



ISSN: 24473359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 7, n° 1 (2021)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n1ID21254>



## NOVAS ABORDAGENS PARA A REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES (RRD) POR SECA E POR INUNDAÇÃO

**Hamilcar José Almeida Filgueira<sup>1</sup>; Eliamin Eldan Queiroz Rosendo<sup>2</sup>; Maria Luisa Palitot Remígio Alves<sup>3</sup>; Luiz Eduardo Lucena Justino<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Doutor em Recursos Naturais, Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental/Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, Brasil.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4378-3477> Email: hfilgueira@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Civil e Ambiental, Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental/Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, Brasil.

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8124-2786> Email: eliamimeldan@hotmail.com

<sup>3</sup>Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, Brasil.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0068-4137> Email: marialuisa.alves95@gmail.com

<sup>4</sup>Mestrando em Flood Risk Management, Water Science and Engineering, IHE Delft Institute for Water Education (IHE Delft), Delft, The Netherlands.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8667-0387> Email: eduardolucenah@gmail.com

### Resumo

Este trabalho apresenta uma explanação acerca dos desastres relacionados com fenômenos naturais, destacando os estudos de novas abordagens para a Redução de Risco de Desastres por seca e por inundação, desenvolvidos na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental. Foram destacados alguns trabalhos de pesquisa realizados nos cursos de Pós-Graduação em Engenharia

Civil e Ambiental e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, e também em Trabalhos de Conclusão de Curso.

**Palavras-chave:** Fenômenos naturais; estudos acadêmicos; prevenção de risco de desastres.

### NEW APPROACHES TO DISASTER RISK REDUCTION (DRR) BY DROUGHT AND FLOOD

#### Abstract

This work presents an explanation about disasters related to natural phenomena, highlighting the studies of new approaches to Disaster Risk Reduction (DRR) by drought and flood, developed at the Federal University of Paraíba, Technology Center, Department of Civil and Environmental Engineering, Laboratory of Water Resources and Environmental Engineering. Some researches carried out in the Postgraduate Program in Civil and Environmental Engineering, and the Postgraduate Program in Development and Environment, and also in undergraduate thesis were highlighted.

**Keywords:** Natural phenomena; academic studies; disaster risk prevention.

### NUEVOS ENFOQUES PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (RRD) POR SEQUÍA E INUNDACIÓN

#### Resumen

Este trabajo presenta una explicación sobre los desastres relacionados con los fenómenos naturales, destacando los estudios de nuevos enfoques para la Reducción del Riesgo de Desastres por sequía e inundación, desarrollados en la Universidad Federal de Paraíba, Centro de Tecnología, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Laboratorio de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental. Se destacaron algunos trabajos de investigación realizados en el Programa de Posgrado en Ingeniería Civil y Ambiental, y el Programa de Postgrado en Desarrollo y Medio Ambiente, y también en Tesis de Graduación.

**Palabras-clave:** Fenómenos naturales; estudios académicos; prevención de riesgos de desastres.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Os desastres relacionados com fenômenos naturais em números: contextualização

Os desastres relacionados com fenômenos naturais surgiram desde os primórdios da civilização, devido à relação “desastrosa” do homem com a natureza. A ocorrência dos desastres é um processo histórico social no qual, o ser humano se torna mais vulnerável às ameaças, que podem ser naturais ou não, na medida em que adota “modelos de desenvolvimento” predatórios para a sua própria existência.

Os desastres devem ser entendidos como fenômenos de caráter eminentemente social, não apenas em termos do impacto que os caracteriza, mas também em termos de suas origens (LAVELL, 1993).

O desmatamento acelerado, o crescimento populacional e as ações antrópicas exacerbadas e egoístas, principalmente nas zonas urbanas, dentre outras, propiciam o aumento da vulnerabilidade do indivíduo. Cada vez mais se observam as ocupações indevidas de áreas impróprias para assentamentos urbanos, nas quais a população fica susceptível a sofrerem danos quando das ocorrências de eventos naturais extremos. E isso, graças aos avanços da ciência e da tecnologia podem ser verificados em números cada vez mais crescente (Figura 1).

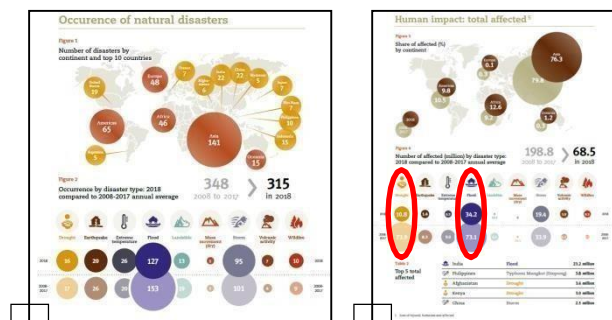


Figura 1 – Os desastres relacionados com fenômenos naturais no mundo, no período de 2008 a 2018: a) Número de ocorrências; b) Número de pessoas afetadas. Fonte: CRED (2019).

Verifica-se na Figura 1a que os números de ocorrência de desastres apenas para o ano de 2018 foram quase iguais aos registrados para o período de 2008 a 2017, com destaque para a frequência dos eventos de inundação. Na Figura 1b o destaque vai para as maiores quantidades de pessoas afetadas no período, apenas em dois tipos de desastres: água de menos e água demais. Ou seja, secas e inundações, que também são os tipos de desastres relacionados com fenômenos naturais com maiores incidências no Brasil.

No entanto, apesar da ciência já ter avançado muito no monitoramento e no entendimento das ameaças e vulnerabilidades, desde os aspectos sociais até os tecnológicos, novas ferramentas estão sendo desenvolvidas para a Redução de Risco de Desastres (RRD), tais como: dispositivos de monitoramento do tempo (*weather monitoring devices*);

mapeamento das vulnerabilidades (*vulnerabilities mapping*); sistemas abrangentes de notificação de emergência (*comprehensive emergency notification systems*); controles de inundação integrados em Sistema de Informação Geográfica (SIG) (*GIS-integrated flood controls*); uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA's, da sigla em inglês para *Remotely-Piloted Aircraft*, popularmente conhecidas por *drones*) de resposta a desastre (*disaster response drones*).

### 1.2. Água de menos ou água demais: os problemas mais recorrentes no Brasil

No Brasil, segundo dados do CRED EM-DAT (Fev., 2015), os únicos até a escrita deste trabalho, da frequência de ocorrências de desastres registrados no período de 1990 a 2014, 65,2% foram por inundação, 13,3% por movimento de massa, 8,7% por secas, 7,8% por tempestades e 7,0% por temperatura extremas, incêndios florestais e outros tipos de desastres. Para o número de vítimas fatais, as inundações ocasionaram 82,2% dos óbitos, seguido por movimento de massa (15,7%). Os demais desastres registrados no período ficaram com 2,1% dos óbitos. Porém, apesar dos desastres por inundação serem os mais frequentes e também por ocasionar mais óbitos no Brasil, as maiores perdas econômicas registradas foram ocasionadas por secas (58,4%), ficando as inundações em segundo lugar (33,6%) (Figura 2).

