



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E
MEIO AMBIENTE



BIANCA MARIA LIMEIRA DE AZEVÊDO

**ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A DESASTRES RELACIONADOS COM
FENÔMENOS NATURAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA, BRASIL**

JOÃO PESSOA - PB

Fevereiro - 2020

BIANCA MARIA LIMEIRA DE AZEVÊDO

**ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A DESASTRES RELACIONADOS COM
FENÔMENOS NATURAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira

JOÃO PESSOA - PB

Fevereiro - 2020

A994i Azevêdo, Bianca Maria Limeira de.

Índice de Vulnerabilidade a desastres relacionados com fenômenos naturais no município de João Pessoa, Paraíba, Brasil / Bianca Maria Limeira de Azevêdo. - João Pessoa, 2020.

123f. : il.

Orientação: Hamilcar José Almeida Filgueira.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. gestão de riscos de desastres. 2. vulnerabilidade social. I. Filgueira, Hamilcar José Almeida. II. Título.

UFPB/BC

BIANCA MARIA LIMEIRA DE AZEVEDO

**ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A DESASTRES RELACIONADOS COM
FENÔMENOS NATURAIS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA,
BRASIL**

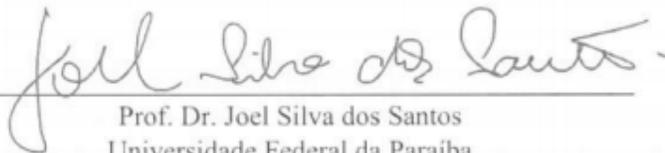
Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA – da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Trabalho Aprovado. João Pessoa, 28 de fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira
Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental
Orientador



Prof. Dr. Joel Silva dos Santos
Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Aplicadas e Educação - Departamento de Engenharia e Meio Ambiente
Examinador interno



Prof. Dra. Camila Cunico
Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza - Departamento de Geociências
Examinadora externa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, inteligência suprema, causa primária de todas as coisas, pela oportunidade de aprender e evoluir.

Aos meus pais pelo amor, educação, zelo e apoio, por terem sido ferramenta importante para formação de quem eu sou hoje.

À minha irmã Vanessa pelo companheirismo, carinho, pelas palavras de incentivo, pelo exemplo de dedicação e disciplina e por trazer mais alegria aos meus dias.

Ao Prof. Hamílcar José Almeida Filgueira, pelo incentivo, paciência, orientação e auxílio na elaboração deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, por todo o conhecimento repassado, por abrir minha mente quanto aos aspectos sociais atrelados aos impactos ambientais, me mostrando a importância da visão e atuação interdisciplinar.

Ao espiritismo, por todos os conhecimentos e reflexões que me trazem uma base sólida e fortalecida para enfrentar todos os percalços da vida com coragem, resignação e bom ânimo.

À amiga Priscila Serpa pelo carinho, empatia e apoio de sempre.

Aos amigos Adalice Duarte, Adriane Oliveira, Anna Gabriela Fachine, Kelbson Werton e Natália Pires pela amizade, união e por todos os sorrisos.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, por todos os momentos compartilhados, pelo companheirismo e apoio.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

O processo de urbanização desordenada do município de João Pessoa – PB, juntamente com as precipitações diárias intensas que ocorrem no local têm causado vários danos à população, principalmente àquelas que estão expostas e vulneráveis à ameaça desses fenômenos. Para construir um município mais resiliente a estes eventos, é preciso identificar e corrigir as causas dos impactos negativos, e, para isso, faz-se necessária uma ampla avaliação da vulnerabilidade, envolvendo aspectos não somente ambientais, mas também socioeconômicos. Atualmente, vários métodos de avaliação de vulnerabilidade em escala global e nacional estão sendo utilizados, bem como a nível municipal. Porém, são necessários estudos em escala intramunicipal devido à sua efetividade no auxílio dos processos de tomada de decisão. Por isso, esta pesquisa tem como objetivo analisar a vulnerabilidade a desastres hidrometeorológicos do tipo inundações, alagamentos e movimentos de massa úmida nos bairros e zonas geográficas do município de João Pessoa, mediante o emprego de um Quadro de Avaliação de Vulnerabilidade que contempla uma estrutura com três elementos: Suscetibilidade, Enfrentamento e Adaptação, e posterior cálculo do Índice de Vulnerabilidade (IV) dos bairros do município. Para isso, foram utilizados dados secundários para construção dos indicadores, coletados no Banco de Dados do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática), como também em Secretarias e Defesa Civil do município, a fim de identificar os bairros e zonas geográficas mais vulneráveis e as suas principais necessidades para a redução da vulnerabilidade. A nível de bairro, os resultados indicaram o São José como o de maior vulnerabilidade, com um IV de 0,816, classificado como muito alto; e, a nível de zona geográfica, a Zona Oeste obteve maior valor médio do IV, com um valor de 0,602, classificado como alto. Concluiu-se que existe uma tendência de as áreas propensas a desastres coincidirem com aquelas mais vulneráveis, como é o caso do bairro São José. O Índice construído neste trabalho se mostrou abrangente, possibilitando o auxílio nos processos de tomada de decisão pelos gestores municipais mediante uma atuação de acordo com as urgências de cada área do município, não apenas nos momentos de precipitação intensa, mas, principalmente, com ações preventivas que possam tornar estes locais mais resilientes aos desastres.

PALAVRAS-CHAVE: gestão de riscos de desastres, vulnerabilidade social, suscetibilidade, capacidade adaptativa, resiliência.

ABSTRACT

The disordered urbanization of the city of João Pessoa – PB and the intense daily rainfall have caused extensive damage to the population, especially to those who are exposed and vulnerable to the threat of such phenomena. Evaluating the vulnerability of societies is necessary in order to identify and correct their root causes and to build resilient cities. For that purpose, a wider vulnerability assessment is required, one that includes environmental and socioeconomic aspects. Several vulnerability assessment methods are currently being used on a global and national scale, as well as at the local level. However, local-scale studies are needed because of their effectiveness in helping decision-making processes. This research aims to analyze the vulnerability to hydro meteorological disasters such as flooding, overflow and landslide in neighborhoods and sectors of João Pessoa, employing a vulnerability assessment framework which includes a three-element structure: Susceptibility, Coping and Adaptation, and subsequent calculation of Vulnerability Index (IV) of the districts of the municipality. Secondary data from census tracts were used to quantify the Vulnerability Index, used to identify the most vulnerable sectors and their main needs for vulnerability reduction. Data collected from SIDRA (Auto Recovery IBGE System) database and also from the Public Departments and city's Civil Defense were used in the study. At neighborhood level, São José has obtained the highest vulnerability, with an IV value equal to 0.816, which is classified as very high; at sectoral level, the West Zone had the highest average IV value, 0.602, classified as high. It was concluded that, as a trend, disaster prone areas match those that are more vulnerable. The index drafted in this study proved to be broad, being able to support municipal managers in decision-making processes, acting in accordance with the urgent needs of each area of the municipality, not only in moments of intense precipitation, but mainly with preventive actions that can make these sites more resilient to disasters.

KEYWORDS: disaster risk management, social vulnerability, susceptibility, adaptive capacity, resilience

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Número de desastres registrados no Brasil por ano, de 1991 a 2010.....	21
Figura 2 - Inundação de um canal fluvial.....	31
Figura 3 - Localização do município de João Pessoa, Paraíba.....	34
Figura 4 - Processo de expansão da área urbana no município de João Pessoa.....	35
Figura 5 - Mapa das zonas urbanas do município de João Pessoa, Paraíba, e seus respectivos bairros.....	36
Figura 6 - Distribuição espacial das favelas do município de João Pessoa, Paraíba.....	37
Figura 7 - Pluviograma mensal do município de João Pessoa equivalente ao período de 1995 a 2014.....	39
Figura 8 - Distribuição da precipitação espacial anual acumulada do município de João Pessoa.....	39
Figura 9 - Composição da Suscetibilidade.....	45
Figura 10 - Composição do Enfrentamento.....	49
Figura 11 - Composição da Adaptação.....	52
Figura 12 - a) Alagamento no bairro de Manaíra, em João Pessoa, no dia 13 de junho de 2019. b) Alagamento no bairro de Miramar, em fevereiro de 2019.....	60
Figura 13 - Inundação do Rio Jaguaribe no bairro São José (45).....	61
Figura 14 - Inundação do rio Jaguaribe na comunidade São Rafael, no bairro do Castelo Branco (39), em João Pessoa, em 13 de junho de 2019.....	62
Figura 15 - Movimento de massa ao lado da BR-230, no bairro Castelo Branco (39), em João Pessoa, no dia 15 de junho de 2019.....	63
Figura 16 - Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Leste do município de João Pessoa.....	64
Figura 17 - Alagamento do bairro do Varadouro (35), no dia 7 de maio de 2019.....	65
Figura 18 - Alagamentos no bairro da Torre (21) em fevereiro de 2019.....	65
Figura 19 - Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Norte do município de João Pessoa.....	67
Figura 20 - Moradores de Oitizeiro interrompem trecho da BR-230 para manifestar acerca do alagamento de suas residências.....	68
Figura 21 - Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Oeste do município de João Pessoa.....	69
Figura 22 - Inundação do Rio Cuiá sobre ponte de acesso entre os bairros Mangabeira e Valentina, em 29 de março de 2019.....	70
Figura 23 - Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Sul do município de João Pessoa.....	71
Figura 24 - Locais que apresentam propensão à alagamento, inundação e movimentação de massa nas zonas urbanas do município de João Pessoa.....	72
Figura 25 - Suscetibilidade dos bairros do município de João Pessoa.....	76
Figura 26 - Subindicadores da Suscetibilidade nos bairros do município de João Pessoa: a) Demografia; b) Condições Sanitárias; c) Renda e Pobreza; e d) Infraestrutura Pública.....	77
Figura 27 - Subindicadores do Enfrentamento nos bairros de João Pessoa: a) Serviços de Saúde; b) Cobertura Econômica; e c) Centros de Apoio.....	81
Figura 28 - Índice Enfrentamento dos bairros do município de João Pessoa.....	83

Figura 29 - Subndicadores do elemento Adaptação nos bairros do município de João Pessoa: a) Educação; e b) Condições Ambientais.....	85
Figura 30 - Adaptação dos bairros do município de João Pessoa	87
Figura 31 - Habitações do bairro São José às margens do Rio Jaguaribe.....	88
Figura 32 - Habitações em encostas no bairro São José.	89
Figura 33 - Índice de Vulnerabilidade dos bairros do município de João Pessoa.	92
Figura 34 - Mapa dos rios do município de João Pessoa com suas respectivas classes de enquadramento de uso. Fonte: João Pessoa, 2015.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Indicadores para Avaliação da Vulnerabilidade para o município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	43
Quadro 2 - Classificação dos corpos d'água.....	54
Quadro 3 - Classes de declividade.....	55
Quadro 4 - Enquadramento dos rios do município de João Pessoa em classes de uso.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica anual e número de eventos superiores a 100 mm/dia, no período de 1981 até julho de 2016, no município de João Pessoa, Paraíba.....	58
Tabela 2 - Quantidade mensal de eventos pluviométricos diários extremos registrados em João Pessoa, Paraíba, no período de 1981 a 2016.....	59
Tabela 3 - Suscetibilidade média por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	73
Tabela 4 - Bairro com maior valor de Suscetibilidade em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	73
Tabela 5 - Bairros com menor valor de Enfrentamento em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	79
Tabela 6 - Enfrentamento médio por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	80
Tabela 7 - Bairros com menor valor de Adaptação em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	84
Tabela 8 - Adaptação média por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	84
Tabela 9 - Índice de Vulnerabilidade médio por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	89
Tabela 10 - Bairro com maior Índice de Vulnerabilidade em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.....	90
Tabela 11 - Quantidades obtidas para cada fator da suscetibilidade, por bairro.....	106
Tabela 12 - Quantidades por área obtidas para cada fator da suscetibilidade, por bairro.....	108
Tabela 13 - Valores normatizados para utilização no cálculo da Suscetibilidade de cada bairro.....	110
Tabela 14 - Valores finais da Suscetibilidade de cada bairro.....	112
Tabela 15 - Quantidades obtidas para cada fator do enfrentamento, por bairro.....	113
Tabela 16 - Quantidades por área (com exceção do rendimento mensal domiciliar) obtidas para cada fator do enfrentamento, por bairro.....	115
Tabela 17 - Valores transformados dos fatores do enfrentamento.....	117
Tabela 18 - Valores normalizados dos fatores e resultado final do enfrentamento.....	119
Tabela 19 - Valores iniciais obtidos para os fatores da Adaptação.....	121
Tabela 20 - Valores finais dos indicadores e da Adaptação.....	123
Tabela 21 - Valores finais da Suscetibilidade, Enfrentamento, Adaptação e Índice de Vulnerabilidade.....	125

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA: Agência Executiva de Gestão das Águas

APP: Área de Preservação Permanente

CAGEPA: Companhia Paraibana de Águas e Esgotos da Paraíba

COMPDEC: Coordenadora Municipal de Proteção e Defesa Civil

CRED: Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres

ECP: Estado de Calamidade Pública

EIRD: Estratégia Internacional para Redução de Desastres

EM-DAT: The International Disasters Database

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

IPCC: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IV: Índice de Vulnerabilidade

ONU: Organização das Nações Unidas

OPAS: Organização Pan-americana de Saúde

PEARL: Preparação para eventos raros e extremos em regiões costeiras (tradução livre da sigla original)

PeVI: Índice de Vulnerabilidade relativo à preparação para eventos raros e extremos em regiões costeiras

PIB: Produto Interno Bruto

PMSB-JP: Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RRD: Redução de Risco a Desastres

SE: Situação de Emergência

SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática

UFPB: Universidade Federal da Paraíba

UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina

UNCSD: United Nations Conference on Sustainable Development

UNISDR: Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres

WB: World Bank

ZCIT: Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE QUADROS.....	10
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Problemática.....	15
1.2. Justificativa.....	16
1.3. Hipóteses.....	18
1.4. Objetivos	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1. Desastres no Brasil e no Nordeste brasileiro.....	19
2.2. Ameaça.....	23
2.3. Desastre e risco.....	24
2.4. Vulnerabilidade	27
2.5. Inundações, alagamentos e movimentos de massa.....	30
2.6. Vulnerabilidade a desastres e métodos utilizados	32
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	34
3.1. Área de estudo	34
3.2. Características socioeconômicas	38
3.3. Condições climáticas e vegetação	38
3.4. Geologia, Geomorfologia e Solos	40
3.5. Hidrografia	40
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
4.1. Procedimentos metodológicos.....	42
4.2. Descrição do método utilizado	42
4.2.1. Suscetibilidade	44
4.2.2. Enfrentamento.....	48
4.2.3. Adaptação	51
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
5.1. Ameaças naturais.....	57
5.2. Suscetibilidade.....	73
5.3. Enfrentamento	79
5.4. Adaptação.....	84

5.5. Índice de vulnerabilidade	88
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
REFERÊNCIAS.....	96
ANEXO I.....	104
ANEXO II	105
APÊNDICE	106

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problemática

Os eventos meteorológicos extremos causam impactos sociais, ambientais e econômicos quando somados à presença de urbanização, principalmente quando ela ocorre de forma desordenada, como é caso de muitas zonas urbanas brasileiras. Embora sejam comumente associados a grandes eventos como furacões, ciclones, tsunamis, terremotos e erupções vulcânicas, os desastres também são desencadeados por outros fenômenos pontuais que causam diversos danos às populações locais, como inundações, movimentos de massa e secas (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009). Apesar de não serem eventos extremos, a frequência desses desastres de menor magnitude acaba, muitas vezes, ocasionando uma maior quantidade acumulada de danos e perdas quando comparados a fenômenos de grande magnitude.

Esses fenômenos constituem ameaças consideráveis às sociedades, comunidades e infraestruturas expostas, porém, é a vulnerabilidade destes que determina se certo evento pode ocasionar impactos extremos, como mortes, destruição e expressivas perdas econômicas (BIRKMANN; SORG; WELLE, 2017). Além destes, outros danos podem ser causados, a exemplo de doenças e outros malefícios ao bem-estar físico, mental e social dos seres humanos, como também a degradação ambiental, danificação de propriedades e bens, e diversos transtornos sociais (UNISDR, 2009).

Com as mudanças climáticas a nível global torna-se um grande desafio, para as gerações atuais e futuras, a redução do risco a desastres (RRD). Estimativas indicam que a intensidade dos rios atmosféricos aumentará globalmente, ao mesmo tempo que seu número de ocorrências será reduzido em, aproximadamente 10%, ou seja, haverá uma menor quantidade de massas de ar carregadas de vapor d'água, que, entretanto, serão mais intensas, de maior extensão geográfica e que ocasionarão tempestades de maior duração (ESPINOZA *et al.*, 2018). A ocorrência desses eventos de precipitação intensa em áreas onde não houve um planejamento e ordenamento adequado causam problemas como inundações, alagamentos e movimentos de massa úmida.

É o que ocorre no município brasileiro de João Pessoa, capital da Paraíba. O acelerado e desordenado crescimento urbano, devido à falta de planejamento e eficiência na gestão pública, fez com que muitos indivíduos passassem a ocupar terrenos inadequados, muitas vezes carentes de infraestrutura, como encostas íngremes, margem de rios, etc. Somando-se com as

precipitações intensas que ocorrem todos os anos, esse cenário proporciona um aumento na ocorrência de desastres e nos danos sofridos pela população. Portanto, o cenário atual exige cuidados em relação à prevenção, mitigação e recuperação aos desastres.

1.2. Justificativa

É crescente o reconhecimento de que os riscos associados aos desastres não são reduzidos se o foco for apenas as ameaças. A humanidade precisará se adaptar às mudanças nas condições ambientais e, para que isso ocorra, é preciso que haja a construção de resiliência ao reduzir a vulnerabilidade aos desastres (BIRKMANN *et al.*, 2013).

Alguns autores acreditam que os danos que um determinado fenômeno natural pode causar podem ser previstos apenas mediante a análise da magnitude desses eventos. Para compreender amplamente a complexidade e consequência dos desastres, é necessário utilizar uma abordagem holística, examinando conjuntamente condições econômicas, sociais e ambientais, uma vez que sua ocorrência está conectada e inter-relacionada com as atividades humanas e com os processos naturais. Por isso, há um grande debate acerca da explicação dos danos por meio do fator da vulnerabilidade social ou humana. Com essa abordagem, se torna possível desenvolver técnicas de gestão de risco que reduzam as perdas em todos os âmbitos, priorizando o aumento da capacidade de suportar e se recuperar a esses eventos (LAVELL, 2001; VOJINOVIC *et al.*, 2014).

A redução ou o controle da construção da vulnerabilidade e, conseqüentemente, a redução do risco, é um elemento fundamental no desenvolvimento de um determinado local (LAVELL, 2001), uma vez que atuar na recuperação após a ocorrência dos desastres é extremamente importante do ponto de vista humanitário, porém, não é o bastante para minimizar as terríveis conseqüências sociais, econômicas e ambientais. Para a RRD de forma efetiva e duradoura, é imprescindível que haja uma identificação e mensuração dos riscos e vulnerabilidades antes da ocorrência dos desastres (BIRKMANN, 2007).

Para compreender a vulnerabilidade de forma ampla, é necessário reconhecer a essência das suas diversas teorias, sejam as técnicas ou sociais, interligando os métodos de avaliação estrutural, econômico, institucional e social, a fim de compreender melhor seu processo de construção e adotar medidas suficientes para resistir aos processos de mudanças ambientais que estão ocorrendo.

Existem vários métodos de avaliação de vulnerabilidade em escala global e nacional, como também a nível municipal (SORG *et al.*, 2018). Porém, Wilhelmi e Hayden (2010)

destacam a necessidade de estudos em escala local, assinalando que eles são mais efetivos no auxílio dos processos de tomada de decisão.

O intenso processo de expansão urbana pelo qual tem passado o município brasileiro de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, principalmente nas últimas duas décadas, tem modificado o meio natural de maneira acentuada, por meio da supressão da vegetação, a impermeabilização dos solos e a ocupação de terrenos ambientalmente frágeis, como as encostas. Além disso, muitos indivíduos, devido às suas condições de renda, passaram a habitar terrenos inadequados, muitos deles em áreas de vulnerabilidade ambiental. Isso porque o município cresceu de forma rápida e desordenada, contando com um planejamento ineficaz pela gestão pública. Esse cenário propicia, conseqüentemente, o aumento dos alagamentos, inundações e movimentação de massa, juntamente com a maior probabilidade de que a população sofra perdas e danos graves, principalmente aquelas residentes nas regiões ambientalmente vulneráveis (PEREIRA *et al.*, 2012).

A ocorrência desses eventos acaba gerando impactos sociais, econômicos e ambientais, por isso, é necessário avaliar a vulnerabilidade do município, a fim visualizar possíveis formas de aumentar a sua resiliência, tornando-o capaz de suportar eventos adversos de maneira cada vez mais eficiente.

Dessa forma, esta pesquisa visa realizar uma análise acerca da vulnerabilidade dos bairros e zonas geográficas do município, com enfoque nas inundações, alagamentos e movimentos de massa, por serem os desastres de ocorrência mais frequente no município João Pessoa, em sua maior parte ligados à ocorrência de chuvas intensas, as quais ocorrem todos os anos. Esta pesquisa proporciona a visualização das disparidades da vulnerabilidade socioeconômica e ambiental entre os diversos bairros e zonas geográficas dentro do município de João Pessoa, auxiliando a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) no processo de tomada de decisão e, conseqüentemente, na RRD.

