado nos seis meses com maior atividade pluviométrica e em diferentes períodos de retorno foi possível obter valores das precipitações máximas esperadas em 100 anos e uma margem de confiança para maior (linha superior) ou menor (linha inferior) representadas na figura 05. Também foi estabelecido a plotagem das precipitações históricas possibilitando a visualização de diferenças entre o esperado pela probabilidade e o ocorrido no passado.

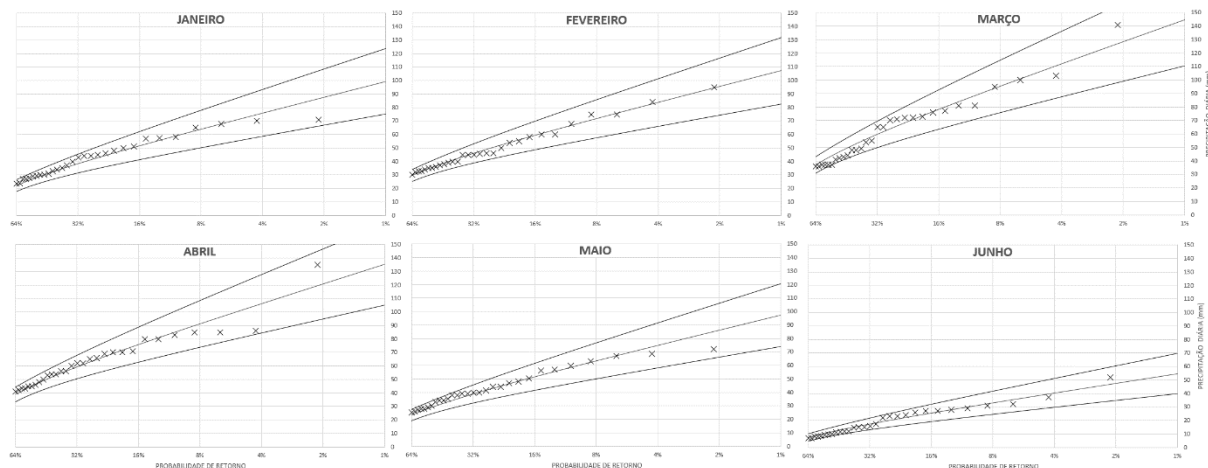


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 05 – Precipitação esperada em 100 anos e sua probabilidade de ocorrência



Elaboração: Autores (2021).

Os primeiros quatro meses do ano, de janeiro a abril, tiveram uma probabilidade maior de uma precipitação diária elevada. Em 100 anos a precipitação esperada em cada um dos meses é respectivamente de aproximadamente 99 mm, 107 mm, 145 mm, 135 mm, representados na figura 06. Os dados também mostraram que estes meses são os mais chuvosos em Sobral, divergindo assim, da quadra chuvosa do estado do Ceará, de fevereiro a maio.

3.1 Chuva extrema geral

Conforme aponta Calvetti et. al. (2006), Conti (2011) e Silva (2012) um evento de chuva extrema é definido quando a precipitação acumulada em 24 horas de determinada região supera os 50 mm. E os impactos ainda são agravados de acordo com o acréscimo da precipitação acumulada no período.

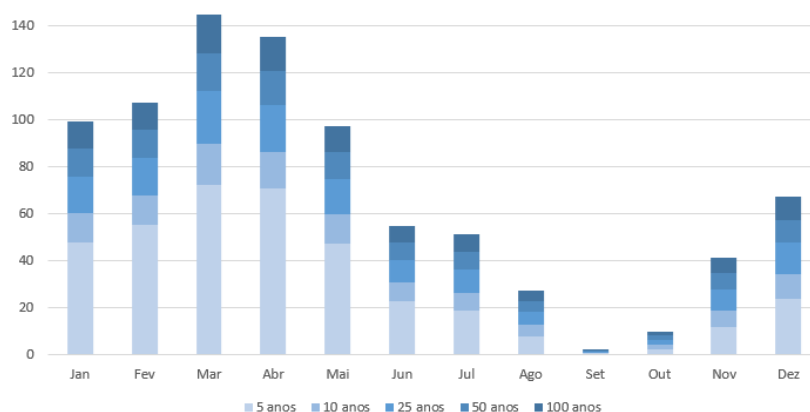


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 06 – Precipitação máxima diária em diferentes períodos de retorno



Elaboração: Autores (2021).

Em 5 anos de retorno, a precipitação máxima diária provisionada para janeiro é de 47,67 mm, para fevereiro é 55,16 mm, março de 72,48 mm e abril é 70,68 mm. Observa-se que destes meses, três possuem um evento de chuva extrema. Desse modo em Sobral a cada 5 anos, deve ocorrer no mínimo 3 eventos hidrometeorológico que podem ocasionar algum tipo de impacto no município.

No período de retorno de 10 anos, os eventos registrados como chuva extrema ocorrem também nos meses de janeiro e maio com uma precipitação acumulada diária de, respectivamente, 60,21 mm e 59,60 mm, além dos meses de fevereiro, março e abril apresentarem um aumento na precipitação de aproximadamente 22,9%, 24,1% e 22,2%, elevando o acumulado para 67,78 mm, 89,97 mm e 86,35 mm, respectivamente.

No intervalo de 25 anos de tempo de retorno os valores de precipitação em janeiro são de 76,05 mm, em fevereiro de 83,72 mm, sendo que março detém a maior precipitação com 112,07 mm, seguido de abril 106,16 mm e maio, o mês de menor precipitação, com 74,84 mm.

Em 50 anos, os valores com chuvas extremas são, representando respectivamente a ordem dos meses do ano, 87,80 mm, 95,55 mm, 128,46 mm, 120,85 mm, 86,14mm, outro ponto importante é que dezembro, compondo a pré estação chuvosa do município também tem pelo menos um evento extremo, com a precipitação diária acumulada de 57,51 mm.

Em um período de retorno 100 anos, 8 dos 12 meses possuem pelo menos um evento de chuva extrema, exceto os meses de agosto, setembro, outubro e novembro, que ficaram com uma precipitação máxima acumulada de 27,33 mm, 2,31 mm, 9,71mm e 41,55 mm. Os valores de precipitação na ordem dos meses do ano foram de 99,47 mm, 107,29 mm, 144,73 mm, 135,43



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

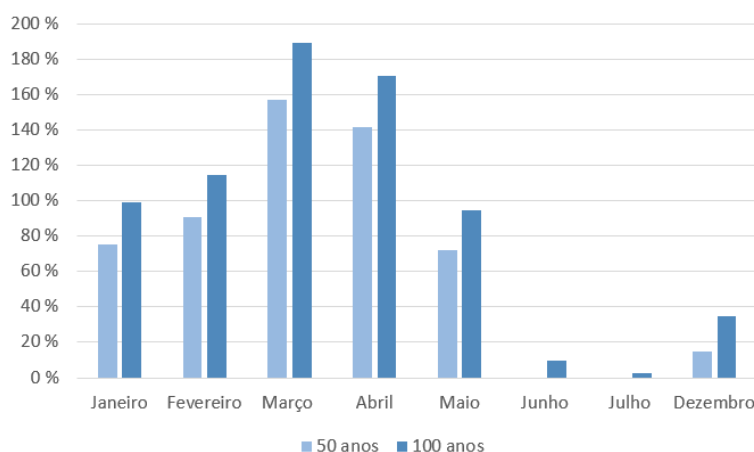
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

mm, 97,36 mm, 54,78mm, 51,14 mm e dezembro apresentou 67,24 mm.

A precipitação no período de retorno de 100 anos representa em janeiro um valor 99,42% superior ao considerado de chuva extrema (Fig. 07), em fevereiro esse número é 114,58%, em março 189,46% e em abril 170,86%. Nos meses de maio, junho, julho e dezembro os valores são superiores respectivamente, 94,72%, 9,56%, 2,28% e 34,48%.

Figura 07 – Acréscimo (%) em relação à 50 mm em diferentes períodos de retorno



Elaboração: Autores (2021).

3.2 Evento de precipitação extrema aplicado a Sobral

Monteiro e Zanella (2017) encontraram por meio da metodologia dos máximos de precipitação aplicada ao estudo de eventos extremos diários, que em Sobral a precipitação mais adequada para ser considerado um evento extremo é igual ou superior a 65,7 mm em 24 horas, e ainda é possível classificar a intensidade do impacto a partir da precipitação acumulada (Fig. 08).

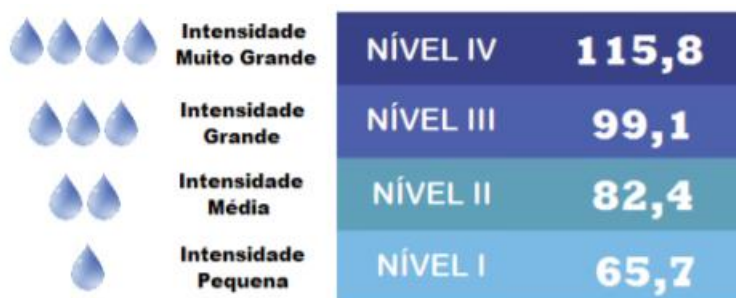


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 08 – Valores de referência para nível de evento extremo em Sobral



Fonte: Monteiro e Zanella (2017).

Deste modo, verificamos que 5 anos em Sobral há dois eventos extremos de intensidade pequena, em março de 72,48 mm e em abril com 70,68 mm. Já em 10 anos são três eventos extremos, um de intensidade pequena em fevereiro com 67,78 mm e dois de intensidade média de 89,97 mm e 86,35 mm nos meses março e abril, respectivamente.

No período de retorno de 20 anos já ocorre os primeiros eventos de intensidade categorizada como grande, nos meses de março com 106,74 mm e abril com 101,38 mm. Em 25 anos os esses valores se elevam para 112,07 mm e 106,16 mm, fevereiro deve ter uma precipitação igual ou superior a 83,72 mm, de intensidade média, enquanto janeiro e maio têm eventos extremos de intensidade pequena, a precipitação esperada é igual ou superior à 76,05 mm e 74,84 mm, respectivamente.

Em 50 anos é esperado cinco eventos extremos de precipitação, sendo três de intensidade média, nos meses de janeiro, fevereiro e maio, com precipitação esperada de 87,80 mm, 95,55 mm e 86,14 mm, respectivamente, bem como dois eventos de intensidade muito grande nos meses de março e abril, com precipitação esperada de 128,46 mm e 120,85 mm, respectivamente (Fig. 09).

Figura 09 – Precipitação categorizada em níveis de intensidade em diferentes tempos de retorno

TR	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	DEZEMBRO
100	99,47	107,29	144,73	135,43	97,36	67,24
50	87,80	95,55	128,46	120,85	86,14	57,51
25	76,05	83,72	112,07	106,16	74,84	47,71
10	60,21	67,78	89,97	86,35	59,60	34,50
5	47,67	55,16	72,48	70,68	47,54	24,04

Fonte: Monteiro e Zanella (2017); Elaboração: Autores.

No intervalo de 100 anos o número de eventos extremos esperados é de seis, sendo



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

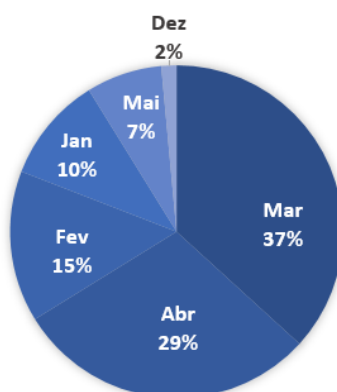
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

dois de intensidade muito grande nos meses de março com 144,73 mm e abril de 135,43 mm, dois de intensidade grande nos meses de janeiro com 99,47 mm e fevereiro com 107,29 mm, um de intensidade média em maio com 97,36 mm e outro de intensidade pequena em dezembro com 67,24 mm.

Identificou-se também que a probabilidade de um evento extremo de precipitação ocorrer no mês de março ou abril é consideravelmente superior em relação aos demais, apenas estes dois meses concentram 66% das precipitações extremas esperadas em diversos tempos de retorno (Fig. 10), outro fato é que dezembro também é um mês de risco de precipitação extrema, ainda que esteja na pré estação chuvosa do município.

Figura 10 – Probabilidade de precipitação extrema em cada mês



Elaboração: Autores (2021).

3.3 Precipitação histórica

A partir da análise da precipitação histórica que ocorreu no período da pesquisa (1975 a 2020) foi possível identificar que nos meses predominantemente secos, já ocorreram chuvas iguais ou superiores ao esperado no tempo retorno de 50 e 100 anos onde se esperava, respectivamente, nos meses de julho, 43,83 mm e 51,14 mm e precipitou 57 mm, em agosto 22,96 mm e 27,33 mm precipitando 40 mm, em setembro 1,93 mm e 2,31 mm e precipitou 4 mm, em outubro 8,10 mm e 9,71 mm precipitando, 18 mm e novembro 34,81 mm e 41,55 mm com precipitação de 57 mm.

No tempo de retorno de 50 anos os meses de março, abril e junho em que se esperava uma precipitação maior ou igual a, respectivamente, 128,45 mm, 120,84 mm e 47,64 mm já obtiveram em ordem, os valores de 141 mm, 135 mm e 51,80 mm. Restando assim aos meses



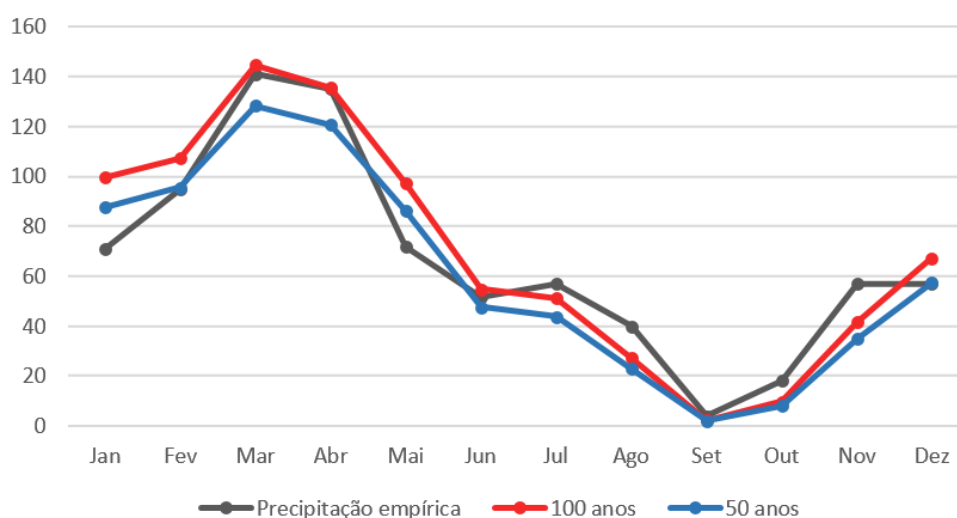
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

de janeiro, fevereiro, maio e dezembro, atingirem uma precipitação igual ou superior a, respectivamente, 87,80 mm, 95,54 mm, 86,14 mm e 57,51 mm. As precipitações mais próximas aos valores que já ocorreram foram 95 mm em fevereiro e 57 mm em dezembro, restando cerca de meio milímetro em ambas.

Figura 08 – Probabilidade de precipitação máxima esperada em dois tempos de retorno, e a empírica observada no espaço temporal da pesquisa



Elaboração: Autores (2021).

Em 100 anos de período retorno os meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro já atingiram o valor esperado, precipitações que não atingiram os esperados, porém foram bem próximas aos valores provisionados ocorreram em março, abril, e junho, restando respectivamente 3,72 mm, 0,43 mm e 2,98 mm. Nos meses de janeiro, fevereiro, maio e dezembro não houve precipitações próximas ao esperado, para atingir o valor, as maiores chuvas ocorridas durante o período pesquisado ainda precisariam ser acrescentadas de 28,47 mm no mês de janeiro, 12,28 mm em fevereiro, 25,36 mm em maio e 10,24 mm em dezembro.

4. Considerações finais

A aplicação prática da distribuição de Gumbel no município de Sobral evidenciou as precipitações extremas esperadas pelo método em diferentes tempos de retorno propostos pela pesquisa. Algumas precipitações extremas esperadas em 100 anos já ocorreram no tempo histórico analisado, entre 1975 e 2020. Os meses da quadra chuvosa do estado (fevereiro a



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

maio), e da pré-quadra chuvosa (dezembro e janeiro), são os únicos que apresentam precipitações extremas com risco de impacto no município.

Março e abril representam a maior probabilidade de uma precipitação extrema (66%) em relação aos demais meses, também representam os únicos meses com evento extremo de intensidade muito grande nos diversos períodos analisados, isso se deve ao fato da possibilidade de atuação simultânea de diversos mecanismos climáticos neste mesmo período.

Ainda é necessário desenvolver pautas em relação a este trabalho, como análise de áreas com maior impacto de tais precipitações aguardadas, aprofundamento mecanismos que possibilitam essa precipitação extrema, testes específicos de aderência estatística para aplicação no semiárido brasileiro, análise histórica dos danos e prejuízos causados por eventos extremos, dentre outros.

5. Referências

ARAUJO, L. E.; SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. A. F. M.; SANTOS, A. S.; MEDEIROS, P. C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Revista Brasileira de meteorologia., São Paulo, v. 23, n. 2, 2008 .

BEIJO, L. A. Distribuição de Gumbel: Estudo de métodos de estimação dos parâmetros e ajuste aos dados de precipitação máxima de Lavras, Minas Gerais. Lavras, MG, UFLA, 2002.

CALVETTI, L.; BENETI, C.; GONÇALVES, J. E.; MOREIRA, I. A.; DUQUIA, C.; BREDÁ, A.; ALVES, T. A. Definição de Classes de Precipitação para utilização em previsões por Categoria e Hidrológica. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2006, Florianópolis - SC. Anais... Florianópolis-SC, 2006.

CONTI, J. B. Clima e meio ambiente. 7. ed. São Paulo: Atual, 2011. 96 p. CEARÁ. COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL. Defesa Civil: prevenção e gestão de riscos e de desastres. Fortaleza: CEDEC, 2011. 48p.

CREMOZENE, I. Z.; PERALTA, D.; MAZUCHELI, J.; EMANUELLI, I. P. Análise de frequências das precipitações máximas mensais. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.25; p. 2017.

DESCHAMPS, M. V. Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. 2004. 192 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FERREIRA, A.G.; MELLO N. G da S.; Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, No 1. Dez. 2005 p 16.

HARTMANN, M.; MOALA, F. A.; MENDONÇA, M. A. Estudo das precipitações máximas anuais



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

em Presidente Prudente. Revista Brasileira de meteorologia., São Paulo, v. 26, n. 4, Dec. 2011. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em 01/04/2021 .

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas, 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/normais-climatologicas> Acesso em 01/04/2021.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal de Sobral, 2012.

LOPES, D.M.P. Zoneamento geoambiental da bacia de captação do açude Banabuiú (CE): contribuições ao planejamento municipal. PRODEMA, 2020.

MACHADO, R. L. Spatial variability of maximum annual daily rain under different return periods at the Rio de Janeiro state, Brazil. Bragantia, V.69. Campinas, 2010.

MENDONÇA, F. de A. Sistema ambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. de A. (Org). Impactos Socioambientais Urbanos . Curitiba: Editora UFPR, 2004. p. 185-207.

MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E. A metodologia dos máximos de precipitação aplicada ao estudo de eventos extremos diários nos municípios de Crato, Fortaleza e Sobral-CE. GEOTEXTOS, v. 13, p. 135-159, 2017.

MPCE, Ministério Público do Ceará. Lei complementar nº 168, 2016. Dispõe sobre a criação da região metropolitana de Sobral. Diário Oficial do Estado.

SANTOS, M. A urbanização brasileira. 5. ed. São Paulo, SP: EDUSP, 2005. 174p.

SILVA, C. A. da. Os desastres Pluviométricos nas Grandes e Médias Cidades do Paraná. UFPR, 2012. 144 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Geografia do Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2012.

SUBRAMANYA, K. Engineering hydrology. 3ª ed. Tata McGraw-Hil, New Delhi, 2008, ISB 978-0-07-015146-8, 434 páginas.

TOMAZ, PLINIO. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. Navegar, 2ª ed. 2011, 592 páginas.

UVO, C.R. B. e R. BERNDTSSON, 1996. Regionalization and Spatial Properties of Ceará State Rainfall in Northeast Brazil. J. Geoph. Res., vol. 101, no. D2, 4221-4233.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SERRA DA MANTIQUEIRA, BIOMA MATA ATLÂNTICA: INFLUÊNCIA DE INCÊNDIO FLORESTAL NA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E NDVI

DÉBORA LUISA SILVA TEIXEIRA¹

PAULA SAYEKO SOUZA ODA²

DANIELA ROCHA TEIXEIRA RIONDET-COSTA³

NÍVEA ADRIANA DIAS PONS⁴

RESUMO

Os incêndios florestais têm sido um dos principais problemas enfrentados por gestores de Unidades de Conservação, sendo considerados uma grave ameaça para a manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos por essas áreas. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou identificar o impacto do fogo no Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e na temperatura de superfície na Serra Fina, localizada na Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira (APASM), através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, bem como levantar as condições meteorológicas que propiciaram a sua ocorrência. Foram utilizadas imagens do Landsat 8 do período pré e pós-fogo, observando-se um aumento de 67,86% de área com valores de NDVI inferiores a 0,10 e uma redução de 11,89% de áreas com NDVI superior a 0,30 na área queimada. Em relação à temperatura superficial, houve um aumento da ocorrência de valores superiores a 27,5°C, não observados no cenário pré-fogo e que no cenário pós-fogo constituíram 29,82% da área atingida. Dessa forma, evidencia-se a importância de ações de sensibilização dos moradores e, principalmente, de visitantes do local, a fim de inibir a ocorrência de queimadas de origem antrópica, principalmente em épocas de estiagem, quando as condições meteorológicas facilitam a propagação do fogo.

Palavras-chave: Queimadas; Áreas Protegidas; Uso Sustentável.

ABSTRACT

Forest fires have been one of the main problems faced by protected areas managers, being considered a serious threat to the maintenance of ecosystem services provided by these areas. In this context, the present study aimed to identify the impact of fire on the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface temperature in Serra Fina, located in the Serra da Mantiqueira Environmental Protection Area (APASM), using geoprocessing techniques and remote sensing, besides to gather the meteorological conditions that favored its occurrence. Satellite images of Landsat 8 from the pre-fire and post-fire period were used, observing an increase of 67.86% in area with NDVI values below 0.10 and an 11.89% reduction in areas with NDVI greater than 0.30 in the burned area. In relation to the surface temperature, there was an increase in the occurrence of values higher than 27.50°C, which were not observed in the pre-

¹ Mestranda em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais, deboralsteixeira@gmail.com

² Mestranda em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais, psayeko@gmail.com

³ Doutora em Ciências - Meio Ambiente, Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais, danielart@unifei.edu.br

⁴ Doutora em Geotecnia, Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais, npns@unifei.edu.br



Keywords: Fires; Protected Areas; Sustainable Use.

Por definição, um incêndio florestal é a propagação do fogo sobre áreas florestais e de savana (Setzer et al., 2007), que pode decorrer da incidência de raios, da combustão espontânea impulsionada por fatores meteorológicos - umidade do ar, precipitação e velocidade do vento – e de queimadas intencionais. Ou seja, apesar de ser considerado um desastre natural climatológico, sua origem pode ser tanto natural quanto antrópica, visto que, mesmo quando intencional as questões climáticas se tornam decisivas para a propagação do mesmo (Clemente et al., 2017; Forkel et al., 2017).

A ocorrência de incêndios representa um fator de perturbação nos ecossistemas florestais, refletindo impactos significativos sobre sua biodiversidade (Torres et al., 2017). Os incêndios são responsáveis pelo desaparecimento e fragmentação de habitats, alterações na estrutura do solo (processo de desertificação), redução da cobertura do dossel e da biomassa viva na camada superficial do solo, bem como pelo aumento da emissão de carbono (Numata et al., 2017; Silva Jr. et al., 2018). Esse aumento projeta consequências no sistema climático como a intensificação do aquecimento global e a diminuição da qualidade do ar (Smith et al., 2014; Araújo et al., 2018).

No entanto, nas últimas décadas, o que tem se observado é o aumento significativo nas ocorrências de incêndios ao redor do mundo (Torres et al., 2017; Alvarado et al., 2018), diminuindo o tempo de recuperação dos ecossistemas e levando a degradação ambiental (Adámek et al., 2015). Este tem sido um grande desafio para as Unidades de Conservação (UCs), áreas delimitadas exclusivamente para a preservação/conservação da biodiversidade (Brasil, 2000; Marcuzzo et al., 2015). A ocorrência de incêndios no interior dessas áreas protegidas é um dos principais problemas enfrentados por seus gestores, sendo considerada uma grave ameaça para a conservação ambiental e manutenção de processos ecológicos essenciais para a subsistência dos seres vivos (Koproski et al., 2011; Moreira et al., 2020).

Apesar de necessário, no geral, o processo de quantificação de danos causados se torna oneroso pela extensão e difícil acesso às áreas atingidas, evidenciando a importância do



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

uso de alternativas como as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento (Fernandes et al., 2016). O geoprocessamento possibilita avaliar a quantidade e qualidade da vegetação através de índices espectrais como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) que, além de simples, possui rápida capacidade de resposta (Ba et al., 2019). Adicionalmente, permitem extrair o comportamento espaço-temporal da vegetação, medindo a densidade e o vigor vegetativo no pré e pós-fogo (Chen et al., 2016). Associado a esses índices, muitos estudos correlacionam também a temperatura da superfície, baseado no conhecimento de que uma menor disponibilidade de biomassa ocasiona um menor efeito termohidroregulador e consequentemente, um maior aquecimento (Fernandes et al., 2016; Azevedo et al., 2021).

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou identificar o impacto do fogo no Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e na temperatura de superfície na Serra Fina, localizada na Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira (APASM), através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, bem como levantar as condições meteorológicas que propiciaram a sua ocorrência. Espera-se fornecer informações sobre as alterações ambientais produzidas no local, a fim de fomentar políticas públicas de controle de fogo e de sensibilização da população.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A Serra Fina está localizada na divisa dos municípios de Passa Quatro (MG), Itanhandu (MG), Itamonte (MG), Resende (RJ), Queluz (SP) e Lavrinhas (SP), abrigando o Pico da Pedra da Mina (2.798 metros de altitude), ponto mais alto da APASM (Figura 1).

A região encontra-se fortemente vegetada por formações de campos de altitude, florestas ombrófilas densa e mista e, além de integrarem o corredor central da biodiversidade da Serra da Mantiqueira, possuem relevante extensão de afloramentos rochosos, sendo também área de recarga de aquíferos (Detzel et al., 2018).

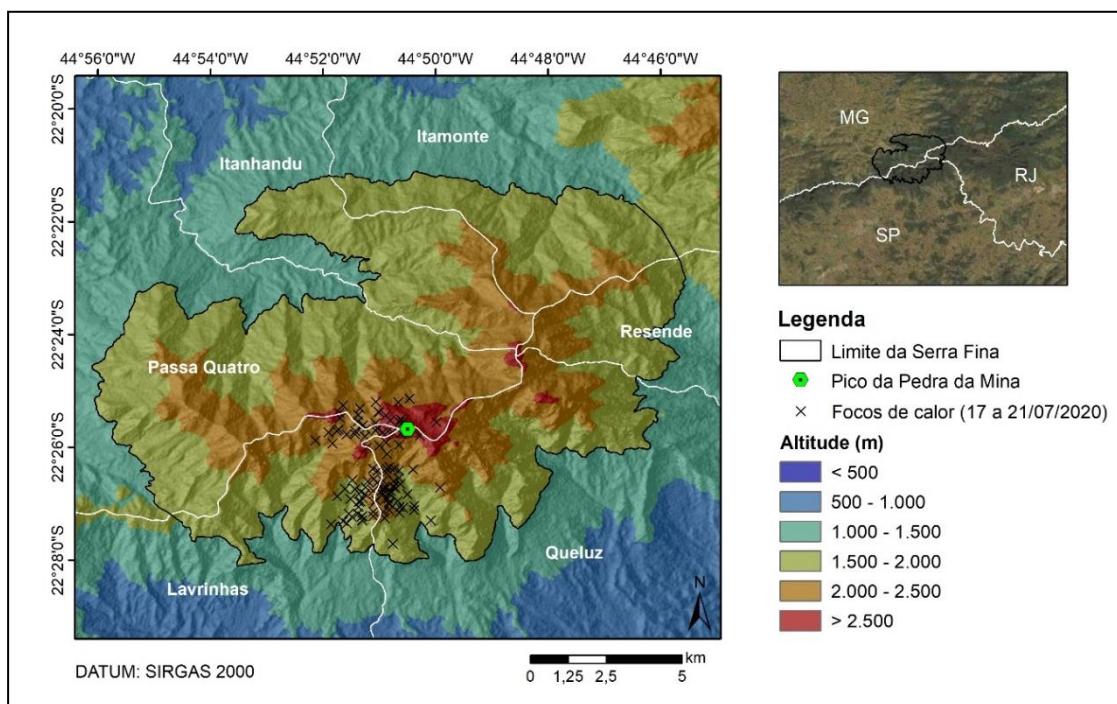


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 7 - Localização da área de estudo



Fonte: INPE (2020); Steinmetz (2020). Dados compilados e organizados pelas autoras.

Segundo a classificação de Köppen o clima da Serra Fina é da categoria Cwb - mesotérmico com verão brando e estação chuvosa no verão - nas áreas acima dos 1600 metros de altitude e Cfb - mesotérmico com verão brando sem estação seca - nas áreas abaixo dos 1600 metros de altitude (Steinmetz, 2020), ou seja, os efeitos orográficos são determinantes na diferenciação climática entre as vertentes pertencentes ao vale do Paraíba e ao sul de Minas Gerais (Sapucahy, 2006).

A região, mais especificamente nas áreas limítrofes dos municípios de Passa Quatro, Lavrinhas e Queluz (Figura 1), foi acometida por um incêndio florestal que teve início no dia 16 de julho de 2020. Os focos de calor, que perduraram até o 21 de julho, puderam ser identificados através dos dados do Banco de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020) a partir do dia 17/07/2020. Segundo o ICMBio (2020), a área queimada chegou a quase 500 hectares, isto porque, durante o evento, as autoridades competentes enfrentaram dificuldades na realização de ações de controle do fogo em razão da declividade do terreno, que possuía paredões de até 90 graus.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2.2 Materiais e métodos

Para a identificar a evolução do NDVI e da temperatura de superfície na área de estudo foram utilizadas imagens provenientes dos instrumentos imageadores OLI/TIRS a bordo do satélite LANDSAT 8, com órbita/ponto 218/75, disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos da América (USGS) na plataforma Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). As imagens das bandas espectrais R e NIR (4 e 5, respectivamente) foram obtidas já com correção atmosférica (valores de reflectância de superfície), enquanto a imagem do infravermelho termal (banda 10) foi obtida em níveis de cinza.

Devido à alta cobertura de nuvens nas cenas imediatamente anteriores ao evento de incêndio (outubro de 2019 à início de julho de 2020), optou-se pela utilização de imagem no mesmo período do ano anterior, a fim de fornecer uma comparação de ambientes com condições climáticas semelhantes. Dessa forma, foi realizada a aquisição de imagens com datas de passagem em 25/07/2019 e 27/07/2020, no horário 12:57:47,09 UTC, permitindo a avaliação pré e pós-evento.

O NDVI, inicialmente proposto por Rouse et al. (1973), relaciona as medidas espectrais de duas bandas, a reflectância da faixa do infravermelho próximo (NIR) - 0,76 e 0,90 μm - e a reflectância no visível, mais precisamente, o vermelho (R) - 0,63 a 0,69 μm - como exemplificado na Equação 1 (Ponzoni; Shimabukuro, 2012).

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

O valor do índice varia de -1 a +1, em que, quanto mais próximo de -1 maior é a reflectância do visível, o que geralmente classifica corpos hídricos; valores próximos de 0 indicam solo exposto; já valores próximos de +1, correspondem a vegetação sadia e fotossinteticamente ativa (Oliveira et al., 2012, Quesada et al., 2017).