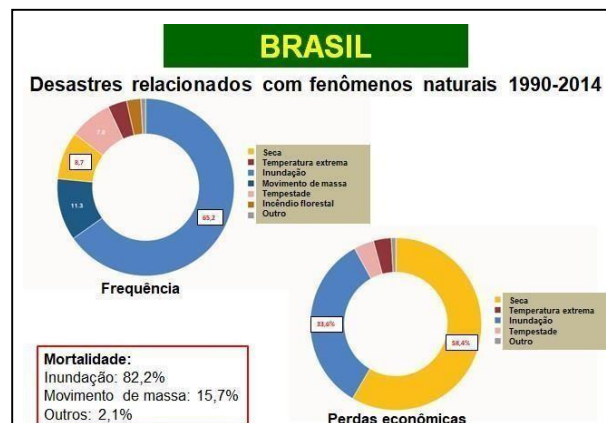


Figura 2 – Desastres relacionados com fenômenos naturais no Brasil, no período de 1990 a 2014. Fonte: adaptado de CRED EM-DAT (Fev., 2015).

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho selecionou estudos na temática dos desastres relacionados com fenômenos naturais, que foram desenvolvidos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Tecnologia (CT), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (DECA), Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental (LARHENA). Foram destacadas algumas pesquisas desenvolvidas nos cursos de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM) e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), e também em Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Novas abordagens para a Redução de Risco de Desastres (RRD) por seca e por inundação: estudos – UFPB

##### 3.1.1. Seca

A seca e suas intempéries são temas recorrentes nas mais diversas formas de mídias sociais em todo o mundo. Nota-se também que a grande quantidade de notícias, normalmente culpabilizam o evento climático como o causador de todo um mal-estar social. São raras as publicações que discutem sobre a falta de preparo dos sistemas organizacionais para o evento da seca (uma visão holística, uma opção).

O fenômeno de seca se inicia com a falta de precipitações pluviométricas, a chamada “seca climatológica”. Essa falta de água de chuva faz surgir a “seca hidrológica”, com o esgotamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e, consequentemente, tem-se a chamada “seca edáfica”, que afeta a agricultura e pecuária. Com a persistência do fenômeno surge então a “seca social”, “a qual tem como principal agravante ou atenuante, o grau de vulnerabilidade em que a população encontra-se inserida” (CAMPOS, 1994; CARVALHO, 2013). Ou seja, trata-se do empobrecimento da população vulnerável a esse desastre.

Desde o ano de 2012 um grupo de pesquisadores do LARHENA vem desenvolvendo trabalhos de análise de vulnerabilidades à seca para a região semiárida brasileira. O mais recente foi um estudo comparativo internacional envolvendo pesquisadores da UFPB e da Universidade do Porto, Porto, Portugal. Esse estudo originou a Tese, “Vulnerabilidade à seca nas regiões semiárida brasileira e portuguesa: uma avaliação baseada em lógica fuzzy”, com o objetivo geral de “desenvolver e aplicar indicadores de vulnerabilidades à seca, com enfoque ambiental, social e econômico em municípios das regiões semiáridas, brasileira e portuguesa” (ROSENDO, 2019).

No Brasil e em Portugal muitos foram os trabalhos que se propuseram a quantificar e qualificar as secas, em seu foco físico-climático. Porém, poucos desenvolveram estudos que caracterizassem a seca como um evento socioeconômico ambiental. Entende-se que a caracterização de sistemas socioeconômicos ambientais é complexa e demanda de abordagens multidisciplinares, que englobem desde os aspectos físicos do ambiente, problemas sociais e até a análise de políticas públicas em curso.

Embora os conhecimentos científicos e tecnológicos estejam avançados, existe ainda uma enorme ineficiência na formulação e aplicação de indicadores de vulnerabilidade à seca, que leve em consideração não apenas aos efeitos danosos que uma seca prolongada pode causar. Torna-se necessário também levar em consideração os aspectos sociais, econômicos, tecnológicos e culturais das populações vulneráveis a esse desastre. Com o intuito de minimizar essas incertezas há uma aplicação crescente

de técnicas de sistemas “inteligentes” na análise de fatores não lineares, como é o caso da vulnerabilidade. Um desses sistemas é a lógica fuzzy, proposta por Zadeh (1965), e que leva em consideração as premissas dos conjuntos fuzzy.

As áreas de estudo desse trabalho de Tese estão apresentadas nas Figuras 3 e 4. Todos os sete municípios estudados no Brasil estão contidos na região semiárida do estado da Paraíba. Foram escolhidos devido as suas representatividades regionais e também por conterem dados disponíveis em banco de dados de órgãos públicos. Os dez municípios (Conselhos) de Portugal estudados, foram aqueles cujas áreas territoriais estavam totalmente inseridas na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Guadiana. A bacia hidrográfica do rio Guadiana no lado português comporta 32 Concelhos, sendo, 22 parcialmente incluídos e 10 totalmente inseridos.

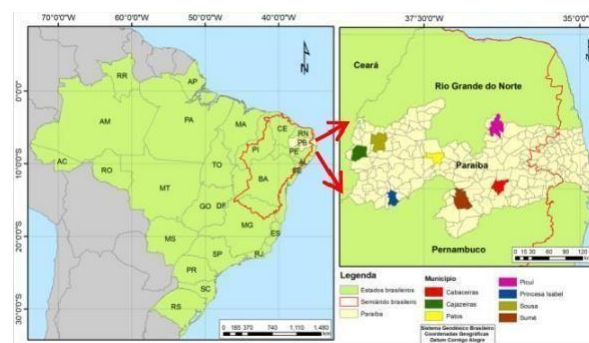


Figura 3 – Área de estudo no Brasil: municípios da região semiárida do estado da Paraíba. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

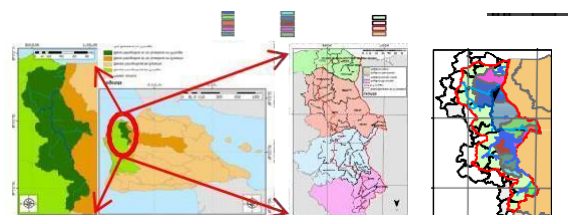


Figura 4 – Área de estudo em Portugal: municípios portugueses totalmente inseridos na bacia hidrográfica do rio Guadiana. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

A metodologia empregada foi baseada no trabalho desenvolvido por Rosendo (2014), que buscou identificar quais áreas temáticas dos municípios paraibanos estudados, encontrava-se mais vulnerável ao desastre da seca. Para tanto, foi feita uma compartimentação dos componentes da vulnerabilidade a seca (indicadores: Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa). Para a formulação dos Índices de Vulnerabilidade a seca das áreas de estudo, foram selecionados os indicadores, subindicadores e variáveis, adaptados de Rosendo (2014), conforme apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores, subindicadores e variáveis para as regiões semiáridas brasileira e portuguesa, para a formulação do

Índice de Vulnerabilidade à seca das áreas de estudo. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

País	Vulnerabilidade	Indicador	Sub-Indicador	ID	Variável	
						Indicador
BRASIL	Exposição	Características do evento	Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	1	IAC	
			Índice de Aridez	2		
			Características da precipitação	Índice de Infiltração que depende da precipitação (%)		3
			Características da precipitação	Índice de Infiltração que depende da precipitação (%)		4
			Características da precipitação	Índice de Infiltração que depende da precipitação (%)		5
	Sensibilidade	Características do solo	Capacidade de retenção de água	6	Capacidade de retenção de água	
			Índice de Infiltração	7		
			Índice de Infiltração	8		
			Índice de Infiltração	9		
			Índice de Infiltração	10		
	Capacidade adaptativa	Capacidade humana	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	11	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	
			Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	12		
			Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	13		
			Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	14		
			Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	15		
PORTUGUESA	Exposição	Características do evento	Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	1	IAC	
			Índice de Aridez	2		
			Características da precipitação	Índice de Infiltração que depende da precipitação (%)		3
			Características da precipitação	Índice de Infiltração que depende da precipitação (%)		4
			Características da precipitação	Índice de Infiltração que depende da precipitação (%)		5
Sensibilidade	Características do solo	Capacidade de retenção de água	6	Capacidade de retenção de água		
		Índice de Infiltração	7			
		Índice de Infiltração	8			
		Índice de Infiltração	9			
		Índice de Infiltração	10			
Capacidade adaptativa	Capacidade humana	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	11	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal		
		Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	12			
		Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	13			
		Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	14			
		Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	15			

Como forma de agregação e hierarquização dos indicadores, subindicadores e variáveis (Quadros 1) foi utilizado o sistema de controle e inferência fuzzy, proposto por Zadeh (1965).