A dissertação está estruturada em: Introdução, onde é apresentado o tema de forma geral, sua importância e a justificativa do estudo; Fundamentação Teórica, na qual é realizada uma revisão e discussão dos conceitos e pesquisas realizados no âmbito da vulnerabilidade a desastres; Descrição da Área de Estudo, descrevendo as características gerais do município e aquelas ligadas à construção da vulnerabilidade local; Procedimentos Metodológicos, no qual é feita a descrição e aplicação do método utilizado; Resultados e discussões, onde são apresentados e analisados os resultados da pesquisa, comparando-os com pesquisas já

realizadas na área; e Considerações Finais, onde é feita uma conclusão geral do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

1.3. Hipóteses

Esta pesquisa visa testar as seguintes hipóteses:

- As zonas geográficas do município de João Pessoa apresentam níveis discrepantes de vulnerabilidade;
- Dentre as zonas geográficas, a Zona Norte possui o maior índice de vulnerabilidade.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

Analisar a vulnerabilidade a desastres hidrometeorológicos do tipo inundações, alagamentos e movimentos de massa úmida nos bairros e zonas geográficas de João Pessoa.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar as ameaças naturais a que os bairros e zonas geográficas do município estão sujeitos; e
- Analisar a suscetibilidade, a adaptação e o enfrentamento dos bairros e zonas geográficas do município a desastres hidrometeorológicos do tipo inundações, alagamentos e movimentos de massa úmida.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Desastres no Brasil e no Nordeste brasileiro

O banco de dados global sobre desastres naturais e tecnológicos, EM-DAT, mantido pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (CRED da sigla em inglês) da Escola de Saúde Pública da *Université Catholique de Louvain*, Bruxelas, Bélgica, registrou um total de 7.056 desastres no mundo durante o período de 1996 a 2015. Constatou-se que houve um aumento na frequência de desastres relacionados a eventos meteorológicos, como inundações, tempestades e ondas de calor, crescendo de 3.017 no período de 1976 a 1995, para 6.392 no período de 1996 a 2015. O risco de morte e a exposição às ameaças que podem desencadear desastres são, de maneira geral, muito maiores em países de baixa e média renda, que carecem de uma preparação adequada no âmbito da gestão de risco a desastres, de sistemas de alerta e previsão do tempo, e de uma infraestrutura adequada para suportar a ocorrência de fenômenos naturais. Apesar dos desastres ocorrerem independentemente da riqueza dos países, a intensidade e os danos causados, principalmente em relação ao número de mortes, estão diretamente ligados ao nível de desenvolvimento e de renda (CRED, 2016).

No Brasil, os desastres relacionados com fenômenos naturais mais frequentes são as secas, chuvas intensas e movimentos de massa. A principal causa da vulnerabilidade aos desastres no país é a concentração da população em zonas urbanas, causada, na maioria das vezes, pelo planejamento ineficaz e gerenciamento inadequado da terra nas cidades (BANCO MUNDIAL, 2014).

O processo de urbanização no Brasil se deu de forma rápida e concentrada, principalmente no decorrer da segunda metade do século XX. A concentração de habitantes nas áreas urbanas ocorreu sem um planejamento urbano prévio suficiente para atender às necessidades de um grande adensamento populacional. Dessa forma, foi acentuada a exclusão “socioespacial” nos centros urbanos, uma vez que esse processo não foi igualitário quanto à distribuição dos espaços ocupados. Grande reflexo disto são os assentamentos de aglomerados subnormais em áreas de vulnerabilidade ambiental, com precários ou inexistentes serviços de infraestrutura, habitados, em sua maioria, por populações de baixo poder aquisitivo (MONTEIRO; ZANELLA, 2014; OPAS, 2015).

Almeida (2006) esclarece que essa concentração urbana tem uma ligação profunda com “políticas desenvolvimentistas de alocação de investimentos nas grandes capitais nacionais e regionais (iniciada nos anos de 1930), o que culminou num forte desequilíbrio econômico inter

e intra-regionais, favorecendo, essencialmente o crescimento do êxodo rural em quase todo o país” (ALMEIDA, 2006, p. 183).

O planejamento ineficaz no Brasil tem acentuado os impactos negativos causados pelos desastres relacionados com fenômenos naturais. Devido à falta de um planejamento eficaz de uso e cobertura da terra, uma parcela da população acaba sofrendo com a vulnerabilidade aos eventos climáticos adversos, uma vez que os habitantes das cidades acabam sendo expostos de maneira desigual a eventos como inundações, alagamentos e movimentos de massa, como também ao contato com poluição dos recursos hídricos e dos solos. Fatores sociais, econômicos, políticos e culturais influenciam na gravidade dos impactos e podem ser responsáveis por perpetuar os atuais quadros de desastres, caso não haja uma transformação positiva das sociedades (FILGUEIRA *et al.*, 2009; MONTEIRO; ZANELLA, 2014)

A ocorrência de fenômenos naturais intensos junto à crescente urbanização, em sua maioria de forma desordenada, vem causando diversos desastres no Brasil. O aumento do número de registros de desastre, juntamente com o crescimento de perdas humanas e econômicas, principalmente a partir de 2008, induziu os governos Estaduais e Federal a darem maior atenção às práticas de Gestão de Riscos de Desastres (BANCO MUNDIAL, 2014). Porém, a Gestão de Riscos e Desastres no país ainda é ineficiente, distante do que se concebe como uma gestão ideal.

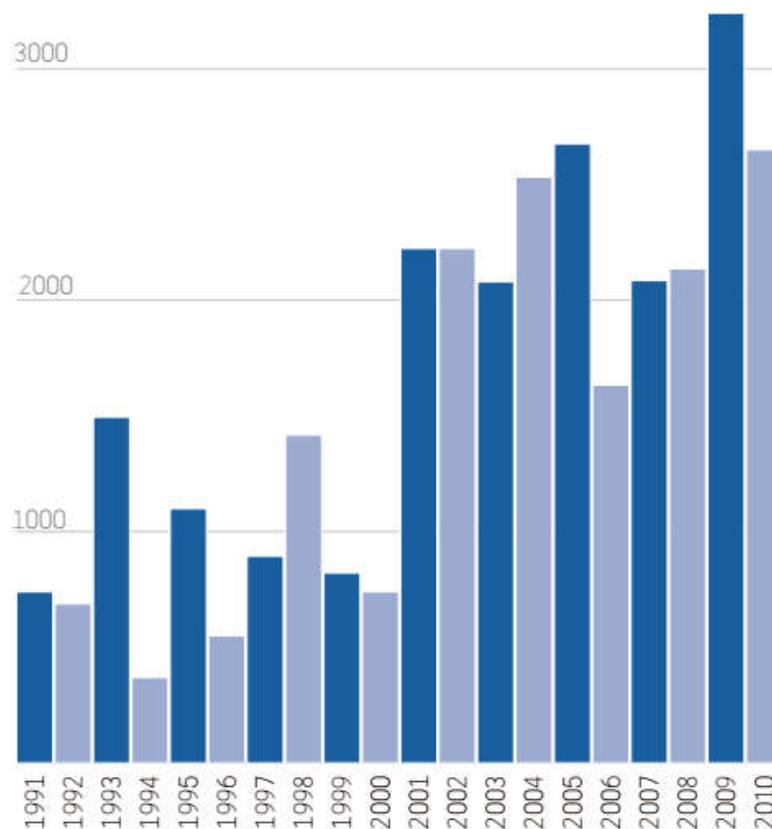
Dentre os desastres relacionados com fenômenos naturais no Brasil, os que ocorrem com maior frequência e os maiores responsáveis pelas mortes são: as inundações, com o equivalente a 65,2% dos eventos e 82,2% das mortes; e os movimentos de massa, responsáveis por 11,3% da ocorrência dos eventos e 15,7% da mortalidade (CRED, 2016).

Segundo Banco Mundial (2014), as inundações e os deslizamentos de terra são os desastres mais frequentes no Brasil. As inundações, que ocorrem em grande parte nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste, foram responsáveis por 43% das vítimas de desastres no país, e fizeram com que mais de 1,3 milhão de pessoas deixassem seus lares no momento dos desastres (no período de 1991 a 2010). E os registros dos deslizamentos de terra, em sua maioria relacionados também a chuvas intensas, cresceram mais de 20 vezes quando comparados ao início da década de 1990.

De acordo com dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC, 2012), a quantidade de desastres que foram registrados oficialmente no país se mostrou crescente, como mostrado na Figura 1, o que pode indicar o real aumento da frequência desses eventos, devido à ineficiência da gestão pública quanto à prevenção aos desastres frente ao crescimento urbano

exponencial, e/ou estes dados podem refletir uma melhoria nos sistemas que registram os desastres. Analisando o cenário atual brasileiro, sabe-se que, a Gestão de Riscos e Desastres pelo poder público é ineficaz e ineficiente, atuando, em grande parte, no momento pós desastre e negligenciando ações preventivas, essenciais para reduzir ou até mesmo eliminar possíveis impactos negativos de um desastre. Dessa forma, acredita-se que a gestão ineficiente pelo poder público seja a principal causadora do aumento no número de registros de desastre.

Figura 1 - Número de desastres registrados no Brasil por ano, de 1991 a 2010.



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, CEPED – UFSC, 2012.

Alguns dos desastres mais relevantes, segundo dados do Banco Mundial, foram: inundações e movimentos de massa em Santa Catarina no ano de 2008, causando 110 vítimas e um custo de R\$ 5,32 bilhões, o que corresponde a 2,67% do PIB catarinense; inundações em Pernambuco em 2010, que ocasionaram 20 vítimas, totalizando em um custo de R\$ 3,37 milhões, proporcional a 4,3% do PIB estadual; inundações em Alagoas, que ocorreram também em 2010, concomitantemente às de Pernambuco, provocando um total de 36 vítimas e danos que custaram R\$ 1,85 bilhão, o que equivalia a 8,72% do PIB do estado neste período; e

inundações e movimentos de massa na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011, que provocaram por volta de 1.000 vítimas e gerou um custo total de R\$ 4,78 bilhões, equivalentes a 1,35% do PIB do estado na época. Nos eventos ocorridos nos estados de Alagoas e Pernambuco, pertencentes ao Nordeste brasileiro, as populações com piores condições de renda foram as mais afetadas pelas inundações, o que tornou ainda mais difícil o processo de recuperação (BANCO MUNDIAL, 2014).

Ainda de acordo com Banco Mundial (2014), os desastres aos quais o Brasil está exposto estão relacionados aos riscos extensivos, que são os que ocorrem em pequena escala. Devido a isso, esses eventos acabaram sem receber a devida atenção pelo poder público durante muitos anos. É o que ocorre nos demais países com perfil de risco extensivo: as práticas de Gestão de Riscos e Desastres não são levadas em consideração nas respectivas agendas nacionais. O resultado é a falta de inserção dos sistemas de avaliação e gestão de dados de desastres nas políticas de resposta, prejudicando a construção da resiliência dos locais afetados ou dos que têm potencial de serem impactados negativamente. Portanto, sabe-se que:

[...] embora a ocorrência de eventos catastróficos não tenha uma importância expressiva no perfil de risco do país (a menos que ocorra uma série destes eventos em um curto período de tempo), a exposição a tais riscos compromete o desenvolvimento local e impõe um grande fardo às populações mais pobres e vulneráveis, embora este fardo possa parecer imaterial se comparado à economia nacional (BANCO MUNDIAL, 2014, p. 13)

Entre os anos de 2003 e 2015, foram reconhecidos 14.879 desastres na região Nordeste, dentre eles, 14.625 registrados devido a decretos de Situação de Emergência (SE) e 254 por decretos de Estado de Calamidade Pública (ECP). Essa é a região do Brasil com a maior quantidade de desastres registrados oficialmente, sendo responsável por 57,3% do total de registros de desastres no país, que foi de 25.943. Além disso, a região detém 57,5% e 46,9% dos decretos de SE e ECP no Brasil, respectivamente. Dentre os nove estados pertencentes ao seu território, a Paraíba obteve o maior número de desastres reconhecidos por decretos de SE e ECP, com 2.816 e 167 reconhecimentos, respectivamente (MOURA *et al.*, 2016).

A região Nordeste do Brasil localiza-se na zona tropical, na qual a pluviosidade exerce o papel de maior relevância dentre as variáveis meteorológicas. Por isso, é importante ressaltar que a pluviosidade nessa região é bastante variável, especialmente se comparada às demais regiões tropicais do planeta. O clima Semiárido ocupa boa parte do Nordeste, em contrapartida,

a sua costa leste, onde está localizado o município de João Pessoa, é caracterizada por índices pluviométricos elevados (PEREIRA; SILVA; MOURA, 2016).

Araújo *et al.* (2003) comenta que, dos estados no Nordeste, a Paraíba é o que enfrenta a maior variabilidade de pluviosidade entre as regiões do seu território. O Sertão e o Alto Sertão do estado recebem em média 700 a 900 mm de precipitação anualmente. No Cariri/Curimataú, esse valor está entre 300 a 500mm, sendo a região que mais sofre com períodos de estiagem na Paraíba. No Agreste e Brejo, a média fica entre 700 e 1.200 mm. Já o Litoral, onde ocorre a maior precipitação média, recebe em torno de 1.200 a 1.600 mm por ano (FRANCISCO *et al.*, 2015).

Esses altos valores de precipitação no litoral do estado provocam diversos alagamentos, inundações e movimentação de massa, especialmente em áreas de grande densidade populacional e urbanização desordenada, como é o caso da capital paraibana. Assim, exige-se do poder público ações de prevenção e mitigação suficientes para reduzir ou até eliminar possíveis perdas e danos (SILVA *et al.*, 2017).

2.2. Ameaça

Uma ameaça é definida como um “fenômeno natural, tecnológico ou de origem antrópica, com potencial de causar danos humanos, materiais e ambientais e perdas socioeconômicas públicas ou privadas” (BRASIL, 2017, p. 90).

Para Lavell (2001), ameaça é o perigo latente associado à probabilidade de ocorrência de um fenômeno, seja ele de origem natural ou antropogênica, em um determinado local e período de tempo, que traz consigo a possibilidade de causar danos aos seres humanos, infraestrutura, setor produtivo, bens e serviços e ao meio ambiente. Ela seria, então, o fator externo de risco para indivíduos, comunidades ou infraestruturas.

O Glossário da Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Desastres (UNISDR, 2009) mostra uma definição semelhante, porém mais abrangente, na qual a ameaça seria:

Um fenômeno, substância, atividade humana ou condição perigosa que pode causar morte, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como danos à propriedade, perda de meios de subsistência e serviços, perturbações sociais e econômicas, ou danos ambientais (UNISDR, 2009, p. 17).

De acordo com este Glossário, as ameaças podem ser geradas por diversos fatores: meteorológicos, geológicos, hidrológicos, biológicos, tecnológicos, oceânicos, etc.; que podem

atuar, inclusive, concomitantemente. A quantificação das ameaças pode se dar pelo levantamento da frequência de ocorrência dos fenômenos, mediante a análise de dados históricos ou científicos, levando em consideração seus diferentes níveis de intensidade e locais distintos.

Cardona (1993) comenta que a ameaça é o fator externo do risco, esteja ele ligado a um indivíduo ou sistema, retratado como um perigo potencial relacionado com fenômenos físico de origem natural ou antropogênica que tem a probabilidade de ocorrer em determinado local e momento, causando danos e perdas humanas, materiais, ambientais, dentre outras.

2.3. Desastre e risco

Atualmente, a definição e caracterização dos desastres passa por uma disputa interdisciplinar, por meio do embate da sociologia com outras disciplinas como a geografia, por exemplo, principalmente no âmbito da caracterização dos seus agentes causadores. Esse conflito de ideias ocorre devido, principalmente, à análise do quanto os fatores internos e externos são responsáveis pelo desencadeamento dos desastres (MATTEDI, 2017). Isso ocorre porque estes eventos “se estabelecem nos pontos de interseção entre sociedade/natureza” (MATTEDI; BUTZKE, 2001, p. 1).

Ideias equivocadas sobre os desastres, muitas vezes difundidas inclusive pelos meios de comunicação, prejudicam a atuação eficaz para sua prevenção, uma vez que é necessário compreender suas causas em profundidade para, efetivamente, minimizar ou até evitar impactos negativos. Um dos grandes erros no entendimento dos desastres é acreditar que eles são decorrentes de poderosas forças naturais ou sobrenaturais, que irremediavelmente vão afetar os seres humanos que estiverem em seu caminho. Assim, a causa dos desastres acaba recaindo somente sobre a força “maléfica” da natureza, e é trazida então a ideia de fatalidade e impotência do homem diante do poder da natureza (ROMERO; MASKREY, 1993). Na verdade, com a redução da vulnerabilidade, unindo uma gestão eficiente, planejamento urbano, educação ambiental no âmbito dos desastres, dentre outros, é possível reduzir, ou até mesmo, em alguns casos, “erradicar” os possíveis impactos negativos de um desastre.

Pode-se dizer que existem duas abordagens no que diz respeito aos desastres, em termos amplos. A primeira é a chamada abordagem externalista, relacionada à união da geografia física e geografia humana, que tem seu foco no evento ou fenômeno, do ponto de vista físico, e na percepção da população acerca dos desastres. A outra, chamada de abordagem internalista, abrange o enfoque social dos desastres, incluindo a organização do ser humano no meio e o

possível impacto a ser sofrido por ele devido a suas características intrínsecas. Uma vez que o comportamento e a organização humana não dependem apenas dos eventos físicos, é possível constatar que os impactos causados pela ocorrência de um evento natural variam, principalmente, de acordo com as condições sociais, e não simplesmente pela intensidade dos fenômenos (MATTEDI, 2017).

A linha de investigação dos desastres que enfoca nas condições preexistentes de vulnerabilidade tem como objetivo, essencialmente, buscar meios de intervenção e ações que reduzam os danos causados pelos fenômenos, visando suportar e se recuperar a estes mais rapidamente. Isso porque os desastres são causados devido à concretização das condições de risco já existentes e não, simplesmente, a uma manifestação da “fúria” da natureza. Dessa forma, o melhor plano de desenvolvimento deve abranger processos de reconstrução, por meio de uma transformação positiva da sociedade, em todos aspectos, de prevenção e proteção das áreas que tenham a mínima probabilidade de sofrer danos (LAVELL, 2001).

O desastre pode ser visto como “o resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto a ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (BRASIL, 2017, p. 91). Ou seja, seria a concretização de uma determinada ameaça em um ambiente vulnerável.

O Glossário da Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Desastres (UNISDR, 2009) aborda desastre como sendo uma “séria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade devido a perdas e impactos no âmbito humano, material, econômico ou ambiental, os quais a comunidade/sociedade afetada não possui capacidade suficiente de suportar utilizando seus próprios recursos” (UNISDR, 2009, p. 9). Esse Glossário indica também que, geralmente, os desastres são representados como um resultado da união entre exposição, vulnerabilidade e a falta de capacidade para minimizar ou enfrentar os possíveis efeitos negativos.

O termo “fenômeno natural” é comumente utilizado como um sinônimo de “desastre natural”. Termo este que é utilizado de forma equivocada para indicar os desastres relacionados com fenômenos naturais, uma vez que os desastres não são naturais, ocorrem devido à concretização de uma ameaça num ambiente vulnerável. O desastre é o desencadeamento de condições vulneráveis pré-existentes, em consequência do término de um processo de construção das condições de risco de um local. Esse momento ocorre ao mesmo tempo que um

fenômeno ou evento, que expõe o risco que estava latente e o transforma na concretização de impactos negativos. (LAVELL, 2001)

Dessa forma, não há ocorrência de desastre se não houver uma comunidade vulnerável exposta à ameaça desses eventos, seja ela de origem natural ou antrópica. Os eventos meteorológicos extremos, em si, são apenas processos físicos quando não causam impactos à sociedade (LONDE *et al.*, 2014). E, por sua vez, a vulnerabilidade é intrínseca ao indivíduo, comunidade ou sistema, levando em consideração seus aspectos sociais, econômicos e ambientais. Segundo o Ministério da Saúde, a vulnerabilidade “É o fator interno do risco, dado que está intimamente relacionada à atividade humana.” (BRASIL, 2006, p. 13).

O relatório do Banco Mundial de 2011, intitulado *Natural Hazards, UnNatural Disasters*, aborda que, como o próprio título indica, embora os eventos meteorológicos, geológicos ou climatológicos possam ser considerados ameaças ou fenômenos naturais, os desastres em si não são naturais, uma vez que são construídos socialmente e sua gravidade está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento social e econômico de uma região (WB, 2010; UNCSD, 2012)

O risco de desastre é o “potencial de ocorrência de ameaça de desastre em um cenário socioeconômico e ambiental vulnerável” (BRASIL, 2017, p. 91), é uma combinação entre probabilidade da ocorrência de um evento e suas consequências negativas (UNISDR, 2009).

Segundo o Glossário de Defesa Civil (BRASIL, 1998), o risco é a relação entre a probabilidade estatística da concretização de uma ameaça de evento adverso em determinada magnitude e o nível de vulnerabilidade do sistema que recebe este evento. O risco leva em consideração a intensidade de possíveis consequências, sendo ele uma medida dos potenciais impactos negativos.

O risco somente existe quando há uma sobreposição espacial e temporal de uma sociedade ou infraestrutura vulnerável em um local que tenha a probabilidade de ser atingido por determinado fenômeno intenso. Ele representa uma situação provável, em um futuro incerto. Para identificar as áreas em situação de risco, deve-se fazer uma avaliação do grau de vulnerabilidade do sistema social à ocorrência de eventos extremos (OLÍMPIO; ZANELLA, 2017).