Para o mapeamento da temperatura de superfície realizou-se procedimentos de correção atmosférica e conversão radiométrica, similarmente ao trabalho de Luz et al. (2020). A conversão iniciou-se com o cálculo da radiância espectral obtida no topo da atmosfera (TOA), através de equação recomendada pelo USGS (<https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product>). O valor de radiância espectral TOA (L_λ) foi, então, utilizado no cálculo da radiância de um alvo na superfície (L_T) através da Equação 2 (Barsi et al., 2003):



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

$$L_T = \frac{L_\lambda - L_u - (1 - \varepsilon)L_D}{\tau\varepsilon} \quad (2)$$

onde:

L_T é a radiância de um alvo negro de temperatura cinética em Watts/ (m² sr μm); τ é a transmissividade da atmosfera; ε é a emissividade da superfície; L_u é a radiância emitida pela superfície em Watts/ (m² sr μm); e L_D é a radiância recebida pela Superfície em Watts/ (m² sr μm).

Nota-se que a etapa de correção atmosférica considera tanto a influência atmosférica quanto a de emissividade no sinal gravado pelo instrumento a bordo do satélite. Alguns desses dados foram obtidos através do site da NASA (<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>), em posse dos parâmetros das imagens de satélite utilizadas (Tabela 01).

Tabela 01 - Dados do modelo de correção atmosférica aplicados nas imagens

Produto	Ano	Mês	Dia	Hora (UTC)	τ	L_u	L_D
LC08_L1TP	2019	Julho	25	12:57:47,09	0,83	1,30	2,14
LC08_L1TP	2020	Julho	27	12:57:47,09	0,79	1,64	2,65

Fonte: valores obtidos pelo modelo de Barsi et al. (2003)

Os dados de emissividade de superfície (e), por sua vez, foram obtidos através do algoritmo de Van de Griend e Owe (1993) que relaciona emissividade com NDVI, conforme a Equação 3:

$$e = 1,009 + 0,047 \ln NDVI \quad (3)$$

Por fim, depois de realizada a correção atmosférica, utilizou-se a radiância de um alvo na superfície (L_T) no cálculo da temperatura de superfície (T_s) em graus Celsius (°C) através da Equação 4:

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_t} + 1\right)} - 273,15 \quad (4)$$

onde:

K_1 é a constante de conversão termal específica de banda, equivalente a 774,89 para a banda 10 e K_2 é a constante de conversão termal específica de banda, equivalente a 1.321,08 para a



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

banda 10.

A geração dos valores de NDVI e temperatura de superfície foram realizados através da ferramenta *Raster Calculator* disponível no software ArcGIS 10.2, e os mapas foram dispostos em uma mesma folha, facilitando a análise objetivada.

Para complementar a discussão, foram analisados os dados de precipitação de 6 estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizadas próximas a área de estudo. Os dados diários de precipitação foram acumulados para todo o mês de julho de 2020, mês do incêndio na APASM, e interpolados através da ferramenta *TIN* (Malha Irregular Triangulada) no QGIS (v. 3.16). Neste método são delimitados círculos circunscritos ao redor dos pontos amostrais, e suas intersecções são conectadas por uma rede de triângulos não sobrepostos (Da Cunha et al., 2017). A interpolação com dados de chuva é uma importante alternativa para áreas onde há poucas informações pluviométricas ou em regiões onde estão irregularmente distribuídas como é o caso da área de estudo (Ferreira Filho et al., 2019).

3. Resultados e discussões

O acumulado de precipitação (Figura 2), obtido por meio da interpolação, demonstrou que no mês de ocorrência do evento (julho/2020) a distribuição espacial de chuvas não ultrapassou os 12 mm na região acometida pelo incêndio. Uma estação meteorológica localizada na cidade de Passa Quatro (MG) registrou que o mês de julho obteve 0,53% (6,6 mm) do total de chuvas do ano de 2020 (1253 mm). Segundo o banco de dados do INMET (para esta mesma estação), cuja coleta de dados teve início em maio de 2007, a média de precipitação do mês de julho é de aproximadamente 28 mm. No entanto, 2020 não foi o ano com menor acumulado de precipitação do mês de julho, os anos de 2008, 2011, 2015, 2016 e 2017 apresentaram 0,2, 0,4, 0, 0,8 e 2,2 mm, respectivamente.

Como esperado, esta região apresenta verão chuvoso e inverno seco, variabilidade sazonal típica do sistema de monção sul-americano (Reboita et al., 2010). Durante os meses de inverno, a diminuição do aquecimento superficial, aliado ao deslocamento da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) para oeste, faz com que a precipitação atinja seu mínimo (Degola, 2013). Segundo as cartas sinóticas de superfície do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), a partir do dia 04 de julho a região passou a ser afetada pela presença de sistemas de alta pressão e pela proximidade da ASAS.

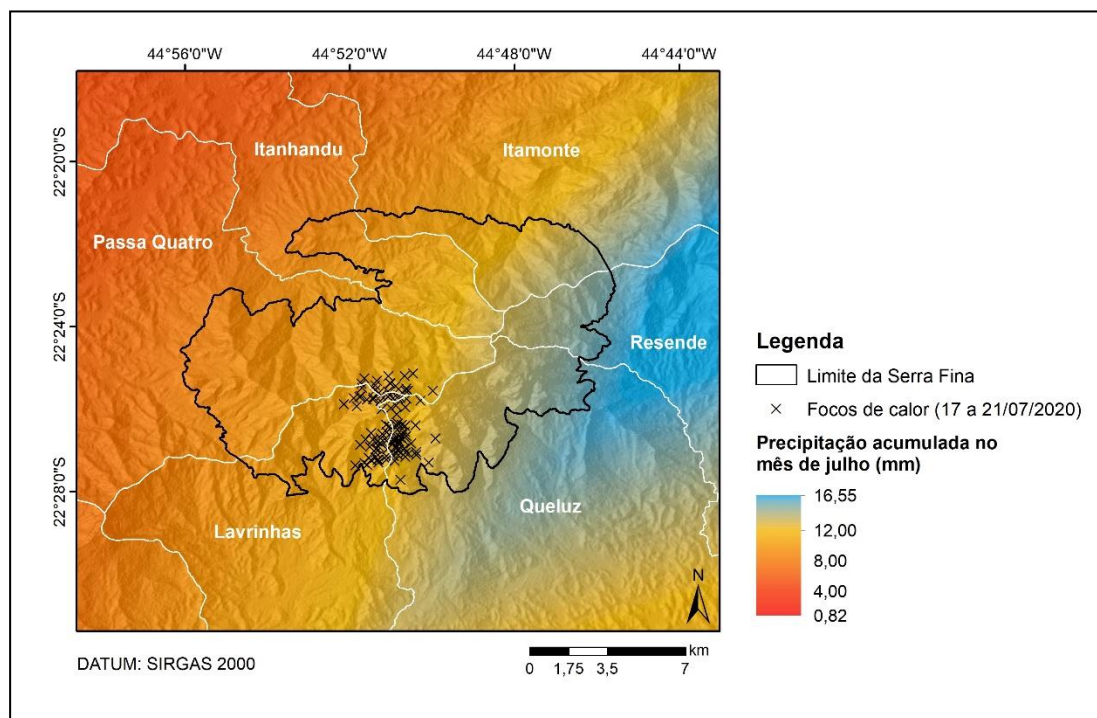


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 8 - Distribuição espacial de precipitação acumulada na área de estudo no mês de julho



Tais condições meteorológicas são responsáveis por um ambiente que facilita a propagação do fogo. Aliada a estas questões, o tipo de vegetação interfere na propensão ao início e ao alastramento do fogo, visto que segundo Miranda et al. (2018), áreas compostas por vegetação rasteira e mais seca acabam se tornando mais vulneráveis a queimadas do que áreas florestadas e em ambiente úmido.

Depois que o fogo atinge a superfície, ele se torna responsável pela alteração nos valores de NDVI e temperatura de superfície, como pode-se verificar na área mais atingida (Figura 2). No geral, não foram encontrados valores de NDVI muito próximos de 1 e isso se deve ao fato da vegetação dos campos de altitude da Serra da Mantiqueira ser constituída por matriz campestre, onde predominam gramíneas, pequenos arbustos, algumas arvoretas e ervas, além de espécies que ocorrem em ilhas de vegetação sobre afloramentos rochosos (Ribeiro et al., 2007).

As temperaturas superficiais apresentaram médias próximas a 17,5°C em toda a região da Serra Fina em ambos os períodos (pré e pós-fogo). Especificamente nos locais atingidos pelo fogo, devido a absorção de radiação pelas cinzas, as temperaturas de superfície ultrapassaram os 35°C, assim como o observado por Fernandes et al. (2016) que encontrou temperaturas entre



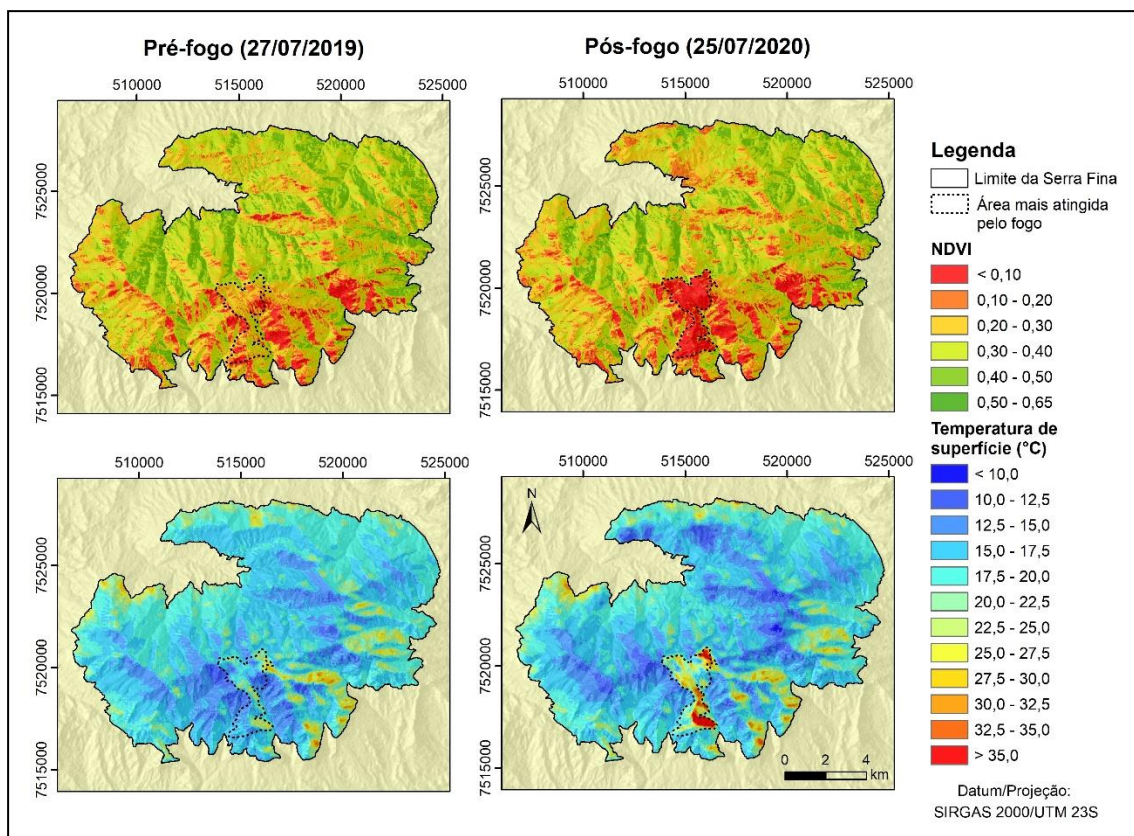
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

36 e 42°C nas áreas queimadas da APA do Rio Pandeiros (MG) em 2014.

Figura 9 - Evolução do NDVI e temperatura de superfície pré e pós-fogo na área de estudo



De forma a facilitar a identificação da evolução temporal dos índices estudados pré e pós-fogo, além da elaboração do mapa (Figura 3), foram calculados os percentuais de área correspondentes a cada uma das classes definidas, considerando-se somente a área queimada (Tabela 02).

Tabela 02 – Percentual de área das classes de NDVI e temperatura de superfície na área mais atingida pelo fogo

NDVI	2019 (%)	2020 (%)	T _{superfície} (°C)	2019 (%)	2020 (%)
< 0,10	11,70	79,56	< 12,5	4,20	0,00
0,10 - 0,20	23,22	17,70	12,5 - 17,5	53,20	11,45
0,20 - 0,30	53,02	2,55	17,5 - 22,5	30,35	31,09
0,30 - 0,40	12,07	0,18	22,5 - 27,5	12,25	27,64
0,40 - 0,50	0,00	0,00	27,5 - 32,5	0,00	14,18
0,50 - 0,65	0,00	0,00	> 32,5	0,00	15,64

Fonte: dados compilados e organizados pelas autoras.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Observou-se um aumento de 67,86% de área com valores de NDVI inferiores a 0,10 e uma redução de 11,89% de áreas com NDVI superior a 0,30 na área queimada. Em um estudo para o mapeamento de cobertura da terra através da Análise de imagens baseada em objetos geográficos (GEOBIA) no Parque Nacional do Itatiaia, cuja parte alta é um local com características vegetativas similares ao da Serra Fina, Colares et al. (2015) identificaram as áreas vegetadas como sendo aquelas com NDVI superior a 0,09 e caracterizando as florestas (vegetação de alto porte) pelo limiar de 0,35. Considerando-se tais valores de índice, pode-se perceber que houve uma grande redução de vegetação e consequente aumento na quantidade de solo exposto no local queimado.

Em relação à temperatura superficial, houve um aumento da ocorrência de valores superiores a 27,5°C, não verificados na imagem de satélite do ano de 2019 e que no cenário pós-fogo representaram 29,82% da área atingida pelo incêndio. Um dos motivos dessa elevação da temperatura de superfície em áreas queimadas está na alta absorção de radiação pelas cinzas geradas após a queima da biomassa, podendo provocar alterações na temperatura do ar e perturbações no processo de interação terra-atmosfera (Fernandes et al., 2016; Quintano et al., 2019).

Há de se destacar, ainda, a relação entre os dois índices estudados: quanto menor a cobertura vegetal de uma área, menor o NDVI e maior a temperatura superficial. A cobertura vegetal, especialmente a arbórea que apresenta folhagem mais densa, absorve a maior parte da radiação eletromagnética vinda do sol (consumida no processo de fotossíntese), inibindo que esta chegue até a superfície e pela sua reflexão, aqueça a camada de ar adjacente (Santos, 2012).

4. Conclusões

A partir do mapeamento de NDVI e da temperatura de superfície dos períodos pré (27/07/19) e pós fogo (25/07/21) foi possível identificar o impacto do incêndio florestal ocorrido entre os dias 16 e 21 de julho de 2020 na região da Serra Fina. De forma geral, naturalmente, o NDVI da região não apresenta valores muito próximos de 1, em razão das características da vegetação local - campos de altitude. No entanto, após o incêndio, observou-se um aumento de 67,86% de área com valores de NDVI inferiores a 0,10 e uma redução de 11,89% de áreas com NDVI superior a 0,30 na área queimada.

No que tange a temperatura superficial, no período pré-fogo, os valores permearam entre 10 e 30°C, enquanto no pós-fogo, as temperaturas de superfície na região dos focos de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

queimadas ultrapassaram os 35°C, devido a absorção de radiação pelas cinzas provenientes da queimada.

Além disso, a partir do levantamento de condições meteorológicas no mês da ocorrência do incêndio, foi possível observar que a distribuição espacial de chuva na região não ultrapassou os 12 mm. Tal condição meteorológica se torna um agravante na propagação do fogo, principalmente na região, em razão de declividades de até 90 graus que dificultam as ações de controle de incêndios. Fato importante, também, para ser considerado na elaboração de políticas voltadas ao uso público, visto que existe um excesso de visitantes nas trilhas da Serra Fina, principalmente nos feriados e na temporada de montanha (que se inicia justamente no período de diminuição das chuvas).

Dessa forma, torna-se importante medidas de fiscalização e ordenamento do turismo e aumento de assistência técnica aos pecuaristas da região que utilizam o fogo para a renovação de pastagem, visando o desenvolvimento dessas atividades de forma mais sustentável. Ademais, ações de educação ambiental são essenciais na sensibilização de moradores e, especialmente, visitantes da área, a fim de se evitar incêndios, principalmente em períodos de estiagem, quando as condições meteorológicas geram uma maior suscetibilidade à propagação do fogo, como ocorrido no evento aqui estudado.

5. Referências

ADÁMEK, M.; BOBEK, P.; HADINCOVÁ, V.; WILD, J.; KOPECKÝ, M. Forest fires within a temperate landscape: a decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. **Forest Ecology and Management**, v. 336, n. 2015, p. 81-90, 2015.

ALVARADO, S.; SILVA, T.; ARCHIBALD, S. Management impacts on fire occurrence: a comparison of fire regimes of african and south american tropical savannas in different protected areas. **Journal Of Environmental Management**, v. 218, p. 79-87, 2018.

ARAGÃO, L.; ANDERSON, L.; FONSECA, M.; ROSAN, T.; VEDOVATO, L.; WAGNER, F.; SILVA, C.; SILVA JR., C.; ARAI, E.; AGUIAR, A.; BARLOW, J.; BERENGUER, E.; DEETER, M.; DOMINGUES, L.; GATTI, L.; GLOOR, M.; MALHI, Y.; MARENGO, J.; MILLER, J.; PHILIPS, O.; SAATCHI, S. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions, **Nat. Commun.**, v. 9, 536, 2018.

AZEVEDO, S.; SOARES, L.; TORRES, L. Temperatura de superfície e uso e cobertura do solo em municípios da região metropolitana de Belém/PA. **Rev. Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 214-222, 2020.

BA, R.; SONG, W.; LI, X.; XIE, Z.; LO, S. Integration of Multiple Spectral Indices and a Neural



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Network for Burned Area Mapping Based on MODIS Data. **Remote Sensing**, v. 11, p. 326, 2019.

BARSI, J. A.; BARKER, J. L.; E SCHOTT, J. R. An atmospheric correction parameter calculator for a single thermal band earth-sensing instrument. In: IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003, Toulouse. **Proceedings [...]** IEEE, 2003, v. 5, p. 3014-3016.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 07 abr. 2021.

CHEN, W.; MORIYA, K.; SAKAI, T.; KOYAMA, L.; CAO, C. X. Mapping a burned forest area from Landsat TM data by multiple methods. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, v. 7, p. 384-402, 2016.

CLEMENTE, S.; OLIVEIRA Jr, J.; LOUZADA, M. Focos de calor na Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 4, p. 669-677, 2017.

COLARES, I.; NUNES, M.; SOUSA, G.; FERNANDES, M. Aplicação de GEOBIA para classificação da cobertura da terra no Parque Nacional do Itatiaia. **Rev. Brasileira de Geomática**, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2015.

DA CUNHA, D.; ALBUQUERQUE FILHO, J.; SALES, J.; LOURENÇO, R. Identificação de áreas com perda de solo acima do tolerável usando NDVI para o cálculo do fator C da USLE. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 42, p. 72-85, 2017.

DEGOLA, T. Impactos e variabilidade do anticiclone subtropical do Atlântico Sul sobre o Brasil no clima presente e em cenários futuros. 2013. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Departamento de Ciências Atmosféricas, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 2013.

DETZEL, V.; BALDIM, M.; CIT, C.; LAMBERTI, S. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira**. Brasília: ICMBio, 2018. 371 p.

FERNANDES, A.; COUTINHO, M.; SANTOS, V.; NASCIMENTO, C. Utilização de intervalos de índices de vegetação e temperatura da superfície para detecção de queimadas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 30-40, 2016.

FERREIRA FILHO, D.; BEZERRA, P.; DA SILVA, M.; RODRIGUES, R.; DE MOURA FIGUEIREDO, N. Aplicação de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas da rede hidrográfica: estudo de caso calha norte-PA. **Rev. Brasileira de Climatologia**, 24, 2019.

FORKE, M.; DORIGO, W.; LASSLOP, G.; TEUBNER, I.; CHUVIECO, E.; THONICKE, K. A data-driven approach to identify controls on global fire activity from satellite and climate observations (SOFIA V1). **Geoscientific Model Development**, v. 10, p. 4443-4476, 2017.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **ICMBio e parceiros controlam incêndio na Serra da Mantiqueira**. 2020. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/11208-icmbio-e-parceiros-controlam-incendio-na-serra-da-mantiqueira>. Acesso em: 08 abr. 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **BDQueimadas**. 2020. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 02 abr. 2021.

KOPROSKI, L.; FERREIRA, M.; GOLDAMMER, J.; BATISTA, A. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR). **Floresta**, v. 41, p. 551-562, 2011.

LUZ, L.; VERGARA, R.; FONSECA, S. Mapeamento da Temperatura da Superfície Continental do Perímetro Urbano de Palmas/TO a partir de Imagens Landsat-8. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 1, p. 42-56, 2020.

MARCUZZO, S.; ARAÚJO, M.; GASPARIN, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 129-140, 2015.

MIRANDA, M.R.S.; NEVES, L.F.S.; KREITLOW, J.P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Distribuição de queimadas e mudanças na cobertura vegetal e uso da terra no bioma Pantanal, Cáceres-Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 65, p. 91-108, 2018.

MOREIRA, P.; MENDES, T.; SANTOS, D. Avaliação de locais potenciais para instalação de torres de observação para prevenção de risco de incêndios florestais. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1266-1282, 2020.

NUMATA, I.; SILVA, S.; COCHRANE, M.; D'OLIVEIRA, M. Fire and edge effects in a fragmented tropical forest landscape in the southwestern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 401, p. 135-146, 2017.

OLIVEIRA, L.; GUASSELLI, L.; ANTUNES, R. Variação espaço temporal de NDVI no Rio Madeira, na área de aproveitamento hidrelétrico da UHE Santo Antônio - RO. **Rev. Geonorte**, v. 2, p. 1823-1832, 2012.

PONZONI, F.; SHIMABUKURO, Y. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2012.

QUESADA, H.; REDONDO, G.; VERNASQUI, L.; MAGNONI, P.; ARANTES, E. Análise da vegetação ripária em bacia hidrográfica utilizando Índice de Vegetação Normalizada (NDVI) no município de Maringá-PR. **Geo Uerj**, v. 31, p. 439-455, 2017.

QUINTANO, C.; FERNANDEZ-MANSO, A.; MARCOS, E.; CALVO, L. Burn Severity and Post-Fire Land Surface Albedo Relationship in Mediterranean Forest Ecosystems. **Remote Sensing**, v. 11, p. 2309, 2019.

REBOITA, M.; GAN, M.; ROCHA, R.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Rev. brasileira de meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

RIBEIRO, K.; MEDINA, B.; SCARANO, F. Species Composition and Biogeographic Relations of the Rock Outcrop Flora on the High Plateau of Itatiaia, SE-Brazil, **Revista Brasileira de**



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Botânica, v. 30, n. 4, p. 623-639, 2007.

ROUSE, J.; HAAS, R.; SCHELL, J.; DEERING, D. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. **NASA special publication**, v. 351, p. 309, 1974.

SANTOS, J. Campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical úmida. **Rev. Brasileira de Geografia Física**, v. 03, p. 540-557, 2012.

SAPUCAHY, M. Pedra de Mina: visitação e impacto na trilha do Paiolzinho. Campinas, SP. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SETZER, A.; MORELLI, F.; RIVERA-LOMBARDI, R. Estimativa quinzenal de áreas queimadas. In: RUDORFF, B.; SHIMABUKURO, Y.; CEBALLOS, J. (Org.). **O sensor MODIS e suas aplicações no Brasil**. São José dos Campos: Editora Parêntese, 2007.

SILVA Jr., C.; ANDERSON, L.; OLIVEIRA, L.; ARAGÃO, C.; RODRIGUES, B. Dinâmica das queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Rev. do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 1-14, 2018.

SMITH, L.; ARAGAO, L.; SABEL, C.; NAKAYA, T. Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon. **Scientific reports**, v. 4(1), p.1-8, 2014.

STEINMETZ, S. (coord.). **Plano de Manejo da RPPN Pedra da Mina**. 2020. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/sites/243/2020/11/plano-manejo-rppn-pedra-mina.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

TORRES, F.; LIMA, G.; COSTA, A.; FÉLIX, G.; SILVA Jr., M. Perfil dos incêndios florestais em Unidades de Conservação brasileiras no período de 2008 à 2012. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 531-542, 2017.

VAN DE GRIEND, A.; OWE, M. On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. **International Journal of Remote Sensing**, v. 14, n. 6, p. 1119-1131, 1993.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE DOS DISCURSOS HEGEMÔNICOS NA CONSTRUÇÃO DO RISCO E DO RACISMO AMBIENTAL NA PERSPECTIVA DA GEOGRAFIA DO CLIMA

DANIEL SENA DE JESUS¹
PAULO C. ZANGALLI JR²

RESUMO

Esse artigo tem como objetivo analisar os discursos hegemônicos oficializados por meio da mídia em busca de relacionar a construção do risco e do racismo ambiental no município de Salvador - BA. Para tal, discute-se a relação intrínseca entre o Estado e a mídia o racismo ambiental e como essa instituição está historicamente alinhada a projetos e concepções racistas que de forma intencionada ou não que aprofundam as desigualdades das pessoas pretas. Posteriormente, analisou-se 3 reportagens do jornal eletrônico “Correio: o que a Bahia quer saber” e classificou em nos seguintes grupos: i) o assistencialismo entre as condições de habitualidade e excepcionalidade; ii) Presença e ausência do risco (Estado); iii) Naturalização dos fenômenos. Por fim, apresenta-se como uma análise da realidade feita por meio da geografia do clima pode ser uma possibilidade de leitura crítica da realidade e se aliado a comunidade pode ser um instrumento de luta por direitos civis.

Palavras-chave: Geografia do clima urbano de Salvador; Análise dos Discursos Hegemônicos, Risco Climático; Racismo ambiental.

ABSTRACT

This article aims to analyze the official hegemonic discourses through the media in order to relate the construction of risk and environmental racism in the city of Salvador - BA. To this end, we discuss the intrinsic relationship between the State and environmental racism and how this institution is historically aligned with racist projects and conceptions that intentionally or unintentionally deepen the inequalities of black people. Subsequently, 3 reports from the electronic newspaper “Correio: o que a Bahia quer saber” [Mail: Whats Bahia wants to Know] were analyzed and classified into the following groups: i) assistance between the conditions of habituality and exceptionality; ii) Presence and absence of risk (State); iii) Naturalization of the phenomena. Finally, it presents itself as an analysis of the reality made through the geography of the climate can be a possibility of critical reading of the reality and if allied to the community it can be an instrument of fight for civil rights.

Keywords: Geography of the urban climate of Salvador; Analysis of hegemonic discourses, climatic risk; Environmental Racism.

1. Introdução

Este artigo parte da análise da geografia do clima urbano de Salvador e objetiva relacionar o racismo ambiental com os riscos e vulnerabilidades climáticas. Para isso,

¹ Graduando em geografia, UFBA, danielsenajesus@gmail.com

² Professor Dr. do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFBA, pauloczangalli@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

consideramos o clima urbano como uma construção social (SANT'ANNA NETO, 2011).

Para uma análise do clima urbano deve-se partir da apropriação, produção e reprodução do espaço urbano (SANT'ANNA NETO, 2011). Espaço esse produzido sobre uma lógica econômica que é desigual e aprofunda as suas desigualdades quando na sua essência permite a acumulação privada de capital concentrados nas mãos de poucas pessoas.

Consideramos, portanto, que Salvador, estruturada historicamente sob a égide do modelo econômico capitalista contraditório, resulta em territórios segregados que são ocupados e produzidos por sujeitos distintos. Consideramos que essas contradições produzidas e geridas pelo Estado produzem conflitos sociais e ambientais e, por isso, demanda mecanismos ideológicos que ocultem essas contradições e os conflitos.

Assim, o Estado, os agentes e sujeitos hegemônicos utilizam da mídia como um meio de propagação e legitimação de seus ideais. A mídia, que também é um agente social em disputa é considerada, nesse trabalho, a partir das agendas conservadoras e progressistas. Por isso, a relação entre ambos deve ser analisada considerando que todo discurso tem uma historicidade, um caráter social e carrega uma perspectiva político-ideológica

Posto essas afirmações, a primeira parte deste artigo enfrenta o debate sobre como o Estado se configura como um agente social que ao mesmo tempo é produtor, reproduzidor e legitimador de um racismo que é institucional-estrutural-ambiental por meio de políticas, leis e ações no qual reforçam as desigualdades espaciais, sociais e ambientais.

No segundo momento, analisa-se como as narrativas e os discursos sobre a temática dos deslizamentos é abordado pelo poder público em Salvador mascarando as reais desigualdades históricas da população preta que habitam no município de Salvador e ocultando os agentes e processos causadores da condição desses sujeitos de vulnerabilidade.

2. O Estado e o Racismo ambiental

A concepção da noção de raça surge no século XVI. Essa noção mudou ao longo da história dependendo das correntes ideológicas e políticas-econômicas. Pode-se demarcar o Colonialismo/Grandes Navegações como o período das primeiras implementações das ideias científicas-filosóficas de classificação da humanidade em diferentes grupos separados por raça. Herdado das ciências naturais - que classificavam as plantas e animais - as ciências humanas aplicavam essa classificação nos seres humanos para justificar a escravidão e o genocídio das populações, principalmente da África e das Américas (ALMEIDA, 2019).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Zangalli Jr. (2018) aponta que dentre as ciências humanas, a geografia tem um papel central, em especial a climatológica, que foi instrumento ideológico nesse debate. O clima foi usado para justificar e legitimar o colonialismo europeu. Silvio Almeida (2019) também parte desse princípio e afirma que:

[...] condições climáticas e/ou ambientais – determinismo geográfico – seriam capazes de explicar as diferenças morais, psicológicas e intelectuais entre as diferentes raças. Desse modo, a pele não branca e o clima tropical favoreceriam o surgimento de comportamentos imorais, lascivos e violentos, além de indicarem pouca inteligência [...] (ALMEIDA, 2019, p.21).

O que esses dois autores apontam é que a ciência, mas não somente essa instituição, foi uma das responsáveis por criar concepções morais e racistas subsidiando, ao longo da história, mecanismos políticos para que essa população, historicamente minorizada, não desenvolvesse ódio racial e de classe. Por isso, o debate racial se mostra atual, pois a sociedade atual é originada e estruturada por uma ideologia racista.

Almeida define racismo como:

Podemos dizer que o racismo é uma forma sistemática de discriminação que tem a raça como fundamento, e que se manifesta por meio de práticas conscientes ou inconscientes que culminam em desvantagens ou privilégios para indivíduos, a depender do grupo racial ao qual pertençam (ALMEIDA, 2019, p.22).

Os processos de segregação/periferização geográfica culminam, dentre outras coisas, na separação dos bairros de residência dos sujeitos que detêm maior renda dos que detêm uma menor renda no espaço urbano. A segregação pode ocorrer de forma espacial ou social. Como resultado do processo de segregação, temos como forma no espaço urbano as periferias e bairros populares – que em Salvador, coexistem espacialmente com bairros de extratos de renda média e alta. Essa segregação é condicionada pelas ações do poder público aliado à iniciativa privada por meio de uma lógica econômica (PAVIANI, 1994; SANT'ANNA NETO, 2011; SPOSITO, 2013; ALMEIDA, 2019). No Brasil, um país ex-colônia, ex-escravista, no qual a renda está - quase sempre - relacionada a cor da pele pode-se dizer que o racismo está materializado no espaço geográfico por meio da segregação racial.

O racismo ocorre no âmbito da individualidade, mas não só. O racismo é também institucional e estrutural. Silvio Almeida afirma que as instituições “passam a atuar em uma dinâmica que confere, ainda que indiretamente, desvantagens e privilégios com base na raça.” (ALMEIDA, 2019, p. 26). E continua:

O racismo tem, portanto, duas funções ligadas ao poder do Estado: a primeira



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

é a de fragmentação, de divisão no contínuo biológico da espécie humana, introduzindo hierarquias, distinções, classificações de raças. O racismo estabelecerá a linha divisória entre superiores e inferiores, entre bons e maus, entre os grupos que merecem viver e os que merecem morrer, entre os que terão a vida prolongada e os que serão deixados para a morte, entre os que devem permanecer vivos e o que serão mortos. E que se entenda que a morte aqui não é apenas a retirada da vida, mas também é entendida como a exposição ao risco da morte, a morte política, a expulsão e a rejeição (ALMEIDA, 2019, p. 71).

É com essa divisão feita pelo Estado sobre os que devem viver e os que devem morrer, não só de forma direta, mas também na exposição ao risco que se define o que é racismo ambiental.