A lógica fuzzy foi definida por Cox (1995) como sendo capaz de combinar a imprecisão associada aos eventos naturais e aspectos sociais, com poder computacional das máquinas para produzir sistemas de resposta inteligentes, robustos e flexíveis. A modelagem e o controle fuzzy de sistemas são técnicas para o tratamento de informações qualitativas que, de uma forma mais rigorosa, podem ser aceitos como a melhor maneira de representação do raciocínio humano (HORSTKOTTE,1996; SOUZA, 2009).

Os conceitos básicos da lógica fuzzy podem ser entendidos, resumidamente, conforme as descrições a seguir. Um exemplo muito comum é o da sensação térmica de um ambiente, em determinado momento. Se nossa mente só fosse capaz de analisar a sensação térmica por meio da lógica binária clássica, existiriam apenas dois conjuntos de sensações: frio e quente. No entanto, a lógica fuzzy apresenta uma flexibilidade maior para a escolha de resultados (Figura 5).

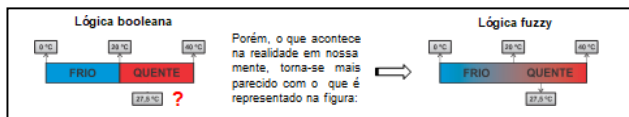


Figura 5 – Lógica booleana versus lógica fuzzy. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

A lógica fuzzy tenta aproximar as interpretações da realidade do pensamento humano aos cálculos matemáticos, de forma mais objetiva usando regras como as apresentadas na Figura 6.

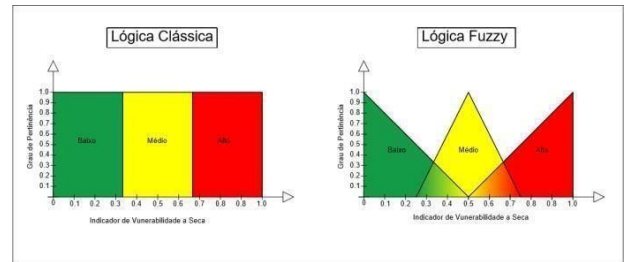


Figura 6 – Lógica clássica versus lógica fuzzy.

De maneira geral, o sistema de inferência fuzzy apresenta os seguintes componentes: fuzzificadores (gaussiano, triangular, trapezoidal etc.), base de regras fuzzy (IF <proposição fuzzy> THEN <proposição fuzzy>) e defuzzificadores (centro ponderado, máximo valor, centro de gravidade etc.) (Figura 7).

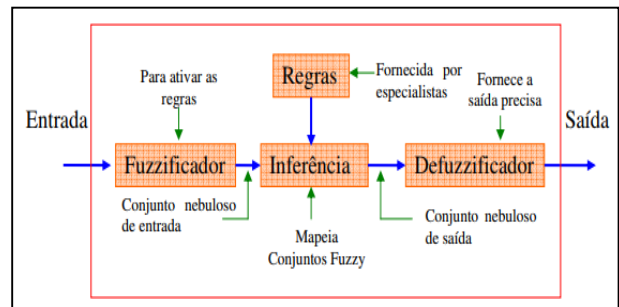


Figura 7 – Componentes do sistema de inferência fuzzy. Fonte: adaptado de Cox (1995).

Para Wagner (2003), a lógica difusa (fuzzy) é uma ferramenta capaz de capturar informações vagas, em geral, descritas em linguagem natural e convertê-las para um formato numérico, de fácil manipulação.

Assim, Rosendo (2019) obteve o seguinte diagrama dos conjuntos fuzzy, para a determinação do Índice de Vulnerabilidade à seca por município das áreas de estudo brasileira e portuguesa (Figura 8).

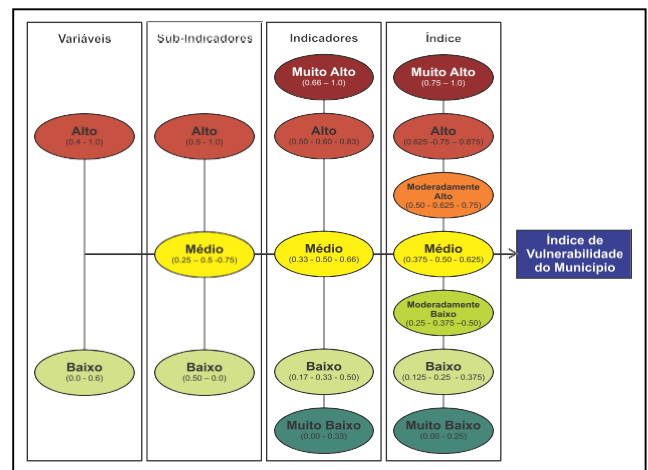


Figura 8 – Hierarquização e limites dos conjuntos fuzzy utilizados para a determinação do Índice de Vulnerabilidade à seca, por município das áreas de estudo brasileira e portuguesa. Fonte: Rosendo (2019).

Para os municípios brasileiros estudados, Rosendo (2019, p. 124) “tomou dois anos como base de cálculo: os anos de 2000 e 2010. Os dados utilizados coincidem em sua maioria com os anos base, exceto alguns dados que foram produzidos em anos próximos, a exemplo os dados agropecuários que são oriundos do Censo Agropecuário de 1996 e 2006 do IBGE”.

A partir das análises dos indicadores Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa para esses anos, Rosendo(2019) obteve os Índices de Vulnerabilidade à seca para os municípios brasileiros do estado da Paraíba estudados (Figura 9 eTabela 1).