Independentemente dos fatores de risco, sejam eles naturais, tecnológicos, sociais, econômicos, políticos, dentre outros, ele sempre será humano, uma vez que ele apenas é formado quando há a probabilidade de atuação sobre uma sociedade ou comunidade vulnerável (ZANELLA; OLÍMPIO, 2014). O risco “é um produto criado pela mente humana a partir de

uma percepção coletiva e/ou individual” (ZANELLA; OLÍMPIO, 2014, p. 117). Ou seja, o risco é abstrato, é uma união de um fator probabilístico com o fator da vulnerabilidade local.

2.4. Vulnerabilidade

O conceito de vulnerabilidade vem sendo abordado de forma cada vez mais ampla e abrangente, incluindo diversas áreas do conhecimento e incorporando aspectos como a exposição, suscetibilidade, capacidade adaptativa e de enfrentamento, mediante a abordagem das óticas da vulnerabilidade social, ambiental, física, institucional e econômica (BIRKMANN, 2007).

Várias disciplinas utilizam o termo vulnerabilidade e, por isso, ele está associado a diversas teorias que sustentam uma ótica técnica ou social para o termo, criando múltiplos paradigmas para avaliar qualitativamente ou quantitativamente a vulnerabilidade. Os pesquisadores da área social têm a propensão de visualizar a vulnerabilidade em seus aspectos socioeconômicos, ligados à habilidade das sociedades em lidar com situações adversas. Já os cientistas ambientais tendem a associar a vulnerabilidade com a propensão que determinado cenário tem de sofrer com os impactos de um evento, relacionando-se com as condições ambientais e infraestruturais. Entretanto, a atividade humana e os aspectos ambientais estão interligados e interconectados, e, por isso, é necessário unir estas teorias a fim de minimizar a exposição das comunidades ao risco e torná-las resilientes a desastres (GLADE; FUCHS, 2012).

Essas diferentes visões da vulnerabilidade dificultam a construção de um entendimento comum de como mensurá-la, porém, a existência de vários significados também faz com que cada um deles seja útil a uma aplicação específica. Mesmo que alguns aspectos sociais da vulnerabilidade não sejam quantificáveis, não significa que eles não possam passar, ao menos, por uma avaliação e/ou sistematização (BIRKMANN; WISNER, 2006).

É fundamental compreender os diferentes conceitos de vulnerabilidade para desenvolver estratégias de prevenção e gestão de riscos a desastres. Para Birkmann, Sorg e Welle (2017), a vulnerabilidade envolve as capacidades e fraquezas de um indivíduo, infraestrutura ou comunidade que possam estar sujeitos a danos causados por eventos adversos. De acordo com o Módulo de Formação em Gestão de Riscos da Defesa Civil do Brasil, a vulnerabilidade é a “exposição socioeconômica ou ambiental de cenário sujeito à ameaça natural, tecnológica ou de origem antrópica” (BRASIL, 2017, p. 91).

A vulnerabilidade está relacionada a um conjunto de diferentes características de uma sociedade que tendem a aumentar sua probabilidade de sofrer danos por um evento físico extremo, como também as que possam atrapalhar sua recuperação após este evento (LAVELL, 2001).

O Glossário da Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Desastres (UNISDR, 2009) segue semelhante ao que expressa Lavell (2001), definindo vulnerabilidade como um conjunto de características de uma comunidade ou sistema que os torna suscetíveis aos danos de um evento adverso. De acordo com esse Glossário, a vulnerabilidade de uma comunidade varia consideravelmente ao longo do tempo e inclui fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais. Apesar de incluir, em seu uso comum, a exposição do local, o termo vulnerabilidade é, neste caso, visto como uma característica local que independe da exposição. O evento adverso seria visto, por essa definição, como um fator externo, sendo a vulnerabilidade um retrato das condições da sociedade que determina o possível impacto de um fenômeno, relacionado às perdas e danos (BIRKMANN, 2007). A propensão a sofrer impactos negativos depende do conceito de vulnerabilidade adotado, como também da capacidade de enfrentar, se recuperar e transformar o meio danificado (SORG *et al.*, 2018).

Segundo a Organização Pan-americana da Saúde (OPAS), a vulnerabilidade de uma comunidade ou sociedade pode resultar na sua predisposição de sofrer de maneira mais grave os danos dos desastres e na limitação da capacidade de redução de riscos. Ela seria resultante de uma combinação entre:

- a) os processos sociais que resultam na precariedade das condições de vida e proteção social (trabalho, renda, saúde e educação, assim como aspectos ligados à infraestrutura, como habitações saudáveis e seguras, estradas, saneamento, entre outros) que tornam determinados grupos populacionais (por exemplo, idosos e crianças), principalmente entre os mais pobres, vulneráveis aos desastres;
- b) as mudanças ambientais resultantes da degradação ambiental (áreas de proteção ambiental ocupadas, desmatamento de encostas e leitos de rios, poluição de águas, solos e atmosfera, entre outros) que tornam determinadas áreas mais vulneráveis frente a ocorrência de ameaças e seus eventos subsequentes (OPAS, 2015, p. 10).

Já o Manual de Planejamento em Defesa Civil (BRASIL, 1999) visualiza a vulnerabilidade como uma relação entre magnitude da ameaça concretizada, seja ela natural ou antrópica, e a intensidade dos impactos negativos causados por ela. Ou seja, a vulnerabilidade seria também função da grandeza de uma possível ameaça, que, em conjunto com as condições intrínsecas ao sistema que a recebe, determinaria a provável intensidade de danos.

Alguns fatores são extremamente relevantes no âmbito da vulnerabilidade. Fatores individuais como a pobreza, idade, gênero, deficiência, saúde, classe social, podem demonstrar a relação de vulnerabilidade entre grupos, ou seja, o quanto determinado grupo está ou não mais suscetível a sofrer perdas e danos quando da ocorrência de determinado evento extremo. Há ainda outros fatores de grande relevância, como o acesso a recursos, que trazem certa segurança quanto ao enfrentamento e à recuperação aos desastres, e o acesso à informação, de maneira a possibilitar a comunicação e a mobilização de apoio quando necessário. A ocupação de áreas ambientalmente frágeis (encostas e margem de rios, por exemplo), infraestrutura e serviços deficientes ou ineficientes, decisões políticas e programas sociais também estão inclusos (ALMEIDA, 2014).

De acordo com Deschamps (2004), existe uma relação direta entre as áreas habitadas por comunidades socialmente desfavorecidas e as áreas de vulnerabilidade ambiental, que estão mais sujeitas à ocorrência de eventos adversos, ou seja, “populações socialmente vulneráveis se localizam em áreas ambientalmente vulneráveis” (DESCHAMPS, 2004, p. 140).

Porém, estudos ligados à vulnerabilidade social vêm trazer a compreensão de que as pessoas que vivem à margem da sociedade são vulneráveis não apenas por serem mais propensas a viver em ambientes e habitações frágeis, mas também por terem acesso reduzido a alguns serviços, como, por exemplo, saneamento básico adequado, e “falta de representação política”. Dependendo da dinâmica das comunidades ou sociedades, diversos fatores podem se somar ao longo do tempo, fazendo com que a capacidade de indivíduos ou sociedades de suportarem e se recuperarem aos desastres vá sendo cada vez mais limitada e reduzida (WILSON, 2019).

Este estudo utiliza a definição de vulnerabilidade adotada por Sorg *et al.* (2018) que a considera como sendo função da Suscetibilidade, Enfrentamento e Adaptação. A Suscetibilidade se refere à condição de exposição de comunidades e infraestruturas, sendo o *status* de uma sociedade quanto à probabilidade de sofrer danos, envolvendo suas fragilidades sociais e econômicas. O Enfrentamento está ligado à capacidade de utilização de forças e recursos para ações diretas que minimizem as consequências de determinado evento adverso. Por fim, a Adaptação se refere à capacidade de uma sociedade ou comunidade de se transformar para lidar com desastres da melhor forma possível (SORG *et al.*, 2018).

2.5. Inundações, alagamentos e movimentos de massa

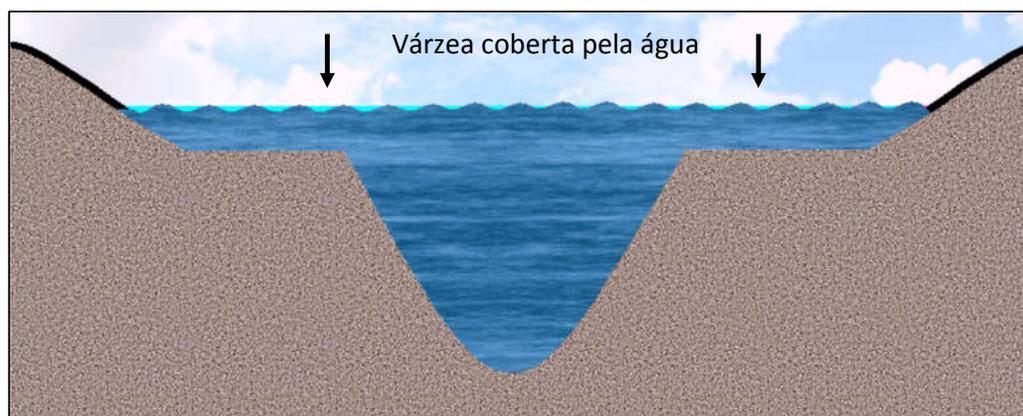
Segundo Goerl e Kobiyama (2005), vários termos são utilizados para se referir às inundações, muitos deles empregados de forma equivocada devido às más traduções e adaptações dos termos advindos de outros idiomas. De acordo com esses autores, pode-se dizer que há inundação a partir do momento em que as águas de um rio ultrapassam o limite do seu nível normal, transbordando para as áreas adjacentes. As inundações podem ser graduais, nas quais o nível da água se eleva lentamente; bruscas, conhecidas no Brasil como enxurradas, quando ocorre a elevação abrupta do nível da água; ou, ainda, pode ocorrer a chamada inundação costeira, referente ao local onde ocorre o fenômeno (nas zonas costeiras).

Tucci e Bertoni (2003) comentam que durante uma precipitação intensa, se o solo não possuir permeabilidade suficiente, como é o caso dos solos consideravelmente impermeabilizados das zonas urbanas, acarreta no escoamento de grande parte das águas pluviais em direção aos sistemas de drenagem. Os rios, sistemas de macrodrenagem e receptores da microdrenagem, acabam não suportando o enorme volume recebido e transbordam para a várzea.

A inundação ocorre quando o volume de água que adentra um rio ultrapassa a sua capacidade de drenagem, como consequência de uma grande quantidade de precipitação. Essas águas que invadem terrenos adjacentes podem causar impactos graves ou não, dependendo do grau de urbanização ou ocupação da várzea (TUCCI, 1993; NASCIMENTO, 2009).

Portanto, observa-se que é consenso entre diversos autores que as inundações ocorrem no momento em que o nível d'água de um rio ultrapassa seu limite de cheia e transborda para a várzea deste rio, como mostra a Figura 2. Alguns fatores como a impermeabilização do solo dificultam a percolação da água, que escoam superficialmente ou por meio dos sistemas de microdrenagem até desagüarem nos rios. Estes então recebem, por indução da ação humana, uma quantidade acima do natural, ultrapassando os níveis de cheia com maior frequência. O assoreamento dos rios também influi na ocorrência deste evento, uma vez que reduz a capacidade de armazenamento do corpo hídrico.

Figura 2 - Inundação de um canal fluvial.



Fonte: Candido (2007).

Alagamento é o acúmulo de água nas partes mais baixas de terrenos, ruas ou perímetros urbanos, em locais com sistemas de drenagem insuficientes ou interrompidos, devido à ocorrência de fortes precipitações pluviométricas (CASTRO, 2003).

De acordo com Cerri (1999), os alagamentos ocorrem quando há acumulação de água em áreas pertencentes às zonas urbanas, como ruas e calçadas, devido à sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana durante ou após precipitações intensas. A eficiência e as condições dos sistemas de drenagem estão diretamente relacionadas com a ocorrência dos alagamentos, uma vez que uma drenagem eficiente deve ser capaz de prevenir desastres e os possíveis impactos, reduzindo os riscos (TUCCI *et al.*, 2007).

A gestão dos resíduos sólidos nos municípios também tem relação com os alagamentos. Resíduos e sedimentos acumulados em sarjetas, galerias e bocas de lobo interrompem a passagem da água em tubulações e obstruem as entradas da rede, ocasionando o acúmulo de água na forma de alagamentos. Além disso, as redes de drenagem são comumente sobrecarregadas devido a ligações clandestinas de esgoto, podendo ocasionar, inclusive, o rompimento das tubulações e aumentando as possibilidades da ocorrência de desastres (BRASIL, 2013).

De acordo com o Manual de Planejamento em Defesa Civil (BRASIL, 1999), movimento de massa refere-se a processos que envolvem movimentos coletivos de solo e/ou rocha, independentemente das causas, da velocidade do movimento e suas características.

A movimentação de massa (escorregamento, deslizamento e desabamento) pode se exibir de duas maneiras diferentes: movimentação de massa seca, que ocorre devido a processos de natureza geológica-geotécnica, sem que seja necessária a saturação do solo para que este evento

ocorra; e movimentação de massa úmida, quando é desencadeada por eventos hidrometeorológicos, como chuvas intensas, que saturam o solo e facilitam o escorregamento. Esta última é a que ocorre com maior frequência no município de João Pessoa, devido às habitações assentadas em encostas (PMJP, 2015), e por isso receberá o enfoque neste estudo.

2.6. Vulnerabilidade a desastres e procedimentos utilizados

O número de publicações atreladas a mensuração da vulnerabilidade e dos riscos vem crescendo. Sabe-se que a literatura referente à vulnerabilidade a contempla em diferentes escalas espaciais, dependendo dos riscos que serão analisados (SORG *et al.*, 2018). Além disso, os métodos utilizados para estes estudos também são diversos e vêm se aperfeiçoando, abordando uma vulnerabilidade cada vez mais abrangente e multidisciplinar.

Como exemplo, Percival e Teeuw (2019) propuseram uma metodologia para avaliar e mapear, em escala de bairro (microescala), a vulnerabilidade e o risco a inundações em áreas costeiras, e a aplicaram para o estudo da cidade de Porthsmouth, no Reino Unido. Nesta pesquisa, foram levados em consideração os aspectos socioeconômicos e físicos, por meio de dados do Censo Nacional, da Agência Ambiental de dados de inundação, e da agência nacional de mapeamento da Grã-Bretanha, a Ordnance Survey. Por meio de revisão de literatura, os autores identificaram uma série de características socioeconômicas essenciais no âmbito da vulnerabilidade, e, baseados nisso, elaboraram um conjunto de fatores para direcionar os dados a serem selecionados, incluindo-se elementos relacionados à incapacidade e suscetibilidade, idade, doenças, renda, serviços de saúde gratuitos, emprego, etc. Já os aspectos físicos envolveram elementos como áreas verdes, construções vulneráveis, áreas comerciais e industriais, transporte, dentre outros.

Estes autores discutem que, para reduzir a vulnerabilidade e os possíveis impactos de inundações, é necessário levar em consideração a escala e os fatores sociais, físicos, e demais componentes ligados à resiliência, se não, as reais áreas de risco não são devidamente identificadas e recursos essenciais são perdidos durante ou após os eventos (PERCIVAL e TEEUW, 2019).

Já Scheuer, Haase e Meyer (2011) utilizaram uma abordagem para a modelagem e o mapeamento da vulnerabilidade a inundações em escala de cidades, por meio de uma visão multicritério, que faz integração entre os âmbitos social, econômico e ecológico. Estes autores comentam que acreditam que uma visão restrita dos desastres e da vulnerabilidade é superficial

e limitada, e não é suficiente para um estudo espacial no âmbito da gestão de riscos. Por isso, eles optaram por utilizar um conceito de vulnerabilidade mais amplo e integrativo, a fim de realizar um estudo realmente eficiente.

Zanella e Olímpio (2014) fizeram um estudo sobre a vulnerabilidade do município brasileiro de Fortaleza, capital do estado do Ceará, em relação aos eventos de precipitação pluvial intensos, levando em consideração estes eventos climáticos e suas repercussões socioespaciais, juntamente com a urbanização do município atrelada à drenagem pluvial.

Wilson (2019) realizou uma análise empírica envolvendo as questões ligadas implicitamente à vulnerabilidade e seus índices, utilizando dados a nível de bairro para avaliar a coerência dos índices de vulnerabilidade social. Para isso, o autor realizou uma análise de componentes principais das estruturas utilizadas em estudos a nível municipal e nível de bairro. Os resultados mostraram que os componentes principais podem produzir diferentes resultados a nível de bairro e municipal (WILSON, 2019).

Almeida (2010) desenvolveu um método para medir a vulnerabilidade social e ambiental às inundações de rios urbanos no Brasil, aplicando-o nas margens do rio Maranguapinho, localizado na cidade cearense Fortaleza, no nordeste brasileiro. Para isso, o autor utilizou uma sobreposição de mapas contendo um índice de vulnerabilidade social e o índice de exposição física a inundações, proporcionando a visualização espacial dos espaços que coincidiam em vulnerabilidade e exposição.

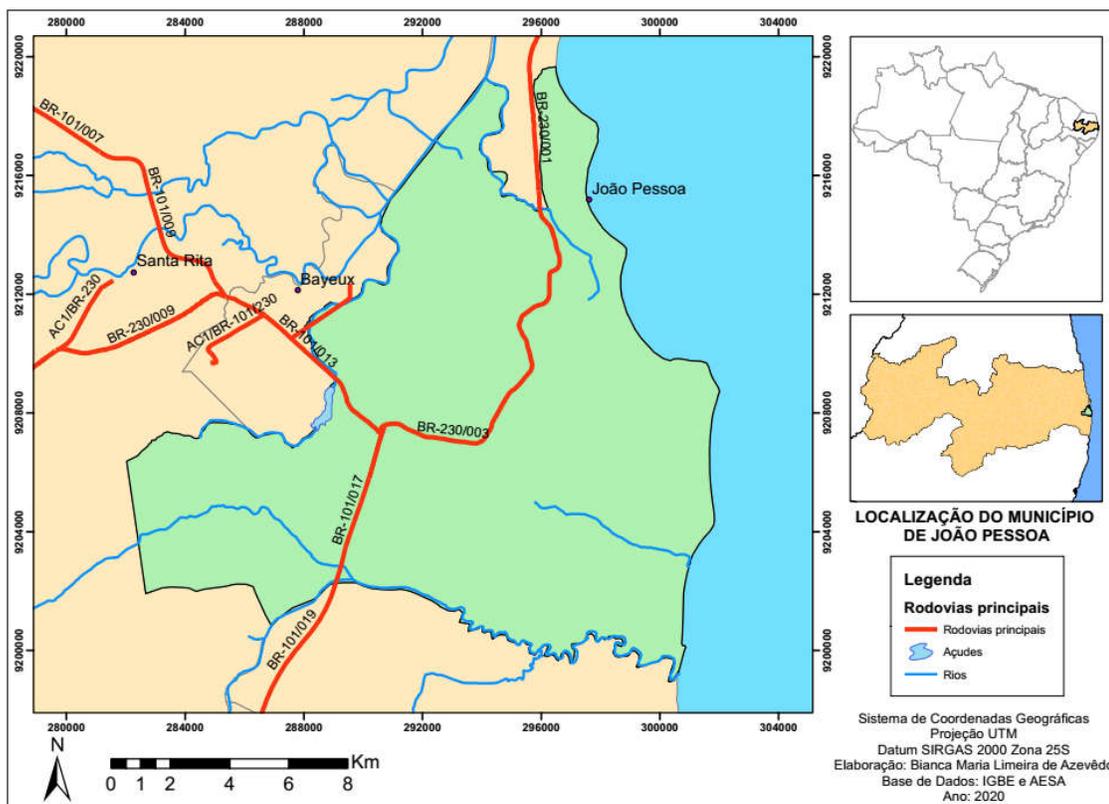
Observa-se, assim, que os estudos que vem sendo desenvolvidos no âmbito da vulnerabilidade aos desastres vem buscando uma visão cada vez mais ampliada da vulnerabilidade, e buscam compreender não apenas os fenômenos que ocorrem, mas também as condições sociais, ambientais, econômicas, institucionais relativas às comunidades, infraestruturas, meio ambiente e gestão pública, a fim de reconhecer as reais causas dos impactos negativos advindos dos desastres e, assim, possibilitar uma atuação eficaz que reduza os riscos a desastres.