A noção de racismo ambiental surgiu nos Estados Unidos da América - EUA - por meio de lutas sociais por justiça ambiental aliando-se ao movimento negro e a sua agenda por lutas por igualdades. A busca por justiça ambiental partia do princípio de que havia uma injustiça ambiental - racismo ambiental - nas ações estatais e das indústrias privadas nos danos ambientais nos bairros de moradia de trabalhadores, de pessoas de baixa renda ou grupo étnico-racial. E estudos apontavam que nos EUA o fator raça era mais forte que o fator renda na escolha da localização no qual seria implementado as indústrias ou atividades que gerariam danos ao ambientais e na saúde coletiva dos moradores próximos (ACSELRAD, 2002; HERCULANO, 2008).

Atualmente esse conceito de racismo ambiental foi ampliado e concorda-se com o Mir (2012) quando o autor afirma que o racismo ambiental é uma prática política, intencional ou não que desfavorece indivíduos ou um grupo baseado em sua raça ou cor, havendo perda material, simbólica ou humana.

Em síntese, neste tópico percorreu-se como a noção de raça foi utilizada para classificar os diferentes grupos humanos e os seus discursos justificaram uma narrativa que inferiorizava todos os grupos sociais que não pertenciam à classe hegemônica. Dessa forma, a ciência - e aqui joga-se luz a geografia e o determinismo geográfico pela climatologia - tem um dever histórico de reparação social, por meio da busca por justiça social, espacial e ambiental.

Depois, foi apresentado como o racismo se materializa no espaço geográfico por meio da segregação geográfica, condicionando principalmente sujeitos pretos a habitar em territórios que são invisibilizados pelo Estado e que tem como projeto de planejamento urbano a exclusão social dos direitos civis, evidenciando sua dimensão institucional e estrutural.

Por fim, apresentou-se como o processo de segregação é aprofundado quando se



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

constata que os danos ambientais e na saúde coletiva, oriundos dos fenômenos climático, é concentrado em territórios de moradia principalmente de sujeitos pretos, evidenciando um racismo ambiental.

3. Análise dos discursos

Todo discurso carrega uma carga histórica, social e política. A análise de um discurso deve ir em busca do encontro entre a linguística, as ciências sociais e a história. Os discursos são práticas sociais dos sujeitos e carregadas de ideologias. Por isso, nenhum discurso é neutro ou a-histórico ou inocente (VIEIRA e RIBEIRO, 2017). Um discurso pode ser proferido de diversas formas e por diversos sujeitos, mas quando ele é materializado por um representante político em um jornal se faz premente analisar o que é e não é dito, pois esses discursos carregam uma carga de valores e uma perspectiva política.

Neste trabalho, analisou-se 3 reportagens do jornal eletrônico 'Correio da Bahia: O que a Bahia quer saber' sobre a temática dos deslizamentos e alagamentos na cidade de Salvador. Para fins analíticos, dividimos em três categorias: i) o assistencialismo entre as condições de habitualidade e excepcionalidade; ii) a presença e ausência do risco e do Estado; iii) a naturalização dos fenômenos.

i) O assistencialismo entre as condições de habitualidade e excepcionalidade

O discurso produzido nesta categoria foi expresso em matéria publicada no dia 30 de abril de 2015 intitulada "Quase 400 famílias moradoras de áreas de risco já recebem benefícios após chuvas". A reportagem inicia informando e afirmando a dimensão assistencialista do Estado frente à materialização dos riscos, sugerindo que:

Cerca de 376 famílias moradoras de áreas de risco e atingidas pelas fortes chuvas que caem em Salvador desde a última segunda-feira (27) foram ajudadas pela prefeitura até esta quinta-feira (30).

Destaca-se a palavra "ajudadas". Essa palavra remete a benesse, favor, benevolência. Como se o Estado - aqui no caso a prefeitura - realizasse uma ação voluntária. Essa dimensão expressa na palavra ajudadas desobriga os poderes públicos à garantia dos direitos, que inclui a assistência aos atingidos por tragédias e calamidades, e apaga o seu papel na reparação histórica, uma vez que o Estado condicionou esses moradores a habitar em áreas segregadas. Importante lembrar que a moradia é um direito inalienável e assegurado na Constituição Federal



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

de 1988 (BRASIL, 1988). A partir do momento em que o Estado se comporta como um agente assistencialista que oferece “benefícios”, se ausenta da garantia de direito à moradia, que por sua vez, como mostrado de forma subjetiva, está relacionado ao direito à vida. Dessa forma negar direitos civis em troca de assistencialismo é negar o direito à vida. A reportagem continua e no segundo parágrafo a notícia é apresentada destacando o valor da “assistência”:

Do total, 276 delas foram beneficiadas com o Aluguel Social benefício no valor de R\$300 pago através da Secretaria Municipal de Promoção Social, Esporte e Combate à Pobreza (Semps). As demais estão distribuídas nos três abrigos disponibilizados pela administração municipal.

O aluguel social como mostrado neste parágrafo é no valor de R\$300 e tem o período de 3 meses. Questiona-se se com o valor de R\$300 é possível alugar uma casa/ apartamento em qualquer área com planejamento urbano minimamente adequado? E os bens materiais perdidos? Esse auxílio ajuda de fato as famílias atingidas a superar a sua condição de moradores de áreas em risco?

A dimensão temporal do auxílio (3 meses) deve ser problematizada. O auxílio cobre o período chuvoso, encerrando-se, justamente quando as chuvas deixam de ser configurar como uma ameaça. Assim, o risco, que muitas vezes a prefeitura só reconhece no momento da precipitação, deixa de existir sem a precipitação - no plano discursivo e das políticas públicas - condicionando as famílias atingidas - mais uma vez pelo Estado - a retornar às suas antigas casas nas áreas em risco - aquelas que não perderam os seus imóveis por completos.

O terceiro, quarto e quinto parágrafos tratam da localização dos alojamentos que estão sendo utilizados para receber os desabrigados:

Na San Martin e Bonocô, são utilizadas estruturas de hotéis, com quartos e banheiros adequados para receber os desabrigados. No Largo do Tanque, foi locado um prédio onde funcionava uma clínica médica e, na Sete Portas, um galpão estruturado com banheiros químicos e contêineres podem abrigar pessoas, caso haja necessidade. A população conta ainda com o Espaço Cultural Axé, em Pau da Lima. Todos esses espaços têm capacidade para até 600 pessoas.

As escolas municipais Helena Magalhães e Carlos Batalha, ambas em Boa Vista de São Caetano, vão deixar de ser utilizadas como abrigos e retornam às atividades letivas na próxima segunda-feira (4).

Já os pertences (móveis, utensílios domésticos e afins) são encaminhados para um dos três galpões, localizados na Sete Portas, Comércio e Fazenda Coutos, com segurança feita por policiais militares e guarda municipal.

Não se trata se aspecto acessório. Como toda dimensão discursiva está estruturada sob a perspectiva do assistencialismo, o despejo de corpos indesejados se configura como algo que precisa ser naturalizado. Assim, nada impede que, descaracterizada a centralidade dos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

direitos civis – principalmente aquele relacionado à moradia -, as pessoas sejam despejadas em galpões “com banheiros químicos e contêineres”. O desfecho disso aparece com o projeto de lei criado para consolidar a ajuda. Assim os dois últimos parágrafos da reportagem apontam para a elaboração de um projeto de lei:

O projeto de lei que estabelece auxílio de até três salários mínimos para vítimas de calamidades na capital baiana foi aprovado por unanimidade pela Câmara Municipal de Salvador durante sessão extraordinária realizada nesta quarta-feira (29). Atualmente, a prefeitura tem o auxílio-moradia, que é de R\$ 300 por mês, mas apenas para famílias que ficam desabrigadas.

O projeto de Lei nº 109/15 foi enviado à Câmara na noite de terça-feira (28) pelo prefeito ACM Neto. Com a aprovação, a ajuda valerá tanto para casos de deslizamento de terra e desabamentos, como incêndios e outras tragédias. A concessão do auxílio está condicionada à emissão de laudo técnico pelos órgãos municipais competentes. O pagamento deve ser iniciado na próxima segunda-feira (4).

Nesta finalização da reportagem é mostrado como até o ano de 2015 não havia uma lei no âmbito municipal que assegurasse uma verba para um auxílio aos atingidos de alguma tragédia- exceto famílias desabrigadas. O que importa destacar nessa parte final é como, diante da seletividade espacial dos deslizamentos, a construção discursiva hegemônica inverte os papéis e oculta os processos de vulnerabilização desses lugares, transformando direitos em auxílios. Essa é, portanto, uma construção discursiva que desvela uma das dimensões ideológicas do racismo ambiental.

ii) Presença e ausência do risco (Estado)

O ano de 2015 foi um marco para a política de defesa civil do município de Salvador. Em dois episódios de chuvas, 21 pessoas perderam suas vidas. Dois episódios que ameaçam a coesão social e se configuraram como perigosos à ordem social. A resposta do Estado foi a criação de ações de prevenção, a criação de um centro de monitoramento do tempo e clima (CEMADEC) e a criação de um Sistema de Alerta e Alarme. Em 2018 essas sirenes distópicas, que lembram um cenário de guerra, precisou ser acionada pela primeira vez – e não seria a última. Neste item analisaremos a “carta” escrita e publicada no dia 08 de maio de 2018 pelo diretor da Defesa Civil de Salvador, Sosthenes Macedo, trata-se de artigo intitulado é “Defesa Civil forte e atuante”.

Os três primeiros parágrafos destacam uma rotina de trabalho dos órgãos de defesa civil. Diante do perigo, os protocolos pensados para gerir os riscos são acionados para que as vidas sejam preservadas, destacando-se a dimensão temporal da imediatividade das ações



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

vistas como “imprescindível na prevenção de desastres”. Mas, há um lapso temporal que precisam ser destacado, uma vez que, o sistema de alerta e alarme foi implementado em 2016 e dois anos depois, 2018, precisou ser acionada pela primeira vez.

Essa temporalidade não é acessória, principalmente porque o artigo destaca a criação dos “Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (Nupdecs), programa de capacitação voltado à disseminação de conhecimentos sobre as atividades da Codesal, percepção de risco, primeiros socorros, educação ambiental, entre outros”. Ainda segundo o artigo esses núcleos forma “criados para reduzirem a vulnerabilidade social”.

O debate deve voltar-se, então, para a construção do risco e a concepção a-história e abstrata de vulnerabilidade. Isso porque coexistem em disputa nesses lugares vulnerabilizados, perspectivas distintas de risco que, em alguma medida, o artigo tende a esconder, ou seja, há uma dualidade entre uma visão técnica objetivista e uma concepção social fundada no lugar. Isso aparece quando enunciado o “objetivo [de] formar voluntários aptos a atuar” de forma técnica, dessa forma, “com a adequada mobilização e conscientização da população” os efeitos negativos podem ser minimizados e mitigados.

Segundo Dutra (2015, p.180), a dimensão técnica e objetivista do risco tem sido utilizada para desterritorializar e construir uma perspectiva hegemônica para “legitimar ações de interesse econômico e político de segmentos mais privilegiados da sociedade, tendo como alvo as camadas mais pobres da população”. E é imprescindível lembrar que há uma dimensão espacial que estrutura e é estruturada por essa contradição, uma vez que, como nos lembra Carlos (2019, p.24) “o espaço se transforma em território a partir do qual o Estado não se estrutura”. Logo, o conflito social inerente ao processo descrito é ignorado e suavizado sem que a dimensão hegemônica do Estado seja arranhada.

Mas, há que se considerar que, tratando do risco no plano imaterial, o artigo considera que a conscientização da população que vivencia cotidianamente os riscos é um elemento capaz de reduzir a vulnerabilidade. O Estado, na figura da Codesal, incumbe-se de uma abordagem iluminista que desloca o impacto e o desastre como resultado da ignorância dos atingidos. Dessa forma, como sintetiza Valencio (2010, p.752):

a relação hierárquica entre os agentes de defesa civil e a população vulnerável, na qual tudo se passa como se os afetados por desastres fossem, no geral, uma massa, composta de desqualificados; isto é, um contingente destituído de dignidade e de saberes, vítima de sua própria ignorância ao adotar comportamentos ou formas de territorialização tidos como temerários e que exigiria, portanto, um controle social externo.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A dimensão da vulnerabilidade é esvaziada, e isso faz parte de um processo de “desfazimento do lugar dos afetados” (VARGAS, 2013, p.143), e, portanto, compõe uma estratégia de desistoricizar os processos sociais que tornaram esses lugares vulneráveis e isso ocorre porque a “tendência da vulnerabilidade é organizar e estruturar o risco em sua história social” (NASCIMENTO JR, 2019, p.15).

Essa dualidade se soma ao caráter personalista imposto à dimensão política que mantém o Estado distante da sua dimensão territorial plena. A defesa civil é tratada no artigo a partir da figura do seu diretor, mas principalmente pela figura do chefe do executivo. Assim a verticalidade das ações é mantida e justificada e a fragmentação do papel do estado cumpre a sua funcionalidade. Isso se evidencia no trecho “a Defesa Civil de Salvador, a partir da reestruturação introduzida pelo prefeito ACM Neto, vem aperfeiçoando sua operacionalidade, priorizando o trabalho voluntário, a execução de ações de mitigação de risco”.

Trata-se de uma perspectiva que apresenta a dualidade entre uma perspectiva conservadora e outra progressista da questão social (KOWARICK, 2009), ou seja, o debate conservador individualiza as responsabilidades e coletiviza os danos, enquanto o debate progressista se posiciona na dimensão da garantia dos direitos sociais. Transitar nessa interface permite tratar os riscos por meio de uma desistoricização do processo de ocupação urbana condicionado por fatores estruturantes de uma sociedade com um sistema econômico que divide os grupos sociais em classe, especializado e materializado de forma segregada. Essa perspectiva conservadora, culpa a pobreza/pobre pela sua condição ao mesmo tempo em que utiliza da pobreza para justificar as ocupações, os “danos” e “prejuízos”. Assim, o artigo cumpre sua função ao manter uma dimensão vertical e hegemônica, cognoscitiva e conservadora do risco, invertendo e ocultando as contradições espaciais. Dessa forma:

A ênfase nos riscos (...) esvazia os fundamentos estruturais e classistas dos desastres, colocando-os como “epifenômenos”. Inúmeros desdobramentos danosos são registrados como consequência de tais limitações, gerando a naturalização do processo, a ênfase nos procedimentos de emergência e o posterior abandono, e a consolidação de uma cultura de gestão pública fragmentada, feita de critérios provisórios e convenientes à manutenção da ordem vigente, e ainda, promotora da distorção da própria noção de direitos (...) (VARGAS, 2013, p. 206)

Por fim, essa estratégia compõe a construção discursiva do racismo ambiental, uma vez que situa a vulnerabilidade num plano do combate aos danos, na capacidade de controlar as forças naturais que provocam os desastres por meio de uma consciência iluminista verticalizada. Nega aos sujeitos sociais vulneráveis que vivenciam os riscos em Salvador, que a



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

superação dos fatores sociais que os vulnerabilizam é um direito social devido, nega as contradições e os conflitos e homogeneiza e esconde as reais dimensões do problema. No item a seguir trataremos da naturalização dos impactos

iii) Naturalização dos fenômenos

Já vimos que o Estado assume um papel assistencialista que justifica as ausências e as presenças tanto de suas ações quanto dos riscos (como dimensão discursiva). Essa dupla perspectiva reaparece como norma territorial reforçando a dimensão segregacionista da sua produção histórica. E isso ganha novos contornos quando assume o debate sobre a ordem e a desordem sustentada pela legalidade e ilegalidade das ocupações.

Mas, essa combinação demanda uma perspectiva de base: a naturalização dos episódios e a individualização dos impactos. Por isso apresentamos a reportagem intitulada “Construção de imóvel que desabou e matou família em Pituaçu era **irregular**” (grifo nosso). Essa reportagem figura meses antes da carta aberta do diretor-geral da Defesa Civil de Salvador e, inclusive, tem trechos da fala do próprio. Nesse episódio houve perdas de vidas humanas.

Nos dois primeiros parágrafos são apresentadas as falas do Diretor da CODESAL Sosthenes Macedo:

O diretor da Defesa Civil de Salvador (Codesal), Sosthenes Macedo, afirmou na manhã desta terça-feira (13) que o imóvel de quatro pavimentos que desabou na Rua Alto de São João, em Pituaçu, foi construído de forma irregular. No desabamento, quatro pessoas morreram. Seis casas vizinhas foram isoladas – uma delas foi parcialmente demolida para facilitar o trabalho de resgate.

“Esse não é um local de escorregamento de terra. Trata-se de uma construção irregular. Ou seja, há um risco construtivo. Pelo que a gente apurou, era uma edificação de quatro pavimentos: sótão, térreo, primeiro andar e cobertura. Isso certamente pode ter pesado nesse período de chuvas e ter acontecido esse desabamento”, afirma.

Dois aspectos centrais reaparecem como elementos de sínteses, primeiro a individualização e segunda a dimensão técnica do risco. Assim, a responsabilização pelo desabamento é da irregularidade do imóvel, ou seja, o “risco construtivo”. Trata-se de uma concepção liberal de análise da realidade dos fenômenos, já que ao mesmo tempo individualiza o fenômeno e apaga toda a historicidade do processo de produção do espaço urbano. É preciso analisar a realidade como ela se apresenta sob uma perspectiva histórica-dialética considerando que os processos são estruturais e estruturantes e o Estado tem um papel central, pois ele é um dos principais agentes que organizam e gerenciam o território.

Mas, essa perspectiva precisa de um fundamento natural para sua existência. Por isso,



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

a reportagem apela à seletividade dos eventos para a naturalização dos fenômenos, como destacado no trecho “nas últimas 12 horas, choveu metade do previsto para todo mês de março em Salvador. “Chegamos a 108mm na região de Plataforma”. No entanto, Pituaçu é um bairro situado na orla atlântica de Salvador, com baixa susceptibilidade a deslizamentos. Porém, a reportagem seleciona o bairro de Plataforma, situado no subúrbio ferroviário, na Baía de todos os Santos e, sabidamente, uma das áreas da cidade com maiores acumulados de precipitação. Não à toa, quando selecionamos os dados do INMET, situado no bairro de Ondina, também orla atlântica de Salvador, os acumulados de precipitação em 24 horas no dia 13 de março de março foi de 20,8mm.

Se buscarmos uma distribuição da precipitação neste dia veremos que na estação pluviométrica do CEMADEN situada no bairro do Caminho das Árvores, próximo ao bairro do episódio, os acumulados diários foram de 28,33 mm precipitados em 3 horas, ou seja, com a intensidade de 9,4mm/h. E a estação do Centro Administrativo da Bahia (CAB) o acumulado foi de 65,3mm com intensidade de 16,3mm/h. Conforme verificamos no mapa da figura 1.

Estabelece-se um duplo processo, naturaliza-se o impacto, ao mesmo tempo que humaniza a natureza. Essa combinação é fundamental para que o foco espacial e temporal que estrutura as desigualdades sociais e raciais histórica dilua-se nos acumulados de chuva.

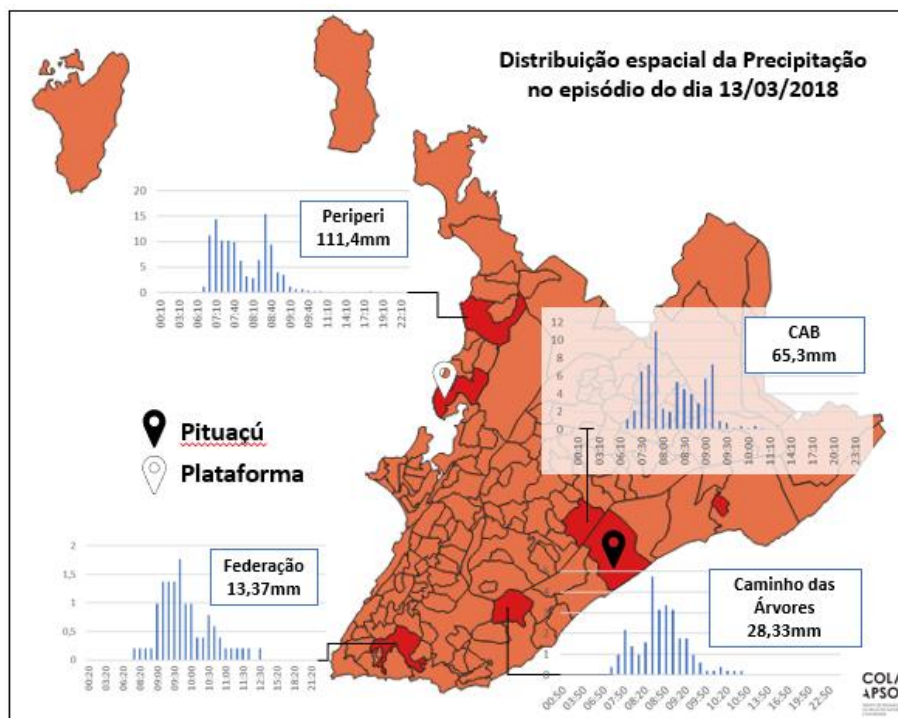


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 1- Distribuição dos Acumulados de Chuva em Salvador (13/03/2018)



Fonte: CEMADEN.

Recorre-se a uma dimensão sociotécnica oficial discursiva e os meios de comunicação acabam apenas transmitindo acriticamente o discurso oficial do Estado, que esconde a relação que o estado tem com as comunidades mais vulnerabilizadas, ou seja, o Estado condiciona, por meios de processos estruturais-estruturantes e históricos, que famílias ocupem essas áreas, depois, o Estado se ausenta não oferecendo políticas públicas de reparação social e histórica. Por último, se exime de qualquer responsabilidade civil sobre os episódios e eventos extremos na cidade e ainda inverte o papel do Estado para a dimensão assistencialista. Assim, como bem nos adverte Valencio (2010, p.756):

[...] a contestação, dita técnica, do direito de morar de um grupo – que, sem alternativas, segue para uma gradual insegurança territorial, material e imaterial – esconde escolhas políticas, pautadas por parâmetros por vezes impronunciáveis de crescimento econômico excludente, a que o espaço apenas reflete. Deste modo, a correspondência socioeconômica e étnico-racial na composição da vulnerabilidade e afetação nos desastres não é uma mera coincidência e só é passível à reversão se tratado no bojo da discussão maior sobre o modelo de desenvolvimento que a sociedade brasileira aspira.

Trata-se, portanto, de um debate que atravessa a estrutura social vigente que se apropria de modo privado do espaço, enquanto socializa os efeitos indesejados de sua



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

reprodução ampliada. Tratar da relação entre tempo, clima e desenvolvimento é mais do que fundamental, mas precisa, antes de qualquer coisa, atacar a essência da sua existência, qual seja, as contradições sócio-históricas da sua lógica reprodutiva.

4. Considerações finais: a Geografia do Clima como uma possibilidade

O risco ambiental e as consequências dos fenômenos meteorológicos, nesse caso de estudo, buscou superar o tripé clássico da climatologia geográfica centrado no ritmo-ação antrópica-impacto ambiental, desvelando o processo individualizante e antropizado segundo lógicas neoliberais. Analisar as contradições ambientais materializadas no espaço por meio da geografia do clima é, antes de tudo, desmascarar os processos dos agentes hegemônicos. Por isso é fundamental a análise histórica-social do território.

Dessa forma, a geografia do clima se apresenta como um instrumental teórico de análise possível pois situa seu olhar nas dimensões espaciais, ambientais, materiais e cotidianas, ou seja, parte dos reais problemas ambientais materializados no espaço, considerando que este espaço é meio, condição e produto do modo de produção capitalista. Assim, a produção do clima, no plano material e simbólico se efetiva por meio das mesmas lógicas reprodutivas do capital. Da mesma forma, busca, por meio dessa análise histórico social incorporar a luta social por justiça social, espacial, ambiental, climática, dentre outros, pois é a partir das revelações das contradições que podemos mobilizar outros afetos capazes de nos mobilizar na superação real dos problemas por meio da luta por direitos.

5. Referências

ACSELRAD, Henri. Justiça ambiental e construção social do risco. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n.5, p.49-6, jan/jun, 2002

ALMEIDA, Silvio Luiz de. **Racismo estrutural**. São Paulo: Sueli Carneiro; Pólen, 2019.

AZEVEDO, Natália Tavares. A vulnerabilidade social em tempos de acumulação flexível: uma contribuição para o debate no campo socioambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Vol. 38, p. 379-402, agosto, 2016.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em <http://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_04.02.2010/art_6_.asp>. Acesso em 15 de abr de 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

CARLOS, Ana Fani A. Uma Geografia do espaço. In: CARLOS, Ana Fani A. CRUZ, Rita de Cássia. **A necessidade da Geografia**. São Paulo: Contexto, 2019. p.15-28.

DUTRA, Adriana S. Problematizando o conceito de risco. **O Social em Questão**, ano XVIII, nº 33, p.177-192, 2015

HERCULANO, Selene. **O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental**. InterfacedHS (Ed. português), v. 3, p. 1/113-20, 2008.

KOWARICK, Lucio. **Viver em risco: sobre a vulnerabilidade socioeconômica e civil**. São Paulo: Editora 34, 2009.

MACEDO, Sosthenes. Defesa Civil forte e atuante. **Correio: o que a Bahia quer saber**. Salvador, 08 de mai de 2018. Disponível em <<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/defesa-civil-forte-e-atuante/>>. Acesso em 20 de fev de 2021.

MARINHO, Nilson. Construção de imóvel que desabou e matou família em Pituacu era irregular. **Correio: o que a Bahia quer saber**. Salvador, 30 de abr de 2015. Disponível em <<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/construcao-de-imovel-que-desabou-e-matou-familia-em-pituacu-era-irregular/>>. Acesso em 20 de fev de 2021.

MIR, Javier Rodríguez. Los sinuosos caminos del racismo: el racismo ambiental en Argentina. **Revista de Antropología Experimental**, 12. Texto 4. 2012.

NASCIMENTO JR, Lindberg. O clima urbano como risco climático. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 34, p.1-34, 2019.

PAVIANI, A. A Lógica da Periferização em Áreas Metropolitanas A lógica da periferização em áreas metropolitanas. In: SANTOS, M et al. (orgs.). **Território: globalização e fragmentação**. 2. Ed. São Paulo: Hucitec/ANPUR, 1996, p. 182-190.

QUASE 400 famílias moradoras de áreas de risco já recebem benefícios após chuvas. **Correio: o que a Bahia quer saber**. Salvador, 30 de abr de 2015. Disponível em <<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/quase-400-familias-moradoras-de-areas-de-risco-ja-recebem-beneficios-apos-chuvas/>>. Acesso em 20 de fev de 2021.

SANT'ANNA NETO, João Lima. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 7 – Vol. 8 – JAN/JUN/2011. p. 45-60

SPOSITO, M. Encarnação Beltrão. Segregação socioespacial e centralidade urbana. In: Pedro de Almeida Vasconcelos; Roberto Lobato Corrêa; Silvana Maria Pintaudi. (Org.). **A cidade contemporânea. Segregação Espacial**. 1ed.São Paulo: Contexto, 2013, v. 1, p. 61-93.

VALENCIO, Norma. Desastres, Ordem Social e Planejamento em Defesa Civil: o contexto brasileiro. **Saúde Soc**. São Paulo, v.19, n.4, p.748-762, 2010.

VARGAS, M. A. R. **Da “chuva atípica” à “falta de todo mundo”**: a luta pela classificação de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

um desastre no município de Teresópolis/RJ. Tese de doutorado. São Carlos: UFSCAR, 2013.

VIEIRA, Gêyvisson S. Gomes. RIBEIRO, Matheus Sousa. **Discurso, Natureza e Crise Ambiental: Os limites do discurso ambiental no Brasil.** Monografia (Tecnologia de Gestão Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, 2017. p 1-168.

ZANGALLI JR, Paulo C. **Entre a ciência, a mídia e a sala de aula:** contribuições da Geografia para o discurso das mudanças climáticas. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015.

_____. **O capitalismo climático como espaço de reprodução do capital:** governança do clima e sujeitos sociais. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, FCT/UNESP. Presidente Prudente, 2018.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS EM SANTA CATARINA.

JOÃO VÍTOR ADLER¹
ALICE ENSFELD LUEDERS²
ROBERTO FABRIS GOERL³

RESUMO

Inundações e fenômenos correlatos são processos que fazem parte da dinâmica natural da paisagem. Quando estes processos afetam negativamente a sociedade, são considerados desastres. O presente trabalho teve por objetivo analisar a distribuição espacial e temporal das inundações, alagamentos e enxurradas, para o estado de Santa Catarina, e relacionar a ocorrência destes processos com a dinâmica atmosférica. Para isto, foram utilizados os registros de desastres do S2ID, a componente atmosférica foi analisada por meio da literatura e os resultados foram analisados por meio de mapas e gráficos. Notou-se que os alagamentos não estão associados aos municípios mais urbanizados, o que pode indicar equívocos no registro. As inundações estão mais associadas a municípios cujas bacias compõem rios de maior ordem fluvial, enquanto que as enxurradas estão mais associadas a municípios localizados em cabeceiras ou em bacias declivosas, coincidentes com as bacias do Atlântico Leste. Contudo, a análise dos dados demonstrou que a distribuição espacial e temporal dos desastres é irregular, ocorrendo com maior ou menor frequência em praticamente todos os municípios. Quanto à frequência temporal, pode-se traçar uma relação pontual entre os registros e a ocorrência do El Niño. Por fim, a partir da análise espacial conjugada com a análise da dinâmica atmosférica, pode-se classificar o estado em cinco regiões. A partir dessa proposta de regionalização, pode-se direcionar esforços em termos de sistema de alerta, visto que locais mais propensos a enxurradas requerem sistema de alerta em escala local.

Palavras-chave: Inundação, enxurrada, desastres

ABSTRACT

Floods and related phenomena are processes that are part of the natural dynamics of the landscape. When these processes negatively affect society, they are considered disasters. The present work aimed to analyze the spatial and temporal distribution of floods, flash floods and flooding, for the state of Santa Catarina, and to relate the occurrence of these processes with the atmospheric dynamics. For this, S2ID's disaster records were used. The atmospheric component was analyzed through the literature. The results were analyzed using maps and graphs. It was noted that flooding is not associated with more urbanized municipalities, which may indicate mistakes in the registry. Floods are more associated with municipalities whose basins make up rivers of a greater fluvial order, while floods are more associated with municipalities located in headwaters or sloping basins, coinciding with the East Atlantic basins. However, the data analysis showed that the spatial and temporal distribution of disasters is irregular, occurring and

¹ Graduando, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, joaovitoradler@gmail.com

² Graduanda, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, alice.ens.lue@gmail.com

³ Doutor, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, roberto.f.goerl@ufsc.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

more or less frequently in practically all municipalities in the state. Regarding the temporal frequency, a specific relationship can be drawn between the records and the occurrence of El Niño. Finally, from the spatial analysis combined with the analysis of atmospheric dynamics, the state can be regionalized into five regions. Based on this proposal for regionalization, efforts can be directed in terms of the alert system, since places more prone to floods require an alert system on a local scale.

Keywords: Flood, flash flood, disaster

1. Introdução

Inundações são processos naturais que fazem parte da dinâmica terrestre. Seus registros datam desde a antiguidade e influenciaram o desenvolvimento das civilizações, como aquelas localizadas nas bacias do rio Tigre e Eufrates e do rio Nilo (MACKLIN; LEWIN, 2015). As inundações, do ponto de vista do processo natural, podem influenciar positivamente a dinâmica da sociedade, mas quando há a interação entre o processo natural e a sociedade, e esta relação gera danos e prejuízos, ocorrem os desastres naturais ou socioambientais (GOERL; KOBAYAMA, 2013). Em escala global, conforme dados do EM-DAT (2021), as inundações causaram entre 1900 e 2021 cerca de 7 milhões de mortes, afetando 3,8 Bi. de pessoas e ocasionando US\$ 882 Bi. de prejuízo. No estado de Santa Catarina, as inundações são registradas desde a vinda dos imigrantes europeus, em 1850, principalmente no Vale do Itajaí (FRAGA, 2015) e em Joinville (SILVEIRA et al, 2009), e já ocasionaram a morte de 168 pessoas, deixando mais de 300 mil desalojados e 79 mil desabrigados apenas entre 1991 e 2012 (CEPED/UFSC 2013). Entre 1980 e 2004, por exemplo, as inundações causaram o maior número de mortos e desabrigados nestes anos, principalmente 1983 e 1984, com 352.990 desabrigados e 51 mortos. De 2000 até 2003, só as inundações provocaram um prejuízo total de R\$224.928.953,65, sendo um dos eventos que causou mais prejuízo econômico em Santa Catarina (CEPED/UFSC 2013).