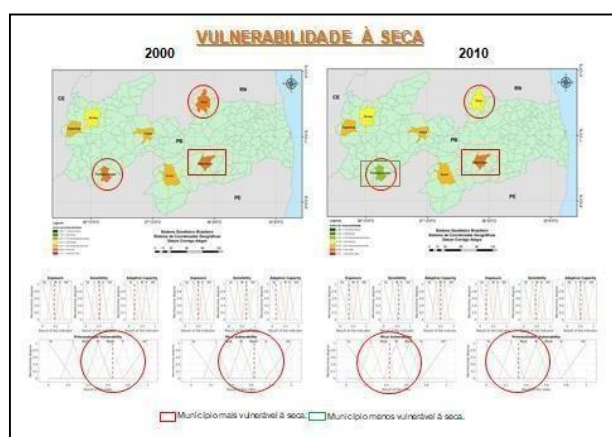


Figura 9 – Resultados para o Índice de Vulnerabilidade à seca dos municípios do estado da Paraíba estudados, para os anos de 2000 e 2010. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

Tabela 1 – Resumo dos resultados: municípios brasileiros do estado da Paraíba estudados, para os anos de 2000 e 2010. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

MUNICÍPIO	INDICADOR						ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	
	Exposição		Sensibilidade		Capacidade Adaptativa		Vulnerabilidade	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Cabaceiras	0,534	0,472	0,664	0,664	0,213	0,333	0,679	0,646
Cajazeiras	0,333	0,126	0,664	0,663	0,456	0,496	0,585	0,506
Patos	0,333	0,333	0,664	0,663	0,472	0,496	0,563	0,510
Picuí	0,497	0,333	0,664	0,554	0,136	0,496	0,629	0,433
Princesa Isabel	0,457	0,226	0,522	0,447	0,206	0,496	0,646	0,322
Sousa	0,352	0,333	0,520	0,520	0,441	0,496	0,477	0,409
Sumé	0,383	0,333	0,496	0,496	0,321	0,333	0,588	0,506

■ Município mais vulnerável à seca; ■ Município menos vulnerável à seca.

Observa-se na Figura 9 e Tabela 1 para ano 2000, “que os municípios de Cabaceiras, Picuí e Princesa Isabel apresentaram vulnerabilidade alta. Enquanto os municípios de Cajazeiras, Patos, e Sumé apresentaram vulnerabilidade moderadamente alta e apenas o município de Sousa apresentou vulnerabilidade média” (ROSENDO, 2019, p. 136). Já para o ano 2010, “o município de Cabaceiras apresentou uma vulnerabilidade alta, enquanto os municípios de Cajazeiras, Patos e Sumé apresentaram uma

vulnerabilidade moderadamente alta. Picuí e Sousa uma vulnerabilidade média e o município de Princesa Isabel apresentou uma vulnerabilidade moderadamente baixa” (ROSENDO, 2019, p. 152). No geral, Cabaceiras foi o município mais vulnerável à seca dentre os analisados.

Para a análise da vulnerabilidade à seca dos municípios (Conselhos) portugueses, de acordo com os indicadores Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa, Rosendo (2019, 156) “tomou três anos como base de cálculo: 2000, 2004 e 2010. Os dados utilizados compreenderam em sua maioria os anos base, com exceção de alguns dados que foram produzidos em anos próximos”. Os resultados finais da análise estão apresentados na Figura 10 e na Tabela 2.

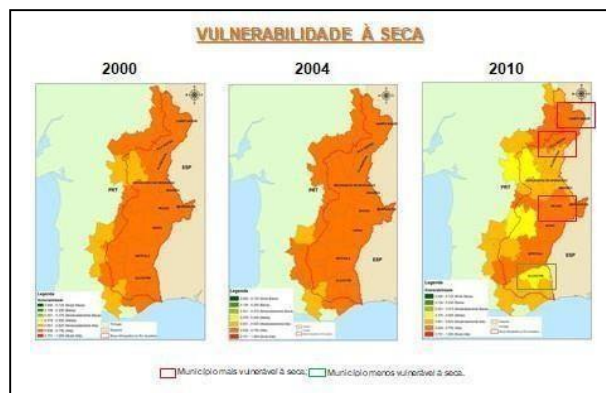


Figura 10 – Resultados para o Índice de Vulnerabilidade à seca dos municípios (Conselhos) portugueses estudados, para os anos de 2000, 2004 e 2010. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

Tabela 2 – Resumo dos resultados: municípios (Conselhos) portugueses estudados, para os anos de 2000, 2004 e 2010. Fonte: adaptado de Rosendo (2019).

Municípios	Indicadores									Índice		
	Exposição			Sensibilidade			Capacidade Adaptativa			Vulnerabilidade		
	2000	2004	2010	2000	2004	2010	2000	2004	2010	2000	2004	2010
Alandroal	0,496	0,782	0,496	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,496	0,732	0,680	0,506
Alcôitim	0,496	0,683	0,309	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,496	0,732	0,746	0,434
Barrancos	0,496	0,496	0,496	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,733	0,733	0,675
Campo Maior	0,496	0,496	0,496	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,733	0,732	0,731
Mertola	0,496	0,686	0,456	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,731	0,745	0,686
Moura	0,496	0,626	0,496	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,733	0,740	0,731
Mourão	0,496	0,557	0,380	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,733	0,736	0,585
Reguengos de Monsaraz	0,496	0,596	0,380	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,733	0,736	0,585
Serpa	0,496	0,778	0,496	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,732	0,683	0,732
Vila Viçosa	0,496	0,496	0,496	0,496	0,496	0,496	0,333	0,333	0,333	0,733	0,732	0,731

■ Município mais vulnerável à seca; ■ Município menos vulnerável à seca.

De maneira geral, Rosendo (2019) verificou que o Índice de Vulnerabilidade à seca apresentaram valores médios, moderadamente altos e altos. De acordo com o autor,

Em Portugal, além da diminuição da disponibilidade de água em períodos de seca, esse problema traz consigo um agravante, o aumento da incidência dos incêndios que destroem florestas, campos e toda a vida que encontra e, em alguns casos, consegue atingir as cidades, causando maiores danos e até mesmo mortes humanas. Esse fator tentou ser analisado pelas áreas degradadas por fogos nos municípios, porém essa análise se caracterizou por ser algo ainda insipiente e que pode ser melhorado e melhor quantificado em estudos futuros.

Outro fator que pode influenciar negativamente na preparação para os eventos de seca é a menor incidência de secas severas (se comparado com o Brasil). Isso pode fazer com que o poder público não dê a devida atenção aos eventos climáticos em seu início, por pensar que será um evento menos severo, só sendo alertado de sua gravidade após o evento tomar grandes proporções (ROSENDO, 2019, p. 218).

### 3.1.1. Inundação

Em diversas partes do mundo as chuvas extremas põem em destaque um problema menos agudo nos anos normais, mas sempre latente: uma organização social, econômica e tecnológica deficiente no que se refere à superação de intempéries causadas pelas inundações. Com a intervenção humana cada vez mais intensa em todo o território das bacias hidrográficas, modificando suas configurações naturais, os eventos de inundação têm se tornado cada vez mais recorrentes e coloca em risco a saúde e o bem-estar da população e do meio ambiente.

As áreas urbanas são caracterizadas por uma alta proporção de ruas pavimentadas e o crescimento dessas áreas, geralmente envolve alterações na paisagem para superfícies impermeabilizadas, o que leva a aumentar o fluxo superficial e descarga. Esses fatores, combinados com o aumento do risco associado às mudanças climáticas, tornam as áreas urbanas mais vulneráveis.

Em 2015, professores e pesquisadores do LARHENA prestaram consultoria para a Prefeitura Municipal de João Pessoa, PB, quando da formulação do Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa (PSBJP) (PARAÍBA, 2015). Dentre outras atividades foram levantadas e diagnosticadas em toda da cidade, as áreas propensas a risco de desastres por alagamento, inundação e movimento de massa (Figura 11).



Figura 11 – Número de pontos de risco de desastres por alagamento, inundação e movimento de massa na zona urbana do município de João Pessoa, PB. Fonte: adaptado de Paraíba (2015).

No caso específico para a inundação, a Figura 12 apresenta as frequências dos principais problemas no sistema de macrodrenagem da cidade, diagnosticados no PSBJP, que podem

desencadear desastres em tempos de eventos pluviométricos extremos.