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Área de estudo

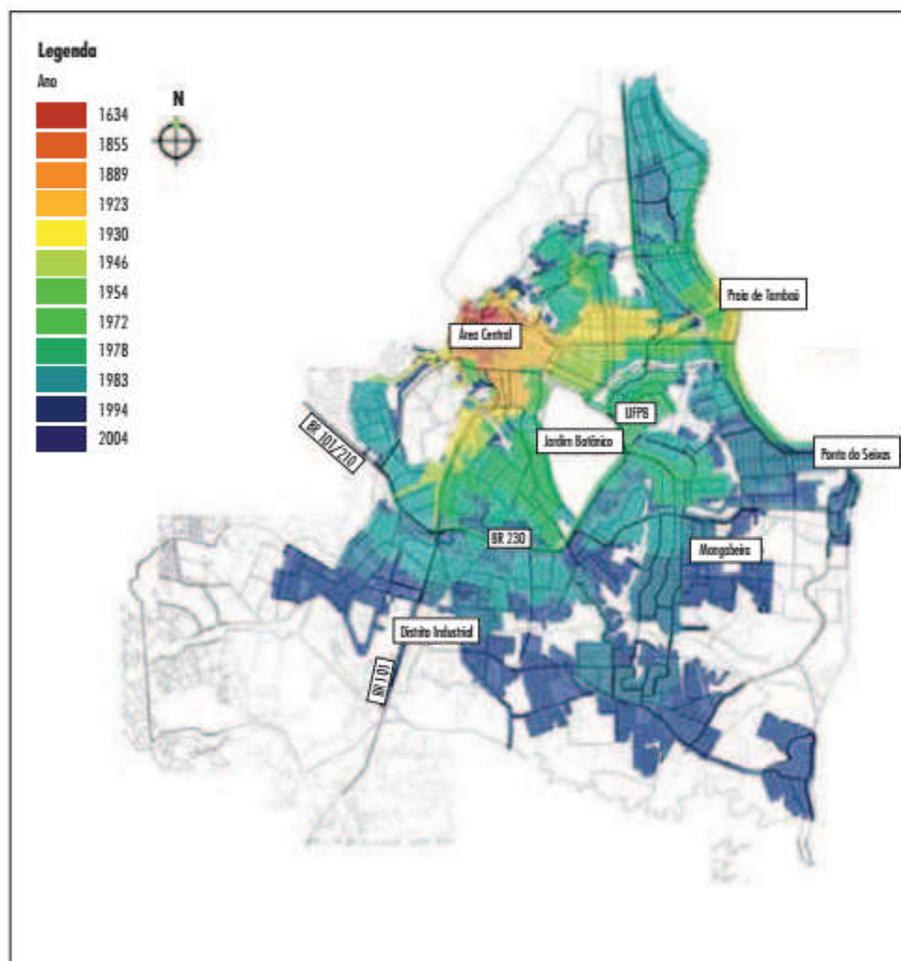
A área de estudo deste trabalho é o município de João Pessoa (Figura 1), capital do estado da Paraíba, localizado na faixa litorânea, entre as latitudes de $7^{\circ}4'29''S$ e $7^{\circ}14'6''S$ e longitudes de $34^{\circ}58'11''W$ e $34^{\circ}47'35''W$. Está inserido na Região Geográfica Imediata de João Pessoa e na Região Geográfica Intermediária de João Pessoa (IBGE, 2017). Possui uma população de 723.515 habitantes de acordo com o último censo realizado em 2010 e população estimada em 809.015 habitantes para o ano de 2019, sendo a 24ª cidade mais populosa do Brasil. Com uma unidade territorial de 211,286 km², o município tem densidade demográfica de 3.829 hab/km². É limitado pelo município de Cabedelo, ao Norte; pelo município do Conde, ao Sul; pelos municípios de Santa Rita e Bayeux, a Oeste; e pelo Oceano Atlântico, a Leste (IBGE, 2010; PARAÍBA, 2015).

Figura 3 - Localização do município de João Pessoa, Paraíba.



A cidade de João Pessoa foi fundada em 5 de agosto de 1585, sendo a terceira cidade mais antiga do Brasil, e teve seu povoamento inicialmente às margens do Rio Sanhauá (braço do rio Paraíba), posteriormente avançando em direção ao litoral e ao sul do município (Figura 4). Desde a década de 1990, o município vem passando por um crescimento urbano intenso, especialmente no âmbito da verticalização. Infelizmente, o processo de urbanização desenfreado trouxe consigo a deterioração do meio natural, mediante supressão vegetal e impermeabilização da superfície. Inundações e movimentos de massa têm sua frequência aumentada devido à presença de habitações situadas equivocadamente em margens de rios e encostas, respectivamente. A impermeabilização da superfície, juntamente com um sistema de drenagem insuficiente, traz consigo a ocorrência de alagamentos. Consequentemente, crescem as situações de risco, principalmente para as populações que vivem em ambientes de vulnerabilidade socioambiental mais elevada (PEREIRA *et al.*, 2012).

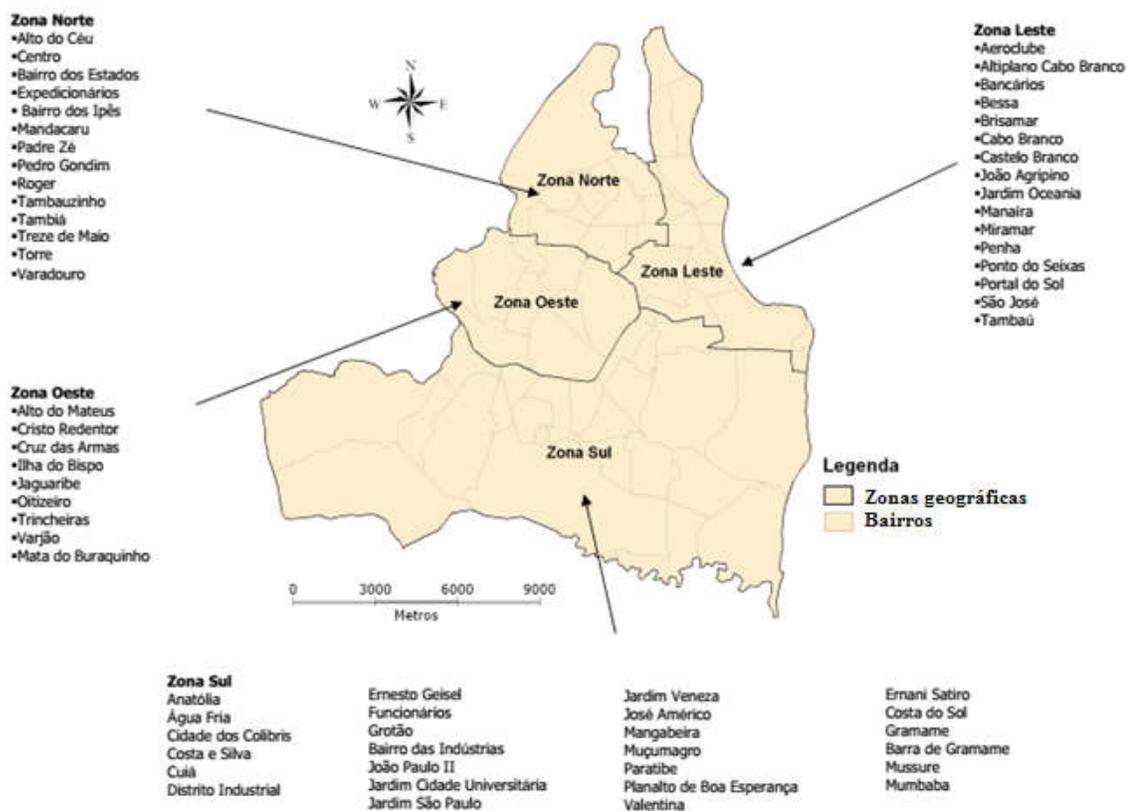
Figura 4 - Processo de expansão da área urbana no município de João Pessoa.



Fonte: Passos *et al.* (2012).

O município de João Pessoa possui um total de 64 bairros, contidos em quatro zonas distintas: Zona Norte, Zona Sul, Zona Oeste e Zona Leste (Figura 5). A Zona mais populosa é a Sul, que possui 348.960 habitantes, equivalente a quase 50% da população total do município. Somente o bairro de Mangabeira possui 75.988 habitantes. Essa zona também é a que tem tido maior crescimento populacional (PNUD, 2016; IBGE, 2019).

Figura 5 - Mapa das zonas geográficas do município de João Pessoa, Paraíba, e seus respectivos bairros.

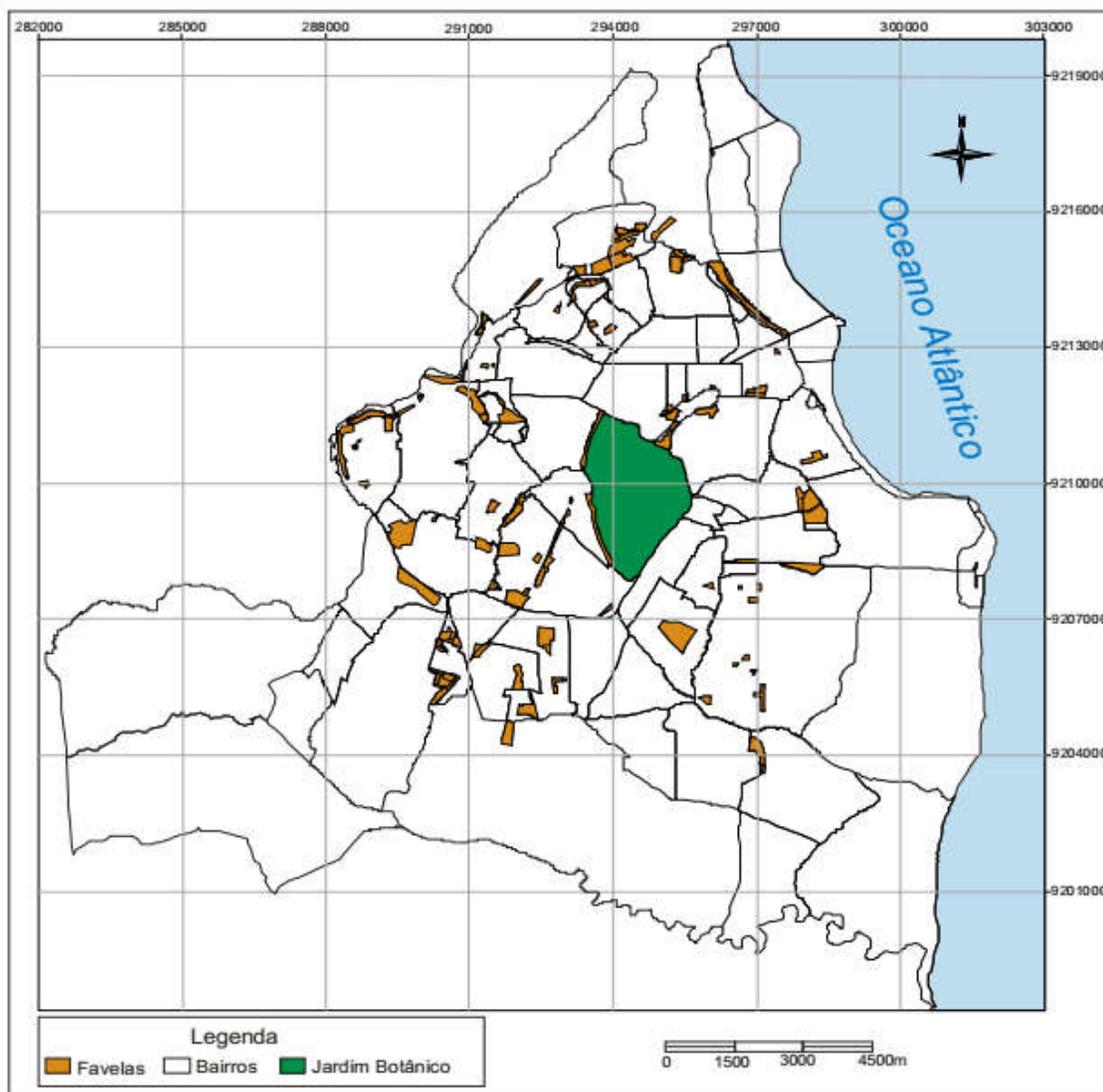


Fonte: adaptado de João Pessoa (2009).

O crescimento demográfico do município de João Pessoa foi devido, principalmente, à grande migração dos habitantes de áreas rurais para os centros urbanos, juntamente com o aumento natural da população. Porém, a ocupação da área municipal não se deu de forma equitativa. Os migrantes passaram a morar em habitações localizadas em terrenos inadequados devido à falta de emprego e renda. Terrenos esses carentes de infraestrutura e, muitas vezes, caracterizados pela sua fragilidade ambiental. As áreas urbanas do município de João Pessoa contornam locais adversos, como encostas íngremes, manguezais, morros e fundos de vale. Esse cenário se mostra como um desafio ao crescimento urbano, pois acaba por induzir as

populações de baixo poder aquisitivo a ocuparem os mais diversos tipos de terreno, inclusive nesses locais citados. Os aglomerados subnormais, estão espalhados pelas diferentes zonas geográficas do município de João Pessoa (Figura 6) (ALVES; SANTOS; ANDRADE, 2016).

Figura 6 - Distribuição espacial das favelas do município de João Pessoa, Paraíba.



Fonte: João Pessoa (2009).

Alves, Santos e Andrade (2016) comentam ainda que:

Para a população de baixa renda, o principal acesso à moradia tem sido alcançado por intermédio da ocupação de terrenos, tanto de domínio público quanto privado. Nesse caso, tornaram-se alvos dos ocupantes; as áreas protegidas por lei, inadequadas à urbanização e sujeitas aos riscos ambientais, e aquelas até então desocupadas por efeitos da especulação imobiliária. Em ambos os casos, a falta de infra-estrutura urbana é característica marcante

dessas áreas, o que compromete severamente a qualidade de vida e a segurança social (ALVES; SANTOS; ANDRADE, 2016, p. 10)

3.2. Características socioeconômicas

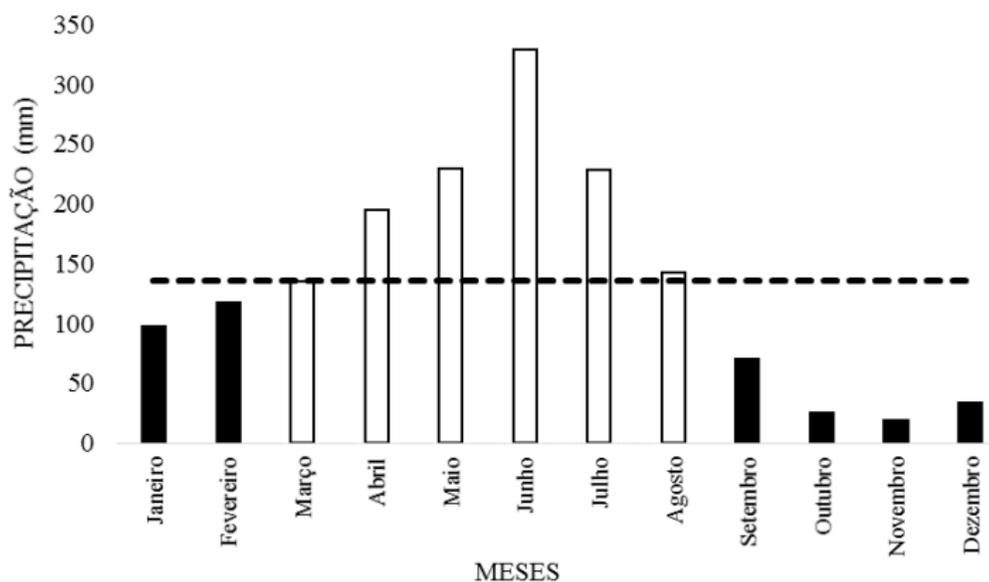
O Produto Interno Bruto (PIB) per capita dos habitantes de João Pessoa é de R\$ 23.345,93, tomando a posição de 1.693º dentre os 5.570 municípios do Brasil. Possui um total de 292.793 de pessoal ocupado, que representa 36,1% de sua população, com um salário médio mensal de cerca de 2,7 salários mínimos. Com 36,4% da população com rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo, o município detém a posição 3.272º dentre os demais 5.570 do país. Possui uma taxa de mortalidade infantil de 12,92 óbitos por mil nascidos vivos, e cerca de 1,1 internações por diarreia a cada mil habitantes (IBGE, 2010).

Seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,763 e, embora o valor seja enquadrado como “alto” pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), as desigualdades sociais no município são visíveis, havendo comunidades espacialmente segregadas vivendo em ambientes com infraestrutura precária, como as dos bairros São José e Mandacaru, habitados por mais de 20 mil pessoas, se somadas as suas populações (PNUD, 2010; CAVALCANTE, 2016).

3.3. Condições climáticas e vegetação

Segundo dados do Climate-Data, o clima presente na região é classificado como Am (tropical de monções) de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, caracterizado por uma pluviosidade significativa em maior parte do ano, com curto período de estiagem. Em João Pessoa, a temperatura média anual é de 25,2 °C e a precipitação pluvial média é de 1.888 mm ao ano (CLIMATE-DATA, 2018). Em relação à precipitação, o município apresenta seis meses úmidos, compreendidos entre março e agosto, sendo junho o mês mais chuvoso (média de 329,3 mm), e seis meses com uma precipitação abaixo da média mensal anual (135,3 mm) (Figura 7). No ano, ocorre uma média de 146 dias com precipitação (≥ 1 mm), e 2.731 horas de incidência solar. A temperatura máxima média anual é de 29,8 °C, com máxima recorde de 34,8 °C. A mínima média anual é de 23,7 °C, atingindo a mínima recorde de 15 °C, e a temperatura média anual é de 26,8 °C. A umidade relativa média anual é de 75,9% (SILVA *et al.*, 2017; INMET, 2019).

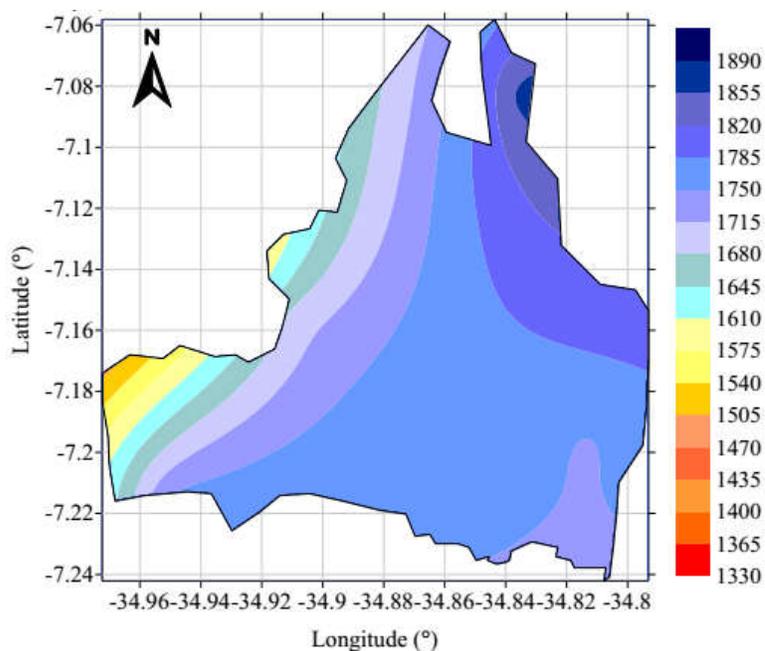
Figura 7 - Pluviograma mensal do município de João Pessoa equivalente ao período de 1995 a 2014.



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

Em relação à pluviosidade ao longo do território do município, há uma variabilidade de 1.330 mm a 1.890 mm por ano, em média. A região norte-nordeste de João Pessoa recebe a maior quantidade de precipitação, enquanto que a região oeste recebe os menores valores (Figura 8), mostrando o quanto o contraste continente/oceano influencia na precipitação e nos demais sistemas meteorológicos que atuam sobre o município (SILVA *et al.*, 2017).

Figura 8 - Distribuição da precipitação espacial anual acumulada do município de João Pessoa.



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

A Mata Atlântica (mata perenifólia/subperenifólia) é o tipo de vegetação predominante no local, e estão presentes também os mangues, matas de restinga e outras vegetações litorâneas compostas por vegetação rasteira e arbustos (PARAÍBA, 2010).

3.4. Geologia, Geomorfologia e Solos

João Pessoa se encontra inserida da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, no Bloco João Pessoa-Pitimbu, que se limita a sudeste pela falha Mata Redonda-Rio Aterro e a noroeste pela falha Cabedelo-Gramame. A estratigrafia presente na bacia é de constituição sedimentar, possuindo sedimentos cretáceos da Formação Beberibe e Gramame em sua base, que compõe o Grupo Paraíba em conjunto com a Formação Maria Farinha. Sobre eles estão presentes os sedimentos da Formação Barreiras. Estão presentes também os Depósitos Quaternários, formando depósitos de mangue, aluviões e terraços marinhos (PARAÍBA, 2015).

No município, estão presentes os domínios dos Tabuleiros Litorâneos e Baixada Litorânea, compondo as praias, as planícies flúvios-marinhas e os terraços marinhos. A Baixada Litorânea compreende, geralmente, uma estreita faixa a partir do oceano, podendo alcançar até dois quilômetros de distância do mar. Caracteriza-se por uma superfície relativamente plana, com baixa elevação. Os Tabuleiros Costeiros são constituídos por sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras e possuem, também, formação relativamente plana, com ondulações suaves e variação de altitude de 20 m a 90 m. Entre estes dois domínios, estão presentes falésias de grandes declividades, com algumas falésias vivas, como é o exemplo da do Cabo Branco, e algumas falésias mortas, sem exposição marinha (PARAÍBA, 2015).

João Pessoa possui altitude média de 37 m em relação ao nível do mar, possuindo cota máxima de 74 m, próxima ao rio Mumbaba. Os Neossolos Quartzarênicos, localizados na faixa costeira, os Argissolos, em regiões de relevo acidentado, e os Latossolos, presentes no tabuleiro litorâneo, são os principais solos presentes no município. Ocorrem também os Solos Indiscriminados de Mangue, em regiões influenciadas por marés, e os Neossolos Flúvicos, em margens de rios (PARAÍBA, 2015).