Na classificação internacional de desastres (GUHA-SAPIR et al, 2014), as inundações, nas suas diferentes formas (gradual ou brusca) e os alagamentos, são classificados como desastres hidrológicos. No Brasil, a atual Classificação e Codificação Brasileira de Desastres Naturais – COBRADE (BRASIL, 2012), segue a classificação internacional em relação às inundações e alagamentos. Contudo, não é possível separar a ocorrência de inundações dos sistemas meteorológicos e climáticos, em diferentes escalas. Chuvas persistentes de longa duração em bacias médias e grandes são, de maneira geral, responsáveis pelas inundações. Chuvas intensas em curtos períodos de tempo são responsáveis pelas enxurradas. Já os



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

alagamentos estão associados a interação entre precipitação, escoamento superficial e drenagem urbana. Dessa maneira, a relação entre os sistemas atmosféricos em diferentes escalas com as características da bacia em conjunto com uso e cobertura do solo é que geram estes processos, podendo ser considerados desastres hidrometeorológicos.

O presente trabalho buscou apresentar uma análise espacial dos registros oficiais de inundação em Santa Catarina, bem como realizar uma análise temporal. A partir desta sistematização dos registros, buscou-se relações de causa e efeito entre a ocorrência das inundações, alagamentos e enxurradas com os principais sistemas atmosféricos atuantes no estado. Por fim, a partir dessas inter-relações, uma regionalização foi proposta.

2. Metodologia

O presente trabalho buscou elaborar um diagnóstico espacial e temporal da ocorrência dos desastres relacionados às inundações e propor relações com os principais sistemas atmosféricos atuantes no estado. A primeira etapa consistiu no levantamento dos registros dos desastres ocorridos no estado. Foi utilizado o banco de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). O município, ao decretar situação de emergência ou estado de calamidade pública, envia um Formulário de Informações do Desastre (FIDE), descrevendo os danos, prejuízos, caracterizando o evento, entre outras informações relevantes. Dessa maneira, este banco de dados integra uma série histórica dos desastres registrados no Brasil. Ressalta-se, porém, que pode haver um atraso na inserção da ocorrência dos desastres no S2ID em relação ao registro por parte das defesas civis estaduais. Dessa maneira, as informações coletadas no S2ID foram complementadas com as informações disponibilizadas no site da Defesa Civil Estadual de Santa Catarina.

A partir destas duas fontes de informações foi sistematizada a série histórica referente ao período de 1970 até 2019 dos registros de inundação, enxurrada e alagamento. O intervalo temporal variou com a tipologia do desastre. Os registros foram organizados pelo total de eventos por município para espacialização e também por total de desastres por ano, para análise temporal. A espacialização da frequência de eventos por município foi elaborada utilizando software livre (QGIS), para a qual foram utilizadas as bases territoriais oficiais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A análise temporal foi elaborada por meio de gráficos. Posteriormente, por meio da análise da literatura, buscou-se relacionar as regiões com maior frequência de tipologia de desastres com os principais sistemas atmosféricos.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

O mesmo foi realizado para a análise temporal. Por fim, um modelo conceitual de regionalização com base na relação entre a dinâmica atmosférica e a ocorrência de desastres foi proposto.

3. Resultados e discussão

3.1 Dinâmica Atmosférica de Santa Catarina

Em Santa Catarina, território analisado no presente trabalho, a ocorrência das inundações está mais relacionada à ocorrência do El Niño, enquanto que as enxurradas estão associadas à entrada de frentes frias, chuvas orográficas e também aos Complexos Convectivos de Mesoescala (HERMANN, 2014). Estes se espacializam de diferentes formas no estado, respeitando sazonalidade e as respectivas características regionais (localização e topografia principalmente). Contudo, estes processos não explicam por si sós a espacialização dos desastres, por possuírem dimensão social, relativa a ocupação de áreas propensas a inundar e também a própria percepção e zoneamento do risco.

As condições físicas (topográficas) são marcantes na distribuição e delimitação desses sistemas no estado de Santa Catarina, como exemplifica Monteiro (2001), onde os maiores índices de precipitação nos municípios próximos à encosta da Serra Geral (lado do barlavento) são maiores quando comparados aos da zona costeira. O efeito orográfico também favorece a formação dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM). Estes, na região Oeste do estado, são retroalimentados pelo fluxo de umidade vindo dos ventos de norte e noroeste, denominados Jatos de Baixos Níveis (JBN).

Essa dinâmica e a inter-relação entre fenômenos de escalas diferentes, aliadas às características topográficas do estado de Santa Catarina, resultam numa variedade no regime de chuvas, não possuindo periodicidade em alguns casos, o que dificulta a sua previsão. O exemplo mais marcante dessa inter-relação é o avanço das frentes frias, que tem sua origem nas altas latitudes e podem, no caso dos Complexos Convectivos de Mesoescala, retroalimentar e intensificar o sistema, resultando em pancadas de chuva mais severas. Dessa maneira, a irregularidade na frequência temporal dos desastres hidrometeorológicos refletem a irregularidade dos sistemas atmosféricos.

A regionalização das chuvas no estado e seus respectivos sistemas, de acordo com Monteiro (2001), segue o seguinte padrão: chuvas no **Oeste** do estado tem sua máxima na primavera, estação da maior frequência de CCM's, que estão associados ao fluxo de JBN e à



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

baixa pressão do Chaco, o último que se caracteriza pela convergência das massas de ar tropicais, resultando em altas temperaturas; o setor **Norte** do estado, principalmente no verão, tem influência direta da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), sistema que forma uma banda de nebulosidade e chuvas desde o Sul do Amazonas, passando por boa parte da região central do país. No setor **Leste** os sistemas convectivos tropicais e as frentes de altas latitudes comandam a dinâmica das chuvas, sendo que no inverno, o Anticiclone do Atlântico Sul adentra o continente (pelo seu resfriamento) causando um bloqueio atmosférico. Na porção **Central**, junto com o pé da serra, as chuvas são resultado, majoritariamente, de efeito orográfico e das frentes frias.

Simultaneamente aos sistemas já mencionados, em todo o continente Sul Americano, atua o ENOS (El Niño Oscilação-Sul). O fenômeno é resultado da interação oceano - atmosfera, associado a alterações dos padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e no Pacífico oeste próximo à Austrália (OLIVEIRA, 2001). O sistema causa perturbações consideráveis nas células convectivas de escala zonal, a de Hadley (intertropical) e a de Walker (subtropical), e na teleconexão através do trem de ondas Americano do Pacífico Sul (PSA). Dessas alterações resultam uma mudança no padrão do fluxo de umidade nos baixos níveis, pela permanência de uma circulação anticiclônica anômala posicionada no sudeste do Brasil (em 200 hPa), além do intenso fluxo de umidade da região amazônica ao Sul brasileiro (JBN), que somados favorecem o aparecimento de CCM's no interior do Sul do Brasil, responsáveis pelas anomalias positivas de precipitação e pelo aumento da frequência e intensidade dos eventos extremos no Sul do Brasil (DUARTE, 2017).

3.2 Espacialização e temporalidade dos desastres

3.2.1 Alagamentos

Os alagamentos ocorrem devido a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, devido a precipitações intensas (COBRADE). Os registros desta tipologia não se estendem para a série histórica inteira, estando concentrado de maneira mais expressiva na última década (Figura 01). Os maiores índices de alagamento ocorreram dentro do período de 2013 a 2016, com um total de 74 registros. Entre 1970 e 1991 foram registrados



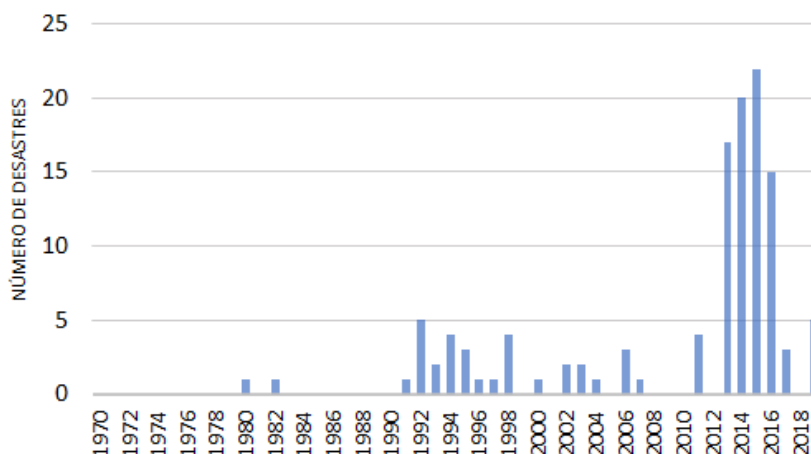
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

apenas 3 alagamentos em todo o estado, se tornando mais frequente a partir de 1992 e então se mantendo mais ou menos estável durante os anos seguintes, sem mudanças significativas até 2012. Em 2015 e 2016 foi registrada uma ocorrência forte do fenômeno El Niño (CPTEC/INPE, 2021), podendo ser uma possível explicação para este ano ser o ano com mais alagamentos em Santa Catarina. Além disso, o aumento expressivo pode estar relacionado a um possível equívoco de registros, pois a elevação da frequência coincide com a criação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608) em 2012, que por sua vez coincide com a criação da nova classificação de desastres (COBRADE), podendo estes registros estar associados a um não entendimento da nova classificação.

Figura 01 – Distribuição temporal de alagamentos



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID.

Os municípios mais populosos de Santa Catarina apresentam poucos casos registrados de alagamentos, seguindo um padrão de distribuição desigual, com pequena prevalência no setor Norte e na parte oeste da Serra Geral, passivas à atuação da ZCAS e dos sistemas convectivos orográficos (Figura 02). Pela definição, os alagamentos deveriam ter a sua frequência relacionados com municípios densamente urbanizados, cidades com sistemas de drenagem ineficientes e/ou com planejamento urbano falho. Era esperado que as cidades com maior população, que são caracterizadas por um processo de urbanização mais intenso, apresentassem maior frequência de alagamentos. Os dados, porém, não convergem com essa hipótese, com exceção de Araquari (7,37%), que possui o terceiro maior crescimento demográfico entre 1991 - 2000 do estado (PEREIRA, 2010).

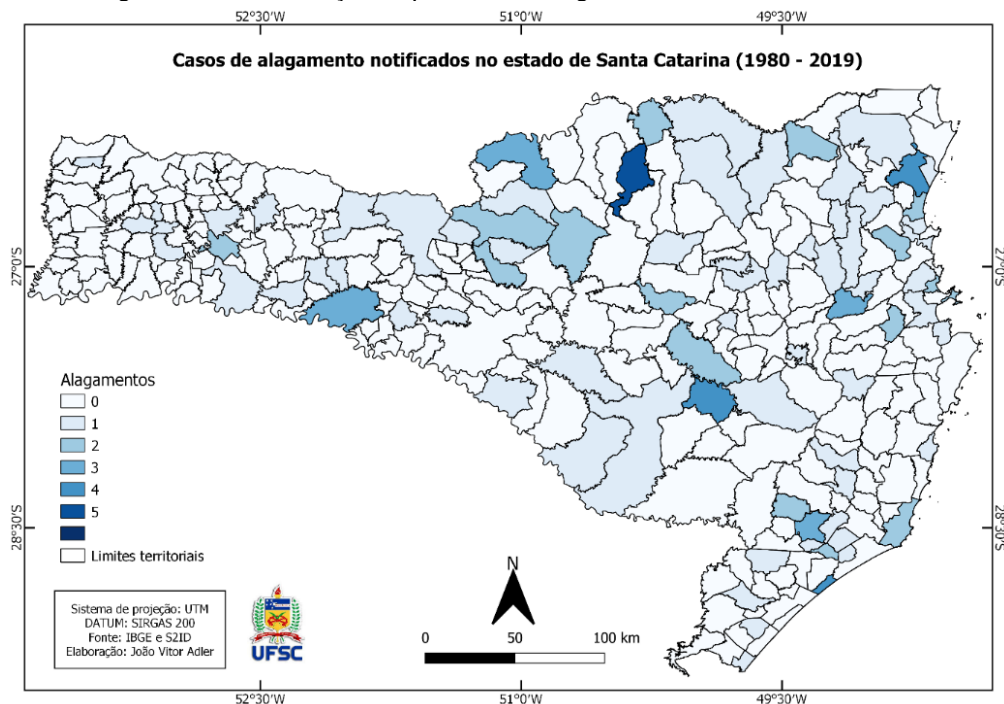


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 02 – Distribuição espacial dos alagamentos em Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID.

3.2.2 Inundações

De acordo com a COBRADE, as inundações são caracterizadas pela submersão gradual de áreas fora dos limites normais de um curso da água, em zonas que usualmente não se encontram submersas, normalmente em área de planície, ocasionadas por chuvas prolongadas. O fenômeno, ao contrário dos alagamentos, não se restringe a área urbana, assim possibilitando a variabilidade e ampliando a sua espacialização, podendo, até certo ponto, possuir uma ligação mais estreita com os sistemas atmosféricos, como bem visível no setor Norte do estado. Nesta região, área de atuação da ZCAS, “Observações indicam evidente associação entre períodos de enchentes de verão na região sudeste e veranicos na região sul com a permanência da ZCAS por períodos prolongados sobre a região sudeste;” (CPTEC/INPE). No entanto, não se pode dissociar o desastre do processo de ocupação das áreas de planície, que naturalmente cumprem a função de planície de inundação, onde o extravasamento respeita o ciclo do rio. A extrapolação do canal pode também ser forçada no processo de urbanização, pela retificação dos rios; a canalização acaba por aumentar de forma considerável a vazão, que aliada à impermeabilização do solo, aumenta de maneira expressiva a probabilidade de inundação (Tucci, 2007).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

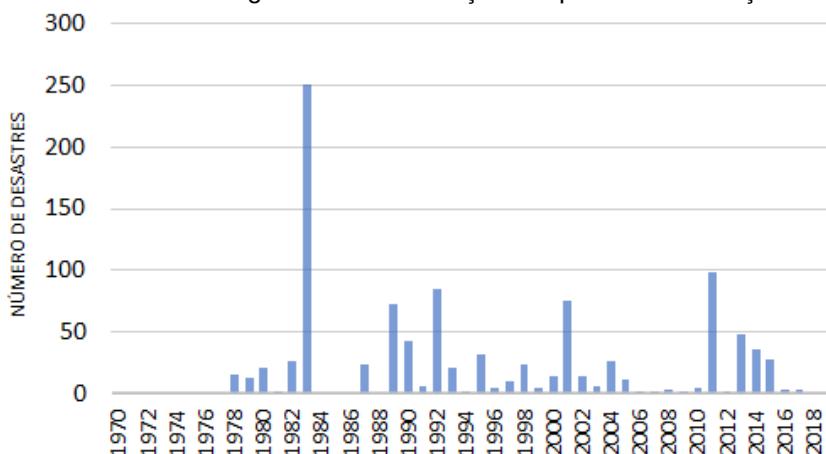
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

A distribuição temporal das inundações mostra irregularidade (Figura 03), o que é esperado dos desastres hidrometeorológicos, resultantes de uma relação complexa entre uso e ocupação da terra, eventos meteorológicos extremos e características físicas das bacias. Até 1977 não há registros de inundações no banco de dados S2ID, mesmo havendo já ocorrido eventos expressivos, como o evento de Tubarão em 1974 (Assunção, 2014). Em 1983, houve um pico nos registros, que se deu principalmente pelas chuvas catastróficas que ocorreram na região do Vale do Itajaí e atingiram 90 municípios. Neste mesmo ano, houve o registro de uma ocorrência forte do El Niño (CPTEC/INPE, 2021), sendo um fator agravante para essas chuvas intensas. Após essa situação atípica, os registros de inundações ao longo dos anos se comportaram de maneira irregular, não apresentando uma tendência positiva explícita.

Em relação à distribuição espacial, observa-se que os municípios com maior frequência de inundações ficaram concentrados na faixa leste do estado, com destaque para as cabeceiras da bacia do rio Itajaí, onde as inundações são registradas desde o processo de colonização (1850), nos municípios do norte do estado, especialmente aqueles concentrados na divisa com o estado do Paraná, sob a influência do regime hidrológico do Rio Negro, e destaque para os municípios sob influência do rio Pelotas, na fronteira com o Rio Grande do Sul (Figura 4).

Figura 03 – Distribuição temporal de inundações



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID.

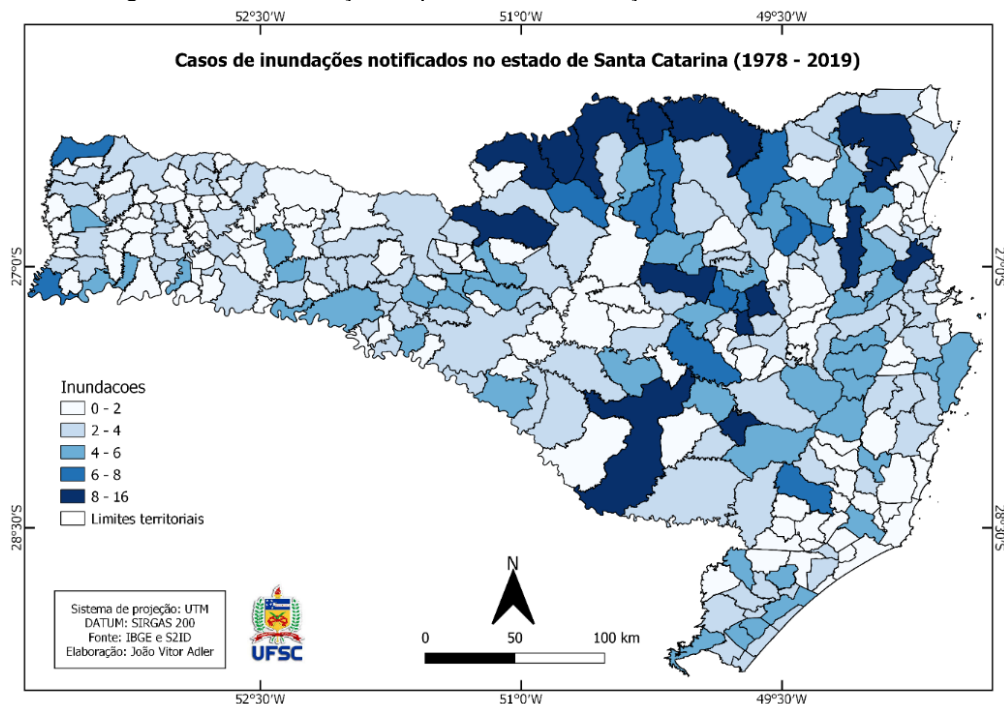


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 04 – Distribuição espacial das inundações em Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID.

Para além do processo meteorológico, a ausência de planejamento dos municípios pode estar contribuindo para a ocorrência de inundações e outros desastres hidrometeorológicos. Além da influência do El Niño, outro fenômeno comum que pode estar relacionado à ocorrência de inundações em Santa Catarina é a “lestada”, responsável por persistentes, mas nem sempre intensas, precipitações nas bacias do Atlântico Leste do estado (Larini, 2017).

3.2.3 Enxurradas

As enxurradas são reconhecidas, conforme a COBRADE, pelo escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Dentre os desastres hidrometeorológicos, as enxurradas são as mais frequentes. O fenômeno se difere dos alagamentos/inundações pela energia do fluxo de água, sendo mais recorrente em terrenos acidentados, com o transporte de lama e detritos, intensificados também pela impermeabilização do solo, que aumenta a intensidade do escoamento. Entre 1991 e 2012, as enxurradas deixaram

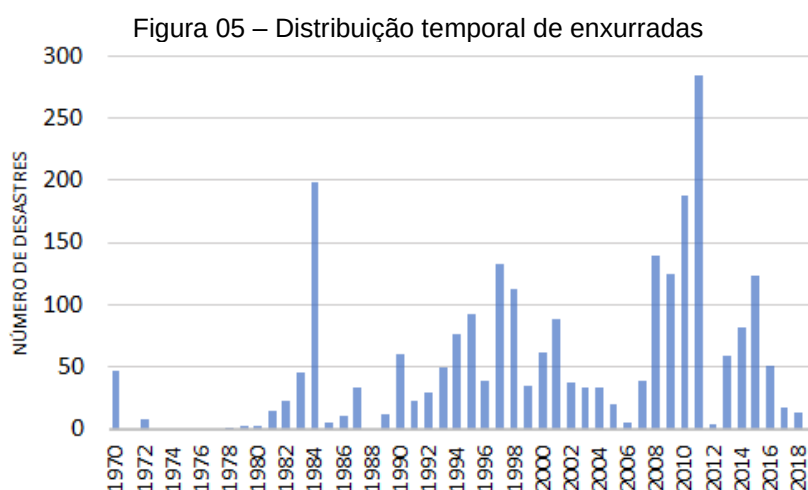


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

79 mil desabrigados, 295 mil desalojados e 168 falecimentos, sendo 48% dos desabrigados e 28% dos desalojados pertencentes às enxurradas de 2008 (CEPED/UFSC, 2013). Em relação à frequência (Figura 05), nota-se, de maneira semelhante, a irregularidade na série temporal, contudo com uma tendência positiva. Duas hipóteses podem ser levantadas. As chuvas intensas tem se tornado mais frequentes nas décadas mais recentes ou tem havido uma intensificação da ocupação urbana em bacias mais declivosas e com pequeno tempo de concentração. Ou ainda, uma junção dos dois fatores, hipótese mais provável.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID.

Dentre os 5 municípios com mais registros de enxurradas, apenas Timbé do Sul não está entre as 10 cidades mais populosas do estado (IBGE, 2010) de tal modo que, a maior frequência do fenômeno pode estar relacionada também com a ocupação irregular do espaço, e não apenas com os índices pluviométricos. Outro fato que corrobora com a hipótese é a de que as enxurradas no estado se concentram nos municípios que compõem as bacias do Atlântico Leste, onde as densidades demográficas são elevadas (Figura 06).

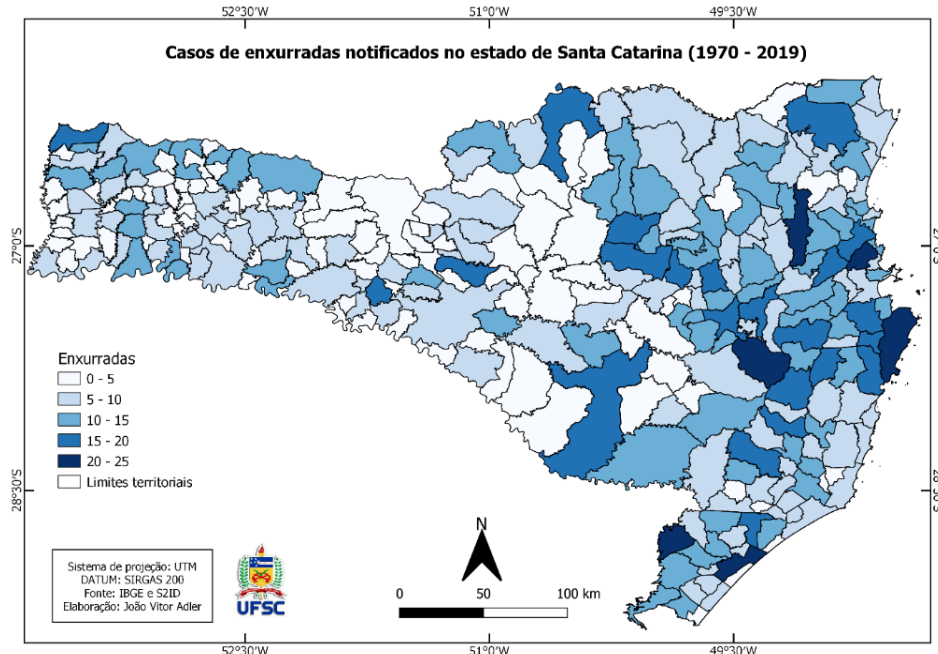


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

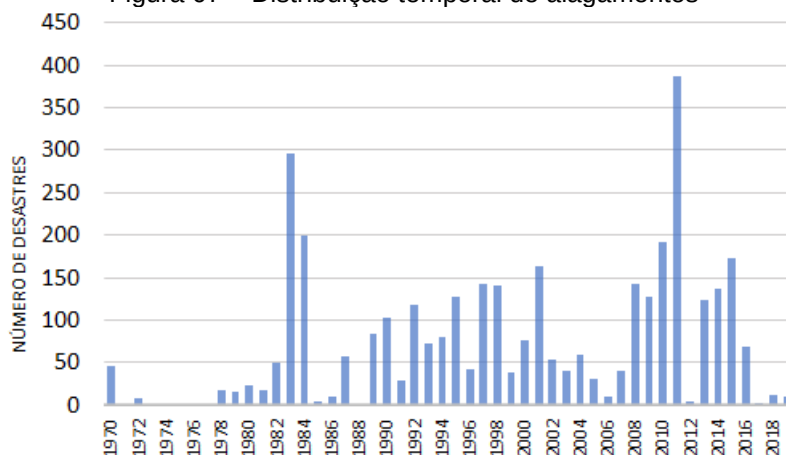
Figura 06 – Distribuição espacial das enxurradas em Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID.

A Figura 07 apresenta a distribuição anual da soma dos desastres de inundação, alagamento e enxurradas de todo o estado. Excluindo o ano de 1983, nota-se uma tendência de aumento da frequência dos registros. Esta tendência pode estar relacionada tanto a tendência positiva da precipitação (SantAna e Back, 2019) como a substanciais alterações no uso da terra relacionadas ao crescimento urbano.

Figura 07 – Distribuição temporal de alagamentos



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

3.3 Regionalização dos desastres

A partir do que já foi posto sobre os desastres hidrometeorológicos, foi proposta uma regionalização destes, feita de forma dinâmica, justapondo elementos de natureza física e social (Figura 08).

O setor A1, localizado no Oeste do Estado, é caracterizado por possuir bacias moderadamente montanhosas e ter na sua composição, majoritariamente, pequenos municípios. A região é suscetível aos Complexos Convectivos de Mesoescala, sistema de formação rápida que resulta em chuvas intensas, justificando assim, o maior índice de enxurradas no setor.

No Centro Oeste do estado está posto o setor A2, também composto por municípios pequenos em relação à população e caracterizados por relevos suaves (derrames basálticos). Nesta região há um corredor de frentes frias, que podem causar tanto chuvas intensas quanto chuvas persistentes, resultando em uma variabilidade nos registros de desastres, podendo ser considerada uma “área mista”.

O Planalto Norte do estado (A3) é uma região de relevo plano, cujos afluentes compõem grandes bacias hidrográficas, o que pode gerar situações de remanso. Além disso, é região de saída da ZCAS, sistema que produz chuvas contínuas, o que corrobora com os registros de inundações.

O setor A4 se localiza no setor leste da Serra Catarinense e é composto por pequenas bacias hidrográficas. Nesse setor se nota uma ocupação das planícies de inundação pelos centros urbanos e a impermeabilização do solo, que aliados aos ventos do leste (Lestada), refletem na ocorrência de enxurradas.

Por fim, o setor no Planalto de Lages (A5) possui vales mais planos e menos encaixados (bacias hidrográficas pouco declivosas), com municípios localizados nestas áreas planas, facilitando a ocupação mais esparsa. O setor é atingido pelo sistema de frentes e tem influência do Rio Pelotas, que corta o município a norte, atingido também pelas frentes, tornando-o susceptível às inundações e enxurradas.

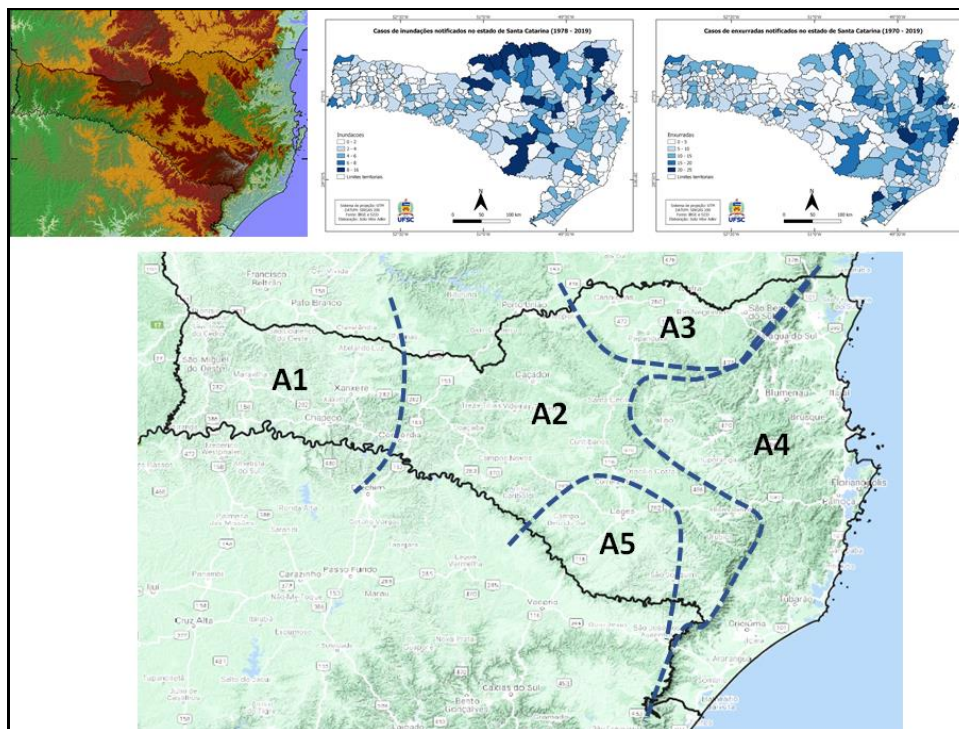


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 08 – Regionalização dos desastres hidrometeorológicos em Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelos autores (2021) a partir dos dados do S2ID/SIGSC e Google Maps.

4. Considerações finais

O presente trabalho propôs uma análise espacial e temporal dos desastres hidrológicos no estado de Santa Catarina, apresentando os registros e a sua possível relação com a dinâmica atmosférica e características sociais. Pode-se concluir que os desastres possuem sua dimensão física e social, estas que se justapõem constantemente, seguindo uma ampla variabilidade, como demonstrado a partir da proposta de regionalização. Não foi possível identificar uma relação direta entre dinâmica atmosférica e ocorrência dos desastres, tanto na dimensão espacial ou temporal. Contudo, foi possível convergir estes dois aspectos criando um modelo conceitual que permitisse regionalizar o estado.

A dimensão social do desastre ainda prevalece, influenciando até mesmo os seus registros, como foi evidenciado no caso dos equívocos em relação aos alagamentos. Dessa maneira, uma melhoria nos registros poderia resultar numa melhor espacialização e convergência entre processos climáticos e frequência espacial e temporal dos desastres.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

5. Referências

BRASIL, **LEI Nº 12.608**, DE 10 DE ABRIL DE 2012.

Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: **IBGE**, **2012**. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).

CEPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais**: 1991 a 2012 – Volume Santa Catarina. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013

CPTEC/INPE. **El Niño e a La Niña**. Disponível em < <http://enos.cptec.inpe.br/>>, Acesso em: 06 de Abril de 2021.

CPTEC/INPE. **PROJETO ZCAS**. Disponível em: <http://zcas.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

DUTRA, Rita de Cássia; JUNGLES, Antônio Edésio; CORDINI, Jucilei; OLIVEIRA, Roberto de. **Indicadores de vulnerabilidade global – proposta metodológica para estudos e mapeamentos de risco em área de encosta**. Revista Com Ciência Ambiental, São Paulo, ano 6, n. 39, p. 400-409, 2011.

EM-DAT – The Emergence Disaster Database, 2021. Disponível em: < <https://emdat.be>>. Acesso em 05 de Abril de 2021.

FRAGA, Nilson Cesar. **Clima, gestão do território e enchentes no Vale do Itajaí-SC**. Terra Livre, v. 1, n. 20, p. 159-170, 2015.

GOERL, Roberto Fabris; KOBIYAMA, Masato. **Redução dos desastres naturais: desafio dos geógrafos**. Ambiência, v. 9, n. 1, p. 145-172, 2013.

GUHA-SAPIR, Debarati et al. **Annual disaster statistical review 2013**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2014.

HERMANN, ML de P. **Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. 2ª Ed. Florianópolis: IHGSC. 2014.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula (org.). **ATLAS DE DESASTRES NATURAIS DO ESTADO DE SANTA CATARINA**. Florianópolis: Ceped Ufsc, 2006.