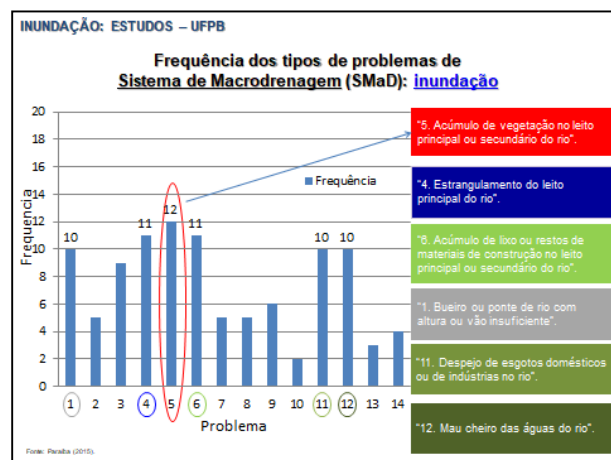


Figura 12 – Frequências dos principais problemas diagnosticados do sistema de macrodrenagem da cidade de João Pessoa, que podem desencadear desastres por inundação. Fonte: adaptado de Paraíba (2015).

Observa-se na Figura 11 que existiam em 2015 na cidade de João Pessoa, muitas áreas propensas a risco de desastres por alagamentos, que é um problema de microdrenagem, por inundação, que é um problema de macrodrenagem, e por movimento de massa, sempre atreladas aos períodos de chuvas intensas. E na Figura 12, que muitos dos problemas de macrodrenagem são provenientes da falta de cuidados nesse sistema, tanto pelo poder público quanto por parte da população. De acordo com Filgueira e Cabral da Silva (2017, p. 3),

O conceito de saneamento básico no Brasil encontra-se diretamente atrelado aos serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e sistema de limpeza pública, manejo de resíduos sólidos e de gestão de risco de desastres relacionados com fenômenos naturais. O bom funcionamento desses serviços públicos é de natureza essencial para se almejar uma qualidade mínima de vida na cidade.

Dando continuidade às pesquisas referentes a problemas com inundação, foram desenvolvidos em 2019 dois Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs), aplicando o modelo descritor do terreno *Height Above the Nearest Drainage* (HAND), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e usando imagens de sensoriamento remoto de RPA: “Aplicação do modelo *Height Above the Nearest Drainage* (HAND) para análise de inundação na bacia hidrográfica do rio Cuiá, João Pessoa, Paraíba, Brasil” (ALVES, 2019), e “Análise da eficiência do dique de Cruz do Espírito Santo (PB) por meio do modelo HAND” (JUSTINO, 2019). Nas Figuras 13 e 14, respectivamente, estão apresentados os objetivos gerais desses TCCs, bem como as breves descrições das problemáticas que motivaram as realizações dessas pesquisas.

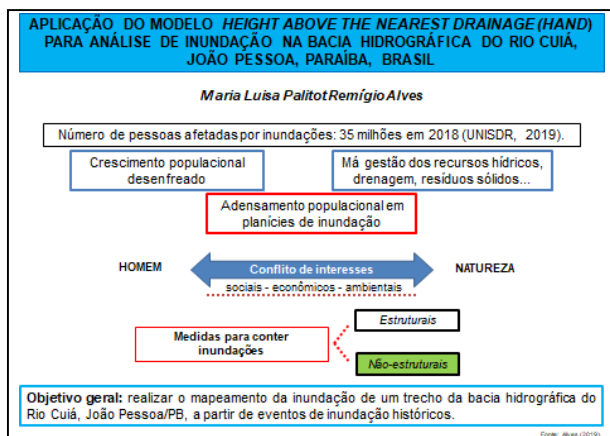


Figura 13 – Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Alves (2019) (UFPB/CT/DECA/Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental).

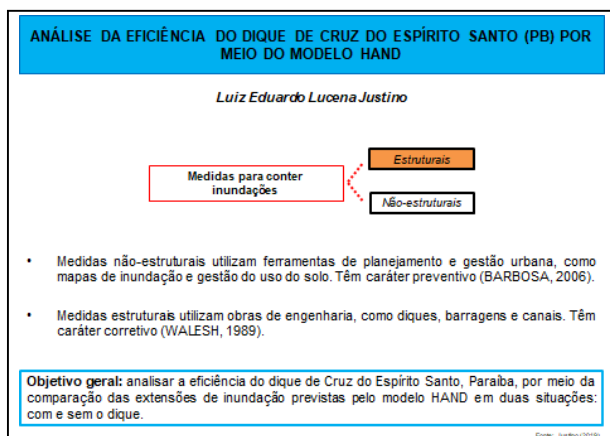


Figura 14 – Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Justino (2019) (UFPB/CT/DECA/Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil).

O modelo HAND executa uma estimativa da amplitude máxima de um evento de inundação estagnada com base na descrição do terreno, a partir da utilização de um modelo digital de elevação (MDE) como entrada de dados (RENNÓ *et al.*, 2008; NOBRE *et al.*, 2011; NOBRE *et al.*, 2016). Esse modelo normaliza a rede de drenagem, tornando-a o ponto de referência topográfico e que irá indicar áreas inundáveis a partir de eventos históricos (Figura 15).

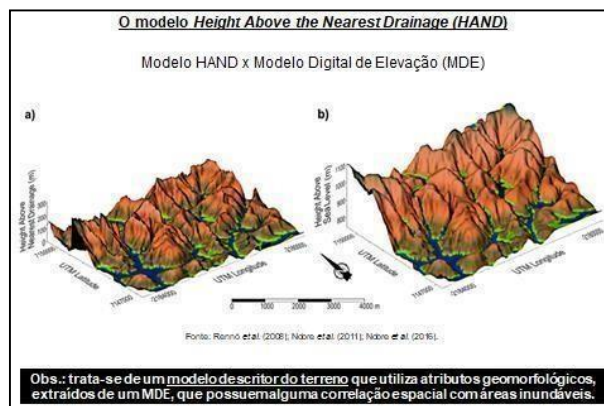


Figura 15 – Representação da superfície do terreno: a) a partir da aplicação do modelo HAND, com o MDE como dado de entrada; e b) a partir da altitude média dos mares. Fonte: adaptado de Nobre *et al.* (2016).

O MDE é uma representação matemática da distribuição espacial da característica de um fenômeno vinculada a uma superfície real. É o termo genérico para descrever o Modelo Digital de Superfície (MDS) ou o Modelo Digital de Terreno (MDT). De acordo com Justino (2019) o MDS representa a superfície do terreno acrescida de qualquer objeto existente neste, como, por exemplos, árvores e edificações. Já o MDT representa a superfície nua do terreno, sem a presença de tais objetos. A superfície geralmente é contínua e o fenômeno representado pode ser variado. O MDE pode ser obtido a partir de dados topográficos, mapas ou de sensores remotos instalados em aeronaves ou plataformas espaciais (SANTOS, 2015), como aviões, RPAs, imagens da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), imagens de satélites da série *Land Remote Sensing Satellite* (Landsat) etc.