3.5. Hidrografia

O município encontra-se inserido entre as bacias hidrográficas do rio Paraíba, na região do baixo rio Paraíba, e do rio Gramame. O grande potencial pluviométrico da região,

juntamente com a boa capacidade de armazenamento do substrato rochoso, proporciona a existência de vários recursos hídricos perenes. Nascem em João Pessoa os seguintes rios: Cabelo, Camaço, Cuiá, Jaguaribe, Mandacaru, Mangabeira, Sanhauá e Timbó; e os riachos: Camurupim, Laranjeiras, Mussuré e das Pedras. Já os rios Gramame, Marés, Mumbaba e Paraíba e o Riacho Taquarituba têm suas nascentes fora do município (PARAÍBA, 2015).

Os rios que perpassam a zona urbana do João Pessoa são, em grande parte, impactados negativamente com a poluição. Alterações nas margens e nos leitos naturais, retirada das matas ciliares e lançamentos de esgotos domésticos e outros efluentes poluentes, vêm ocorrendo há muitos anos no município. Um exemplo é o rio Jaguaribe que possui todo seu curso dentro da capital e que é um dos rios que possui maiores problemas com qualidade da água, sofrendo, inclusive, com eutrofização em vários trechos, tornando inviável sua utilização para consumo. Os outros rios que também possuem maiores problemas com qualidade da água são Timbó e Cabelo. O Rio Cuiá e o Riacho Laranjeiras também sofrem com a poluição, apesar de serem problemas menos urgentes que os primeiros (PARAÍBA, 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Procedimentos metodológicos

O método utilizado para este trabalho é uma adaptação do método de Sorg *et al.* (2018), aplicado originalmente na cidade de Genova, na Itália. Esse método utiliza o quadro de avaliação de vulnerabilidade PEARL (“Preparação para eventos raros e extremos em regiões costeiras”, tradução livre da sigla original), juntamente com um índice chamado PeVI (“Índice de Vulnerabilidade PEARL”), que foi desenvolvido com base no método do *WorldRiskIndex* (“Índice de Risco Mundial”), proposta por Welle e Birkmann (2015). Esse índice é capaz de proporcionar uma visão abrangente do estado atual do componente social da vulnerabilidade. O quadro e o índice contemplam uma estrutura de vulnerabilidade com três elementos: Suscetibilidade, Enfrentamento e Adaptação (SORG *et al.*, 2018).

O quadro de avaliação de vulnerabilidade PEARL se baseia, essencialmente, em dados secundários para indicadores sociais, econômicos e ambientais disponíveis, baseado numa ampla revisão de literatura e de debates entre cientistas, e foi concebido de maneira que possam ser utilizados dados censitários para realizar uma análise geral da vulnerabilidade (SORG *et al.*, 2018). O método original possui também uma extensão que contém uma abordagem semiquantitativa, incluindo pesquisas domiciliares, se mostrando flexível quanto à possibilidade de adaptações de acordo com a disponibilidade de dados de determinada área.

Utilizando os indicadores do quadro para cálculo, é obtido o índice de vulnerabilidade PeVI, que proporciona uma visão eficiente da vulnerabilidade do local estudado, abrangendo a maior quantidade de aspectos possíveis (SORG *et al.*, 2018).

4.2. Descrição do método utilizado

O presente estudo fez uma adaptação do método já citado, incluindo indicadores relevantes no âmbito da vulnerabilidade a desastres (Quadro 1). Esta pesquisa utilizou dados secundários para construção dos indicadores, coletados no Banco de Dados do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática), como também em Secretarias e Defesa Civil do município (IBGE, 2010).

Os indicadores foram escolhidos de acordo com a disponibilidade dos dados e relevância no âmbito da vulnerabilidade a desastres relacionados com fenômenos naturais.

Quadro 1- Indicadores para Avaliação da Vulnerabilidade para o município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Suscetibilidade	Enfrentamento	Adaptação
<p>1 Demografia</p> <p>1.1 Grupos de idade vulnerável (menos de 5 anos e mais de 60 anos de idade)</p> <p>1.2 Densidade Populacional</p> <p>1.3 Pessoa responsável pelo domicílio abaixo de 15 e acima de 60 anos</p>	<p>5 Serviços de Saúde</p> <p>5.1 Unidades de atendimento hospitalar público</p>	<p>8 Educação</p> <p>8.1 Taxa de alfabetização dos adultos</p> <p>8.2 Escolaridade da pessoa responsável pelo domicílio</p>
<p>2 Condições sanitárias</p> <p>2.1 Pessoas sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio</p>	<p>6 Cobertura Econômica</p> <p>6.1 Rendimento mensal domiciliar acima de 10 salários mínimos</p>	<p>9 Condições Ambientais</p> <p>9.1 Estado dos Recursos Hídricos próximos</p> <p>9.2 Arborização e áreas de proteção</p> <p>9.3 Declividade</p>
<p>3 Renda e Pobreza</p> <p>3.1 Pessoas em situação de pobreza (Rendimento mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo)</p> <p>3.2 Pessoas com rendimento mensal domiciliar per capita acima de 5 salários mínimos - relação inversa</p>	<p>7 Centros de apoio</p> <p>7.1 Escolas públicas</p> <p>7.2 Centros religiosos</p> <p>7.3 Centros comunitários</p>	
<p>4 Infraestrutura Pública</p> <p>4.1 Moradores de domicílio sem acesso à rede de coleta de esgoto</p> <p>4.2 Moradores de domicílio sem acesso à rede de abastecimento de água</p> <p>4.3 Moradores de domicílio sem acesso ao serviço municipal de coleta de resíduos sólidos</p>		

Fonte: autora, adaptado de Sorg *et al.* (2018).

Neste estudo, foram utilizados os dados dos 64 bairros do município de João Pessoa para construção do índice e, posteriormente, foram analisados os valores finais a nível de zona geográfica (Zona Leste, Zona Oeste, Zona Sul e Zona Norte).

Cada fator dos indicadores (Quadro 1) possui valor entre 0 e 1, sendo atribuído ao Bairro com valor máximo de um determinado fator o valor 1 e o Bairro com valor mínimo o valor 0. A média aritmética dos fatores compôs os respectivos indicadores, que, por fim, compuseram o valor, também entre 0 e 1, de cada elemento do quadro (Suscetibilidade, Enfrentamento e Adaptação), que foram qualificados em uma das cinco classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Para a qualificação dentro de cada classe, foi feita a distribuição de quantidades semelhantes de bairros em cada uma, ou seja, quatro das cinco classes contendo 13 bairros e uma classe contendo 12 bairros, dependendo da amplitude dos valores.

Feitas as qualificações de cada elemento, o cálculo do Índice de Vulnerabilidade foi obtido a mediante a aplicação da Equação 1 a seguir:

$$\text{Índice de Vulnerabilidade} = \frac{S+(1-E)+(1-A)}{3} \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual “S” representa a Suscetibilidade, “E” o Enfrentamento e “A” a Adaptação.

Por fim, o Índice de Vulnerabilidade, assim como cada um de seus elementos, foram espacializados mediante o emprego do *software* QGIS, utilizando uma escala de cores, a fim de mostrar o incremento da vulnerabilidade.

Com os resultados do Índice de Vulnerabilidade, foram elencadas medidas de redução de risco de acordo com as necessidades de cada área.

4.2.1. Suscetibilidade

O primeiro elemento do Quadro de Avaliação de Vulnerabilidade é a Suscetibilidade, definida como “o estado atual de uma sociedade e sua predisposição a sofrer danos” (Sorg *et al.*, 2018, p. 262). Dessa forma, a suscetibilidade está ligada à condição de cada indivíduo referente à sua exposição. Neste estudo, a Suscetibilidade foi representada por quatro componentes: Demografia, Condições Sanitárias, Renda e Pobreza e Infraestrutura Pública (Figura 9).

Em sua totalidade, seus dados foram obtidos por meio do acesso ao banco de dados do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). Todos os indicadores foram advindos do censo de 2010 (IBGE, 2010).

Figura 9 - Composição da Suscetibilidade.



Fonte: autora, adaptado de Sorg *et al.* (2018).

No indicador Demografia, foram utilizados os fatores “Grupos de idade vulnerável”, referentes à quantidade de pessoas com menos de 5 anos e mais de 60 anos de idade, uma vez que, de acordo com o Glossário de Defesa Civil, essas faixas etárias são consideradas vulneráveis por apresentarem “pré-condições para terem intensificados os danos, em caso de desastre” (BRASIL, 1998, p. 87); “Densidade populacional”, já que um maior número de indivíduos por quilômetro quadrado também está relacionado a um maior potencial de pessoas a serem afetadas; e, por último, a “Idade da pessoa responsável pelo domicílio”, que está relacionada à vulnerabilidade familiar como um todo, à capacidade de proteger e tomar decisões rápidas e responsáveis. Neste último indicador, foi considerada a quantidade de pessoas responsáveis pelo domicílio abaixo de 15 anos e acima dos 60 anos.

Os dados dos grupos de idade vulnerável e de idade da pessoa responsável pelo domicílio foram obtidos por meio da tabela 1.378 do SIDRA (População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio), e são referentes ao ano de 2010. Foi coletada a quantidade de pessoas com menos de 5 anos e mais de 60 anos de idade para cada bairro e uma vez que os bairros do município de João Pessoa possuem uma grande variabilidade de área, esse valor foi

dividido pela respectiva área do bairro, resultando em uma quantidade por km². O mesmo foi feito com a quantidade de pessoas responsáveis pelo domicílio abaixo de 15 anos e acima dos 60 anos.

A densidade populacional (hab/km²) foi obtida dividindo-se a população do bairro (censo IBGE 2010) pela respectiva área em km².

Observou-se que os valores não seguem uma distribuição normal (homogênea) e possuem obliquidade à direita, ou seja, determinado bairro possuía um valor muito mais alto que os outros, tornando demasiadamente discrepantes os valores normalizados (um bairro detendo o valor 1 e os demais bairros abaixo de 0.5, por exemplo). Por isso, foram testados e comparados vários métodos de transformação a fim de tornar os dados mais homogêneos. Foi observado que a transformação por raiz cúbica se adequou de forma satisfatória. Nesta transformação, são utilizados os valores da raiz cúbica dos fatores, aproximando os valores entre si e enquadrando os dados o quanto possível em uma distribuição homogênea.

Em seguida, os valores foram normalizados entre 0 e 1, utilizando os valores máximos e mínimos dos dados, sendo atribuído ao bairro com valor máximo de um determinado fator o valor 1 e ao bairro com valor mínimo o valor 0. A seguinte equação foi utilizada para adequação dos valores:

$$X = \frac{K - K_{\text{mínimo}}}{K_{\text{máximo}} - K_{\text{mínimo}}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

X = valor normalizado de determinado bairro

K = quantidade real obtida para cada bairro (dividida pela área do bairro)

K_{mínimo} = menor quantidade real (dividida pela área do bairro) obtida dentre os bairros

K_{máximo} = maior quantidade real (dividida pela área do bairro) obtida dentre os bairros

Após isso, foi feita a média aritmética entre eles para compor o indicador *Demografia*.

Para o indicador Condições Sanitárias, foi considerada a quantidade de moradores sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio, o que representa a falta de uma necessidade básica de higiene, deixando estes moradores suscetíveis a diversas doenças. Para isso, foram utilizados os dados da tabela 1.398 do SIDRA, do censo IBGE de 2010. Após a coleta da quantidade de moradores sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio, foi realizado o mesmo processo do indicador Demografia: divisão das quantidades por área, transformação e normalização dos valores entre 0 e 1. O valor obtido compõe o indicador das Condições Sanitárias.

O indicador Pobreza e Renda é composto pelos fatores “pessoas em situação de pobreza” e “pessoas com rendimento mensal domiciliar per capita acima de 5 salários mínimos”. De acordo com o Ministério da Cidadania (BRASIL, 2019) são consideradas pobres as pessoas com renda mensal entre R\$ 89,01 até R\$ 178,00. Neste estudo, considerou-se a renda mensal domiciliar per capita de até meio salário mínimo, equivalentes a R\$ 255,00 com base no salário mínimo de 2010 de R\$ 510,00, para o fator “pessoas em situação de pobreza”. Vale ressaltar que esse valor só foi considerado para os residentes com mais de 10 anos de idade. Coletou-se a quantidade de moradores com renda domiciliar per capita de até meio salário mínimo para cada bairro e foi realizado o mesmo processo de divisão por área do bairro, transformação e normalização dos dados entre 0 e 1.

Para o fator “pessoas com rendimento mensal domiciliar per capita acima de 5 salários mínimos”, foi considerado o rendimento mensal domiciliar per capita acima de cinco salários mínimos, equivalentes ao valor de R\$ 2.550,00 por pessoa com base no salário mínimo de 2010 de R\$ 510,00, subentendendo-se neste trabalho que este valor provém uma segurança financeira satisfatória. Também foram considerados apenas os habitantes acima de 10 anos de idade. Os dados deste indicador foram obtidos por meio da tabela 1.386 do SIDRA, referentes ao censo IBGE 2010.

No caso dos moradores com renda mensal domiciliar per capita acima de cinco salários mínimos, a relação de proporção é inversa, uma vez que uma renda satisfatória diminui a suscetibilidade. Assim, foram coletadas as quantidades para cada bairro e divididas pelas respectivas áreas, sendo atribuído o valor 0 para o bairro de maior quantidade e valor 1 para o de menor quantidade, utilizando a seguinte equação:

$$X = \frac{K_{\text{máximo}} - K}{K_{\text{máximo}} - K_{\text{mínimo}}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

X = valor normalizado de determinado bairro

K = quantidade real obtida para cada bairro (dividida pela área do bairro)

K_{mínimo} = menor quantidade real (dividida pela área do bairro) obtida dentre os bairros

K_{máximo} = maior quantidade real (dividida pela área do bairro) obtida dentre os bairros

Com a média dos valores desses dois fatores foi obtido o valor do indicador Pobreza e Renda.

Como fatores da infraestrutura pública, foram considerados: quantidade de moradores de domicílio sem acesso à rede de coleta de esgoto, que tem ligação direta com a propagação

de doenças no bairro; quantidade de moradores de domicílio sem acesso à rede de abastecimento de água, o que torna os habitantes suscetíveis à contrair doenças de veiculação hídrica ou serem contaminados por água de má qualidade; e quantidade de moradores de domicílio sem acesso ao serviço municipal de coleta de resíduos sólidos, que se relaciona diretamente com a propagação de doenças, mediante atração de insetos e demais animais que podem ser vetores destas, além da possível contaminação do lençol freático ou de rios por meio do escoamento do chorume.

Os dados foram retirados da tabela 1.394 e 1.398 do SIDRA, e são referentes ao censo IBGE 2010. Coletadas as quantidades de cada bairro, foi feita a transformação e normalização dos valores entre 0 e 1, sendo atribuído ao bairro com valor máximo o valor 1 e ao bairro com valor mínimo o valor 0 (Equação 2). Com a média dos valores dos fatores foi composto o indicador Infraestrutura Pública.

Por fim, foi calculado o valor da suscetibilidade mediante média ponderada dos indicadores (Demografia, Condições Sanitárias, Infraestrutura Pública e Renda e Pobreza) e foram elaborados os mapas de cada indicador, como também da suscetibilidade.

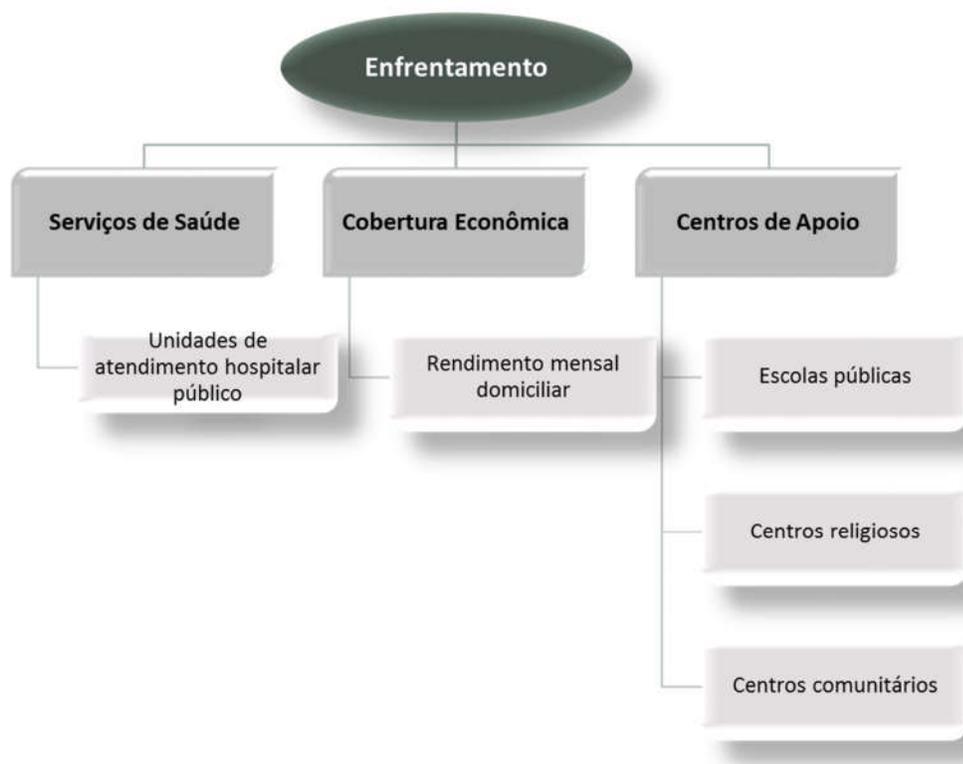
Os valores da suscetibilidade dos bairros do município de João Pessoa foram qualificados em uma das cinco classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta; dentro de faixas de valores calculadas mediante uso do *software* QGIS[®]. Foi utilizado o método Quantil, integrado a esse *software*, que agrupa os dados em classes que contêm uma mesma quantidade de registros, ou seja, o número de bairros enquadrados em uma determinada classe é semelhante ao das outras classes. Para elaboração do mapa utilizaram-se dados vetoriais do IBGE e do *site* de geoprocessamento do município de João Pessoa (JOÃO PESSOA, 2011; IBGE, 2018).

4.2.2. Enfrentamento

O segundo elemento do Quadro de Avaliação de Vulnerabilidade é o Enfrentamento, ligado à capacidade de uma sociedade ou sistema se manter em boas condições de funcionamento durante a ocorrência de um evento adverso (BIRKMANN; SORG; WELLE, 2017). Ele pode ser avaliado pela existência de recursos, habilidades, conhecimentos e oportunidades, ligados às ações diretas que podem ser realizadas no momento do desastre, capazes de minimizar os danos causados por este, gerenciando e superando condições adversas. Está relacionado à capacidade de reagir rapidamente a uma situação extrema, como também a

capacidade de alcançar o funcionamento básico a curto e a médio prazo (LAVELL; OPPENHEIMER, 2012; BIRKMANN; WELLE, 2015; SORG *et al.*, 2018). Ou seja, ele está ligado às ações tomadas rapidamente e conscientemente (por conhecimento quanto à possibilidade de ocorrência de um desastre no local e o que fazer quando ele se concretiza), à existência de abrigos, centros de apoio, unidades de atendimento hospitalar, ou ainda a capacidade de auto suporte utilizando a própria renda familiar. Neste estudo, foram considerados três indicadores para analisar o enfrentamento: Serviços de Saúde, Cobertura Econômica e Centros de Apoio (Figura 10).

Figura 10 - Composição do Enfrentamento.



Fonte: autora, adaptado de Sorg *et al.* (2018).

Para o indicador Serviços de Saúde, foram quantificadas as Unidades de atendimento hospitalar público em cada bairro, incluindo Unidades de Saúde da Família (USF), Centros Odontológicos, Centros de inclusão para pessoas com deficiência, Centros de zoonoses, Unidades de Pronto Atendimento (UPA), Serviços de Atendimento Médico de Urgência (SAMU), Hospitais de emergência e trauma e demais hospitais públicos.

Os dados foram obtidos com o uso do *software* Google Earth Pro, mediante pesquisas contendo “unidades de saúde públicas em João Pessoa”, “Hospitais públicos em João Pessoa” e “atendimento de emergência público em João Pessoa”. Os locais encontrados foram salvos como locais do *Google Earth* (.kml) e posteriormente transformados para o formato de texto (.xml). Logo após, os arquivos de texto foram exportados para o *Microsoft Excel*, possibilitando a construção de uma planilha com a localização e identificação dos pontos de atendimento, tornando possível a criação de uma tabela com a quantidade de locais de atendimento hospitalar público por cada bairro. Foi verificado se as entidades eram públicas e se ainda estavam em funcionamento, como também removidas as duplicações.

As quantidades de unidades de saúde pública por bairro foram divididas pela área dos respectivos bairros, para que fosse possível analisar a quantidade de unidades de atendimento por área. Posteriormente, foi calculada a raiz cúbica desses valores, a fim de realizar a transformação pelo método da raiz cúbica, e foi feita a normalização pelo método máximo-mínimo, atribuindo o valor 1 para o bairro com maior quantidade de pontos de atendimento e o valor 0 para o bairro com a menor quantidade. Foi utilizada novamente a Equação 2 para adequação dos valores:

$$X = \frac{K - K_{\text{mínimo}}}{K_{\text{máximo}} - K_{\text{mínimo}}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

X = valor normalizado de determinado bairro

K = quantidade real obtida para cada bairro (dividida pela área do bairro)

K_{mínimo} = menor quantidade real (dividida pela área do bairro) obtida dentre os bairros

K_{máximo} = maior quantidade real (dividida pela área do bairro) obtida dentre os bairros

Uma maior quantidade de unidades de atendimento hospitalar público pode indicar boas condições de cuidados à saúde da população, aumentando a resistência e reduzindo a vulnerabilidade no quesito saúde dos indivíduos; e uma maior capacidade de atender a população no momento de um evento extremo, evitando danos mais graves, como a maior quantidade de mortes.