LARINI, Nelson. Análise das influências do fenômeno El Niño 2015-16 sobre a Região Sul do Brasil. TCC/UFSC. 2017.

MACKLIN, Mark G.; LEWIN, John. **The rivers of civilization**. Quaternary Science Reviews, v. 114, p. 228-244, 2015.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206.

MONTEIRO, Maurici Amantino. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. Geosul, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

PEREIRA, Raquel Maria Fontes do Amaral. **Expansão urbana e turismo no litoral de Santa Catarina: o caso das microrregiões de Itajaí e Florianópolis**. Interações, Campo Grande, v. 12, n. 1, p. 101-111, 13 set. 2010.

SANTANA, William de Oliveira; BACK, Álvaro José. **Tendência do aumento de chuvas e suas implicações na estabilidade de encostas no Sul de Santa Catarina**. Tecnologia e Ambiente, v. 25, p. 95-109, 2019.

SILVEIRA, Wivian Nereida et al. **História das inundações em Joinville, 1851-2008**. Organic Trading, 2009.

TUCCI, Carlos EM. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, v. 11, 2007.

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012: Volume Santa Catarina / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres**. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS DE DESASTRES HIDROCLIMÁTICOS NA REGIÃO DO LITORAL DO ESTADO DA PARAÍBA

NADJA CECÍLIA DE FREITAS SILVA¹
WANESSA JANINNE ELOY DA SILVA²
CHRISTIANNE MARIA DA SILVA MOURA³
DIANDRA SOARES DE ARAUJO⁴

RESUMO

O presente trabalho tem como principal objetivo analisar a distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática, buscando não só, catalogar as ocorrências dos desastres por tipo de origem, tipo de intensidade e por tipo de decretos, como também, caracterizar, sistematizar e analisar, danos humanos, materiais e ambientais, além dos prejuízos econômicos acarretados pelos desastres naturais na região pluviométrica do litoral do estado da Paraíba, no período de 2003 a 2016. Para o desenvolvimento da pesquisa realizou-se o levantamento de dados relacionados as séries temporais dos decretos de reconhecimento de Situação de Emergência (SE) e dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública (ECP), por município da região pluviométrica. Além disso, foram filtrados os formulários de Avaliação de Danos (AVADAN) e do Formulário de Informações de Desastre (FIDE), disponíveis no site do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Como resultado foi possível espacializar as informações levantadas acerca dos desastres hidroclimáticos, com um total de 53 ocorrências de desastres reconhecidos tanto por decretos de SE quanto por decretos de ECP. Com relação ao tipo de desastre constatou-se uma maior porcentagem de Estiagem com 35,8% das ocorrências, seguido de Enchentes com um percentual de 28,3% do número de desastres registrados.

Palavras-chave: Desastres hidroclimáticos; Situação de emergência; Litoral da Paraíba.

ABSTRACT

The main objective of this study is to analyze the spatial-temporal distribution of natural disasters associated with climate dynamics, seeking not only to catalog the occurrences of disasters by type of origin, type of intensity and type of decrees, but also to characterize, systematize and analyze human, material and environmental damage, as well as economic losses caused by natural disasters in the rainfall region of the coast of the state of Paraíba, in the period from 2003 to 2016. For the development of the research, a survey of data related to the time series of the decrees of recognition of Emergency Situation (ES) and the recognition of State of Public Calamity (ECP), by municipality of the rainfall region, was carried out. In addition, the forms of Damage Assessment (AVADAN) and Disaster Information Form (FIDE), available on the site of the Integrated Disaster Information System (S2ID), of the National System of Protection and Civil Defense (SINPDEC), were filtered. As a result, it was possible to spatialize the information gathered about hydroclimatic disasters, with a total of 53 occurrences of disasters recognized both by SE and ECP decrees. With regard to the type of disaster, a higher percentage of drought

¹ Graduanda em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, e-mail: nadja.cecilia@gmail.com

² Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, e-mail: wanessa_elay@hotmail.com

³ Professora Dra. Universidade Federal da Paraíba, e-mail: cmm_reis@yahoo.com.br

⁴ Mestranda, Universidade Federal da Paraíba, e-mail: diandra.soares@hotmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

was found with 35.8% of occurrences, followed by floods with a percentage of 28.3% of the number of registered disasters.

Keywords: Hydroclimatic disasters; State of emergency; Coast of Paraíba.

1. Introdução

Segundo o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction*- UNISDR), desastre define-se como o resultado de eventos adversos, naturais e/ou provocados pelo homem, sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade. O desastre envolve extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excedem a capacidade da sociedade de lidar com o problema usando meios próprios (UNISDR, 2009, p.9). No que se refere à origem dos desastres, de acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres Naturais (COBRADE), vigente na Instrução Normativa Nº 02 de 20 de dezembro de 2016 do Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2016), os mesmos podem ser classificados em duas categorias: naturais e tecnológicos. Os desastres naturais podem ser de ordem geológica, hidrológica, meteorológica, climática e biológica. Com relação aos desastres tecnológicos, pode-se citar por exemplo, os desastres relacionados a substâncias radioativas, produtos perigosos, incêndios urbanos, entre outros.

Para o Estado da Paraíba, os registros dos desastres hidrometeorológicos e climáticos formam o que denominamos como desastres hidroclimáticos, uma vez que esses tiveram o mesmo evento adverso de deflagração: a excepcionalidade positiva ou negativa da precipitação pluviométrica. Além disso, os desastres são classificados em níveis de intensidade: nível I – desastres de pequena intensidade, nível II – desastres de média intensidade e nível III – desastres de grande intensidade. Os desastres de nível I e II ensejam a decretação de Situação de Emergência (SE), enquanto os desastres de nível III ensejam reconhecimentos por Estado de Calamidade Pública (ECP), (BRASIL, 2016).

De acordo com informações adquiridas através do site do Governo Federal, na página do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) do Ministério da Integração Nacional, a Paraíba corresponde ao Estado com maior número de ocorrência de desastres naturais reconhecidos por ECP, ademais, no que diz respeito as informações relacionadas ao quantitativo de reconhecimentos por SE e ECP, a Paraíba se encontra em primeiro lugar no ranking na região Nordeste, apresentando 2.816 ocorrências e 167 reconhecimentos. A principal finalidade desse artigo é apresentar a espacialização das informações obtidas a partir da



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

sistematização dos dados das ocorrências dos desastres por tipo de origem, por intensidade, decretos, danos humanos, materiais e ambientais, além dos prejuízos econômicos e sociais gerados em decorrência dos desastres naturais, por meio dos reconhecimentos, dos Formulários de Avaliação de Danos (AVADAN) e dos Formulários de Informações de Desastre (FIDE), disponíveis na plataforma do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), SINPDEC.

O trabalho desenvolvido faz parte do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA), da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Localizado na região Nordeste do Brasil, o Estado da Paraíba limita-se ao Norte com o estado do Rio Grande do Norte, ao sul com o estado de Pernambuco, à oeste com o estado do Ceará e à leste com o Oceano Atlântico. A Paraíba possui uma extensão territorial correspondente a 56.468,435 km², com 77,1% deste território inserido na região semiárida, tendo uma predisposição do meio natural à ocorrência de eventos naturais extremos, em especial, aqueles oriundos das anomalias negativas da precipitação (PARAÍBA/AESA, 2018). A microrregião pluviometricamente homogênea do Litoral da Paraíba, apresenta clima tropical úmido, com chuvas bem distribuídas.

À medida que se desloca para o interior do estado, à sotavento da Serra da Borborema, o clima torna-se semiárido sujeito a estiagens prolongadas com índices pluviométricos bastantes irregulares (BECKER et al, 2011). O Litoral Paraibano é composto por 16 municípios, são eles: Alhandra, Baía da Traição, Bayeux, Caaporã, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Lucena, Mamanguape, Marcação, Mataraca, Pedras de Fogo, Pitimbu, Rio Tinto e Santa Rita (Figura 1).

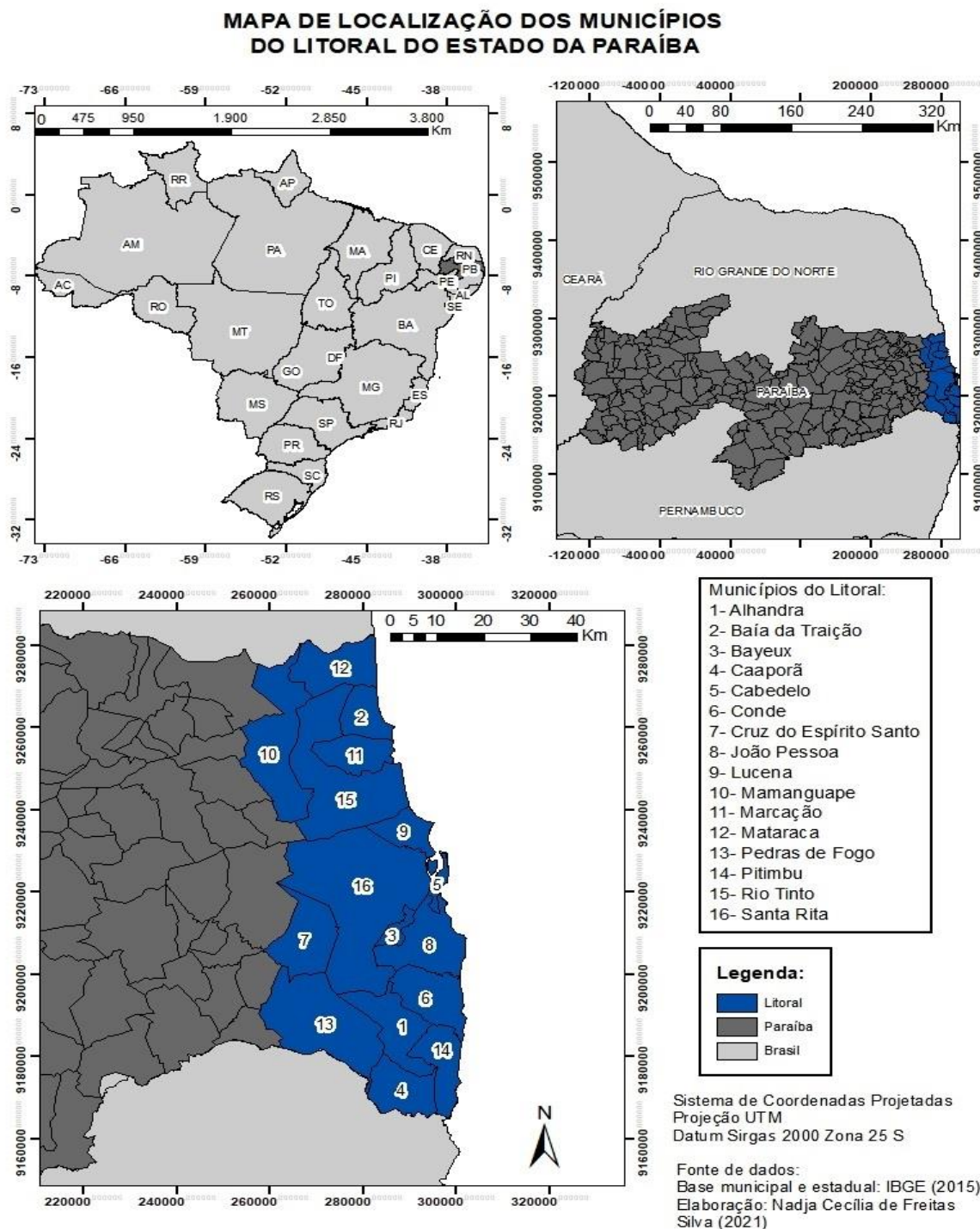


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 1 – Mapa de localização dos municípios do litoral do estado da Paraíba





XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados sobre reconhecimentos de SE e ECP realizados para estado da Paraíba e organizados em uma planilha eletrônica. Dessa planilha foram filtrados os dados de SE e ECP referentes ao litoral Paraibano numa escala temporal 2003 a 2016. Posteriormente, foi feito o levantamento dos Formulários de Avaliação de Danos (AVADAN) e dos Formulários de Informações de Desastre (FIDE), disponíveis na plataforma do S2ID, com o intuito de identificar a correspondência do registro de desastre com seu formulário de danos. Por meio dos Formulários FIDE e AVADAN, é possível obter dados referentes as áreas afetadas, danos humanos, materiais, ambientais, além da noção dos prejuízos gerados pela decorrência dos desastres. As informações obtidas foram representadas por meio de mapas temáticos, utilizando todos os registros do levantamento, porém nem todos tinham formulários correspondentes aos mesmos. Os mapas foram confeccionados utilizando a base cartográfica dos limites municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e software de geoprocessamento, as tabelas e gráficos foram produzidos com o uso de recursos do Microsoft Excel.

3. Resultados e discussão

No período de 2003 a 2016, no que se refere ao número de portarias de reconhecimento por município do Litoral da Paraíba, foi registrado um total de 53 desastres, desses, 48 correspondem a desastres reconhecidos por decretos de SE e 5 são reconhecidos por decretos de ECP, sendo a maioria desses desastres oriundos de enchentes e estiagens ocorridas na microrregião (figura 3). Com relação ao número total de desastres ocorridos na região do Litoral do estado da Paraíba, observa-se (figura 2), que o ano que mais apresenta ocorrências é o ano de 2011 (15 ocorrências) e os que menos registraram ocorrência de desastres foram os anos de 2006, 2008 e 2010 (0 ocorrências).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

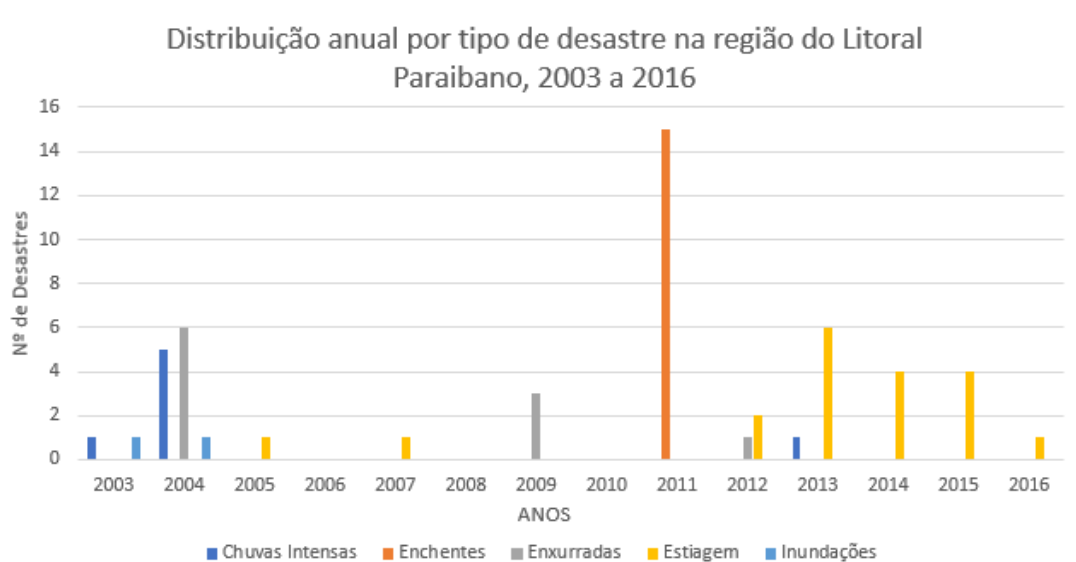
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 2 – Número de ocorrências dos desastres hidroclimáticos



Fonte: SEDEC (2019). Organização: Nadja Cecília de Freitas Silva, 2021.

Figura 3 – Distribuição anual por tipo de desastre na região do Litoral paraibano, 2003 a 2016



Fonte: SEDEC (2019). Organização: Nadja Cecília de Freitas Silva, 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Além disso, a quantidade de relatórios levantados não é equivalente ao número de reconhecimentos, uma vez que, de um total de 53 ocorrências de desastres reconhecidos, 20 (equivalente a 37,7% do total de desastres) possuíam formulários de AVADAN ou FIDE e dados referentes as datas dos desastres e puderam ser aproveitados de maneira integral possibilitando a análise dos danos, outros 20 (equivalente a 37,7% do total de desastres) não possuíam formulários de AVADAN ou FIDE correspondentes as datas dos desastres, 6 (11,3% do total de desastres) correspondem aos publicados no Diário Oficial da União e 7 (13,2% do total de desastres) possuem o FIDE, mas sem dados registrados. A figura 4 retrata a quantidade de reconhecimentos dos desastres por decretos de SE e ECP, ademais, aponta a existência de dados dos relatórios ou a ausência dos mesmos. De um total de 48 desastres reconhecidos por decretos de SE, apenas 15 apresentaram formulários de AVADAN ou FIDE com dados necessários para a concretização da análise dos danos. No tocante aos desastres reconhecidos por decretos de ECP, do total de 5 reconhecidos houve um aproveitamento de 100% das informações, já que todos apresentaram formulários correspondentes as datas dos desastres e os mesmos continham os dados fundamentais para a realização da análise.

O município de Rio Tinto apresenta o maior número de desastres reconhecidos por decretos de SE, porém, dos 11 reconhecidos, somente 9 possuíam relatórios, e desses, 2 continham dados referentes as datas dos desastres e 7 não possuíam dados (3 Diário Oficial da União – DOU e 4 possuíam FIDE, porém, zerados). O município de Mamanguape ocupa a segunda posição no que se refere à quantidade de desastres reconhecidos por decretos de SE, totalizando 10 reconhecidos, desses, 7 tiveram relatórios correspondentes as datas dos desastres, porém, somente 1 relatório continha informações relevantes e 6 não apresentavam dados (3 Diário Oficial da União – DOU e 3 possuíam FIDE, mas estavam zerados). A partir dos dados de registros de SE e ECP obtidos, foi possível constatar que 2 municípios (Mamanguape e Rio Tinto) apresentaram uma maior quantidade de desastres, com 10 e 11 registros respectivamente. Os municípios que apresentaram menor quantidade de registros foram: Baía da Traição e Marcação, ambos com um total de 0. Já Alhandra, Conde, Cruz do Espírito Santo e Lucena, apresentaram 1 registro cada. Quanto aos reconhecidos por decreto de SE, Rio Tinto totalizou 11 registros, Mamanguape apresentou 10, Santa Rita apresentou 5 registros, 4 municípios apresentaram 3 registros cada, 3 municípios apresentaram 2 registros cada, 4 municípios apresentaram 1 registro cada, e 2 não registraram SE (figura 5). No que diz respeito aos registros de ECP, 5 municípios tiveram, cada um, 1 desastre reconhecido, e 11 municípios



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

não registraram ECP (Figura 6).

Figura 4 - Quadro comparativo da quantidade de SE e ECP reconhecidos e o total de relatórios de avaliações de danos para cada município da região pluviométrica do Litoral da Paraíba

Municípios	SE				ECP			
	Reconhecidos	Relatórios			Reconhecidos	Relatórios		
		Total	Com dados	Sem dados		Total	Com dados	Sem dados
Alhandra	1	0	0	0	1	1	1	0
Baía da Traição	0	0	0	0	0	0	0	0
Bayeux	3	1	1	0	0	0	0	0
Caaporã	2	1	1	0	1	1	1	0
Cabedelo	3	2	2	0	1	1	1	0
Conde	1	0	0	0	0	0	0	0
Cruz do Espírito Santo	1	0	0	0	1	1	1	0
João Pessoa	3	1	1	0	0	0	0	0
Lucena	1	1	1	0	1	1	1	0
Mamanguape	10	7	1	6	0	0	0	0
Marcação	0	0	0	0	0	0	0	0
Mataraca	3	2	2	0	0	0	0	0
Pedras de Fogo	2	1	1	0	0	0	0	0
Pitimbu	2	2	2	0	0	0	0	0
Rio Tinto	11	9	2	7	0	0	0	0
Santa Rita	5	1	1	0	0	0	0	0
TOTAL	48	28	15	13	5	5	5	0

Fonte: SEDEC (2019). Organização: Nadja Cecília de Freitas Silva, 2021.

Sobre as ocorrências dos desastres hidroclimáticos, apresenta-se a distribuição espaço-temporal por tipo de desastre, somando os registros de SE aos de ECP. Tem-se que em um total de 16 municípios com registros, 7 apresentaram 1 registro de chuvas intensas e os demais 9 municípios não apresentaram registros (figura 7). Quanto a enchentes, 9 municípios apresentaram 1 registro, 3 municípios apresentaram 2 registros e 4 municípios não apresentaram registro (figura 8). Em relação as enxurradas, 6 municípios apresentaram 1 registro, 2 municípios apresentaram 2 registros e 6 municípios não apresentaram registros (figura 9). No que se refere à estiagem, 2 municípios apresentaram 1 registro, 1 município apresentou 9 registros e 1 município apresentou 8 registros e os demais 12 municípios não apresentaram registros (figura 10). No tocante às inundações, 2 municípios apresentaram 1 registro e os demais 14 não apresentaram registros (figura 11).

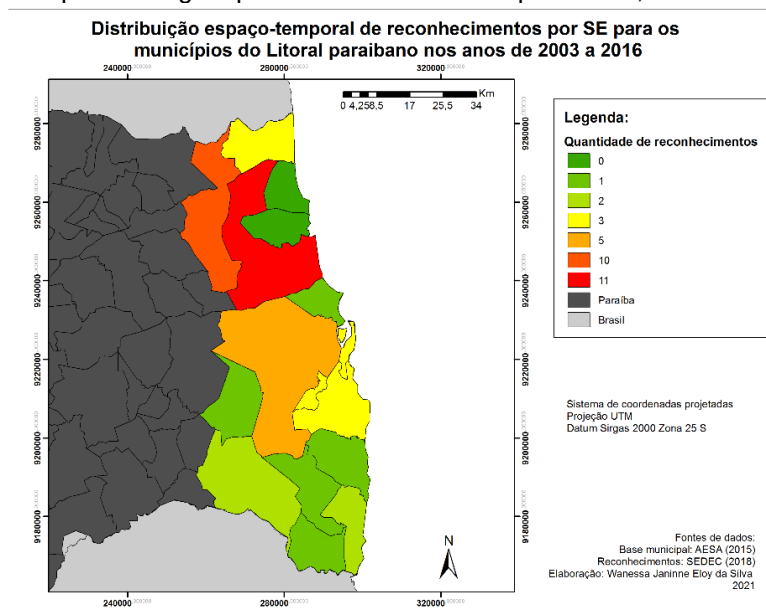


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

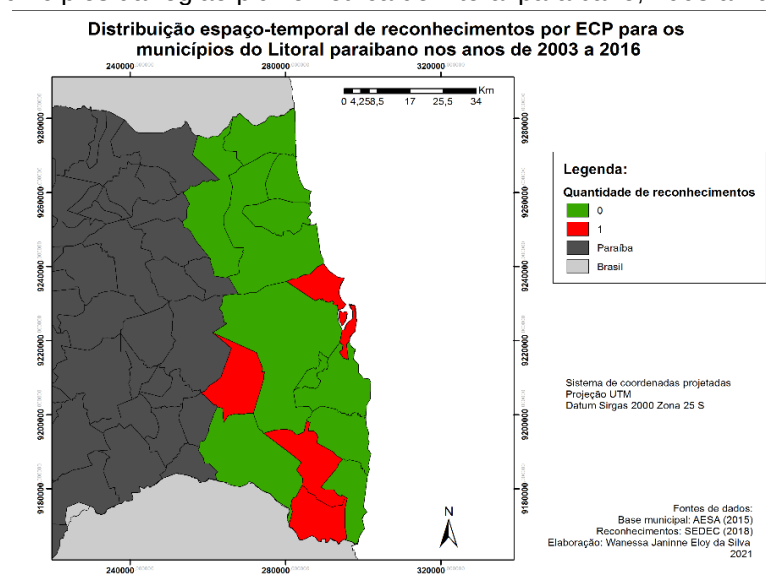
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 5 – Mapa de distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de desastres por SE nos municípios da região pluviométrica do Litoral paraibano, 2003 a 2016



Fonte: SEDEC (2018) Organização: Wanessa Janinne Eloy da Silva, 2021.

Figura 6 - Mapa de distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de desastres por ECP nos municípios da região pluviométrica do Litoral paraibano, 2003 a 2016



Fonte: SEDEC (2018) Organização: Wanessa Janinne Eloy da Silva, 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 7 – Mapa de distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de desastres por chuvas intensas nos municípios da região pluviométrica do Litoral paraibano, 2003 a 2016

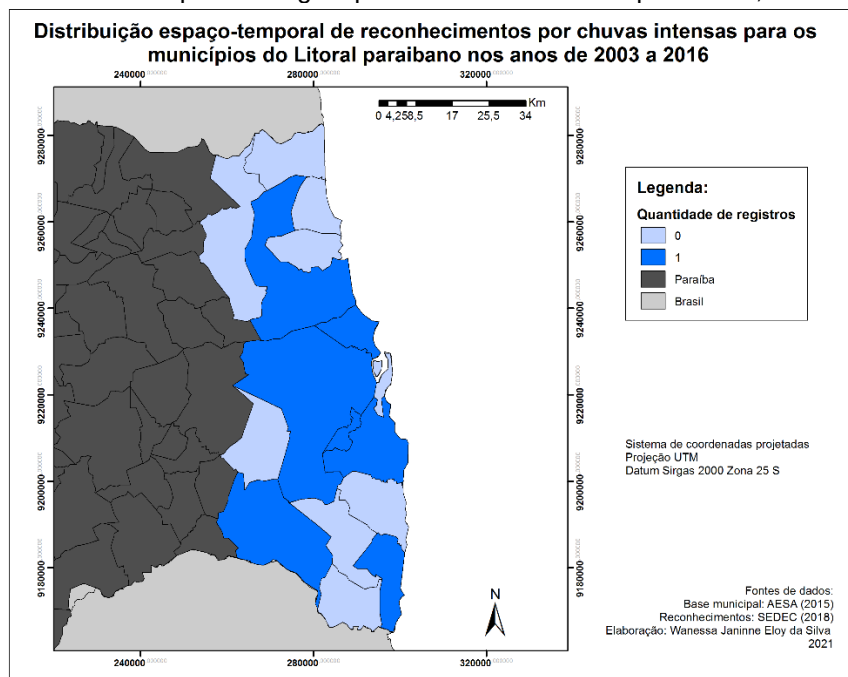
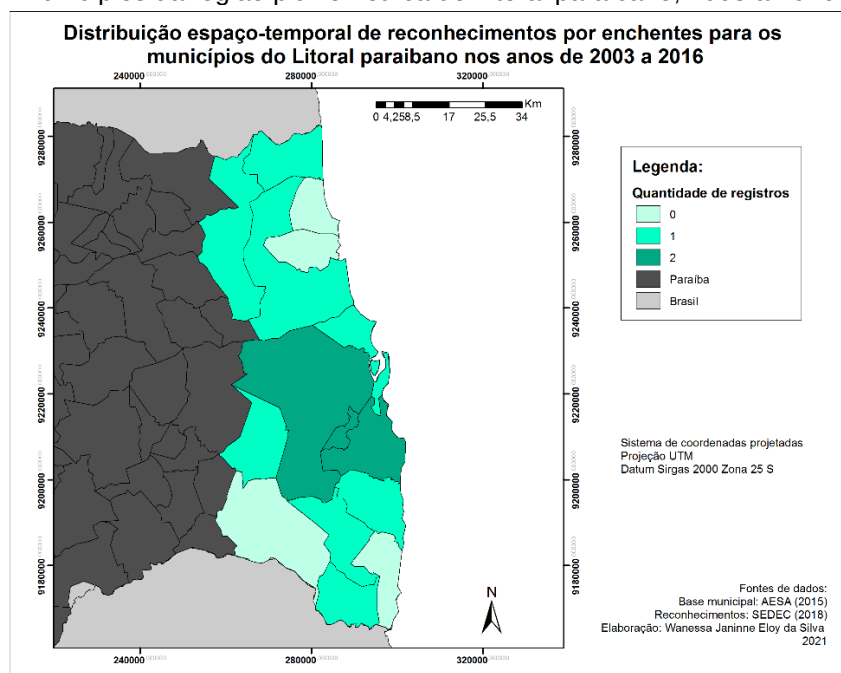


Figura 8 - Mapa de distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de desastres por enchentes nos municípios da região pluviométrica do Litoral paraibano, 2003 a 2016





XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 9 - Mapa de distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de desastres por enxurradas nos municípios da região pluviométrica do Litoral paraibano, 2003 a 2016

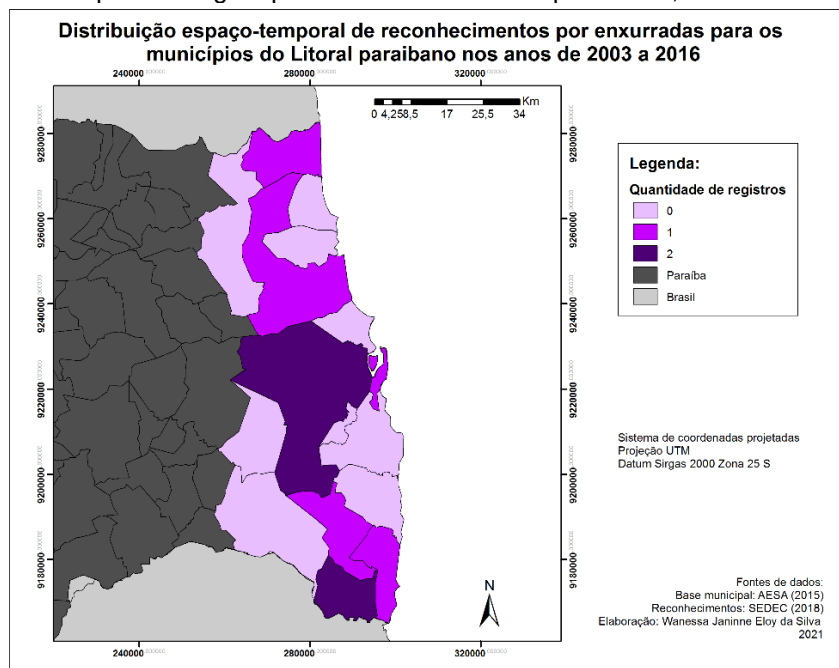
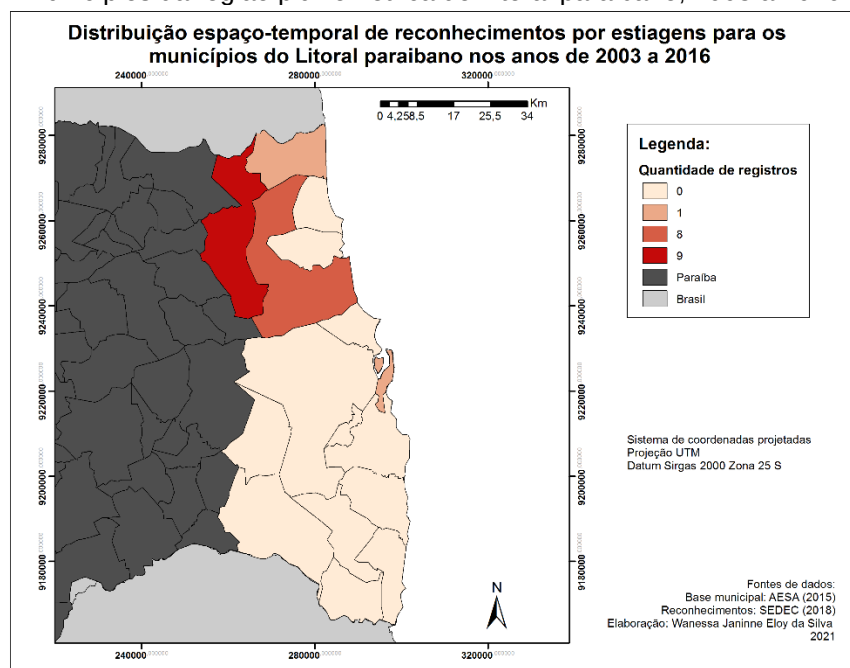


Figura 10 - Mapa de distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de desastres por estiagem nos municípios da região pluviométrica do Litoral paraibano, 2003 a 2016



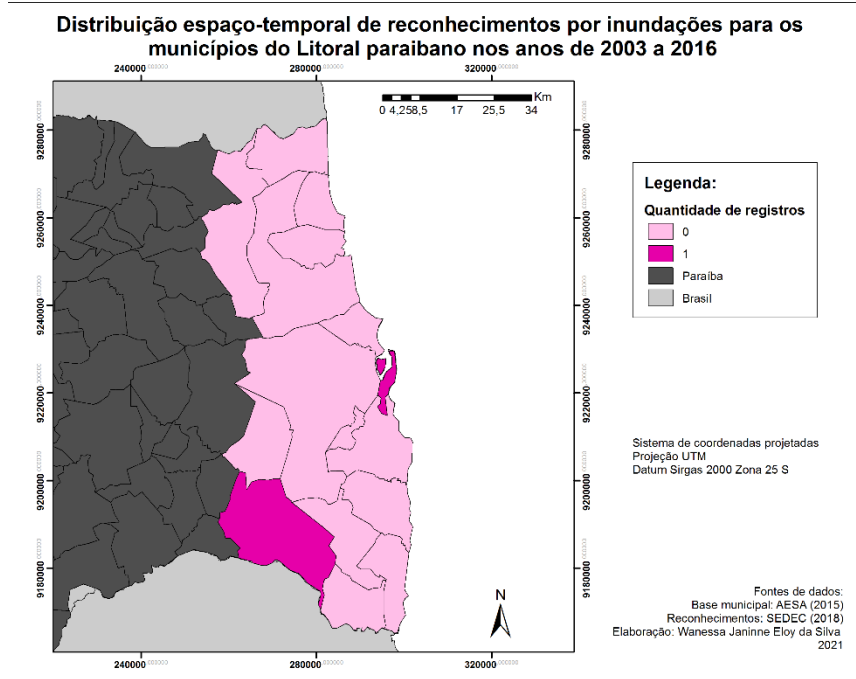


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 11 - Mapa de distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de desastres por inundações nos municípios da região pluviométrica do Litoral paraibano, 2003 a 2016



Tendo em consideração os danos causados pelos desastres, vale ressaltar que nem todos os desastres reconhecidos pela Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) possuíam formulários de AVADAN e FIDE disponíveis na plataforma do S2ID, dessa forma, todos os dados acerca dos danos representados são obtidos dos formulários disponíveis. Os danos humanos acarretados pelos desastres hidroclimáticos afetaram, no mínimo, 36.897 pessoas entre a escala temporal de 2003 a 2016, tendo como os anos que apresentaram um maior número de pessoas afetadas, 2003 com 23.256 pessoas afetadas, 2009 com 22.370 pessoas afetadas e 2013 com o número de pessoas afetadas, 28.027. Já o ano que menos registrou danos humanos foi 2005 com 406 pessoas afetadas, pode-se observar também que os anos 2006, 2008, 2010, 2012, 2014 e 2015, não registraram danos humanos (figura 12). Além disso, com relação aos danos materiais entre os anos de 2003 e 2016, constata-se uma grande ocorrência de danificação e destruição em Instituições Públicas de uso Comunitário, Obras de Infraestrutura Públicas e Unidades Habitacionais (figura 13), somando um prejuízo econômico de mais de R\$ 168.375.876,00 (cento e sessenta e oito milhões e trezentos e setenta e cinco mil e oitocentos e setenta e seis reais).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 12 – Distribuição anual dos danos humanos totais para a região do Litoral paraibano no período de 2003 a 2016



Fonte: SEDEC (2019). Organização: Nadja Cecília de Freitas Silva, 2021.