O procedimento para a obtenção do mapa de inundação HAND é realizado em três partes, com a utilização do *software* livre *TerraView*, também desenvolvido pelo INPE, a partir da geração do MDT, de acordo com o MDE de entrada: a primeira é a correção hidrológica do MDT e a determinação da orientação do fluxo; a segunda é o cálculo da rede drenagem fundamentado no MDT corrigido e na região onde se acumula o fluxo; e na terceira parte, a topologia HAND deve ser formada, reclassificando-se o MDT com as soluções da diferença entre a altura altimétrica e a altura do canal de drenagem mais próximo, definido no limiar de drenagem adotado (CARON *et al.*, 2018) (Figuras 16 e 17).

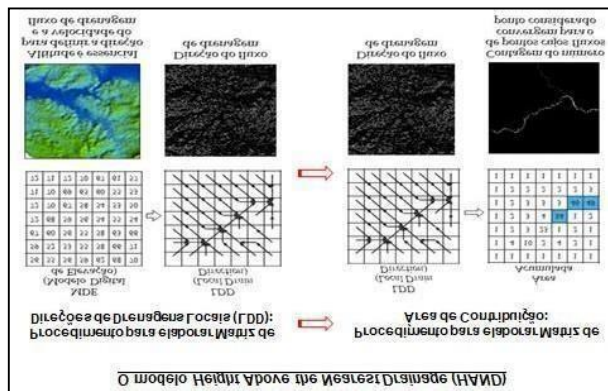


Figura 16 – Etapas para a obtenção do mapa de inundação HAND. Fonte: Milanesi, Quadros e Lahm (2017).

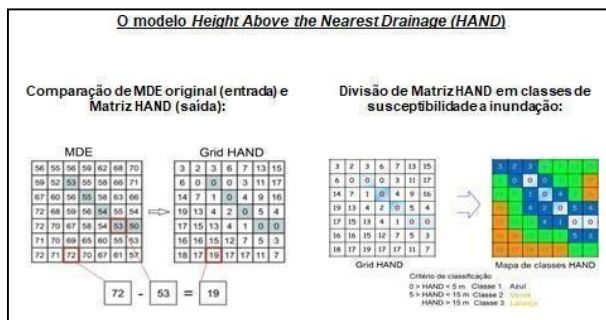


Figura 17 – Matriz HAND como produto final para a obtenção do mapa de inundação. Fonte: Nobre et al. (2011); Milanesi, Quadros e Lahm (2017).

As etapas dos procedimentos metodológicos desses dois TCCs, resumidamente, estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Resumo dos procedimentos metodológicos empregados nos TCCs de Alves (2019) e Justino (2019).

<b>Coleta das imagens aéreas:</b>
➤ Voos com o uso da Aeronave Remotamente Pilotada (RPA da sigla em inglês) DJI Phantom 4 Pro.
<b>Processamento das imagens aéreas:</b>
➤ Uso do software Agisoft Photoscan Profissional 1.4.5.
<b>Produtos gerados:</b>
➤ Ortomosaico da área de estudo;
➤ Modelo Digital de Elevação da área de estudo;
➤ Modelo Digital de Terreno da área de estudo.
<b>Processamento do mapa de inundação HAND:</b>
➤ Uso do plugin TerraHidro (integrado ao software TerraView, do INPE).
<b>Classificação da mancha de inundação HAND:</b>
➤ Uso do software Quantum Gis;
➤ Uso do software ArcMap 10.5.
<b>Validação da mancha de inundação:</b>
➤ Coletadas informações com moradores locais e registros fotográficos de manchas de eventos presentes e passados de inundação.

Como descrito no objetivo geral (Figura 13) a área de trabalho de Alves (2019) foi um trecho urbano da bacia hidrográfica do rio Cuiá, recorrente em problemas de inundação quando se têm eventos intensos de precipitações pluviométrica na cidade de João Pessoa, PB (Figura 18).

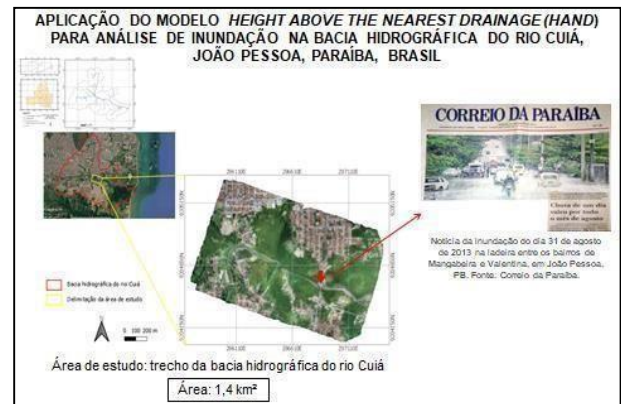


Figura 18 – Área de estudo: trecho do rio Cuiá na zona urbana de João Pessoa, PB, recorrente em eventos de inundação. Fonte: adaptado de Alves (2019).

As imagens da área de estudo foram obtidas usando o RPA DJI Phantom 4 Pro e depois processadas com o uso do software Agisoft Photoscan Profissional 1.4.5, para a obtenção do MDE do trecho em questão, com resolução espacial de 0,26 m. Em seguida, utilizando o plugin TerraHidro, que é integrado ao software TerraView, foram obtidos os mapas de inundação HAND, a partir do MDT gerado e do limiar de drenagem adotado (Figura 19).

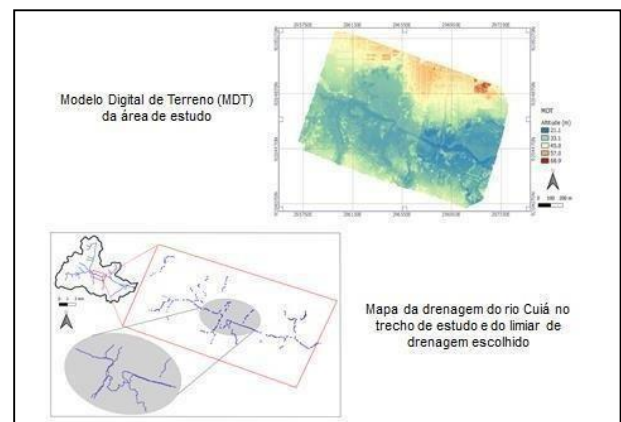


Figura 19 – Modelo Digital do Terreno e traçado da hidrografia, a partir do limiar de drenagem adotado, no trecho de estudo da bacia hidrográfica do rio Cuiá. Fonte: adaptado de Alves (2019).

Como a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de João Pessoa (COMPDEC-JP) estava fazendo uma dragagem no trecho do rio, na tentativa de mitigar as frequentes inundações no local, Alves (2019) executou duas simulações e os mapas gerados estão apresentados nas Figuras 20 e 21.



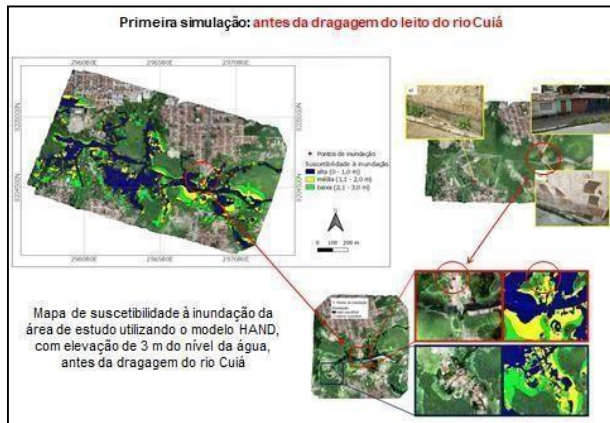


Figura 20 – Mapa de suscetibilidade   inunda o da área de estudo antes da dragagem do trecho do rio Cui . Fonte: adaptado de Alves (2019).