Para a Cobertura Econômica, foram coletados os dados do rendimento nominal médio mensal dos domicílios. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados do SIDRA, por meio da Tabela 3345 (Domicílios particulares permanentes, total e com rendimento domiciliar, Valor do rendimento nominal médio mensal e Valor do rendimento nominal mediano mensal dos domicílios particulares permanentes, total e com rendimento domiciliar, por situação do domicílio e classes de rendimento nominal mensal domiciliar - Universo 2010) e são advindos

do censo IBGE 2010. Coletados os dados, realizou-se a transformação pelo método da raiz cúbica e a normalização dos dados, novamente utilizando a Equação 2.

Para os centros de apoio, foram quantificadas as escolas públicas, os centros religiosos e centros comunitários. Estes locais representam possíveis abrigos em caso de desastre em que as comunidades precisem deixar suas casas e, por isso, são considerados como fatores essenciais no enfrentamento.

Os dados foram obtidos com o uso do software Google Earth Pro, mediante pesquisas utilizando os termos: “igrejas em João Pessoa”, “centros espíritas em João Pessoa”, “escolas públicas em João Pessoa” e “centros comunitários em João Pessoa”. Da mesma forma realizada para o indicador “Serviços de Saúde”, os locais encontrados foram salvos como locais do Google Earth (.kml), transformados para o formato de texto (.xml) e exportados para o Microsoft Excel, obtendo-se uma tabela com a quantidade de escolas públicas, os centros religiosos e centros comunitários por cada bairro.

Estes valores foram somados para cada bairro e, da mesma forma que as unidades de atendimento hospitalar público, foram divididos pela área dos respectivos bairros (km²) e normalizados em valores entre 0 e 1 utilizando a Equação 2, obtendo-se o valor do indicador Centros de Apoio.

Após obtidos os valores de cada indicador, foi calculado o valor do enfrentamento por meio da média ponderada dos indicadores (Serviços de Saúde, Cobertura Econômica e Centros de Apoio) e foram elaborados os mapas de cada indicador e do enfrentamento. Porém, como um maior valor de enfrentamento é positivo (quanto maior o enfrentamento, menor a vulnerabilidade), a escala de cores utilizada para o enfrentamento e seus indicadores foi inversa à utilizada para a suscetibilidade. Por exemplo, o mais alto valor de enfrentamento obtém a cor verde escura, referente a um enfrentamento classificado como Muito Alto.

Os valores do enfrentamento dos bairros do município de João Pessoa, da mesma forma que os da suscetibilidade, foram qualificados dentro de cinco classes: Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto; mediante uso do *software* QGIS[®], utilizando o método Quantil. Foram utilizados dados vetoriais do IBGE e do *site* de geoprocessamento do município de João Pessoa na elaboração dos mapas (JOÃO PESSOA, 2011; IBGE, 2018).

4.2.3. Adaptação

O terceiro elemento do Quadro de Avaliação de Vulnerabilidade é a Adaptação, também chamada de Capacidade Adaptativa. Ela se refere à capacidade das sociedades de se

melhorarem, de se ajustarem, adaptarem e se prepararem a uma possível concretização de ameaça (comum ou rara), com a finalidade de minimizar, ou até mesmo eliminar os possíveis impactos negativos. Está mais relacionada à mudança que a sociedade realiza em função da ocorrência dos desastres, para que seja possível lidar com eventos futuros (BIRKMANN, 2011; LAVELL; OPPENHEIMER, 2012; BIRKMANN; WELLE, 2015; SORG *et al.*, 2018). Para este estudo, foram considerados os seguintes indicadores relativos à Adaptação: Educação e Condições Ambientais (Figura 11).

Figura 11 - Composição da Adaptação.



Fonte: autora, adaptado de Sorg *et al.* (2018).

Para o indicador Educação, foi levada em consideração a taxa de alfabetização dos adultos, e a escolaridade da pessoa responsável pelo domicílio. A finalidade desse tópico é visualizar a população com um maior grau de escolaridade; e visualizar a população com nível básico de educação, por meio da obtenção da taxa de pessoas alfabetizadas que tenham idade superior a 10 anos.

Para a escolaridade da pessoa responsável pelo domicílio, levantou-se a proporção das pessoas responsáveis pelo domicílio com mais de quinze anos de estudo, subentendendo-se aqui

essa quantidade de anos de estudo seja equivalente ao ensino médio incompleto, uma vez que não há informações do IBGE sobre a que nível de escolaridade (fundamental, médio ou superior) as quantidades de anos de estudo estão relacionadas. E, para a taxa de alfabetização, como já mencionado, foi coletada a proporção de pessoas de 10 anos ou mais de idade alfabetizadas, para cada bairro.

Os dados foram obtidos por meio do acesso ao banco de dados do SIDRA, sendo os dados anos de alfabetização da pessoa responsável coletados na Tabela 1491 (Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes por sexo, grupos de anos de estudo e grupos de idade), referentes ao censo IBGE de 2000; e os dados da quantidade de pessoas alfabetizadas foram obtidos na Tabela 1383 (Taxa de alfabetização das pessoas de 10 anos ou mais de idade por sexo), referentes ao censo IBGE de 2010. Da mesma forma que os tópicos anteriores, estes dados passaram por transformação pelo método da raiz cúbica e pela normalização em valores entre 0 e 1, novamente utilizando a Equação 2. A média entre o valor normalizado da taxa de alfabetização dos adultos e o da escolaridade da pessoa responsável pelo domicílio constituiu o valor do indicador Educação.

Para o indicador *Condições Ambientais* foi levantada a qualidade dos recursos hídricos que passam por cada bairro, mediante os dados referentes à classe de enquadramento dos rios, o nível de conservação das áreas de proteção presentes em cada bairro e a declividade.

Os dados da classe de enquadramento dos rios foram obtidos no Plano Municipal de Saneamento Básico (PARAÍBA, 2015). Para este fator, considerou-se a classe de enquadramento dos de valor mais alto dentre os rios que passam por determinado bairro, levando em consideração o cenário mais grave presente em cada bairro, uma vez que, quanto mais alto o valor da classe de enquadramento de um rio, maior o seu nível de poluição e, conseqüentemente, maiores os danos à saúde da população em caso de inundação. Vale ressaltar que a distribuição dos valores foi feita entre as classes de enquadramento de corpos de água doce, são elas: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. A presença da maior dentre elas em determinado bairro acarretou na atribuição de valores entre 0 e 1, como observa-se no Quadro 2 abaixo. Quanto melhor a qualidade de um rio, menores os danos para a população de um bairro em caso de inundação.

De acordo com a Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a classe de qualidade é o “conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros” (BRASIL, 2005, p. 2).

O Quadro 2 informa também os usos preponderantes para cada classe de enquadramento, como observa-se a seguir.

Quadro 2 - Classificação dos corpos d'água.

Classe	Usos preponderantes	Valor atribuído
Classe Especial	Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.	1
Classe 1	Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	0,75
Classe 2	Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquíicultura e à atividade de pesca	0,5
Classe 3	Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.	0,25
Classe 4	Águas que podem ser destinadas à navegação à harmonia paisagística.	0

Fonte: BRASIL, 2005.

Para o tópico de arborização e áreas de proteção, foi considerado o grau de urbanização das áreas de preservação permanente dos corpos d'água. Foi utilizado o *software* QGIS para delimitar as áreas de preservação permanente, utilizando os critérios definidos no art. 3º da Resolução do CONAMA nº 303 de 2002, que aborda os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente:

Art. 3º. Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:
I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;

e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;
II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:
a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até

vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros; (BRASIL, 2002, p. 2)

Foram traçadas as áreas que abrangem estas distâncias definidas pela Resolução CONAMA nº 303 e, no interior destas, foram levantadas as áreas urbanizadas. Atribuiu-se um valor para cada nível de urbanização encontrado, sendo eles: nível de urbanização Muito Alto, com um valor de 0 para a adaptação; Alto, com um valor de 0,25; Médio, com um valor de 0,5; Baixo, de valor 0,75; e Muito Baixo, de valor 1. Isso porque a capacidade de um rio suportar uma precipitação intensa e, conseqüentemente, sua enchente e/ou inundação, é maior quando a mata ciliar está preservada.

Utilizando a classificação do terreno com base em Moraes (2012) (Quadro 3), o terreno plano, considerado como sujeito a inundação ou alagamentos, é aquele com declividade de 0 a 3%; e os terrenos fortemente ondulado e montanhoso, sujeitos a movimentos de massa úmida, são aqueles com declividade acima de 20%. Por isso, para o fator Declividade, foram levantadas as áreas com declividade abaixo de 3% e acima de 20%, ou seja, aquelas que estão sujeitas a inundações, alagamentos ou movimentos de massa. Para isso, utilizaram-se os arquivos de declividade disponíveis no *site* Topodata, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Criou-se um *shapefile* separando as áreas com declividade abaixo de 3% e acima de 20% das áreas com as demais declividades, que foi posteriormente unido ao *shapefile* dos bairros de João Pessoa, tornando possível o acesso à tabela de atributos contendo as áreas com declividade de risco em cada bairro. Utilizou-se então os valores de proporção, ou seja, qual a porcentagem da área de determinado bairro possui declividade abaixo de 3% e acima de 20%. Após isso, os valores foram transformados pelo método da raiz cúbica e, por fim, normalizados em valores entre 0 e 1, utilizando a Equação 3.

Quadro 3 - Classes de declividade.

Declividade	Classificação do terreno
0 - 3%	Plano
3 - 8%	Suave ondulado
8 - 13%	Moderadamente ondulado
13 - 20%	Ondulado
20 - 45%	Fortemente ondulado
> 45%	Montanhoso

Fonte: Moraes, 2012.

O indicador Condições Ambientais foi obtido por meio da média dos valores dos três fatores.

Após obtidos os valores de cada indicador, foi calculado o valor da Adaptação por meio da média entre os seus indicadores (Educação e Condições Ambientais) e foram elaborados os mapas de cada indicador e da Adaptação. Porém, da mesma forma que o enfrentamento, uma maior adaptação é indicativo positivo (quanto maior a adaptação, menor a vulnerabilidade) e, por isso, a escala de cores utilizada para a adaptação e seus indicadores foi inversa à utilizada para a suscetibilidade.

Os valores da adaptação dos bairros do município de João Pessoa, da mesma forma que os da suscetibilidade e enfrentamento, foram qualificados dentro de cinco classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta; utilizando o método Quantil vinculado ao *software* QGIS®. Foram utilizados dados vetoriais do IBGE e do *site* de geoprocessamento do município de João Pessoa na elaboração dos mapas (JOÃO PESSOA, 2011; IBGE, 2018).

Por fim, foi calculado o Índice de Vulnerabilidade mediante uso da Equação 1, e foi construído o mapa do Índice de Vulnerabilidade, da mesma forma que os mapas de seus elementos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, estão apresentados os resultados obtidos para a Suscetibilidade, o Enfrentamento e a Adaptação, e a sua composição final, o Índice de Vulnerabilidade. Também estão apresentadas as discussões do estudo comparativo entre os bairros e as zonas urbanas do município de João Pessoa, expondo os locais mais críticos e os principais fatores ou indicadores responsáveis pela construção da vulnerabilidade. Isto tomando por base a sua frequência e identificando, desta forma, as principais necessidades para a redução da vulnerabilidade.

5.1. Ameaças naturais

A maior parte dos desastres que ocorrem em João Pessoa estão relacionados à ocorrência de precipitações intensas, juntamente com a falta de preparação para estes eventos. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa (PMSBJP), realizado em 2015, em todas as zonas geográficas do município (Zonas Norte, Sul, Leste e Oeste) há problemas de inundação, alagamento e de movimento de massa (PARAÍBA, 2015).

A poluição dos rios e os problemas nos sistemas de macrodrenagem e microdrenagem urbana agravam ainda mais as consequências dos alagamentos e inundações, não só aumentando sua frequência, como também expondo a população a doenças de veiculação hídrica. Essa poluição está diretamente ligada às deficiências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos no município.

De acordo com Pereira *et al.* (2012) foram registrados 143 eventos de precipitação intensa (chuvas diárias ≥ 60 mm) do ano de 1981 até 2009 em João Pessoa. Dentre eles, 38 eventos registrados na década de 1980, 45 eventos nos anos 1990, e 60 eventos do ano 2000 até 2009, demonstrando um crescimento na frequência destes eventos de chuvas diárias intensas com o passar das décadas. Em relação a eventos de chuvas extremas (Tabela 1), relativas a um total pluviométrico diário igual ou superior a 100 mm, registraram-se, no período de 1981 até o dia 30 de junho de 2016, um total de 46 eventos, sendo que 13 ocorreram na década de 1980, oito foram registrados nos anos de 1990, 11 registraram-se na década de 2000 e, apenas de 2010 a 2016, foram registrados 14 eventos (PEREIRA; SILVA; MOURA, 2016).

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica anual e número de eventos superiores a 100 mm/dia, no período de 1981 até julho de 2016, no município de João Pessoa, Paraíba.

Ano	Total pluviométrico	Nº de eventos	Ano	Total pluviométrico	Nº de eventos
1981	635,1	0	1999	1017,3	0
1982	501,2	0	2000	2439,9	1
1983	1193,7	0	2001	1178,5	0
1984	2277,6	1	2002	2003,1	0
1985	3085,6	4	2003	2108,4	2
1986	2277,4	3	2004	2229,6	1
1987	1965,5	2	2005	1940,7	1
1988	1796,1	1	2006	1178,3	0
1989	2090,5	2	2007	2003,9	1
1990	2228,4	2	2008	2254,5	1
1991	1584,7	0	2009	2544,5	4
1992	1629,1	1	2010	1321,0	0
1993	1149,9	0	2011	2414,0	2
1994	2721,3	1	2012	1668,6	5
1995	1695,3	1	2013	2174,7	4
1996	2350,7	2	2014	1508,1	0
1997	1577,5	0	2015	1559,3	0
1998	1270,1	1	*2016	1.378,5	3
				Total	46

*até o mês de julho de 2016

Fonte: INMET (2016). Elaboração: Pereira, Silva e Moura (2016).

O mês de junho foi o mês em que mais foram registrados esses eventos diários de precipitação extrema ($\geq 100\text{mm}$), com 13 registros no total (Tabela 2), seguido pelos meses de julho, com oito eventos, maio, com sete e seis em abril (PEREIRA; SILVA; MOURA, 2016). Na maioria dos últimos anos, a capital ficou entre os municípios de maior precipitação anual do Estado, com destaque justamente para as chuvas dos meses de junho. Como exemplo, somente durante os dias 13 a 16 de junho de 2019, foram registrados cerca de 460 mm de chuva, sendo este o maior volume concentrado em 96 horas dos últimos 30 anos, incluindo aí, entre os dias 13 e 14, a segunda maior chuva durante 24h verificada para um mês de junho em 38 anos (CLIMATEMPO, 2019; G1, 2019).

Tabela 2 - Quantidade mensal de eventos pluviométricos diários extremos registrados em João Pessoa, Paraíba, no período de 1981 a 2016.

Classes (mm)	Meses												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
100-120	1	3	3	2	2	5	3	3	0	0	0	0	22
120-140	0	0	1	2	2	5	3	0	0	0	0	0	13
140-160	0	0	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	6
160-180	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3
>180	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Total	1	3	4	6	7	13	8	3	1	0	0	0	46

Fonte: INMET (2016). Elaboração: Pereira, Silva e Moura (2016).

De acordo com o levantamento realizado para o PMSBJP, foram observados 48 locais com problemas relacionados a movimento de massa úmida, ficando acima dos 31 pontos registrados pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de João Pessoa (COMPDEC-JP). Esses 48 pontos de movimento de massa foram registrados nos bairros: Alto do Mateus, Bancários, Cabo Branco, Castelo Branco, Cristo Redentor, Varjão, Cruz das Armas, Funcionários, Grotão, Jaguaribe, Oitizeiro, João Paulo II, Mandacaru, Mangabeira, Miramar, Róger, Tambiá, Torre, Treze de Maio e Valentina (PARAÍBA, 2015). Em período de chuvas intensas, principalmente, em muitos desses pontos acabam se concretizando os desastres por deslizamentos, escorregamentos ou desabamentos.

O diagnóstico do PMSBJP de 2015 identificou 98 pontos sujeitos a alagamento na cidade. O problema mais comum encontrado foi a ausência ou deficiência de manutenção nos componentes do sistema de microdrenagem, como a obstrução de sarjetas, bocas de lobo e a estrutura de descarga no rio com resíduos ou vegetação, como também galerias entupidas devido ao assoreamento ou acúmulo de resíduos. O segundo problema visualizado com maior recorrência foi o subdimensionamento das redes de drenagem (PARAÍBA, 2015).

Em relação a inundação, o PMSBJP levantou 15 locais com este tipo de evento, principalmente devido aos seguintes problemas: acumulação de vegetação no leito principal ou secundário do rio; estrangulamento do leito principal do rio; acumulação de resíduos sólidos, inclusive materiais de construção, no leito secundário ou principal do rio; insuficiência na altura de ponte ou em vão de bueiro; rio com maus odores; e lançamento de esgotos domésticos ou industriais no rio (PARAÍBA, 2015).

Zona Leste

Na Zona Leste foram identificados 11 pontos com problemas relacionados à alagamento, sendo o bairro de Manaíra o de maior quantidade de pontos com problemas

relacionados a esse desastre (Figura 12a), com seis locais. Identificaram-se mais dois pontos nos bairros de Miramar (Figura 12b) e Cabo Branco e um no bairro Jardim Oceania.

Os dois problemas mais comuns registrados foram: a “falta ou deficiência de manutenção nas estruturas do Sistema de Microdrenagem, como a obstrução de sarjeta, boca de lobo ou estrutura de descarga com vegetação ou resíduos sólidos, galeria obstruída com resíduos ou assoreada, ou outros problemas relacionados à manutenção”; e também “a presença de um sistema de drenagem subdimensionado” (PARAÍBA, 2015).

Figura 12 - a) Alagamento no bairro de Manaíra, em João Pessoa, no dia 13 de junho de 2019. b) Alagamento no bairro de Miramar, em fevereiro de 2019.



a)



b)

Fonte: Walter Paparazzo/G1 e TV Cabro Branco, 2019.

Foram identificados quatro pontos de inundação, todos do rio Jaguaribe, nos bairros do Altiplano Cabo Branco, Miramar e São José, como é possível observar na Figura 13 (JOÃO PESSOA, 2015). Vale ressaltar que, como comentado na descrição do município, o rio Jaguaribe possui graves problemas em relação à qualidade da água, devido ao recebimento de esgotos e resíduos sólidos, tornando inviável a sua utilização para consumo. Há também um perigo em potencial para os indivíduos que entrarem em contato com o rio, devido ao risco de contrair doenças de veiculação hídrica.

Figura 13 - Inundação do Rio Jaguaribe no bairro São José.



Foto: Ortilo Antônio.

Porém, outros locais da Zona Leste também tiveram ocorrências de inundação. Um exemplo foi o caso da inundação do rio Jaguaribe na comunidade São Rafael, localizada no bairro do Castelo Branco em junho de 2019 (Figura 14). Essa inundação atingiu cerca de 60 famílias e 3 mil moradores deixaram as suas residências e partiram para casas de familiares. A prefeitura do município enviou representantes para levarem colchões e “quentinhas” (como são chamadas popularmente os recipientes contendo refeições básicas) para os que permaneceram em suas casas, mesmo inundadas. Doações da sociedade civil também foram recebidas na comunidade. O bairro São José, à margem do rio Jaguaribe, também sofreu com a inundação nessa mesma época, onde cerca de 70 famílias ficaram desalojadas ou desabrigadas (G1, 2019).

Segundo a COMPDEC-JP, as famílias desabrigadas ou desalojadas foram abrigadas em espaços públicos, como escolas ou associações de bairros, além de terem acesso à duas cozinhas comunitárias (G1, 2019).

Figura 14 - Inundação do rio Jaguaribe na comunidade São Rafael, no bairro do Castelo Branco (39), em João Pessoa, em 13 de junho de 2019.



Foto: Ítalo Di Lucena/TV Cabo Branco.

Em relação a movimentos de massa, identificou-se na Zona Leste oito pontos sujeitos a movimentação de massa, sendo três no bairro do Castelo Branco (Figura 15) e três no bairro Miramar (PARAÍBA, 2015). No local da figura 15, no bairro do Castelo Branco, ocorrem movimentos de massa frequentemente em períodos de precipitação pluviométrica intensa. Nesse trecho, o solo invade a BR-230, causando, por vezes, acidentes entre veículos e bloqueio de parte da via, gerando transtornos no tráfego. Segundo a COMPDEC-JP, após os deslizamentos em junho de 2019, casas no topo da encosta foram interditadas e demolidas, uma vez que a área ainda estava propensa a movimentos de massa (G1, 2019).