Figura 13 - Unidades destruídas e danificadas pelos desastres na região do Litoral Paraibano, 2003 a 2016



Fonte: SEDEC (2019). Organização: Nadja Cecília de Freitas Silva, 2021.

4. Considerações finais

Considera-se que a colaboração deste trabalho se refere à espacialização, sistematização e quantificação dos desastres hidroclimáticos ocorridos na região do Litoral do estado da Paraíba (chuvas intensas, enchentes, enxurradas e inundações), relacionados aos



5. Referência

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional da Defesa Civil. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres**. Disponível em: <https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>. Acesso em: 20 dez. 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

MOURA, M. O.; CUNICO, C.; NÓBREGA, R. S.; DUARTE, C. C.; Desastres hidrometeorológicos na região Nordeste do Brasil: distribuição espaço – temporal dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública. **Revista Caderno de Geografia**. 2016, n. 2. v.26. Belo Horizonte: 2016.

UNISDR. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNISDR. Geneva: United Nations, 2009, 30p. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf. Acesso em: 27 abril. 2021.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO MARANHÃO

AUDIVAN RIBEIRO GARCÊS JÚNIOR¹

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a distribuição temporal e espacial dos reconhecimentos federais de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública para o estado do Maranhão entre 2003 e 2018. Utilizou-se para análise as Portarias de Reconhecimento Federal de Situação de Emergência por municípios disponibilizadas pelo Sistema Integrado de Informações de Desastres Naturais. Foram selecionados os desastres naturais associados às condições climáticas (seca, estiagem, enxurradas, enchentes/inundação e alagamentos), por fim foram selecionados os anos com maiores registros de desastres e analisaram-se os dados de pluviosidade destes anos, que foram 2009, 2012 e 2013. A pesquisa identificou que não houve registro de Estado de Calamidade Pública nem de secas no Maranhão entre 2003 e 2018. A partir de 2010 as estiagens começaram a ser registradas no estado, destacando-se os anos de 2012 e 2013, este tipo de registro foi responsável por 54,1% do total, sendo em grande parte em municípios localizados na porção leste do estado. Registros relacionados à Inundação, enchentes e alagamentos foram responsáveis por 44% dos registros. Os dados de pluviosidade dos anos 2009, 2012 e 2013 foram analisados e identificou-se que houve uma relação entre as condições climáticas da pluviosidade e a ocorrência de eventos de inundação/enchentes e enxurradas em 2009 e estiagem em 2012 e 2013 no estado do Maranhão.

Palavras-chave: Situação de Emergência; Desastres Naturais; Pluviosidade.

ABSTRACT

This research aims to analyze the temporal and spatial distribution of federal recognitions of Emergency Situation and State of Public Disaster for the state of Maranhão between 2003 and 2018. The Federal Emergency Recognition Ordinances for Municipalities made available by the Sistema Integrado de Informações de Desastres Naturais were used for analysis. Natural disasters associated with climatic conditions (drought, runoff and floods) were selected, finally, the years with the greatest records of disasters were selected and the rainfall data for these years, which were 2009, 2012 and 2013, were analyzed. The survey identified that there was no record of a State of Public Calamity or droughts in Maranhão between 2003 and 2018. As of 2010, droughts began to be registered in the state, especially in the years 2012 and 2013, this type of registration was responsible for 54.1% of the total, being largely in municipalities located in the eastern portion of the state. Records related to flooding, flooding and flooding accounted for 44% of records. The rainfall data for the years 2009, 2012 and 2013 were analyzed and it was found that there was a relationship between the climatic conditions of rainfall and the occurrence of flood / flood events in 2009 and drought in 2012 and 2013 in the state of Maranhão.

Keywords: Emergency Situation; Natural Disasters; Rainfall

¹ Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Ceará, e-mail: audivanribeiro@gmail.com.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

1. Introdução

Os estudos sobre fenômenos naturais, eventos extremos, desastres naturais ganham cada vez mais destaque no campo da climatologia geográfica e das ciências ambientais bem como nos meios de comunicação dada os impactos que estes causam ao espaço. Muitas vezes os meios de comunicação associam estes fenômenos às mudanças climáticas, fato que necessitaria de estudos aprofundados de séries históricas e banco de dados para estabelecer tal relação.

Cabe destacar que o crescimento demográfico, o processo de urbanização, a alteração de ambientes naturais e outros fatores desencadearam o aumento da vulnerabilidade aos impactos causados por eventos da natureza. Neste sentido, os impactos na sociedade, na vida humana, nas cidades, nas produções agrícolas têm sido maiores nos últimos haja vista que estes espaços e atividades foram expandidos.

Embora muitos estudos analisem os impactos dos fenômenos da natureza na sociedade, ainda há muitas discussões sobre as terminologias a serem empregadas. O termo fenômeno natural, por exemplo, que segundo Romero e Maskrey (1993) está relacionado a manifestação da natureza proveniente de sua dinâmica natural, muitas vezes confunde-se com desastres naturais, que por sua vez é utilizado como catástrofe.

Nesta pesquisa entende-se por desastre natural como um fenômeno oriundo da força natural que atua sobre os seres humanos, sendo então a resultante da relação entre um fenômeno perigoso e as condições socioeconômicas e ambientais vulneráveis de determinada população (ROMERO, MASKREY, 1993; CRUZ, 2003; MENDONÇA, 2011). Assim, um fenômeno natural passa a ser considerado desastre natural apenas quando este afeta uma população ou área povoada, e causa ainda mais impacto se afeta uma população que habita espaços com fragilidades no contexto físico-natural, bem como com maior vulnerabilidade social, possuindo menor poder de resposta em relação ao fenômeno e seus impactos (MONTEIRO, 2016).

Sobre esta perspectiva alguns pesquisadores e estudiosos da área já utilizam o termo desastre socionatural, com o intuito de desnaturalizar os fenômenos e dar ênfase às condições econômicas e sociais da população afeta (UGARTE CAVIEDES, 2015; HERRMANN, 2016; MONTEIRO e ZANELLA, 2019).

Castro (2004) no Glossário de Defesa Civil que é utilizado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil, define desastres naturais como “resultado de eventos adversos, naturais ou



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 2004, p. 52). Os desastres naturais podem então ser classificados por sua intensidade, origem e evolução. A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) divide os desastres naturais em 5 grupos, são eles: geológico, hidrológico, meteorológico, climático e biológico, estes, por conseguinte são divididos em subgrupos. No caso do Brasil destacam-se os desastres naturais hidrológicos do subgrupo Inundação, enxurradas e alagamentos e os climáticos do subgrupo Seca, esta que por sua vez pode ser classificada em estiagem, seca, incêndio florestal e baixa umidade do ar, com maiores destaque no Brasil os dois primeiros tipos.

Como já mencionado os principais tipos de desastres naturais registrados no Brasil são: inundações, alagamentos, enxurradas, estiagem e secas. O quadro abaixo mostra as principais definições destes tipos de situações de desastres elaboradas por Castro (2004):

Quadro 1 - Tipos de Desastres e Definição

Situação de desastre	Definição
Inundação	Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Em função da magnitude, as inundações são classificadas como: excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude. Em função do padrão evolutivo, são classificadas como: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas.
Alagamentos	Água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes.
Estiagem	Período prolongado de baixa pluviosidade ou sua ausência, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição.
Secas	Ausência prolongada, deficiência acentuada ou fraca distribuição de precipitação. 2. Período de tempo seco, suficientemente prolongado, para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico. 3. Do ponto de vista meteorológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes. 4. Numa visão socioeconômica, a seca depende muito mais das vulnerabilidades dos grupos sociais afetados que das condições climáticas.

Fonte: Castro, 2004.

No Brasil, segundo a Confederação Nacional dos Municípios (CNM) estima-se que os prejuízos causados por desastres naturais entre 2012 e 2017 foram de R\$ 244,9 bilhões, com cerca de 53,6 milhões de pessoas afetadas. Ainda segundo a CNM, a região Nordeste foi a que teve mais prejuízos, sobretudo motivada pela seca, prejuízos em torno de R\$ 105,6 bilhões



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

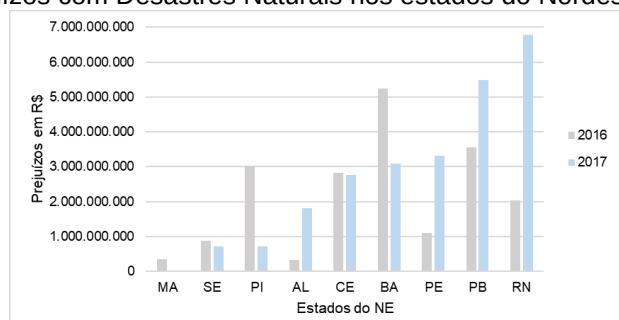
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

(CNM, 2018).

Embora a região Nordeste destaque-se com o elevado número de registros de desastres naturais, o estado do Maranhão apresenta, quando comparado com os outros estados da região, prejuízos e número de reconhecimentos relacionados a escassez hídrica (estiagem e seca) mais baixos.

No trabalho de Olímpio (2017) observou-se que os reconhecimentos de situações de desastres relacionados à estiagem passaram a ser registrados apenas em 2010 e também não há nenhum registro de seca entre 2003 e 2014. Quanto aos prejuízos, o gráfico abaixo elaborado com dados da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) é possível notar a diferença do estado do Maranhão com outros estados da região Nordeste nos anos de 2016 e 2017 (Figura 1).

Figura 1 – Prejuízos com Desastres Naturais nos estados do Nordeste (2016-2017)



Fonte: SEDEC, 2018, elaborado pelos autores.

Estima-se que os valores no Maranhão ficaram em torno de R\$ 345.567.976 em 2016 e R\$ 345.567.976 em 2017. Embora este cenário seja pouco mais favorável ao estado, Olímpio (2017) quando da construção do indicador de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais dos municípios do Nordeste considerando variáveis socioeconômicas, identificou que parte considerável dos estados do Maranhão possui vulnerabilidade muito alta. Segundo o autor esta característica retrata “os reduzidos níveis de resistência e capacidade de adaptação das unidades municipais aos fenômenos da seca, bem como a outros processos potencialmente geradores de desequilíbrios” (OLÍMPIO, 2017, p. 216).

Desta forma, embora o estado do Maranhão possua características naturais que o distingue de outros estados da região Nordeste, faz-se necessário analisar quais tipos de desastres naturais foram mais registrados no estado, dadas suas condições ambientais e as condições socioeconômicas.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

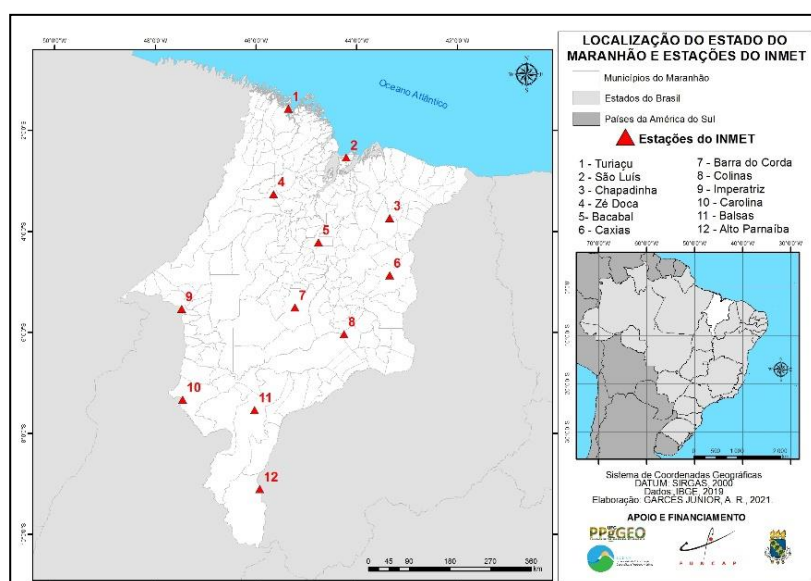
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Assim, esta pesquisa buscar iniciar um percurso de análise da temática para o estado, objetivando inicialmente neste trabalho analisar a distribuição temporal e espacial dos reconhecimentos federais de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública para o estado do Maranhão entre 2003 e 2018, identificando os tipos de desastres relacionados às condições climáticas e meteorológicas e desta forma analisando os dados de pluviosidade dos anos com maior número de registros de estiagem e enchentes/inundações/enxurradas.

1.1 Caracterização da área

O estado do Maranhão está localizado na região Nordeste do Brasil (Figura 2), na figura 2 é possível ainda observar a localização das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) utilizadas neste trabalho. O estado possui características geoambientais que o difere de outros estados da região, apresentando uma geologia predominante sedimentar representada pela Bacia Sedimentar do Parnaíba, compartimentos geomorfológicos representados por planaltos no centro-sul, com áreas mais elevadas no extremo sul, mais precisamente na Chapada das Mangabeiras, com altitude em torno de 800m e planícies na porção norte do estado, onde se encontram as planícies fluviais, litorâneas e costeiras (FEITOSA, 1989; FEITOSA E TROVÃO, 2006).

Figura 2 – Localização do estado do Maranhão e das estações meteorológicas do INMET



Fonte: IBGE (2019); INMET (2021), elaborado pelos autores.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Destaca-se também no estado a elevada concentração de recursos hídricos superfícies, resultado da relação entre terrenos sedimentares e regimes pluviométricos bem definidos. Desta forma os cursos dos rios seguem no sentido sul-norte, ou seja, dos planaltos para as planícies, destacando-se as bacias hidrográficas estaduais dos rios Itapecuru, Mearim, Pindaré e Munim e as bacias federais dos rios Parnaíba, Gurupi e Tocantins. Cabe ressaltar que o processo de povoamento do estado esteve diretamente relacionado aos cursos d'água, haja vista que a frente de ocupação litorânea, seguiu os cursos dos rios e foram fixando povoadamentos ao longo dos mesmos, onde hoje estão localizados vários municípios maranhenses (FEITOSA E TROVÃO, 2006).

Com relação a climatologia do estado considerando a proposta de Thornthwaite (1948), foi possível identificar dois tipos climáticos, Úmido e Subúmido, dividindo-os em quatro regiões climáticas entre os subtipos: Clima úmido B2, Clima subúmido seco C1, Clima Subúmido seco C1 e Clima Subúmido seco C2, apenas este último marcado por uma deficiência hídrica anual moderada, abrangendo a porção centro-oriental do estado (MARANHÃO, 2002).

2. Metodologia

Este trabalho pauta-se na Abordagem Socioambiental proposto por Mendonça (2004) dando ênfase aos fenômenos denominados de desastres naturais, haja vista que os mesmos estão relacionados diretamente aos impactos de fenômenos naturais que são intensificados pela ação humana, bem como resultam em impactos diretos no espaço geográfico.

Os desastres naturais foram identificados a partir dos registros de Reconhecimentos Federais de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública realizados pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Estes dados estão disponibilizados no Sistema Integrado de Informações de Desastres Naturais-S2iD (<https://s2id.mi.gov.br/paginas/series/>), e ressalta-se que este sistema foi criado em 2012 e passou a centralizar as informações sobre os reconhecimentos federais. O banco de dados históricos possui dados entre 2003 e 2016, desta forma para esta pesquisa utilizou-se os dados registrados na série histórica no sistema para o Estado do Maranhão. Os dados referentes à 2017 e 2018 foram obtidos a partir do banco de relatórios também no S2iD.

Excluíram-se da análise os dados referentes aos seguintes tipos de desastres: ventos costeiros, incêndios em áreas não florestadas, erosão continental (Boçorocas), desemprego generalizado e chuvas intensas. Todos eles com 1 registro ao longo da série, exceto chuvas



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

intensas que teve 5 registros no sistema apenas no ano de 2004, porém a partir dos outros anos não foi mais utilizada esta nomenclatura.

Optou-se por analisar os desastres relacionados diretamente com as condições climáticas e hidrológicas, foram eles: **estiagem, alagamentos, enxurradas, inundação e enchentes**, este último termo foi utilizado apenas nos registros de 2010 e 2011, assim optou-se por agrupar inundações e enchentes dada à similaridade na repercussão dos fenômenos.

Ressalta-se que nos dados encontrados em 2010, 2014 e 2016 havia informações que se referiam à fenômenos dos anos anteriores, ficando registrado no sistema a data de publicação do Diário Oficial da União. Desta forma, optou-se por considerar a data da portaria, ou seja, o registro foi corrigido para o ano anterior.

Após verificação dos dados encontrados, os mesmos foram organizados em planilhas do excel®, considerando o tipo de desastre, os registros por município e por ano, possibilitando a elaboração dos gráficos e tabelas.

Para definição das classes de frequência dos desastres foi utilizado análise de agrupamento pelo método não hierarquizado no software SPSS® versão 20, estabelecendo 3 classes, conforme descrito na tabela 1:

Tabela 1 – Definição das Classes de frequência dos desastres naturais

Frequência	Classes
Alta	5 a 7
Média	2 a 4
Baixa	0 a 1

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Os mapas foram elaborados a partir dos dados tratados nas planilhas do excel® e exportados para o software QGIS 3.8.2®.

Diante do destaque da quantidade de registros de inundação/enchentes e enxurradas no ano de 2009 e estiagem nos anos de 2012 e 2013, fez-se então uma análise dos acumulados de precipitação pluviométrica para estes anos. Os dados foram obtidos a partir das 12 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizados no estado do Maranhão.

Estes dados foram exportados para o excel®, onde foi possível realizar o cálculo do acumulado por estações e compará-lo com a normal climatológica do INMET (1981-2010). Para o cálculo da variação percentual foi utilizado as seguintes fórmulas:



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

- Para valores acima da normal climatológica:

$$\text{Variação percentual} = \frac{(\text{Valor maior} - \text{Valor menor})}{\text{Valor maior}} \times 100$$

- Para valores abaixo da normal climatológica:

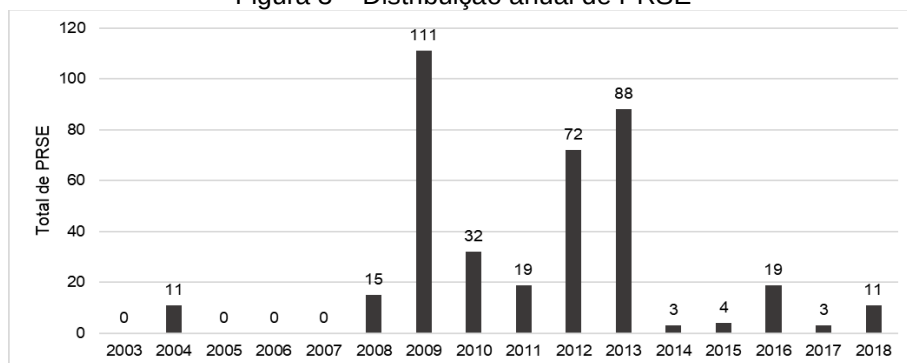
$$\text{Variação percentual} = \frac{(\text{Valor maior} - \text{Valor menor})}{\text{Valor menor}} \times 100$$

3. Resultados e discussão

A partir da análise criteriosa dos dados informados pela SEDEC foi possível identificar que o estado do Maranhão entre 2003 e 2018 teve 398 registros de desastres naturais, todos considerados apenas Situação de Emergência¹. Selecionados apenas os desastres naturais hidrológicos (inundação/enchentes, enxurradas e alagamentos) e climáticos (estiagem e seca), o estado do Maranhão possuiu 388 registros de Portarias de Reconhecimento de Situação de Emergência (PRSE).

O ano de 2009 destacou-se como o que possui maior quantidade de Portarias reconhecidas, foram 111, seguido do ano de 2013 e 2012, respectivamente com 88 e 72 registros (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição anual de PRSE



Fonte: SEDEC (2021), elaborado pelos autores.

Entre os tipos de desastres naturais, as estiagens foram as mais registradas entre 2003

¹ **Situação de emergência:** situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta. **Estado de calamidade pública:** situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo substancialmente sua capacidade de resposta (BRASIL, 2012, p. 30, grifo nosso).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

e 2018, representando 54,1% dos registros, seguido das inundações/enchentes com 101 portarias reconhecidas (Tabela 2). Cabe ressaltar, que conforme Olímpio (2017) estes registros de estiagem começaram a aparecer a partir de 2010. No entanto, destaca-se que os desastres hidrológicos tiveram percentual expressivo, dada a condição geoambiental do estado na qual algumas áreas possuem acumulados anuais em torno de 2000mm e sítios urbanos próximas a rios, resultante do processo inicial de colonização do estado (FEITOSA E TROVÃO, 2006).

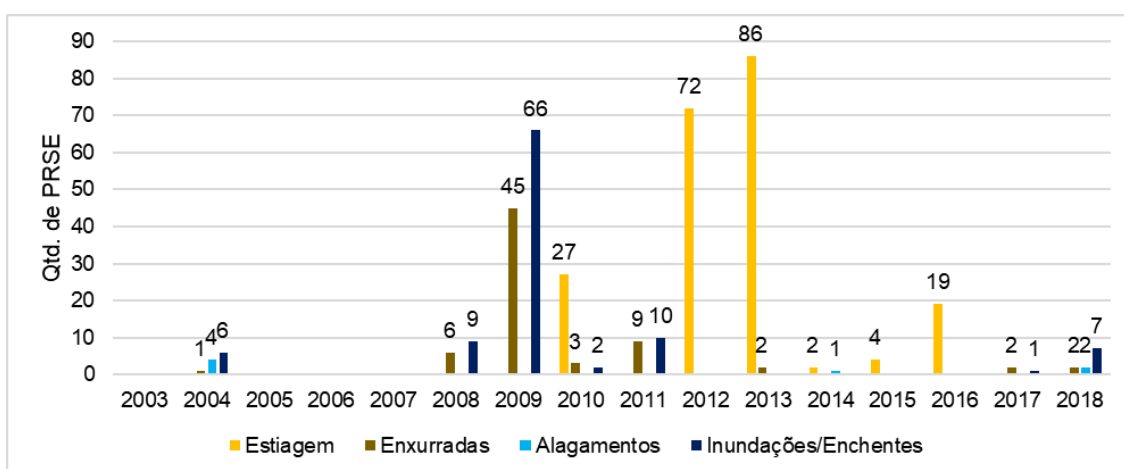
Tabela 2 - Frequência e percentual de desastres (Situação de Emergência) no estado do Maranhão, 2003 a 2018

Tipo	f	%
Estiagem	210	54,1
Enxurradas	70	18,0
Alagamentos	7	1,8
Inundação/enchentes	101	26,0
Total	388	100

Fonte: SEDEC (2021). Elaborado pelos autores.

Na análise temporal por tipo de desastres, observa-se que os anos de 2003, 2005, 2006 e 2007 não houve registros de Portarias nem de desastres hidrológicos nem climáticos. Ressalta-se também que na série analisada não houve registro de seca. No entanto, as estiagens foram a quantidade identificada nos anos de 2012 e 2013, com 72 e 86 portarias, respectivamente (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição Temporal por tipos de desastre natural entre 2003 e 2018 – Maranhão



Fonte: SEDEC (2021), elaborado pelos autores.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Os desastres naturais hidrológicos destacaram-se, sobretudo no de 2009, com 66 de inundações/enchentes e 45 enxurradas. Nos anos de 2008 e 2011 também houve registros, em 2008, 6 de enxurradas e 9 de inundações/enchentes e 2011 com 9 de enxurradas e 10 de inundações/enchentes. Alagamentos foram registrados 4 em 2004, 1 em 2014 e 2 em 2018. Os dados de 2018 foram identificados nos municípios de Brejo e Lago dos Rodrigues.

A partir da distribuição espacial dos desastres naturais é possível inferir que na porção leste há maior concentração de municípios com alta frequência de registros de PRSE (Tabela 3). Para o estado, 11 municípios estão inseridos com alta frequência, são eles: Coelho Neto, Duque Barcelar, Marajá do Sena, São João do Sóter, Afonso Cunha, Codó, Mirador, Nina Rodrigues, Timon, Chapadinha e Brejo. Com média frequência 94 municípios e com baixa frequência 112, sendo que destes 54,5% não possui nenhum registro.

Tabela 3 – Frequência e Percentual de PRSE por município – Maranhão (2003-2018)

Frequência	<i>n</i>	%
Alta	11	5,1
Média	94	43,3
Baixa	112	51,6
Total	217	100

Fonte: SEDEC (2021), elaborado pelos autores.

Os municípios com maiores registros de estiagem foram: Anapurus, Chapadinha, Codó, Coelho Neto e Duque Barcelar, todos com 4 registros cada, todos estes municípios estão localizados na mesorregião Leste Maranhense (Figura 5). Cabe destacar que os dois municípios desta mesma mesorregião foram inseridos em 2017 no Semiárido Brasileiro pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) (SUDENE, 2017), no entanto Araioses entre 2003 e 2018 não houve nenhum registro de Situação de Emergência por estiagem e Timon houve 3 registros. Há ainda um Projeto de Lei (PL) [2492/2019](#) sugerindo a inserção de outros 44 municípios na área que abrange o Semiárido Brasileiro (AGÊNCIA SENADO, 2021).

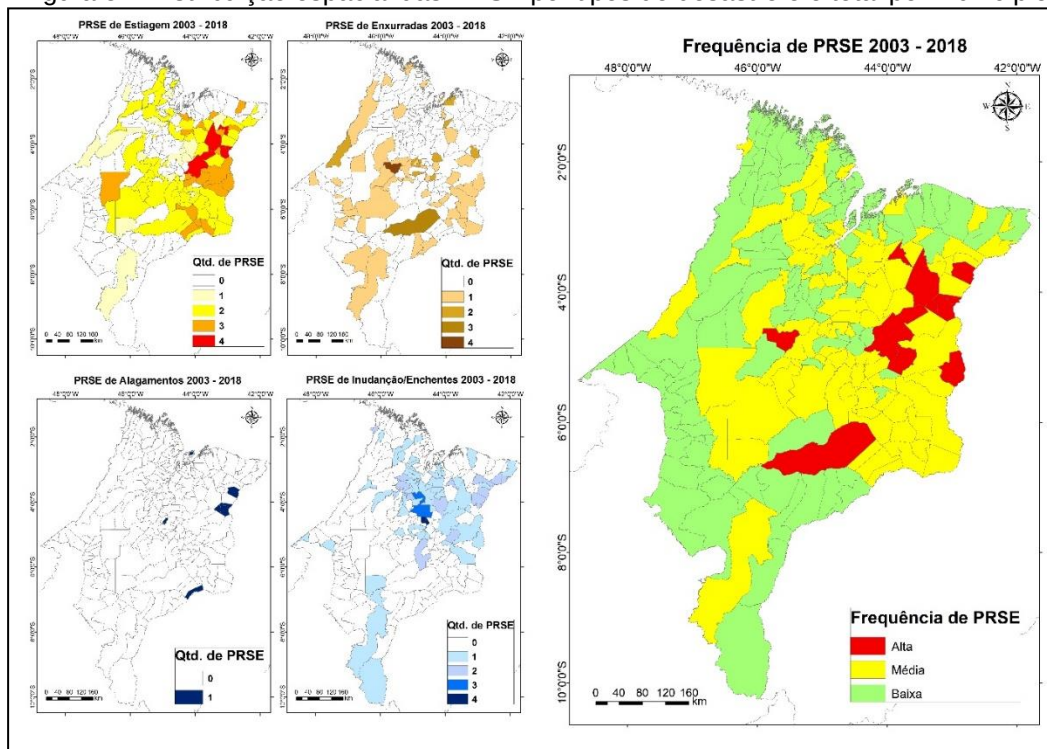


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 5 – Distribuição espacial das PRSE por tipos de desastre e o total por município



Fonte: SEDEC (2021), elaborado pelos autores.

Com maiores registros de inundações/enchentes destacaram-se os municípios de Pedreiras e Trizidela do Vale, cada um com 4 PRSE. Estes dois municípios estão localizados às margens do rio Mearim, são interligados pela Ponte Francisco Sá (Figuras 6 e 7).

Figura 6 – Ponte Francisco Sá e rio Mearim



Fonte: Defesa Civil, 2010.

Figura 7 – Inundação em Trizidela do Vale (2009)



Fonte: Defesa Civil, 2009.

No ano de 2009, estes dois municípios registraram grandes impactos por conta de



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

precipitações pluviométricas que ocasionaram a elevação do rio Mearim. Em Trizidela do Vale cerca de 32 mil pessoas foram atingidas pelas inundações e em Pedreiras cerca de 23 mil pessoas.

Os dados das estações meteorológicas do INMET indicam que em todo estado do Maranhão os acumulados de precipitação em 2009 foram expressivos, ultrapassando 2.000mm anuais, sobretudo no norte do estado. Já nos anos de 2012 e 2013, tem-se o cenário oposto, marcado por volumes inferiores às precipitações normais, destacando-se os municípios de São Luís e Caxias em 2012 e Turiacu e São Luís em 2013 (Tabela 4).