Figura 21 – Mapa de suscetibilidade   inunda o da área de estudo depois da dragagem do trecho do rio Cui . Fonte: adaptado de Alves (2019).

Observa-se na Figura 20 que, a partir de informa es locais do alcance máximo de inunda o passada, o modelo HAND conseguiu descrever as faixas de suscetibilidade para o risco de desastres por inunda o da área de estudo. Já na Figura 21 observa-se que, apesar do paliativo da dragagem feita pela COMPDEC-JP no trecho, a mesma conseguiu diminuir mais a faixa de suscetibilidade a risco de desastres para a popula o próxima da área de estudo.

Com referência ao trabalho de Justino (2019), as imagens da área de estudo, a zona urbana do município de Cruz do Espírito Santo “protegida” pelo dique, também foram obtidas com o uso da RPA DJI Phantom 4 Pro (Figura 22).



Figura 22 –  rea de estudo: zona urbana de Cruz do Espírito Santo, PB, com destaque para o dique   margens do rio Paraíba. Fonte: adaptado de Justino (2019).

Depois foi gerado o MDE, com resolu o espacial de 0,27 m, e extraídos o MDS e o MDT (Figura 23).

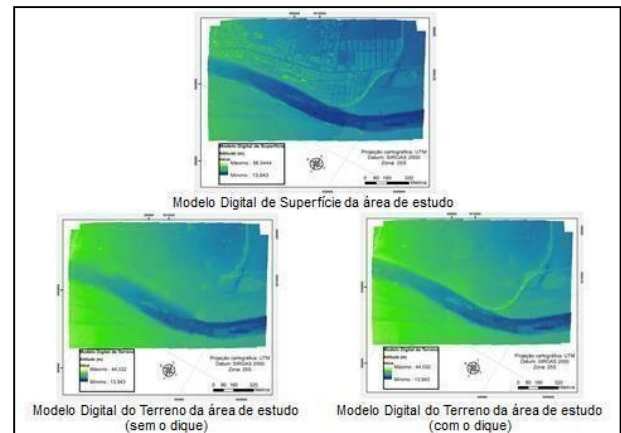


Figura 23 – Modelo Digital de Superfície (MDS) e Modelo Digital do Terreno (MDT) da área de estudo em Cruz do Espírito Santo, PB. Fonte: adaptado de Justino (2019).

No seu estudo Justino (2019) usou o HAND em duas simula es, sem e com o dique, para ver se o mesmo protegia a cidade, com base nos registros do evento histórico de inunda o ocorrido na cidade em 1985 (Figura 24).

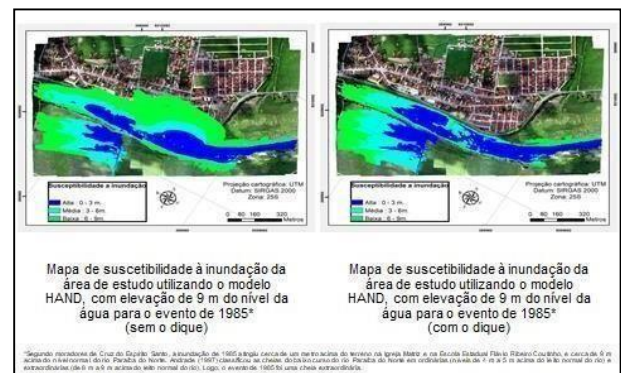


Figura 24 – Mapa de suscetibilidade a risco de desastres por inundação em Cruz do Espírito Santo, PB. Fonte: adaptado de Justino (2019).

De acordo com os resultados obtidos (Figura 24), Justino (2019) concluiu que a mancha de inundação foi bem menor com a existência do dique, comprovando a sua eficiência como medida estrutural de contenção de inundações. Ou seja, para uma elevação do nível da água no rio Paraíba de até 9 m, o dique oferece proteção à cidade.

Dando continuidade as pesquisas na temática dos desastres relacionados com fenômenos naturais, três dissertações do PRODEMA foram defendidas em fevereiro de 2020:

- “Vulnerabilidade socioambiental e a perspectiva de resiliência a desastres nas cidades da região Nordeste do Brasil: João Pessoa, Recife e Maceió”, da engenheira civil, Palloma Damascena Moraes. Objetivo geral: “Avaliar a resiliência a desastres relacionados com fenômenos naturais a partir da vulnerabilidade socioambiental nas cidades de João Pessoa, Recife e Maceió localizadas na região do Nordeste brasileiro” (MORAIS, 2020);

- “Hierarquização de risco a desastres por meio de ferramenta gerencial em municípios das regiões do estado da Paraíba”, da engenheira ambiental, Ana Manuela Guedes Pereira de Souza Rangel. Objetivo geral: “Hierarquizar os desastres climatológicos e hidrometeorológicos nos municípios de João Pessoa, Campina Grande, Patos e Sousa por meio de ferramenta gerencial do planejamento estratégico” (RANGEL, 2020);

- “Índice de vulnerabilidade a desastres relacionados com fenômenos naturais no município de João Pessoa, Paraíba, Brasil”, da engenheira civil, Bianca Maria Limeira de Azevêdo. Objetivo geral: “Analisar a vulnerabilidade a desastres hidrometeorológicos do tipo inundações, alagamentos e movimentos de massa úmida nos bairros e setores do município de João Pessoa” (AZEVEDO, 2020).

Essas dissertações seguiram uma sequência lógica de estudos, em termos de “escalas de áreas de abrangências”, bastantes relevante sobre o risco de desastres relacionados com fenômenos naturais na região Nordeste do Brasil. Em uma “escala macro”, Moraes (2020) aplicou para as capitais dos estados do Nordeste do Brasil, a adaptação da metodologia de Yusuf e Francisco (2009), desenvolvida em 530 áreas do Sudeste da Ásia: Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa; e foi norteadada pela Campanha “Construindo Cidades Resilientes – Minha Cidade está se preparando!” (UNISDR, 2013). Na “escala intermediária”, Rangel (2020) realizou uma adaptação da metodologia da Matriz GUT: Gravidade, Urgência e Tendência; para hierarquizar os desastres mais comuns em municípios do estado da Paraíba. E “afunilando mais ainda a escala”, Azevêdo (2020) fez uma adaptação do método de Sorg *et al.* (2018), aplicado originalmente na cidade de Genova, Itália, para determinar o Índice de Vulnerabilidade por bairros do município de João Pessoa, a partir do Quadro de Avaliação de Vulnerabilidade com três elementos: Suscetibilidade, Enfrentamento e Adaptação.

Outros quatro trabalhos de dissertação estão sendo desenvolvidas no PRODEMA/UFPA, cujos títulos provisórios são: “Avaliação das áreas propensas à inundação e a expansão urbana no município de João Pessoa, Paraíba, Brasil”, por

Amanda Alves Queiroga; “Identificação de áreas propensas a risco de desastres por inundação e a avaliação da vulnerabilidade socioambiental na bacia hidrográfica do rio Cuiá, João Pessoa, Paraíba”, por Maiane Barbalho da Luz; “Avaliação das vulnerabilidades a desastres por inundação relacionados ao canal da transposição do rio São Francisco na região de Monteiro - PB”, por Arthur Tibério de Lacerda Vieira; e “Avaliação do risco de desastres por inundação e a vulnerabilidade social no município de Barreiros, Pernambuco, Brasil”, por Maria Luisa Palitot Remígio Alves.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de estudos como os apresentados neste trabalho, o conhecimento das ameaças e das vulnerabilidades a risco de desastres relacionados com fenômenos naturais, pode contribuir para a formulação de políticas públicas para a RRD. Para tanto há necessidade da integração maior de todo o sistema organizacional, com destaque para os órgãos de proteção e defesa civil, a população e as universidades.