Figura 15 - Movimento de massa ao lado da BR-230, no bairro Castelo Branco, em João Pessoa, no dia 15 de junho de 2019.



a)

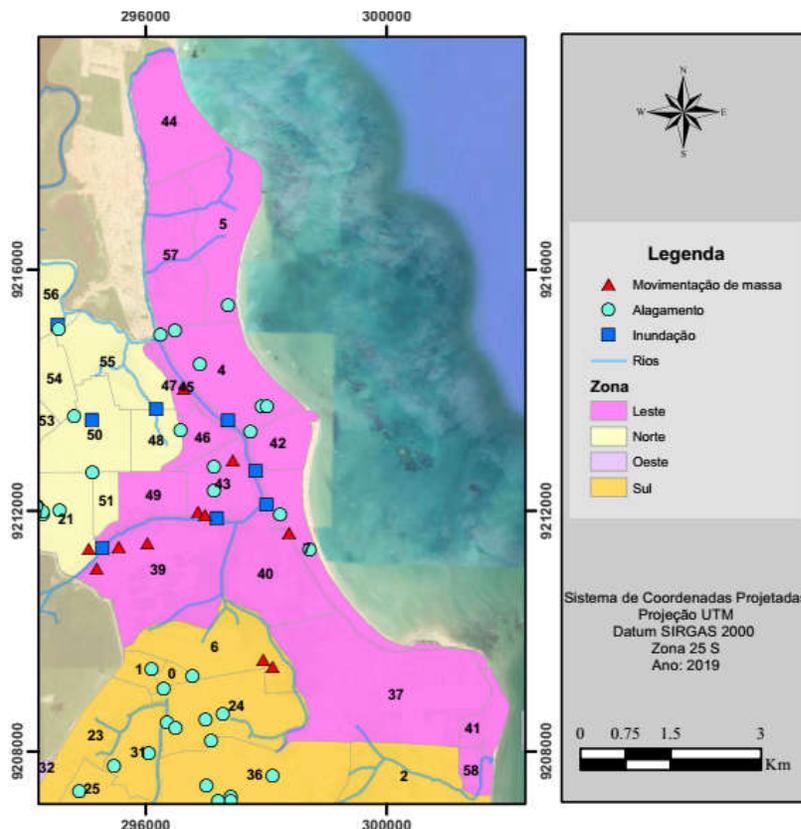


b)

Foto: a) Keilla Melo, 2019; b) Antônio Vieira/TV Cabo Branco, 2019.

Na Figura 16 é possível visualizar os pontos sujeitos a movimentação de massa e com problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Leste do município de João Pessoa, sendo um total de 23 pontos sujeitos a esses desastres.

Figura 16 - Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Leste do município de João Pessoa

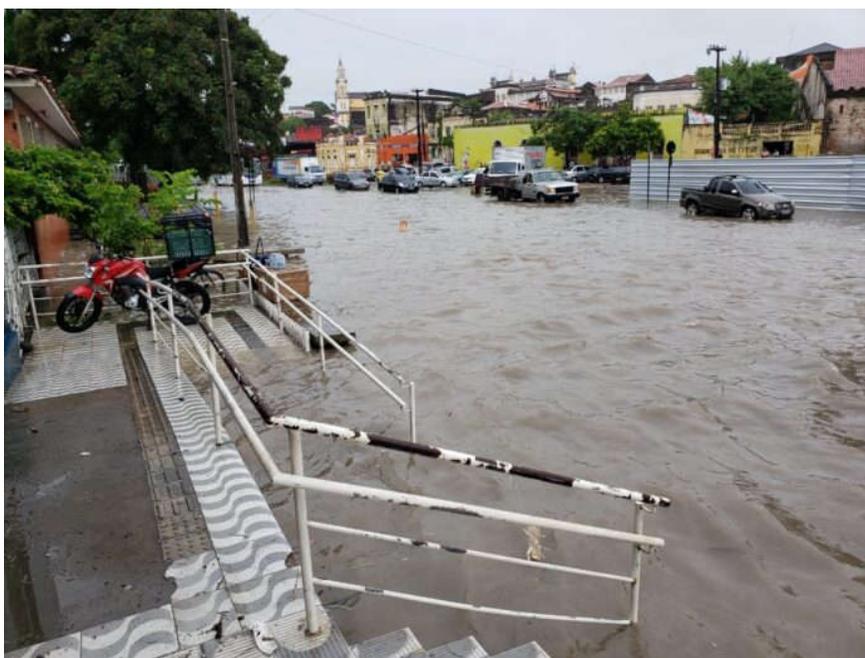


Elaboração: autora. Fontes de dados: AESA, IBGE e Paraíba (2015).

Zona Norte

Já na Zona Norte foram identificados 25 pontos com problemas relacionados à alagamento, dentre os bairros, o bairro da Torre obteve a maior quantidade de pontos com problemas relacionados a esse desastre, contendo nove pontos registrados, seguido pelo bairro do Centro, com sete pontos, e Varadouro (Figura 17), com seis pontos. Os dois problemas mais comuns registrados foram: a falta ou deficiência de manutenção nas estruturas do Sistema de Microdrenagem, como “a obstrução de sarjeta, boca de lobo ou estrutura de descarga com vegetação ou resíduos sólidos, galeria obstruída com resíduos ou assoreada, ou outros problemas relacionados à manutenção”; e a “presença de um sistema de drenagem subdimensionado e defeitos nas estruturas do Sistema de Microdrenagem, como sarjetas, bocas de lobo, galerias e estrutura de descarga no rio danificadas ou obstruídas” (PARAÍBA, 2015).

Figura 17 - Alagamento do bairro do Varadouro, no dia 7 de maio de 2019.



Fonte: Portal Correio, 2019.

No bairro da Torre, os alagamentos devido às precipitações intensas que ocorreram no mês de fevereiro de 2019 (Figuras 18a e 18b) causaram diversos impactos negativos, dentre eles, os impactos no comércio devido ao alagamento em frente ao mercado da Torre, prejudicando os comerciantes e os consumidores. Comerciantes do local reclamaram de falta de investimento na infraestrutura e de conscientização das pessoas quanto à disposição de resíduos sólidos nas ruas (PBAGORA, 2019).

Figura 18 - Alagamentos no bairro da Torre em fevereiro de 2019.



a)



b)

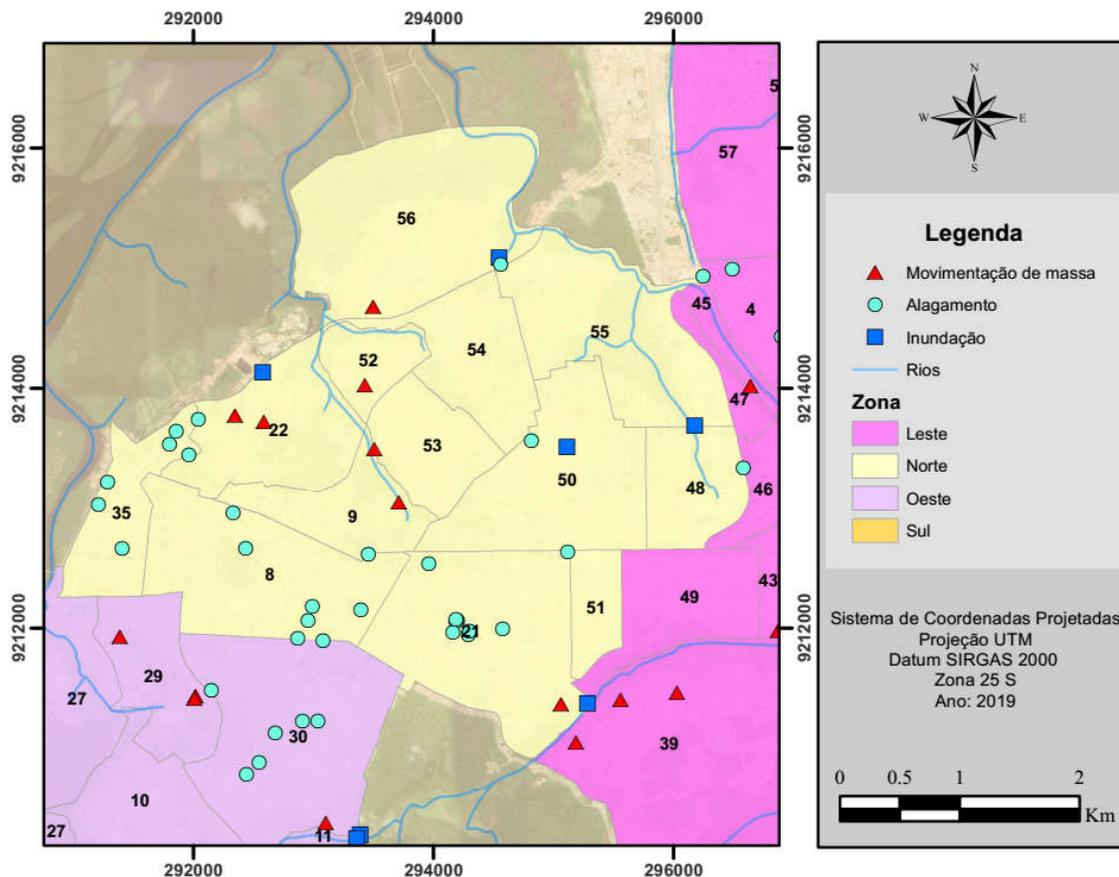
Fonte: a) Pbagora, 2019; b) Walter Paparazzo/G1, 2019.

Foram identificados cinco pontos com problemas relacionados a inundações, nos bairros da Torre, Pedro Gondim, Bairro dos Estados, Alto do Céu e Roger (PARAÍBA, 2015). Esses pontos estão relacionados a inundações do Rio Jaguaribe, que contém todos os problemas já citados na sua qualidade, do Rio das Bombas ou do Rio Mandacaru, que também possuem problemas em relação à qualidade da água.

Em relação aos pontos propensos a movimentação de massa, foram identificados 6 locais na Zona Norte, nos bairros de Tambiá, Alto do Céu, Padre Zé, Róger e Torre.

A Figura 19 ilustra os pontos sujeitos a movimentos de massa e com problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Norte. No total, essa zona possui 26 pontos propensos a esses desastres, identificados no PMSB-JP (PARAÍBA, 2015).

Figura 19 - Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Norte do município de João Pessoa.



Elaboração: autora. Fontes de dados: AESA, IBGE e Paraíba (2015).

Zona Oeste

Na Zona Oeste do município foram identificados 18 pontos com problemas relacionados a alagamentos, dentre eles, sete ocorreram no bairro de Jaguaribe e quatro em Oitizeiro (PARAÍBA, 2015).

Em 17 de junho de 2019, após as fortes chuvas que ocorreram no município de João Pessoa, os moradores da comunidade Três Lagoas (bairro Jardim Veneza), que tiveram suas casas alagadas, interditaram um trecho da BR-230 (Figura 20), próximo ao viaduto do bairro de Oitizeiro, para protestar contra o descaso do poder público quanto aos constantes alagamentos na região (PBAGORA, 2019).

Figura 20 - Moradores de Oitizeiro interrompem trecho da BR-230 para manifestar acerca do alagamento de suas residências.



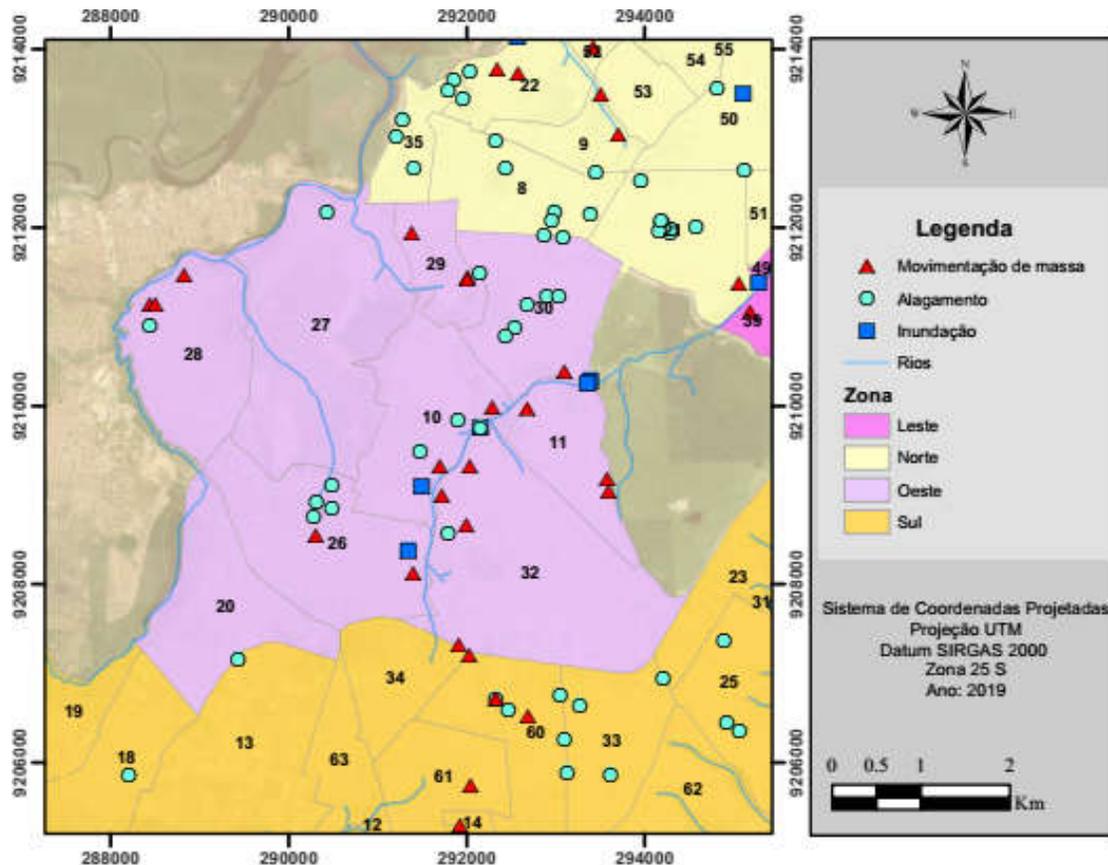
Fonte: Pbagora, 2019.

Foram identificados cinco pontos com problemas relacionados a inundação, nos bairros do Varjão, Jaguaribe, Cristo Redentor, Cruz das Armas e Oitizeiro (PARAÍBA, 2015). Esses pontos estão relacionados a inundações do Rio Jaguaribe. Porém, este trecho do rio possui uma qualidade melhor do que o trecho que perpassa a Zona Leste, acarretando em menos risco quanto à propagação de doenças de veiculação hídrica.

Na região, identificaram-se 17 pontos propensos à movimentos de massa. O bairro do Cristo Redentor apresentou quatro pontos; Alto do Mateus, Trincheiras e Varjão apresentaram três pontos cada; Cruz das Armas e Oitizeiro, dois pontos; e um ponto no bairro de Jaguaribe (PARAÍBA, 2015).

A Figura 21 ilustra o mapa com os pontos sujeitos a movimentos de massa e com problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Oeste. Identificou-se um total 40 pontos propensos a esses desastres na zona em questão (PARAÍBA, 2015).

Figura 21- Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Oeste do município de João Pessoa.



Elaboração: autora. Fontes de dados: AESA IBGE e Paraíba (2015).

5.1.1. Zona Sul

Na Zona Sul foram registrados 44 pontos de alagamentos, sendo o bairro de Mangabeira o que apresentou maior número de problemas neste âmbito (nove pontos). No Jardim Cidade Universitária e José Américo, foram identificados cinco pontos; No Ernesto Geisel, Gramame e João Paulo II, identificaram-se quatro pontos (PARAÍBA, 2015).

Foi identificado um ponto com problemas de inundação, localizado na divisa entre os bairros de Valentina e Mangabeira, no trecho da ponte sobre o rio Cuiá (Figura 22). Essa passagem, que é, atualmente, a única via de acesso entre os bairros de Mangabeira e Valentina, sofre frequentemente com a inundação do rio Cuiá, prejudicando o tráfego de veículos e, conseqüentemente, a vida dos moradores e trabalhadores que precisam transitar pelo local. Moradores relatam que a inundação no local é frequente em períodos de chuva intensa, chegando a ser interditado pela Superintendência de Mobilidade Urbana de João Pessoa (SEMOB-JP). O Governo do Estado da Paraíba apresentou um projeto de construção de uma

nova via de acesso esses dois bairros, porém, a obra ainda não foi iniciada (JOÃO PESSOA, 2015; PARAÍBAJÁ, 2018; PBAGORA, 2019)

Figura 22 - Inundação do Rio Cuiá sobre ponte de acesso entre os bairros Mangabeira e Valentina, em 29 de março de 2019.

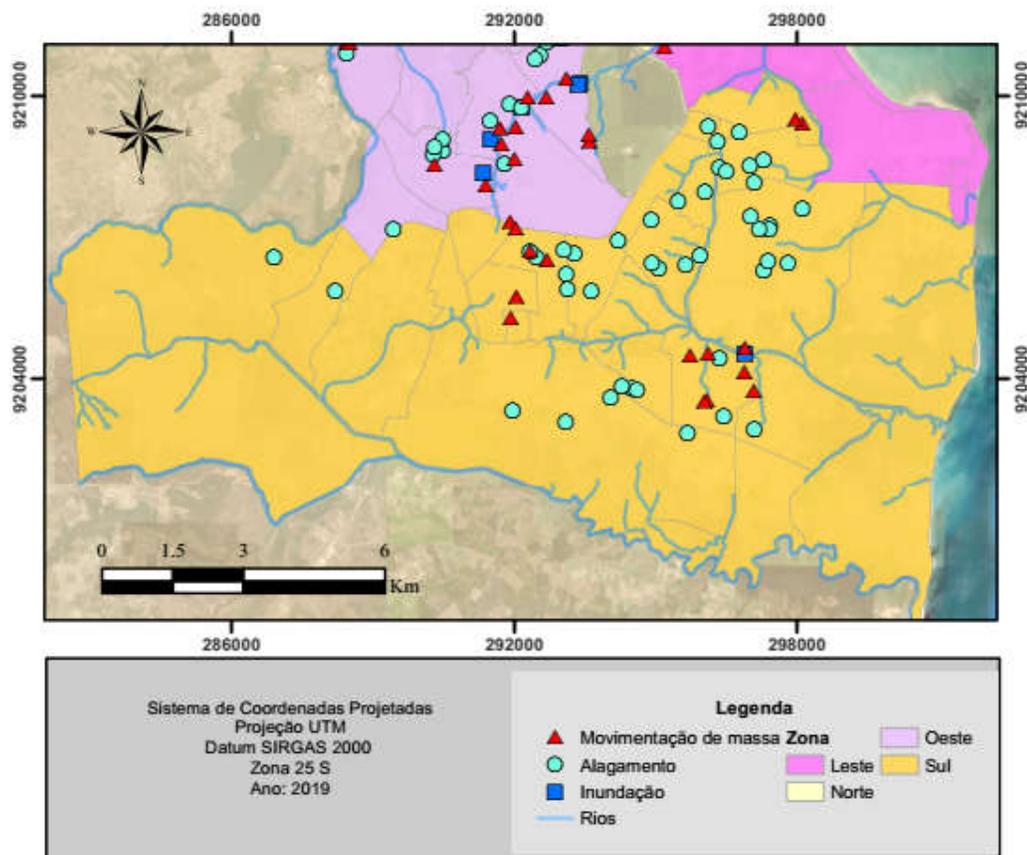


Fonte: PBagora, 2019.

Foram identificados 15 pontos propensos a movimentos de massa, sendo seis deles localizados no bairro do Valentina, três no João Paulo II, dois no Bancários e um ponto nos bairros do Grotão, Funcionários, Ernani Sátiro e Mangabeira.

Nas Figuras 23a e 23b são possíveis observar os pontos identificados como propensos a movimentação de massa e com problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Sul do município de João Pessoa, sendo um total de 60 pontos sujeitos a esses desastres.

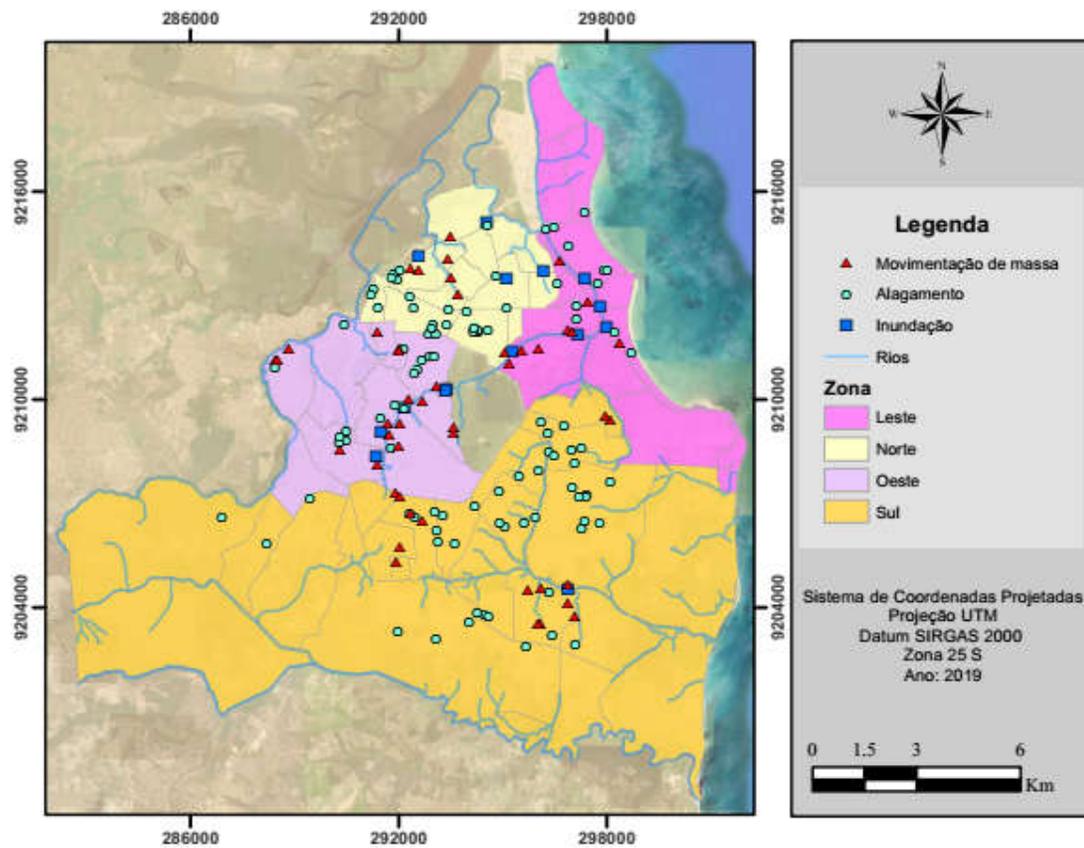
Figura 23 - Pontos sujeitos a movimentação de massa e pontos problemas relacionados a alagamentos e inundações na Zona Sul do município de João Pessoa.