Tabela 4 – Acumulado anual de Pluviosidade em 2009, 2012 e 2013 e normal climatológica

n ¹	Estações INMET	2009	2012	2013	Normal Climatológica (1981-2010)
1	Turiacu	3203,5	1446,2	1626,5	2197,5
2	São Luís	2847,8	1133,2	1594,2	2199,9
3	Chapadinha	2055,7	1177,4	1315,4	1674,5
4	Zé Doca	2209,1	1268,3	1540,7	1854,1
5	Bacabal	2235,6	1255,2	1594,8	1807,6
6	Caxias	2486,2	942,8	1182,3	1517,9
7	Barra do Corda	1644	846	1018,6	1177,1
8	Colinas	1742,4	1016,2	1214,4	1315
9	Imperatriz	1603,5	1375,7	1333,1	1516,3
10	Carolina	2074,3	1685,4	1974	1727,8
11	Balsas	1478,7	953,1	1543,7	1232,5
12	Alto Parnaíba	1848	1118,9	1309,4	1359,4

Fonte: INMET (2021), elaborada pelos autores.

Os dados abaixo representam a variação percentual entre os acumulados de pluviosidade em relação à normal climatológica do INMET. Nota-se que o ano de 2009 teve acumulados de pluviosidade em todas as estações acima da média, assim como em 2012 e 2013 a grande maioria ficou abaixo da média, exceto em Carolina e Balsas (Tabela 5).

¹ Observar o mapa de localização (Figura 2)



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 5 – Variação Percentual com relação à normal climatológica

Estações INMET	2009	%	2012	%	2013	%
Turiacu	1006	↑ 45,8	-751,3	↓ 34,189	-571	↓ -26,0
São Luis	647,9	↑ 29,5	-1066,7	↓ 48,489	-605,7	↓ -27,5
Chapadinha	381,2	↑ 22,8	-497,1	↓ 29,686	-359,1	↓ -21,4
Zé Doca	355	↑ 19,1	-585,8	↓ 31,595	-313,4	↓ -16,9
Bacabal	428	↑ 23,7	-552,4	↓ 30,56	-212,8	↓ -11,8
Caxias	968,3	↑ 63,8	-575,1	↓ 37,888	-335,6	↓ -22,1
Barra do Corda	466,9	↑ 39,7	-331,1	↓ 28,128	-158,5	↓ -13,5
Colinas	427,4	↑ 32,5	-298,8	↓ 22,722	-100,6	↓ -7,7
Imperatriz	87,2	↑ 5,8	-140,6	↓ 9,2726	-183,2	↓ -12,1
Carolina	346,5	↑ 20,1	-42,4	↓ 2,454	246,2	↑ 14,2
Balsas	246,2	↑ 20,0	-279,4	↓ 22,669	311,2	↑ 25,2
Alto Parnaíba	488,6	↑ 35,9	-240,5	↓ 17,692	-50	↓ -3,7

Fonte: INMET (2021), elaborada pelos autores.

Desta forma, nota-se que há uma relação entre a quantidade de PRSE e as condições climáticas (excesso ou falta de chuvas) que se estabeleceram nos anos analisados (2009, 2012 e 2013). O ano de 2009 com 111 PRSE de desastres hidrológicos (inundação/enchentes e enxurradas) e elevados volumes de precipitação pluviométricas em todas as estações do INMET, enquanto que 158 PRSE de estiagem foram registrados entre 2012 e 2013, na qual sobretudo em 2012 os acumulados anuais foram abaixo da normal climatológica em todas as estações do estado.

4. Considerações finais

O estado do Maranhão embora apresente uma dinâmica climática caracterizada por alto acumulados de precipitação pluviométrica com relação a outros estados da região do Nordeste, a pesquisa identificou que a partir de 2010 que PRSE de estiagens começaram a ser registradas no estado, destacando-se os anos de 2012 e 2013.

Ressalta-se que os eventos hidrológicos (inundação/enchentes e enxurradas) também foram registrados de forma expressiva no estado do Maranhão, sobretudo em municípios na qual o sítio urbano está localizado próximo aos rios, como no caso de Trizidela do Vale e Pedreiras na bacia hidrográfica do rio Mearim.

O ano de 2009 teve a maior quantidade de PRSE para inundações/enchentes e enxurradas e a partir da análise dos acumulados pluviométricos das estações do INMET foi possível inferir que houve condição pluviométrica favorável para tal situação, assim como nos



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

de 2012 e 2013, os volumes de chuvas foram abaixo da normal em grande parte do estado, repercutindo assim no maior número de PRSE de estiagem.

5. Referências

AGÊNCIA SENADO. **Semiárido pode ganhar 44 novos municípios**. 10/06/2019. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/audios/2019/06/semiario-pode-ganhar-44-novos-municipios> .

CASTRO, A. L. C de. **Glossário de Defesa Civil**: Estudos de riscos e medicina de desastres. 5ª ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2004.

CNM, Confederação Nacional dos Municípios. **Estudo – Proteção E Defesa Civil / Estudos Técnicos**. 2018. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/documentos/Decretacoes-de-anormalidades-causadas-por-desastres-nos-Municipios-Brasileiros-10-10-2018-v2.pdf> . Acesso em: 25/03/2021.

CRUZ, J. da. **Ecología social de los desastres**. Montevideo: Coscoroba, 2003.

FEITOSA, A. C. **Evolução morfogenética do litoral norte da Ilha do Maranhão**. Dissertação de Mestrado. Rio Claro. Dissertação. (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1989.

FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. **Atlas do Maranhão**: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Grafset, 2006.

HERRMANN, M. L. de P. As contribuições do GEDN, e do LabClima, nas análises dos desastres socionaturais em Santa Catarina. **Cadernos Geográficos**, Santa Catarina, n.36, p.20-26, 2016.

MARANHÃO, Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Atlas do Maranhão**. São Luís: GEPLAN, 2002.

MENDONÇA, F.. Riscos, Vulnerabilidades e Resiliência socioambientais Urbanas: inovações na análise geográfica. **Revista da ANPEGE**. v. 7, n. 1, p. 111-118, 2011.

MONTEIRO, J. B.. **Desastres Naturais no Estado do Ceará**: uma análise de episódios pluviométricos extremos. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E. Desnaturalizando o Desastre: As diferentes Concepções Teóricas que envolvem o conceito de Desastre Natural. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 1, p. 40-54, 28 jun. 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/437> Acesso: 15/03/2021.

OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do Risco de Desastres Naturais**: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2017.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ROMERO, G.; MASKREY, A.. Como entender los desastres naturales. In: MASKREY, Andrew (comp.). **Los desastres no son naturales**. Colombia: LA RED, 1993. p. 6-10. E-book. Disponível em: <http://www.lared.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>. Acesso em: 02/02/2021.

SUDENE, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Resolução nº 115, De 23 de Novembro de 2017**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/739568/do1-2017-12-05-resolucao-n-115-de-23-de-novembro-de-2017-739564 . Acesso em: 30/05/2020.

UGARTE CAVIEDES, A M. Los desastres como fenómenos socionaturales: la vulnerabilidade como fenómeno social. In: UNIVERSIDAD DE CHILE. **Curso Vulnerabilidades ante desastres socionaturales**. Santiago: Uabiarta, 2015. Disponível em: http://www.uabiarta.uchile.cl/c4x/Universidad_de_Chile/UCH_24/asset/Leccion_1.2_vulnerabilidades.pdf . Acesso em: 26/05/2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

REFLEXÕES SOBRE VULNERABILIDADE CLIMÁTICA E A CONSTRUÇÃO DA IDEIA DE RAÇA

ANA BEATRIZ CASTRO DOS SANTOS¹

RESUMO

A produção do espaço urbano das cidades brasileiras é marcada por atributos relacionados não apenas as desigualdades de renda, mas também, marcadamente, de gênero e raça. Esses elementos emergem inclusive quando das investigações acerca dos impactos de eventos habituais e extremos de tempo e de clima. Entretanto, parte significativa da literatura brasileira sobre vulnerabilidade climática e riscos ambientais ainda não aborda essas questões. Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo realizar uma análise das relações entre os processos de vulnerabilização ao clima urbano e a questão racial. Como metodologia, foram elencados os conceitos de raça, racismo institucional, racismo individual, racismo estrutural e necropolítica, em associação ao conceito de vulnerabilidade social e climática. Identificou-se que tais conceitos se relacionam e são potencialmente explicativos para analisar os processos de vulnerabilização aos fenômenos climáticos nas cidades brasileiras.

Palavras-chave: Clima urbano; Vulnerabilidade; Risco.

ABSTRACT

The urban space production in Brazilian cities is marked by attributes related not only to income inequalities, but also, markedly, to gender and race. These elements emerge even when investigating the impacts of habitual events and extreme weather and climate. However, a significant part of the Brazilian literature on climate vulnerability and environmental risks still doesn't address these issues. In this sense, the work aims to carry out an analysis of the relationships between the processes of vulnerability to the urban climate and the racial issue. As a methodology, the concepts of race, institutional racism, individual racism, structural and necropolitics racism were listed, in association with the concept of social and climatic vulnerability. It was identified that these concepts are related and are potentially explanatory to analyze the processes of vulnerability to climatic phenomena in Brazilian cities.

Keywords: Vulnerability; Risk; Urban climate.

1. Introdução

Para Nascimento Junior (2018), o processo de urbanização vem introduzindo um conjunto de elementos físicos e químicos na atmosfera que produzem novas condições na atmosfera intraurbana. Desse conjunto de alterações nos processos deriva o clima urbano (NASCIMENTO JUNIOR, 2018, p. 18).

Para Monteiro (1976), esse fenômeno se constitui como resultante do clima de um dado

¹ Cursando licenciatura e bacharel em geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, biiacastroana@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

espaço terrestre e sua urbanização (Monteiro, 1976, p.95). Admitido através da Teoria Geral dos Sistemas, o clima urbano é um sistema complexo, dinâmico e aberto, estando em constante troca de energia com o ambiente a sua volta, recebendo e interagindo com a atmosfera por meio dos elementos naturais constitutivos do sítio urbano, compreendidos como o relevo, a vegetação, os rios e outros. Cabe salientar que, de acordo com Monteiro (1976), este sistema não pode ser entendido apenas pela sobreposição de suas camadas, mas sim pela conexão intrínseca entre elas.

A partir destes fundamentos, Monteiro (1976) formulou o modelo teórico denominado Sistema Clima Urbano (SCU) para compreender estas relações. Para isso, dividiu analiticamente o SCU naquilo que denominou de subsistemas, totalizando três distintos canais de percepção que se inter-relacionam no âmbito do urbano. São eles: i) Subsistema Termodinâmico (canal de percepção do conforto térmico), que engloba os componentes termodinâmicos que, em suas relações, se expressam através do movimento da energia térmica na sua transformação em calor, e suas relações analíticas e de percepção com a ventilação e umidade; ii) Subsistema Físico-químico (canal de percepção da qualidade do ar), associado às formas de contaminação do ar. Trata fundamentalmente das influências climáticas relacionadas a emissão de material particulado (das mais variadas fontes) e também relacionadas a emissão de gases; e, por fim, iii) Subsistema Hidrometeorológico (canal de percepção dos meteoros de impacto), na qual são agrupadas todas as formas meteorológicas, hídricas (chuva, neve, nevoeiros), mecânicas, (tornados) e elétricas (tempestades) que, assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade, são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando a circulação e serviços.

Ainda no contexto urbano, Sant'Anna Neto (2011) expõe que é plausível admitir que dinâmica atmosférica e o ritmo climático estejam entre os tipos de fluxos presentes no espaço urbano. Em conjugação com o ritmo da vida urbana, os fluxos atmosféricos são capazes de produzir tipos de tempo que impactam o cotidiano das cidades. Entretanto, eles acabam afetando de formas diferentes os distintos grupos sociais.

O autor aborda, ainda, que como a produção do espaço urbano se dá no contexto do modo de produção capitalista, ela acaba por gerar espaços segregados e fragmentados, e é de se esperar que isso resulte em impactos sensíveis a diversos grupos sociais de forma que as desigualdades sociais se tornem mais aguadas. Com isso, o autor considera que o grau de vulnerabilidade dos sujeitos depende de características como as suas condições sociais e



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ambientais a que estes indivíduos estão submetidos. Nascimento Junior (2018), traz, ainda, a ideia de clima urbano como risco. Entretanto, é necessário demarcar que este fenômeno, inerente à toda e qualquer cidade, não se realiza como risco para os sujeitos urbanos de maneira homogênea. Assim, é inevitável, na contemporaneidade, considerar que as condições sociais dos sujeitos, que acabam se relacionando com o clima urbano como risco envolvem, necessariamente, a questão racial. Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo realizar uma análise das relações entre os processos de vulnerabilização ao clima urbano e a questão racial.

2. Metodologia

Como metodologia, optou-se pela realização de uma aprofundada revisão bibliográfica no sentido de identificar de que maneira a construção da ideia de raça subjaz ao próprio processo de existência do racismo e suas diferentes manifestações. Além disso, também foram levantados elementos acerca do conceito de vulnerabilidade que permitem essa associação.

Para tanto, autores como Almeida (2009), Kilomba (2019) e Mbembe (2018) foram utilizados, sobretudo no que se refere aos conceitos de raça, racismo, racismo individual, racismo institucional e racismo estrutural, assim como de necropolítica. Tais conceitos foram relacionados ao de vulnerabilidade delimitado por Cutter (2005, 2011), em associação aos eventos climáticos.

Espera-se, a partir dessa reflexão, subsidiar análises mais robustas acerca não apenas dos impactos, mas das formas de materialização dos desastres a partir de uma leitura crítica racial.

3. Racismo e a construção da ideia de raça

Almeida (2009) expõe que o racismo, enquanto construção social, se manifesta em quatro elementos sociais: a ideologia, a política, a direito e a economia. Entretanto, para o autor, tal divisão tem propósito meramente expositivo: na sociedade contemporânea, a raça é o elemento social responsável por delinear os limites entre vida e morte. Nesse sentido, segundo Almeida (2009), não tornar o racismo como elemento central na compreensão dessa mesma sociedade, de um ponto de vista científico, indicaria uma verdadeira falta de compromisso com a ciência.

Segundo Almeida (2009), a construção da ideia de raça de modo semelhante a que se apresenta nos dias atuais surge a partir do Iluminismo. Naquele momento histórico, surgiu a



Assim, a classificação dos seres humanos em raças distintas (“superiores” e “inferiores”) serviria como uma engenhosa tecnologia colonialista a serviço da submissão e



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

destruição de populações. Pode-se estabelecer que, a partir desse momento, a raça passa a operar a partir de dois pressupostos que se ligaram e complementam: a construção da raça como característica biológica e, ao mesmo tempo, a sua construção como característica étnico-cultural (ALMEIDA, 2018, p. 29-30).

No século XX, parte da antropologia trabalhou para mostrar que a autonomia das culturas e a inexistência de determinações biológicas ou culturais capazes de hierarquizar a moral, cultura, e religião e os sistemas políticos. Porém, com os eventos da Segunda Guerra Mundial, a ideia iluminista de raça, revisitada, acabou retornando. Mesmo que hoje a antropologia e a biologia afirmem que não há diferenças biológicas ou culturais que justifique esses tratamentos, a verdade é que a noção de raça segue como um fator político, utilizado para naturalizar desigualdade e legitimar a segregação e o genocídio dos ditos grupos minoritários (ALMEIDA, 2018, p. 31).

Partindo desse conceito, podemos falar que o racismo “é uma forma sistêmica de discriminação que tem a raça como fundamento que se manifesta por meio de práticas conscientes ou inconscientes que acabam em desvantagem ou privilégios dependendo do grupo racial pertencente” (ALMEIDA, 2018 p. 32).

Kilomba (2019) contribui para o debate ao explicar que o racismo não se constitui apenas como firmamento de um passado colonial, mas também como uma realidade traumática e atemporal da população preta. Ao longo de sua obra, a autora discute sobre como elementos como a linguagem servem como afirmação de poder; como o silenciamento levou/leva a um trauma que reproduz feridas e, por fim, como se dá a violência por meio da generalização de um povo, expresso no racismo cotidiano. Ao desenvolver a ideia de racismo cotidiano, Kilomba (2019) afirma que este se refere a todo o vocabulário, discurso, imagens, gestos, ações e olhares que colocam o negro ou o sujeito não branco como outridade (KILOMBA, 2019, p. 78).

Almeida (2018) separa o racismo em três concepções que se complementam entre si. A primeira delas é o racismo individualista, onde o racismo é recebido como um tipo de “patologia” ou anormalidade, sendo um fenômeno ético ou psicológico de caráter individual ou coletivo, atribuídos a grupos isolados. Em suma, não haveria sociedades ou instituições racistas, mas indivíduos racistas, que agem isoladamente ou em grupo (ALMEIDA, 2019, p.36).

Há o racismo institucional, abordado como resultado do funcionamento das instituições que passam a atuar em dinâmica que confere, mesmo que indiretamente, desvantagens e privilégios com base na raça. Assim, a desigualdade racial seria uma característica da sociedade



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

não apenas por ações isoladas de um grupo ou indivíduos, mas principalmente porque as instituições são hegemônicas por determinados grupos raciais que utilizam dos mecanismos das instituições para impor seus interesses políticos e econômicos. (ALMEIDA, 2019, p. 37- 40).

Por último, o racismo estrutural se apresenta como expressão do racismo individual e do institucional, em associação ao cotidiano (conforme explicitado por Kilomga, 2019). O racismo estrutural se estrutura no âmbito político e econômico, além do individual e político, pois, sendo o racismo uma decorrência da estrutura social pelo modo no qual se constituem as relações políticas, econômicas, jurídicas e até familiares, faz com que esses comportamentos sejam derivados de uma sociedade cujo racismo é regra e não exceção. Sendo assim, podemos falar que o racismo é estrutural, pois ele faz parte da estrutura social.

Em resumo, o racismo é estrutural, pois:

... os negros são excluídos da maioria das estruturas sociais e políticas. E essas estruturas funcionam de forma a privilegiar manifestamente os sujeitos brancos, colocando membros de outros grupos em desvantagens visível, fora dessas estruturas que dominam” (KILOMBA, 2019, p. 77)

Tal sistema de exclusão atingiu nível de radicalização tal que permitiu a normalização de processos de violência e morte. Nesse sentido, chega-se ao conceito de *necropolítica*, formulado por Mbembe (2006), que consiste, em síntese, no poder de ditar quem deve viver e quem deve morrer. Para o autor, o necropoder emerge, pois, algumas populações, tidas como anormais, como “os outros”, devem morrer (MBEMBE, 2006, 43).

Pode-se refletir sobre a necropolítica e sua existência em países como o Brasil desde seus tempos de colônia, na qual o “poder do soberano” (em geral, centralizado na figura do colonizador) decide sobre os corpos “úteis” e “não úteis”. Assim, num contexto de colonização e colonialismo, pode-se compreender que o período escravocrata cumpriu papel fundamental para a consolidação de um modelo de desumanização dos sujeitos negros. Este histórico viabilizou a subalternização deste grupo, fazendo com que as marcas desse processo encontrem-se entre nós até os dias atuais e que elas estejam expressas, inclusive, nos processos de vulnerabilização social, ambiental e climática.

4. Vulnerabilidade social e climática

Cutter (2005), ao investigar as expressões sociais dos impactos ambientais levados a cabo pela ocorrência do Furacão Katrina, identifica que os marcadores de raça e classe são



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

fundamentais para a compreensão dos processos que levam os grupos sociais a apresentarem maiores ou menores níveis de vulnerabilidade social a fenômenos naturais, incluindo os climáticos. A partir do episódio do Furacão Katrina, a autora identificou que a maior parte dos atingidos por esse fenômeno foi, majoritariamente, a população negra, sobretudo mães, idosas, solteiras, pobres, que não tinham como sair da cidade quando souberam da chegada do furacão.

A autora afirma como elemento importante a construção dos processos de vulnerabilização, os quais ainda são largamente ignorados na literatura sobre perigos e desastres, porque são difíceis de medir e quantificar. Para a autora:

Vulnerabilidade social é parcialmente um produto das desigualdades sociais - aqueles fatores sociais e forças que a suscetibilidade de vários grupos prejudica, e afeta em grande parte sua capacidade de resposta, e de se recuperar (resiliência) após o dissidente. Indo além disso. Envolve a provisão básica de cuidados de saúde, a habitabilidade dos lugares, indicadores globais de qualidade de vida e acessibilidade à vitalidade, capital e representação política (CUTTER, 2005, p.2)

Sendo raça e classe elementos indispensáveis para se compreender a vulnerabilidade social, Cutter explica que quando a classe média (brancos e negros) saiu da cidade após a passagem do furacão, as disparidades sociais acabaram se evidenciando, já que boa parte das pessoas que ali viviam (pobres, negros, mães solteiras, jovens e idosos- que lutavam para sobreviver) não tiveram condições de sair. Isso fez com que a porção mais vulnerável da população permanecesse na cidade, que, por sua vez, não possuía planos de contingência eficientes o suficiente para permitir a sobrevivência dessas pessoas. Em síntese: a cidade, a vida urbana, a cidadania, a existência, não foi pensada como um direito para esse grupo social.

A partir desta experiência, Cutter (2011) identifica a vulnerabilidade para além de uma característica: ela aborda a vulnerabilidade como um campo do conhecimento que permite compreender que um mesmo acontecimento pode produzir diferentes impactos nas zonas envolventes. Ela também caracteriza a vulnerabilidade social como a propensão da população para os impactos negativos dos perigos e desastres, ajudando a entender a relação que há entre as populações vulneráveis e os ambientes naturais vulneráveis.

Para alcançar os resultados, a autora usa o Índice de Vulnerabilidade Social - SoVI, onde gera-se perfis socioeconômicos a partir de informações de censos e o submete a procedimentos estatísticos (análise de multicolinearidade e análise de componentes principais), para reduzir o número de variáveis a um conjunto menor de fatores. Outra abordagem utilizada



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

pela autora é o recurso a cartografia bivariada, em que o risco e a vulnerabilidade são representados num mapa que usa variações de cores em três categorias (elevada, média e baixa).

4. Considerações finais

Esse trabalho é parte do projeto de conclusão de curso, onde busca-se continuar a pesquisa através de aquisição de dados secundários, do censo IBGE de 2010, é através desses dados escolheres variáveis, para realizar o Índice de vulnerabilidade Social – SoVI, onde conseguiremos gerar os perfis sócio econômicos, para assim gerar um mapa para conseguirmos analisar quais são os pontos de maior vulnerabilidade social do local de estudo.

5. Referências

ALMEIDA, Silvio Luiz de. **Racismo Estrutural**. São Paulo: Sueli Carneiro; Pólen, 2019.

CUTTER, S. L. **A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores**. Revista Crítica de Ciências Sociais, 2011.

CUTTER, S. L.; EMRICH, C. The Geography of Social Vulnerability: Race, Class, and Catastrophe. Setembro, 2005. Disponível em : <http://understandingkatrina.ssrc.org/Cutter/>

KILOMBA, Grada. **Memórias da plantação-Episódios de racismo cotidiano**. 1º ed – Rio de Janeiro: Cobogó, 2019.

MBEMBE, Achille. **Necropolítica: biopoder, soberania, estado de exceção, política da morte**. São Paulo: n-1 edições, 2018.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IG/USP, 1976.

NASCIMENTO JUNIOR, Lindberg. Clima urbano, risco e vulnerabilidade em cidades costeiras do mundo tropical: estudo comparado entre Santos (Brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália). Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Presidente Prudente: UNESP. 2018.

SANT'ANNA NETO, J.L. O clima como risco, as cidades como sistemas vulneráveis, a saúde como promoção da vida. **Cadernos de Geografia**, n 30/31 - 2011.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

IMPACTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ASSOCIADOS A EVENTOS EXTREMOS: UMA ANÁLISE DO SISTEMA CHUVA - VAZÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MURIAÉ (2001-2018)

LEONARDO CAÇADINI BIZERRA DA SILVA¹
JULIANA VILARDO MENDES²

RESUMO

Em um contexto de mudanças climáticas e aumento da frequência e intensidade de desastres classificados como naturais, a compreensão do sistema chuva - vazão é de grande relevância para a análise dos eventos de natureza hidrológica. Com isso, o trabalho tem como objetivo analisar impactos hidrológicos relacionados ao sistema chuva - vazão na Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé, área que apresenta um histórico recente desses desastres. O recorte temporal utilizado foi de 2001 a 2018. Foram obtidos dados de 5 estações telemétricas que se distribuem ao longo da bacia, além de dados de ocorrência de alagamentos, enxurradas e inundações, por município. Foi aplicado o índice padronizado nos dados brutos. Para a definição dos eventos extremos de precipitação e vazão, foram utilizados os percentis 95 e 99. Além disso, com o intuito de estabelecer relações entre as variáveis, foi aplicada a técnica de regressão linear entre os dados de precipitação, vazão e desastres. Identificou-se grande sazonalidade e variabilidade interanual dos dados. Os valores de R múltiplo se mostraram elevados, principalmente nos anos de 2008, 2010 e 2012. A vazão se destaca como a variável que melhor se ajusta aos registros de desastres.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Eventos Extremos; Desastres Hidrológicos.

ABSTRACT

The climate change context and the increase in the frequency and intensity of natural disasters, the understanding of this system is important to the analysis of events in a hydrological way. This work aims to analyze hydrological impacts related to the rain - flow system in the Muriaé River Basin, an area that has a recent history of disasters. Data from 2001 to 2018 were obtained from 5 telemetric stations distributed throughout the basin, in addition to data of municipality occurrence of floods. The standardized index was applied, and extreme precipitation and flow events were defined as 95th and 99th percentiles. In order to establish the relationship between rainfall, flow and disaster variables, linear regressions were performed between precipitation, flow and disaster data. Monthly, seasonal and interannual variability was identified. The multiple R values were quite high in the years 2008, 2010 and 2012. The flow rate stands out as the variable that best relates statistically to disasters records.

¹ Graduando do curso de licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ. Voluntário de Iniciação Científica vinculado ao Laboratório de Estudos e Pesquisas em Geografia do Clima – GEOClima, sob orientação da Profa. Dra. Núbia Beray Armond.
E-mail: leocacadini@gmail.com

² Graduanda do curso de bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ. Voluntária de Iniciação Científica vinculada ao Laboratório de Estudos e Pesquisas em Geografia do Clima – GEOClima, sob a orientação da Profa. Dra. Núbia Beray Armond.
E-mail: julianavilardo29@gmail.com



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Key words: river basin; extreme events; hydrological disasters.

1. Introdução e objetivos

Ao longo dos últimos anos, muito se tem debatido sobre a dinâmica climática e deflagração de desastres. Os dados contidos no “*The Human Cost of Disasters: a Review of the Last Twenty Years (2000-2019)*”, elaborado pelo *United Nations International Strategy for Disaster Reduction* – UNISDR em 2020, que compendia a ocorrência desastres naturais no mundo nos últimos 20 anos e estabelece um comparativo entre 1980 e 1999, sinaliza acréscimo significativo no total de ocorrências, número de afetados e perdas econômicas. Estas últimas saltaram de U\$1.63 trilhões para U\$2.97 tri. O continente Americano é o mais afetado, com 45% de perdas (U\$ 1.32 tri), sendo U\$ 1,03 tri somente dos EUA. Entre os 7.348 desastres reportados nas últimas duas décadas, se destacam as ocorrências de *floods*¹, que correspondem a 44% do número total (3.254), mais que o dobro do vintênio anterior (1.389).

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (1991-2012) trouxe um panorama nacional da ocorrência de desastres. Em linhas gerais, nota-se um aumento na sua frequência e intensidade. Dos 38.966 registros, mais da metade (52%) ocorreu nos últimos 8 anos (2005-2012). O Sudeste foi a 3ª região mais afetada, se destacando pelos desastres hidrológicos (alagamentos, enxurradas e inundações), principalmente em Minas Gerais. Neste estado, a Zona da Mata é a porção mais afetada por desastres hidrológicos, com a maioria (24% e 2%) das ocorrências, respectivamente, de enxurradas e inundações no estado. Já no Rio de Janeiro, o Noroeste Fluminense possui o maior número de ocorrências de inundações, contabilizando 33% das ocorrências totais do estado, seguido pelo Norte Fluminense e a Metropolitana do Rio de Janeiro. Além disso, as ocorrências de enxurradas no Norte e Noroeste Fluminense também são expressivas, totalizando 9% e 20% das ocorrências totais do Estado, respectivamente.

Conforme evidenciado por Tucci (2001), a ocorrência de inundações e enchentes possui relação com as características físicas e climatológicas da bacia hidrográfica, sobretudo na distribuição espacial e temporal da precipitação. É importante sinalizar que sua intensificação pode estar relacionada com a dinâmica socioespacial, especialmente se considerarmos que o processo de produção do espaço se dá de maneira desigual entre as classes sociais (SANT’ANNA NETO, 2001). Em linhas gerais, a população menos abastada se vê forçada a

¹ A general term for the overflow of water from a stream channel onto normally dry land in the floodplain (riverine flooding), higher-than- normal levels along the coast and in lakes or reservoirs (coastal flooding) as well as ponding of water at or near the point where the rain fell (flash floods) (EM-DAT, 2020).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

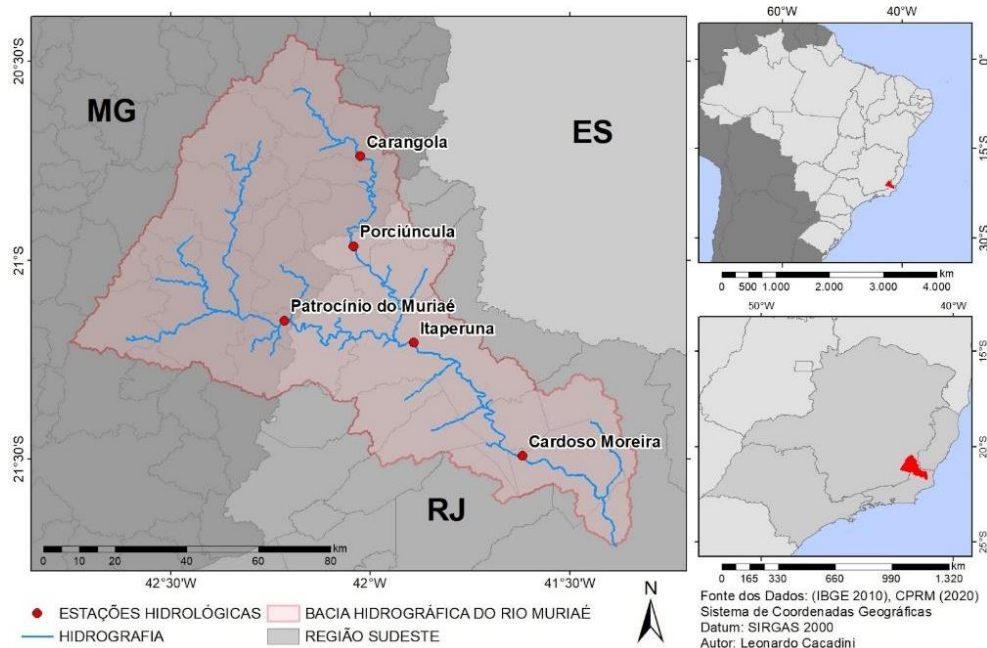
ocupar áreas que possuem características menos atrativas para a especulação e podem apresentar maior susceptibilidade de ocorrências de desastres.

Uma das bacias hidrográficas que compreende parte desse setor da Região Sudeste, apresentando constantes eventos hidrológicos, é a Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé (CPRM, 2013). A aceleração do escoamento superficial e os elevados picos de vazão impulsionados pelo desmatamento, são alguns dos agravantes da problemática (DANTAS et al, 2000). Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo analisar os impactos hidrológicos relacionados ao sistema chuva - vazão na Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé (2001 - 2018).

2. Caracterização da área de estudo

O recorte espacial corresponde a Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé (BHRM), localizada na região Sudeste do Brasil, entre os meridianos 41,20°W e 42,50°W e os paralelos 20,20°S e 21,50°S e pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Sua área total é de aproximadamente 8.200km², abrangendo parcialmente os territórios dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, na Zona da Mata Mineira e no Norte e Noroeste Fluminense.

Figura 01 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé



Fonte: Autores (2020).



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Entre os 30 municípios que são compreendidos (total ou parcialmente) pela bacia, 19 são mineiros e 11 fluminenses. Considerando-se os dados mais recentes de estimativa populacional (IBGE, 2020), a soma da população dos municípios é de 1.022.144 pessoas. Campos dos Goytacazes (RJ) destaca-se por possuir a maior população total, de 511.166 pessoas, seguido por Muriaé (MG), Itaperuna (RJ) e São Fidélis (RJ), de 107.263, 99.021 e 38.710 pessoas, respectivamente (Figura 1).