São muitos os desafios. No entanto, para minimizá-los... para “conviver” com os problemas... apenas duas sugestões, dentre tantas outras (Figuras 25 e 26):



Figura 25 – Formular Planos de Contingência para a minimização do risco de desastres.

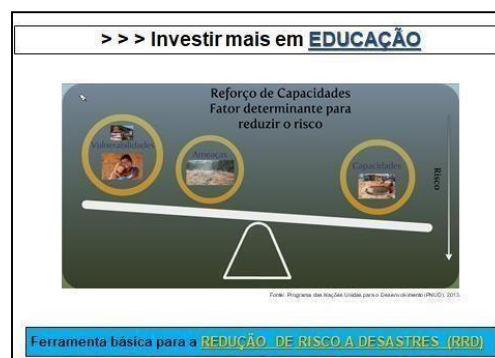


Figura 26 – Investir mais em educação para a minimização do risco de desastres.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALVES, M. L. P. R. *Aplicação do modelo Height Above the Nearest Drainage (HAND) para análise de inundação na bacia hidrográfica do rio Cuiá, João Pessoa, Paraíba, Brasil*. João Pessoa, 2019. 54f. Monografia (Graduação). Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2019.
- ANDRADE, G. O. *O Rio Paraíba do Norte*. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB. Conselho Estadual de Cultura, 1997. 166 p.
- AZEVEDO, B. M. L. de. *Índice de vulnerabilidade a desastres relacionados com fenômenos naturais no município de João Pessoa, Paraíba, Brasil*. João Pessoa, 2020. f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2020.
- BARBOSA, F. A. R. *Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape, PB*. João Pessoa, 2006. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2006.
- BHATTACHARYA, S.; DASS, A. *Vulnerability to drought, cyclones and floods in India*. Índia: Winrock International, 2007.
- CAMPOS, J. N. B. *Vulnerabilidades do semi-árido às secas, sob o ponto de vista dos recursos hídricos*. Brasília: IICA, Ministério da Integração Nacional, 1994. (PROJETO ÁRIDAS, GT II - RECURSOS HÍDRICOS. Coordenação Geral: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República).
- CARVALHO, L. D. *Natureza, território e convivência: novas territorialidades no semiárido brasileiro*. Jundiá, SP: Paco Editorial, 2013.
- COX, E. *Fuzzy logic for bussines and industry*. Massachusetts: Charles River Media, 1995.
- CRED. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. *Natural Disasters 2018*. Brussels, Belgium, 2019. Disponível em: [https://emdat.be/sites/default/files/adsr\\_2018.pdf](https://emdat.be/sites/default/files/adsr_2018.pdf). Acesso em: 22/07/2019. (Emergency Events Database (EM-DAT)). CRED, Institute Health and Society, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium).
- CRED EM-DAT. *The OFDA/CRED – International Disaster Database*, Université Catholique de Louvain Brussels – Belgium, Feb. 2015. Disponível em: <https://www.emdat.be>. Acesso em: 12/11/2015.
- FILGUEIRA, H. J. A.; CABRAL DA SILVA, T. Ações para contingência e emergência relativas aos problemas de inundação, alagamento e movimentação de massa no meio urbano. In: Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa (SILUSBA), 13. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, Portugal, 13 a 15 de setembro de 2017. *Anais...* Porto, Portugal: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH), 2017. p. 1-11.
- HORSTKOTTE, E. *Fuzzy expert systems*. In: Togai InfraLogic, New York, April, 1996.
- JUSTINO, L. E. L. *Análise da eficiência do dique de Cruz do Espírito Santo (PB) por meio do modelo HAND*. João Pessoa, 2019. 58f. Monografia (Graduação). Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2019.
- LAVELL Thomas, Allan. Ciencias sociales y desastres naturales en America Latina: un encuentro inclusivo. In: MASKREY, A. (ed). *Los desastres no son naturales*. Colômbia: LA RED/ITDG, 1993. p. 135-136.
- MILANESI, J.; DE QUADROS, E. L. L; LAHM, R. A. Utilização do modelo Hand no reconhecimento dos terrenos sujeitos a inundação - Porto Alegre/RS. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 4, 2017.
- MORAIS, P. D. *Vulnerabilidade socioambiental e a perspectiva de resiliência a desastres nas cidades da região Nordeste do Brasil*: João Pessoa, Recife e Maceió, da engenharia civil. João Pessoa, 2020. 112f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2020.
- NOBRE, A. D. et al. Height Above the Nearest Drainage - a hydrologically relevant new terrain model. *Journal of Hydrology*, v. 404, n. 1-2, p. 13-29, 2011.
- NOBRE, A. D. et al. HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent. *Hydrological Processes*, v. 30, n. 2, p. 320-333, 2016.
- PARAÍBA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. *Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa, 2015*. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semam/plano-municipal-de-saneamento-basico/>. Acesso em: 18/10/2019.
- RANGEL, A. M. G. P. de S. *Hierarquização de risco a desastres por meio de ferramenta gerencial em municípios das regiões do estado da Paraíba*. João Pessoa, 2020. 126f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2020.

- RENNÓ, C. D *et al.* HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*, v. 112, n. 9, p. 3469-3481, 2008.
- ROSENDO, E. E. Q. *Desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade à seca na região semiárida brasileira*. João Pessoa, 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2014.
- ROSENDO, E. E. Q. *Vulnerabilidade à seca nas regiões semiárida brasileira e portuguesa: uma avaliação baseada em lógica fuzzy*. João Pessoa, 2019. 288f. Tese (Doutorado em Cotutela em Engenharia Civil e Ambiental e em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba e Doutorado em Geografia, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto, Portugal. João Pessoa-PB, 2019.
- SORG, L. *et al.* Capturing the multifaceted phenomena of socioeconomic vulnerability. *Natural Hazards*, v. 92, n. 1, p. 257–282, 2018.
- SOUZA, D. M. B. S. *Abordagem baseada em lógica fuzzy para a alocação de indicadores de faltas em sistemas de distribuição de energia elétrica*. São Carlos, 2009. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2009.
- UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. *Making cities resilient: summary for policymakers*. Geneva, Switzerland, 2013.
- UNISDR. United Nations International Strategy for Disasters Reduction. 2018: *extreme weather events affected 60m people*. Geneva, Switzerland, 2019. Disponível em: <https://www.unisdr.org/archive/63267>. Acesso em: 18/04/2019.
- WAGNER, A. *Extração de conhecimento a partir de redes neurais aplicada ao problema da cinemática inversa na robótica*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.
- WALESH, S. G. *Urban surface water management*. John Wiley & Sons, 1989.
- YUSUF, A. A. & FRANCISCO, H. *Climate Change Vulnerability Mapping for Southeast Asia*. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA). 2009.
- ZADEH, L. A. *Fuzzy sets*. *Information and Control*. vol. 8. 1965. p. 29-44.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal da Paraíba, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

---

Recebido em: 06/06/2020

Aceito para publicação em: 18/05/2021