Em Minas Gerais, desenvolve-se em uma área de relevo acidentado e extensas várzeas, onde se destacam, sobretudo, atividades agropecuárias. Já em seu trecho fluminense, do município de Italva até a sua foz no rio Paraíba do Sul, o rio Muriaé se encontra em uma área plana que, em períodos de cheias, se constitui como planície de inundação, em que se destaca o cultivo da cana-de-açúcar (AGEVAP, 2006).

Segundo as normais provisórias 1981 - 2010 (INMET, 2020), da estação de Campos, no município de Campos dos Goytacazes, a área apresenta regime de chuvas predominantes no verão, com declínio em fevereiro, seguido de aumento em março e abril (passagem de sistemas frontais) e um novo período de queda que perdura até agosto. Os três meses mais chuvosos durante o período foram: dezembro, novembro e janeiro, respectivamente.

A área está sobre a atuação de sistemas extratropicais (mPA) e sistemas equatoriais e tropicais (ZCAS, mTa e mTc). Ao longo do ano, no inverno, a atuação predominante sobre a área de estudo se dá pela mPa, que marca a sazonalidade reduzindo os volumes de precipitação. No caso do verão, tanto a ZCAS quanto a mTa atuam em associação aos sistemas frontais, conduzindo a uma elevação da precipitação. Eventualmente, a depender da situação longitudinal e da sua constituição, o ASAS pode atuar como bloqueio atmosférico, gerando tipos de tempo marcados por elevadas temperaturas, porém, com ausência de precipitação e predominância de situações de estabilidade (DEGOLA, 2013).

O histórico de vazões do Rio Muriaé revela que, aproximadamente a cada 10 anos, ocorrem cheias que potencialmente provocam desastres nos centros urbanos ao longo da bacia, principalmente no Estado do Rio de Janeiro (AGEVAP, 2007). A ocorrência de inundações se mostra um problema histórico: existem registros de grandes inundações no século XX, nos anos de 1925, 1945 e 1997. Soma-se a isso o fato da série histórica recente apontar para um aumento na frequência de inundações, destacando-se os anos de 2008 e 2012, por conta do alto volume de chuvas. No ano de 2007, o rompimento da barragem de São Francisco, no município de Miraflores/MG, lançou um volume de 2 milhões de m³ de rejeitos de mineração, ocasionando



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

inundações e destruição nas cidades a jusante (CPRM, 2020).

Quanto ao sistema chuva-vazão, tem-se a definição de Tucci (2001, p. 41):

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente.

A água que precipita sobre uma bacia hidrográfica constitui parte do volume de água que deve escoar pelo seu exutório (vazão). Parte, pois existem perdas intermediárias que fazem com que essa relação não se dê de maneira linear. Ainda assim, extremos de precipitação, geralmente, ocasionam extremos de vazão (TUCCI, 2001). Portanto a bacia hidrográfica é aqui abordada como um sistema complexo que, no que se refere à relação chuva - vazão, é preciso considerar as entradas e saídas, mas, principalmente o trânsito dessa água, sobretudo para o estudo dos impactos hidrológicos em áreas construídas/habitadas.

3. Materiais e métodos

Foram obtidos dados de 5 estações telemétricas pertencentes à Rede Hidrometeorológica Nacional junto da Agência Nacional de Águas (ANA) e ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM), de acordo com o recorte temporal proposto (2001-2018). As estações se localizam na bacia e compõem o Sistema de Alerta Hidrológico Muriaé (SAH-MURIAÉ). Os dados de precipitação, vazão e ocorrências de desastres hidrológicos foram tratados por meio do software de planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2013.

O número de falhas não foi significativo e, portanto, nenhum método de preenchimento foi empregado. Os percentuais de falhas em dados pluviométricos por estação foram: Carangola (0,84%), Cardoso Moreira (0,42%), Itaperuna (2,72%), Patrocínio do Muriaé (1,15%) e Porciúncula (0,86%). Para vazão, os percentuais foram: Carangola e Cardoso Moreira (0,22%), Itaperuna (0,03%), Patrocínio do Muriaé e Porciúncula (0,01%)

Para o mapeamento, foram utilizados dados da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) versão Multiescalas 2017 5k da ANA, disponível no Portal de Metadados da ANA, além da malha municipal disponível no portal do IBGE.

Quanto aos dados de desastres hidrológicos (alagamentos, enxurradas e inundações), utilizou-se o Arquivo Digital do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Os dados de desastres estão



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

dispostos por município, e foram padronizados estatisticamente no ambiente de planilha eletrônica. Para este estudo, foram considerados todos os dados de desastres ocorridos nos municípios os quais abrangem a bacia em questão. Para a contabilização dos desastres agrupados a plataforma S2ID tem como referência a Codificação Brasileira de Desastres.

A definição dos eventos extremos de precipitação e vazão se deu pela técnica de percentis. Eles dividem “o conjunto de dados em 100 partes, cada uma delas representa um percentual acumulado das observações até aquele limite” (SILVESTRE, 2006, p.98) por estação. Os extremos de precipitação e vazão foram classificados segundo o percentil 99 (P99) e o percentil 95 (P95).

Com o intuito de identificar o relacionamento entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis explicativas, foi aplicada regressão linear entre os valores anuais e totais (série histórica) de precipitação e vazão, precipitação e desastres, vazão e desastres. A escolha pela regressão linear se deu pela possibilidade de identificar de modo robusto de que maneira as direções das retas de chuva, vazão e desastres se apresentam (FIELD, 2009). Como parâmetro de identificação da aderência do modelo, foram analisados os valores de R múltiplo. Para a análise episódica, e compreensão do sistema chuva-vazão e a sua relação com desastres, foram elaboradas tabelas com dados diários de precipitação e vazão.

4. Resultados e discussões

4.1. Chuvas e vazão: descrição

A média anual de chuva por estação demonstra que todas apresentam valores abaixo de 1.500mm, com exceção de Patrocínio do Muriaé que possui média de 1741,4mm durante o período. As estações de Carangola (1484,3mm) e Porciúncula (1342mm) ficam próximas a esse limiar, já Itaperuna (1074,8mm) e Cardoso Moreira (931,1mm), destacam-se por apresentarem os menores valores. O posto Patrocínio do Muriaé é o mais chuvoso. Durante a série, apresentou acumulados anuais superiores a 2000 mm em 6 ocasiões (2001, 2002, 2004, 2008, 2010 e 2011), tendo seu pico em 2002, com 2901,7mm. Dentre os outros postos, o único que apresentou totais acumulados anuais superiores a esse limiar foi Carangola (2093 mm), em 2009. Cardoso Moreira e Itaperuna, por outro lado, são as estações menos chuvosas e tiveram, respectivamente, 11 e 8 anos com totais anuais inferiores a 1000 mm.

Quanto à vazão, Cardoso Moreira destaca-se por possuir a maior média anual, 94,32mm, seguido por Itaperuna (84,8mm) e Patrocínio do Muriaé (46,1mm). Carangola



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

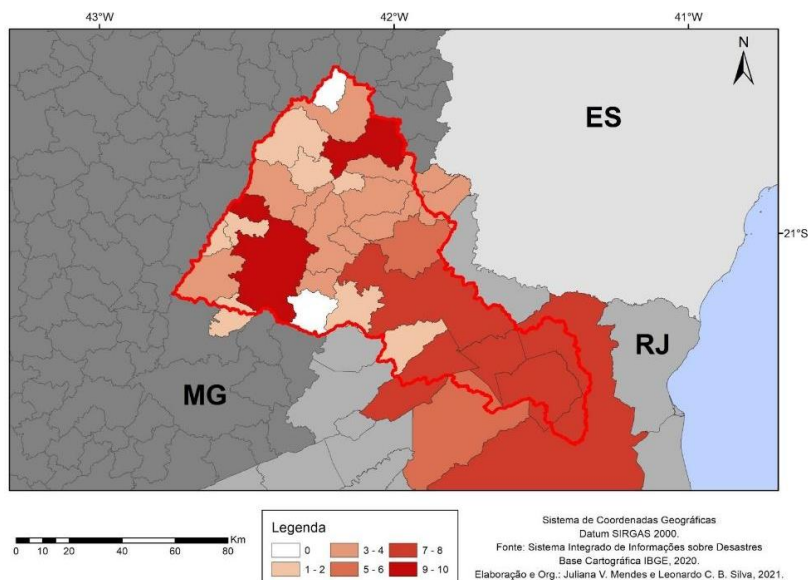
(12,5mm) e Porciúncula (20,8mm) são os que apresentam as menores médias anuais de vazão. O ano de 2009 apresentou as maiores médias de vazão (523,3mm), seguido de 2005 (397,5). Entre os anos com menores valores estão 2015 e 2017, com 18,32mm e 19,85mm.

Em geral, a vazão apresentou maiores valores entre novembro e abril. Assim como na precipitação, dezembro foi o mês com as maiores médias (108,68mm), seguido de janeiro (107 mm) e março (79,34mm). A média de vazão em novembro é a mediana do ano, apesar de ser o 2º mês com maior média de precipitação. Nota-se relação espacial entre os dados de chuva e vazão, principalmente considerando precipitação a montante e a vazão à jusante.

4.2. Eventos hidrológicos

Os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé somam 120 ocorrências de desastres hidrológicos, sendo divididos em: inundações (60 ocorrências, 23 em MG e 37 no RJ), enxurradas (55 ocorrências, 32 em MG e 23 no RJ) e alagamentos (5 ocorrências, todas em MG). O mapa abaixo (**Figura 2**) sintetiza esses registros.

Figura 02 - Mapa de registros de desastres hidrológicos na Bacia do Rio Muriaé



Fonte: S2iD (2020). Organização: Autores (2020).

Em âmbito espacial, os municípios de Muriaé e Carangola (MG) são os mais afetados por desastres, com 10 e 9 registros, respectivamente. Em seguida, vem os municípios de Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira e Itaperuna (RJ), com 8 registros cada. Os desastres



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

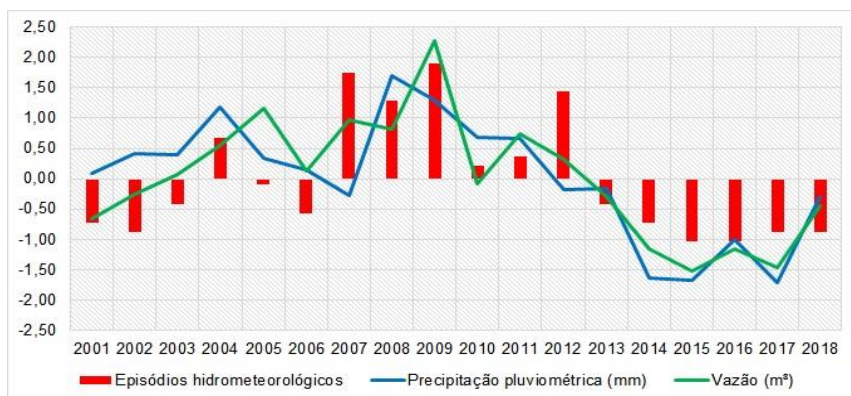
Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

tendem a acompanhar os valores de chuva e vazão, se concentrando entre os meses de dezembro a março. Destaca-se o mês de janeiro, que contabiliza 62 registros, seguido por março e fevereiro, com 12 e 11, respectivamente. Os meses entre maio e outubro somam 1 ocorrência, o que denota marcada sazonalidade. Em âmbito interanual, 2009 registra o maior número de casos (19), seguido por 2007 (18) e 2012 (16). Os últimos anos da série apresentam menor número de ocorrências: o intervalo entre 2015 e 2018 contabiliza 2 ocorrências, uma em 2017 e outra em 2018.

Numa perspectiva interanual, a relação se mantém: a vazão média anual e a precipitação acumulada anual seguem a mesma tendência que os desastres, inclusive apresentando ciclicidade (**Gráfico 1**).

Gráfico 01 – Desastres, precipitação e vazão em valores padronizados



Fonte: ANA e S2iD (2020). Organização: Autores (2020).

De 2001 a 2005 a curva de desastres é negativa e, por mais que a precipitação e a vazão subam, elas ainda apresentam desvio negativo; de 2006 a 2012, a curva é predominantemente positiva, o que indica o aumento dos desastres, também seguido pelo aumento da precipitação e da vazão média; entre 2013 e 2018, a curva desce, com redução da ocorrência de desastres e, também, redução da precipitação anual e da vazão média anual.

4.3. Chuva, vazão e eventos extremos

Os limites dos P99 e P95 de vazão, por estação, podem ser vistos na **Tabela 1**. As colunas contendo as estações estão organizadas da montante à jusante. É importante destacar que, no que se refere aos dados de vazão, as estações a jusante apresentam os maiores limiares do que as estações à montante. Esse resultado corrobora com a dinâmica inerente ao sistema



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

da bacia hidrográfica, que é altamente dependente da recarga realizada à montante na contribuição para o aumento da vazão.

Tabela 01 - Limiares dos percentis 95 e 99 para vazão e para precipitação

	Carangola	Porciúncula	Patrocínio do Muriaé	Itaperuna	Cardoso Moreira
P95VZ	39,07	65,59	142,55	257,763	294,71
P99VZ	75,3	125,3	290,1	566,8	610,8
P95PP	26,4	25,7	32	20	16,3
P99PP	52,9	55,9	72,1	51,6	40,5

Fonte: Autores (2020).

Quanto aos dados de precipitação, uma dinâmica diferente é encontrada. Conforme citado anteriormente, Cardoso Moreira e Itaperuna, postos à jusante da bacia, são menos chuvosos e apresentam, também, os menores limiares de P95 e P99. Isso se deve à atuação majoritária do ASAS como sistema que atua como inibidor de chuvas. A depender da sua situação longitudinal, esse sistema pode operar como bloqueador das correntes perturbadas de sul, responsáveis por parte significativa da gênese das chuvas (DEGOLA, 2013).

Quanto aos eventos de precipitação, as estações somam 1661 dias classificados como extremos (334 P99 e 1327 P95). Optou-se por detalhar a análise dos limites superiores ao P99 (**Gráfico 2** e **Gráfico 3**). Em âmbito anual, destacam-se os anos de 2010 (29) e 2008 (25) como os que tiveram maiores ocorrências, enquanto 2015 (5) e 2016 (11) apresentaram menor número de ocorrências. Numa análise mensal, é possível identificar a participação da sazonalidade: dezembro e novembro somam 271 e 216, ocorrências, e julho e agosto não apresentaram nenhuma ocorrência.

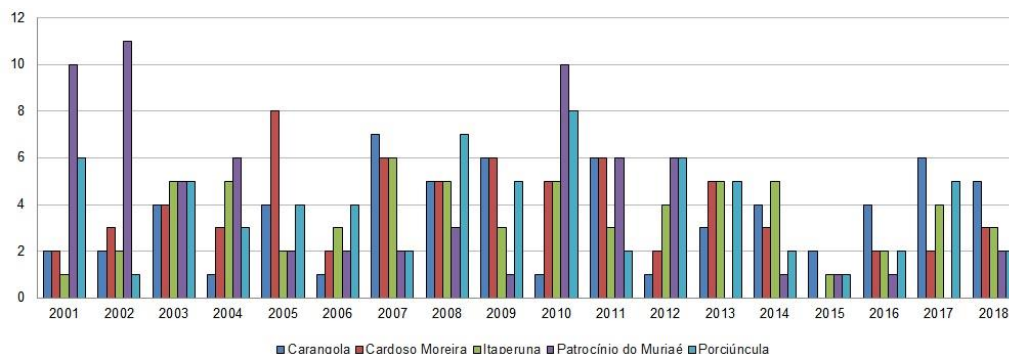


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

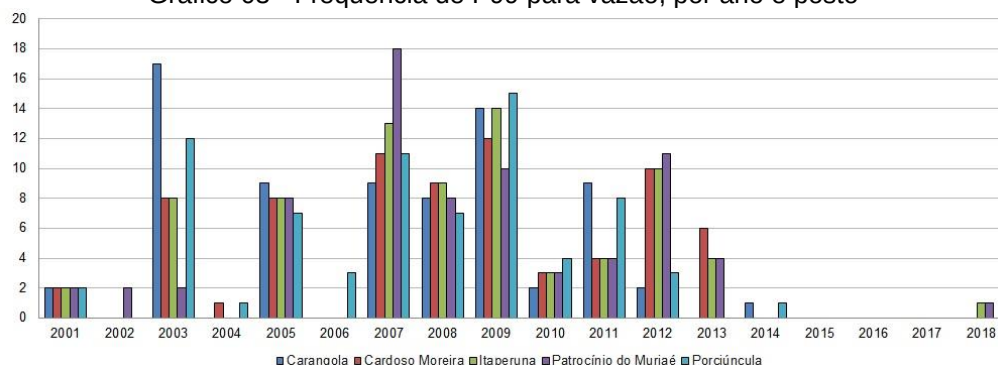
UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Gráfico 02 - Frequência de P99 para chuva, por ano e posto



Fonte: Autores (2020).

Gráfico 03 - Frequência de P99 para vazão, por ano e posto



Fonte: Autores (2020).

4.4. Relações entre precipitação, vazão e desastres

O resultado das regressões lineares entre os dados de precipitação x vazão, precipitação x desastres e vazão x desastres estão sintetizadas no **Quadro 1**. A regressão linear retornou valores de R múltiplos significativos, sobretudo no relacionamento vazão x desastres e precipitação x vazão.

Em linhas gerais, os anos de 2008, 2012 e 2010 foram os que apresentaram maior grau de relacionamento entre as variáveis, tendo, respectivamente, 14 e 15 ocorrências de R múltiplo de pelo menos 0,9. Em análise comparativa com o Gráfico 1, 2008 é o quarto ano com maior desvio positivo de desastres e o ano mais chuvoso e apresenta valores próximos à média de vazão, entretanto, é o ano em que a relação entre o R múltiplo da vazão e desastres é mais significativo. Em 2010, a vazão e os desastres caem e se aproximam da média, a precipitação, também, porém em menor proporção, esse forte grau de relacionamento entre as variáveis se manifesta nos elevados valores de R múltiplo neste ano. Frequência de P99 é relativamente



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

regular entre as estações, indicando uma certa homogeneidade da precipitação extrema Já em 2010, Patrocínio do Muriaé concentra os eventos de P99.

Os anos de 2003 e o período de 2007 a 2013 retornaram valores significativos de R múltiplo. Para além da métrica estatística, isso pode ter a ver com o maior número de ocorrências de desastres nesses anos, o que forneceu para o modelo uma base quantitativa melhor para a regressão. Do ponto de vista espacial, Porciúncula (9) e Carangola (8), apresentaram o maior número de R Múltiplo acima de 0,9.

Quadro 01 – R múltiplo a partir de 0.9 segundo as variáveis empregadas, por ano e posto

Valores de R Múltiplo - Precipitação x Vazão																		
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Carangola																		
Itaperuna																		
Porciuncula																		
Pat. Muriaé																		
Cardoso Moreira																		
Valores de R Múltiplo - Precipitação x Desastres																		
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Carangola																		
Itaperuna																		
Porciuncula																		
Pat. Muriaé																		
Cardoso Moreira																		
Valores de R Múltiplo - Vazão x Desastres																		
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Carangola																		
Itaperuna																		
Porciuncula																		
Pat. Muriaé																		
Cardoso Moreira																		
Legenda:																		

Fonte: Autores (2020).

4.5. Análise episódica

No ano de 2017 (**Tabela 1**), apenas um desastre foi registrado nos municípios que compõem a bacia: uma inundação em Italva. Ressalta-se que este município encontra-se praticamente cortado pelo Rio Muriaé em toda sua porção norte.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Tabela 02 – Dados diários de chuva e vazão – episódio 2017

Data	Carangola				Porciúncula				Patrocínio do Muriaé				Itaperuna				Cardoso Moreira				Desastres
	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	
08/01/2017	7,3	0			9,6	0			23,5	0			39,7	0			39,8	0			0
09/01/2017	7,1	0	-0,2	0	8,1	0	-1,5	0	22	0	-1,5	0	37	75,1	-2,7	75,1	38,1	0	-1,7	0	0
10/01/2017	7,2	0	0,1	0	7,4	0	-0,7	0	18,4	0	-3,6	0	37,6	0	0,6	-75,1	36,4	0	-1,7	0	0
11/01/2017	6,7	0	-0,5	0	7,3	0,3	-0,1	0,3	16,4	0	-2	0	32	5,2	-5,6	5,2	37	0	0,6	0	1
12/01/2017	6,1	9,2	-0,6	9,2	7,1	4,7	-0,2	4,4	18,9	5,3	2,5	5,3	31,5	19,6	-0,5	14,4	33,1	28	-3,9	28	0
13/01/2017	10,2	4,2	4,1	-5	10	23,9	2,9	19,2	18,2	0,2	-0,7	-5,1	36,5	2,1	5	-17,5	34,2	1,9	1,1	-26,1	0
14/01/2017	8,8	2,1	-1,4	-2,1	10,9	8	0,9	-15,9	21,7	1,5	3,5	1,3	35	3	-1,5	0,9	39,8	16,3	5,6	14,4	0
15/01/2017	9,6	1,2	0,8	-0,9	9,7	0	-1,2	-8	27	1	5,3	-0,5	44,1	12,2	9,1	9,2	41	0	1,2	-16,3	0

Fonte: Autores (2020).

O posto de Carangola apresenta precipitação no dia 12/01. Até esse dia, a vazão vinha decaindo, quanto, a partir do dia 12, aumenta para, novamente, diminuir gradativamente depois. Porciúncula apresenta a mesma tendência, assim como Patrocínio do Muriaé. Itaperuna apresentou logo no dia 09/01, um total de 75,1mm de precipitação, o que acarretou numa discreta subida da vazão no mesmo ponto. Os próximos dias foram de precipitação, o que sustentou a vazão média de cerca de 30m³/s. O posto de Cardoso Moreira apresentou queda de vazão também até o dia da entrada de água via precipitação (dia 12/01), quando voltou a subir.

A análise da vazão nos postos no episódio de 2017 (**Tabela 2**) indica que: a) os postos à montante apresentam, necessariamente, menores valores de vazão em relação aos postos à jusante; b) a precipitação ocorrida em postos à montante, notadamente no caso do posto Itaperuna em relação ao posto de Cardoso Moreira, acaba provocando elevação da vazão média à jusante; c) a relação chuva x vazão nem sempre se estabelece de maneira linear.

Tabela 03 – Dados diários de vazão e chuva – episódio 2017

Data	Carangola				Porciúncula				Patrocínio do Muriaé				Itaperuna				Cardoso Moreira				Desastres
	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	VZ	PP	DiVz	DiPP	
31/12/2006	64	3,6			125,8	0			256,2	0			489,5	0			485,9	1,3			0
01/01/2007	38,7	6,8	-25,3	3,2	94	23,1	-31,8	23,1	199,3	22,3	-56,9	22,3	414,4	10,4	-75,1	10,4	460,9	0,5	-25	-0,8	0
02/01/2007	31,9	3,4	-6,8	-3,4	63,2	12	-30,8	-11,1	181,8	16,2	-17,5	-4,1	320,8	0	-93,6	-10,4	444,8	13,8	-16,1	13,3	0
03/01/2007	38,7	14,7	6,8	11,3	73,1	17,5	9,9	5,5	240	37,1	58,2	18,9	394,1	51,2	73,3	51,2	78,3	127,2	64,5	2	0
04/01/2007	50,1	13,2	11,4	-1,5	87,2	30,8	14,1	13,3	364	17,2	124	-19,9	550,9	31,1	156,8	-20,1	728,6	54,7	156,6	-23,6	1
05/01/2007	66,6	26,8	16,5	13,6	87,2	10	0	-20,8	387,2	8,1	23,2	-9,1	677	7,1	126,1	-24	715,8	18,4	-12,8	-36,3	2
06/01/2007	51,5	3,4	-15,1	-23,4	80,8	0	-6,4	-10	335,6	4	-51,6	-4,1	624,2	0	-52,8	-7,1	667	0	-48,8	-18,4	1
07/01/2007	37,4	2,6	-14,1	-0,8	75,8	0	-5	0	270,7	0	-64,9	-4	387,4	0,9	-236,8	0,9	558	0,3	-109	0,3	0
08/01/2007	35,4	0	-2	-2,6	87,5	0	11,7	0	203,7	0,3	-67	0,3	317,8	1,6	-89,6	0,7	415,5	0	-142,5	-0,3	0
09/01/2007	33,8	5,6	-1,6	5,6	129,2	0	41,7	0	187	8,2	-16,7	7,9	282,7	0	-35,1	-1,6	349,3	0	-66,2	0	2
10/01/2007	163,8	74,6	130	69	185,1	0	55,9	0	313,5	14,3	126,5	6,1	400,8	11,3	118,1	11,3	381,8	42,9	32,5	42,9	4
11/01/2007	95,5	3,2	-68,3	-71,4	206,3	0	21,2	0	604,4	42	290,9	27,7	906,9	0	506,1	-11,3	523,8	0	142	-42,9	1
12/01/2007	42,5	2,8	-53	-0,4	111,7	0	-94,6	0	414,4	0	-190	-42	1042,5	0	135,6	0	726	0	202,2	0	0
13/01/2007	53,4	1,6	10,9	-1,2	101,7	0	-10	0	231,4	0	-183	0	607,5	0	-435	0	713,3	0	-12,7	0	1
14/01/2007	82,2	23,2	28,8	21,6	125,8	0	24,1	0	183	3	-48,4	3	394,1	NA	-213,4	NA	569,7	20,5	-143,6	20,5	0
15/01/2007	74,8	6,3	-7,4	-16,9	131,8	0	6	0	330	101,7	147	98,7	550,9	NA	156,8	NA	567,3	38,3	-2,4	17,8	0
16/01/2007	68,2	21,6	-6,6	15,3	117	27	-14,8	27	445,9	23,4	115,9	-78,3	788,3	103,5	237,4	NA	681,9	4,1	114,6	-34,2	0

Fonte: Autores (2020).

O ano de 2007 apresentou 16 desastres em Janeiro, com 11 enxurradas e 5 inundações em 15 municípios da bacia. Nesse episódio em questão é importante destacar que a população



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

de Miraí - MG e Muriaé - MG, a partir do dia 10 de janeiro, foi diretamente atingida pelo rompimento da barragem de rejeitos de lavras de bauxita da empresa Mineração Rio Pomba, com o vazamento de substâncias tóxicas (FIOCRUZ, 2009).

Os dados de precipitação indicam uma situação típica da estação chuvosa: vários dias seguidos de baixo volume de chuva, alternados por dias específicos com maiores totais. No posto de Carangola, a precipitação acarretou um aumento da vazão no mesmo ponto. No caso do posto de Porciúncula, a precipitação acarretou elevação da vazão. Entretanto, alguns dias (de 06/01 até 15/01) que não apresentaram precipitação acabaram indicando um aumento da vazão. Isso se deve a entrada de água via precipitação no posto imediatamente a montante (Carangola), que apresentou precipitação em todos os dias mencionados.

A estação de Patrocínio de Muriaé apresentou relação semelhante a Carangola: na medida em que o posto indica precipitação, a vazão aumenta. Tal semelhança de dinâmica chuva x vazão se deve ao fato de que ambas as estações fluviométricas e pluviométricas se localizam a montante, e também estarem situadas em contribuintes do canal principal.

A estação de Itaperuna apresenta uma dinâmica peculiar em comparação aos outros postos. A vazão apresenta-se potencialmente relacionada com a precipitação ocorrida na estação de Carangola, assim como a vazão do posto de Porciúncula. O dia 10/01 é emblemático nesse sentido, pois, neste dia, o posto de Carangola apresentou 75,1mm de precipitação, o que acarretou na subida da vazão em Porciúncula no dia seguinte e, também, na estação de Itaperuna, que mais do que dobrou a vazão média no dia 11/01. Essa dinâmica também é observada na estação de Cardoso Moreira, que apresenta, nos dois dias subsequentes (12/01), um incremento significativo na sua vazão.

Em linhas gerais, a relação chuva x vazão em termos de resposta apresentou uma dinâmica sistêmica entre o incremento de precipitação no posto de Carangola em relação ao aumento da vazão nos demais postos. A única exceção relativa é o posto de Patrocínio do Muriaé, que não indica uma relação entre chuva x vazão linear.

5. Considerações finais

Neste trabalho, buscou-se compreender a dinâmica têmporo-espacial do sistema chuva - vazão e de que maneira se relaciona com a deflagração de desastres hidrológicos.

Em âmbito temporal, foi possível identificar ciclicidade na ocorrência de desastres, de valores de vazão e de precipitação. Em âmbito interanual, as três variáveis apresentaram



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ciclicidade: os anos compreendidos entre 2001 e 2006 apresentaram padrão negativo, enquanto os anos entre 2007 e 2012 apresentaram significativos desvios positivos, retornando a uma condição negativa entre 2013 e 2018. No que se refere a relação das variáveis entre si, foi identificada a relação entre desastres de natureza hidrológica e a vazão, representada de maneira visual no **gráfico 1** e de maneira estatística nos resultados do valor de R múltiplo.

Quanto à dinâmica episódica, foi possível, a partir dela, estabelecer uma análise temporal consistente. Na medida em que os postos à montante apresentavam maiores valores totais de precipitação, os postos à jusante apresentavam a resposta a essa entrada de água via aumento da vazão. Isso aconteceu de maneira muito significativa quanto ao posto de Carangola; quando esse posto apresentou elevados totais de chuva, as vazões nas estações à jusante apresentaram significativa elevação. Exceção foi encontrada no posto de Patrocínio do Muriaé, situado num outro contribuinte da bacia. Como não se dispõe de outro posto à montante do posto de Patrocínio, não é possível estabelecer uma relação mais consistente entre as chuvas e vazão. Entretanto, as chuvas identificadas neste mesmo posto não acarretaram em incremento substancial da vazão nem neste mesmo posto, nem nos postos à jusante, mais influenciados pela outra vertente da bacia.

Espera-se, em trabalhos futuros, aprofundar as análises estatísticas entre diferentes postos em sua relação chuva x vazão x desastres, além de avançar na localização exata da ocorrência dos desastres hidrológicos.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP). Plano de recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul: resumo: diagnóstico dos recursos hídricos: relatório final. Resende, RJ, 2006.

BARRY, R.; CHORLEY, R. **Atmosfera, tempo e clima**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

DANTAS, M. E. et al. **Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2005.

DEGOLA, T, S, D. Impactos e variabilidade do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul sobre o Brasil no clima presente e em cenários futuros, 2013. 91p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

EM-DAT. The International Disaster Database, CRED Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. The EM-DAT Glossary. Disponível em: <<http://www.emdat.be/glossary>>. Acesso em 28/08/2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. 2a edição. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (Fiocruz), Ministério da Saúde, Brasil.MG – Rompimentos de barragens de rejeitos da Rio Pomba. Mapa de conflitos envolvendo injustiça ambiental e saúde no Brasil, 2009. Disponível em: <<http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/breves-consideracoes-conceituais-e-metodologicas-sobre-o-mapa-de-conflitos-e-injustica-ambiental-em-saude-no-brasil/>>. Acesso em 02 de janeiro de 2021.

FUNDAÇÃO COPPETEC - Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente. Caderno de ações - Área de atuação do COMPE. Brasília: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2007.

IBGE. Estimativas de População. Tabela 6579 - População residente estimada . Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>> . Acesso em 20 de novembro de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Gráficos Climatológicos. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/RJ/83698>>. Acesso em 15 de março de 2021.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para geografia**: um guia para o estudante. Bookman Editora, 2012.

SALVIANO, M. F. O Sistema de Alerta de Inundação do Rio Muriaé. III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018.

SANT'ANNA NETO, J. L. Por uma Geografia do Clima. **Terra Livre**, São Paulo, v. 17, p. 49-62, 2001.

_____. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. Bacia do Rio Muriaé - Apresentação. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/sace/muriae_apresentacao.php>. Acesso em 20 de agosto de 2020.

S2iD (2020) Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres - S2iD. Ministério da Integração – MI. Disponível em: <http://S2iD.mi.gov.br/>. Acesso em 02 de novembro de 2020.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação, 2ª Edição. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp; ABRH, 2001.

UN OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION - UNDRR. The Human Cost of Disasters: a Review of the Last Twenty Years (2000-2019). Disponível em: <<https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-2000-2019>>. Acesso em 19 de agosto de 2020.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISA E ESTUDOS SOBRE DESASTRES.. Capacitação dos gestores de Defesa Civil para uso do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID, 2ª Edição. Florianópolis: CAD/UFSC, 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISA E ESTUDOS SOBRE DESASTRES (UFCS-CEPED). Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012: Florianópolis: CEPED/UFSC, 2013.