Elaboração: autora. Fontes de dados: AESA, IBGE e Paraíba (2015).

Por fim, a Figura 24 ilustra o total de pontos propensos a alagamentos, inundações e movimentos de massa.

Figura 24 - Locais que apresentam propensão à alagamento, inundação e movimentação de massa nas zonas urbanas do município de João Pessoa.



Elaboração: autora. Fontes de dados: AESA, IBGE e Paraíba (2015).

5.2. Suscetibilidade

Para os resultados da Suscetibilidade foram frisados os seguintes tópicos: os bairros de maior e menor valor de suscetibilidade, os bairros de maior valor em cada zona, o comparativo entre as zonas e os mais frequentes fatores que contribuíram com os altos valores de suscetibilidade. Os resultados médios da suscetibilidade por zona do município e, dentre essas o bairro com o maior valor obtido, estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Suscetibilidade média por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Zona	Nº de bairros	Suscetibilidade Média	Classificação
Leste	16	0,408	Baixa
Norte	13	0,509	Alta
Oeste	8	0,590	Alta
Sul	27	0,437	Média

Elaboração: autora.

O bairro de maior suscetibilidade foi o São José, localizado na Zona Leste do município, com um valor de suscetibilidade de 0,918, classificada como Muito Alta. O bairro foi o único a ter essa classificação na Zona Leste, a qual obteve a menor suscetibilidade média dentre as zonas, atingindo um valor de 0,408, classificada como Baixa.

Tabela 4 - Bairro com maior valor de Suscetibilidade em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Zona	Bairro com maior Suscetibilidade	Valor da Suscetibilidade
Leste	São José	0,918
Norte	Padre Zé	0,726
Oeste	Varjão	0,701
Sul	Grotão	0,747

Elaboração: autora.

A suscetibilidade Muito Alta do bairro São José exerceu grande influência na elevação da média da suscetibilidade da Zona Leste, uma vez que onze dos seus dezesseis bairros obtiveram uma suscetibilidade classificada como Muito Baixa ou Baixa, sendo seis deles na faixa de classificação Muito Baixa (Portal do Sol, Ponta do Seixas, Jardim Oceania, João

Agripino, Cabo Branco e Aeroclube e cinco na classificação de suscetibilidade Baixa (Penha, Bessa, Brisamar, Tambauzinho e Miramar).

Dentre os fatores responsáveis para o bairro São José ter esse alto valor, estão as variáveis: grupos de idade vulnerável; densidade populacional; pessoas sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio; pessoas em situação de pobreza e pessoas sem coleta de lixo. Todas obtiveram valor máximo (1), mostrando que, quando relacionado ao resto do município, esse bairro possui condições precárias e alarmantes em diversos aspectos.

A Zona Norte obteve a segunda maior média de suscetibilidade, atingindo um valor de 0,509, classificada como Alta. Foi nessa zona onde ocorreu o início do povoamento do município de João Pessoa, às margens do Rio Sanhauá, onde estão presentes construções antigas, muitas delas pertencentes ao patrimônio histórico, como é o exemplo do Centro Histórico. Por isso, essa região merece uma atenção especial também devido à fragilidade de suas construções que, pelo estado em que se encontram a maioria delas, podem ser facilmente danificáveis por chuvas extremas. O bairro Padre Zé obteve a maior suscetibilidade da Zona Norte, com um valor de 0,726 (Muito Alta), tendo como principais fatores agravantes os elementos: grupos de idade vulnerável, densidade populacional e pessoas sem coleta de esgoto.

Dentre as zonas, a Zona Oeste atingiu uma maior média de suscetibilidade (0,590), classificada como Alta. Além disso, é também nela onde ocorreu o maior número de bairros com suscetibilidade Muito Alta. Dentre os seus oito bairros, cinco obtiveram essa classificação, são eles: Varjão, Cruz das Armas, Trincheiras, Oitizeiro e Alto do Mateus. Os demais bairros obtiveram classificação Alta ou Média. Portanto, percebe-se que essa zona abriga um aglomerado de bairros suscetíveis. Ou seja, uma grande área que necessita de atenção do poder público de forma que, não sendo facilmente atingível em curto prazo a redução das desigualdades que geram a vulnerabilidade desses bairros, possa pelo menos ser tomadas medidas de prevenção e proteção eficazes para evitar desastres e reduzir os impactos negativos. O bairro Varjão ocupou o posto de maior suscetibilidade, atingindo um valor de 0,701 (Muito Alta), devido, principalmente, aos elementos: grupos de idade vulnerável, densidade populacional e pessoas sem coleta de esgoto, sendo este último de valor máximo (1).

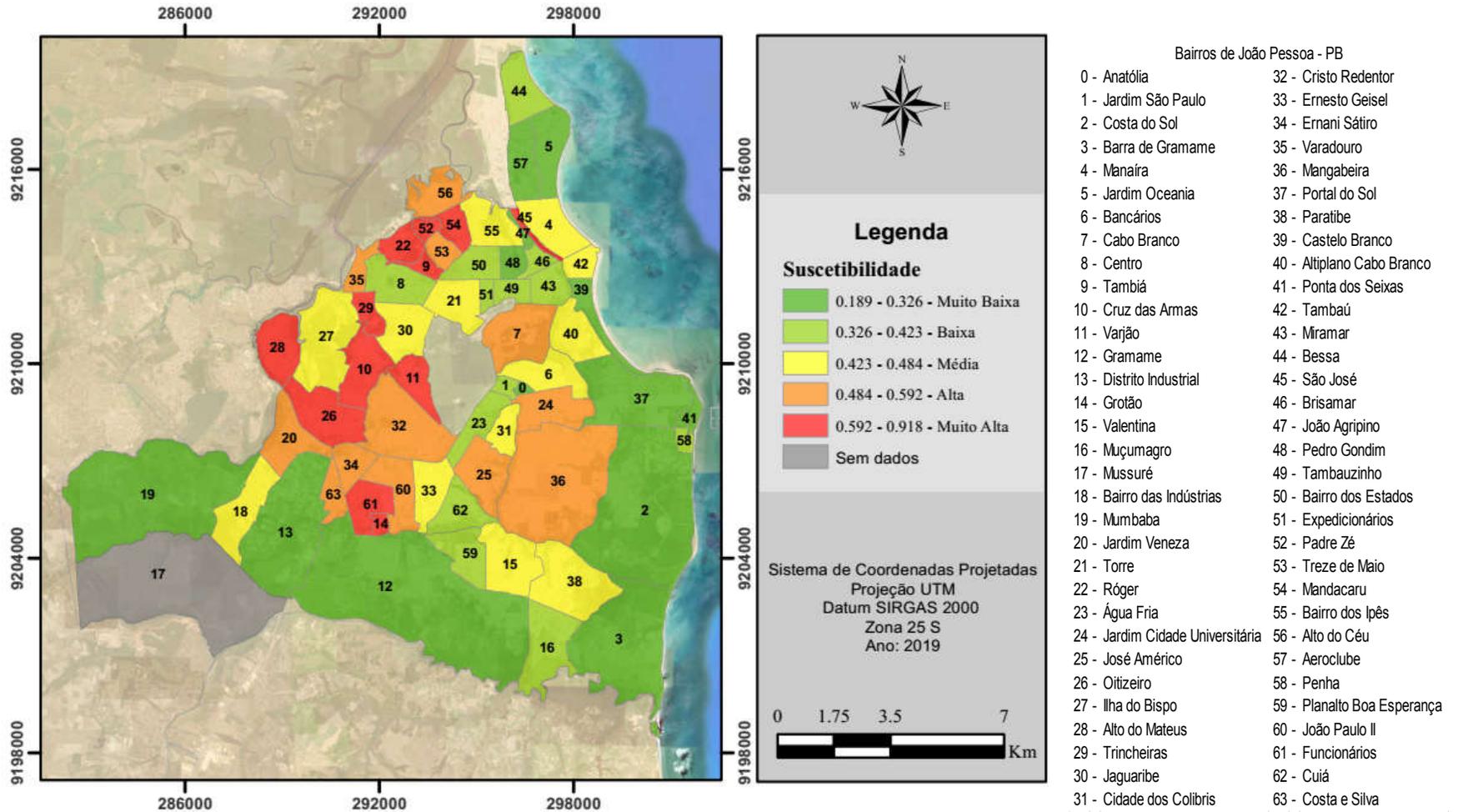
Já a Zona Sul obteve a segunda menor média de suscetibilidade entre seus bairros, com um valor de 0,437 (Média), causada pelos baixos valores de suscetibilidade obtidos nos bairros pouco povoados, com base nos dados do Censo IGBE de 2010. Ressalta-se novamente que essa zona é considerada a de maior expansão urbana atualmente, que teve início basicamente na década de 2000. A população dos seus bairros aumentou consideravelmente desde o censo de

2010, bem como a expansão urbana do município no sentido Sul, devendo receber mais cuidados em relação ao planejamento urbano, para que não sejam criados novos cenários vulneráveis.

O bairro com a menor suscetibilidade na Zona Sul do município foi o de Barra de Gramame, com um valor de 0,189. Esse valor foi devido ao baixo número de habitantes no bairro em relação ao Censo de 2010, juntamente com sua grande área em relação aos demais bairros, o que faz com que sejam encontradas pequenas quantidades de pessoas suscetíveis por área. Isso não quer dizer que, em relação à população total do bairro, não haja uma proporção considerável de habitantes suscetíveis. Vale ressaltar que, entre 2010 e 2020 houve um crescimento populacional considerável neste bairro e nos demais bairros da Zona Sul. O bairro Grotão atingiu o maior valor de suscetibilidade na Zona Sul, equivalente a 0,747, classificada como Muito Alta. Os três fatores que compõem o subindicador Demografia foram os principais causadores deste alto valor: grupos de idade vulnerável, densidade populacional e pessoa responsável pelo domicílio abaixo de 15 e acima de 60 anos.

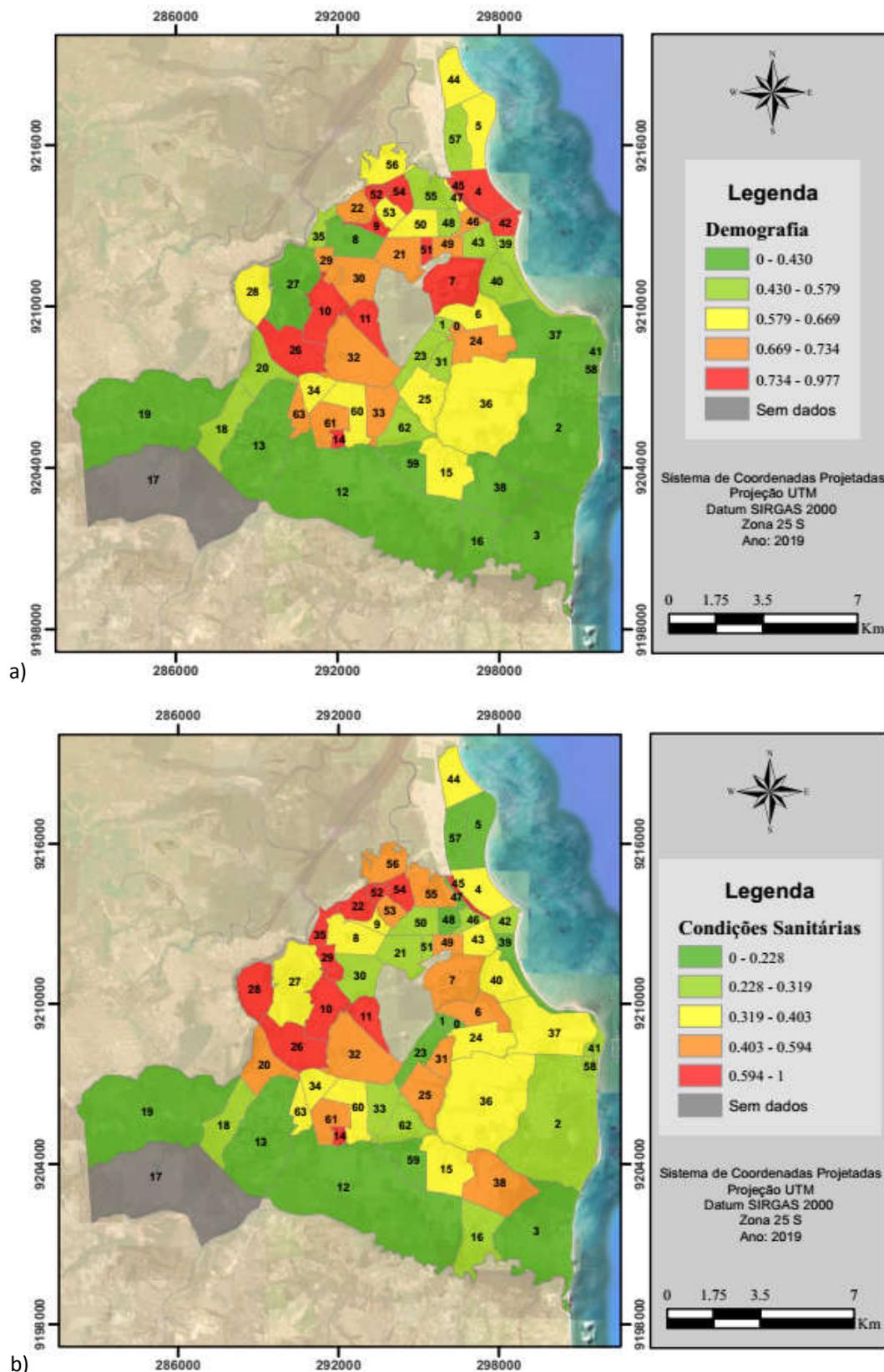
A Figura 25 mostra os resultados obtidos para a Suscetibilidade nos bairros do município de João Pessoa. Nas Figuras 26a, 26b, 26c e 26d, estão apresentados os subindicadores da Suscetibilidade que compuseram este indicador.

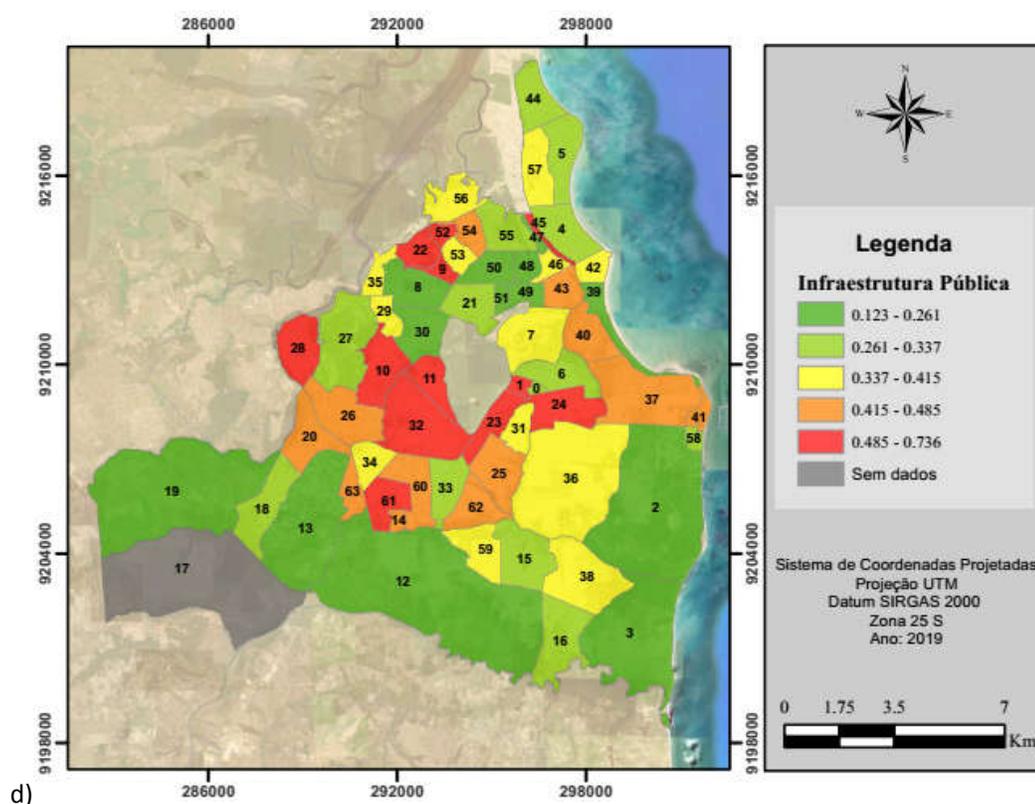
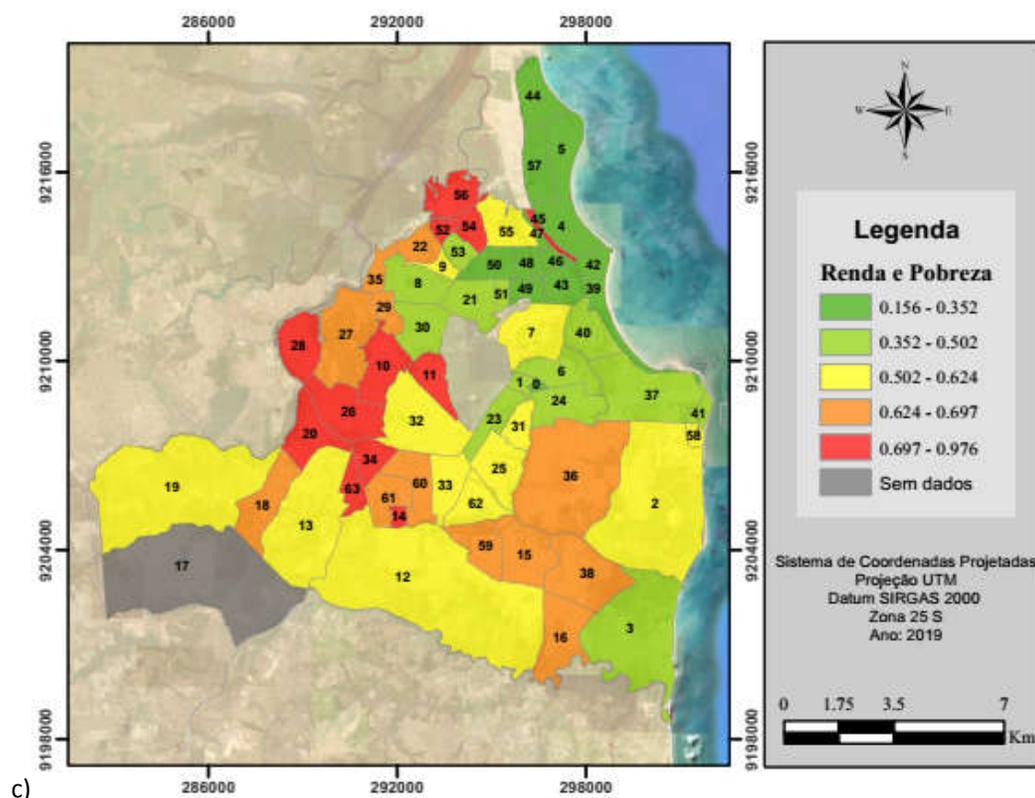
Figura 25 - Suscetibilidade dos bairros do município de João Pessoa



Elaboração: autora. Fontes de dados: IBGE e PMJP.

Figura 26 - Subindicadores da Suscetibilidade nos bairros do município de João Pessoa: a) Demografia; b) Condições Sanitárias; c) Renda e Pobreza; e d) Infraestrutura Pública.





Elaboração: autora. Fontes de dados: IBGE e PMJP.

5.3. Enfrentamento

Para análise dos resultados do Enfrentamento foram comentados os tópicos: os bairros de menor valor de enfrentamento, os bairros de menor valor em cada zona, o comparativo entre as zonas e os mais frequentes fatores que contribuíram com os baixos valores de enfrentamento.

Os bairros com os menores valores obtidos por zona estão apresentados nas Tabela 5.

Tabela 5 - Bairros com menor valor de Enfrentamento em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Zona	Bairro com menor Enfrentamento	Valor do Enfrentamento
Leste	Ponta do Seixas	0,283
Norte	Varadouro	0,193
Oeste	Ilha do Bispo	0,182
Sul	Mussuré	0

Elaboração: autora.

Verifica-se por esses resultados que o bairro de menor enfrentamento foi o de Mussuré, localizado na Zona Sul do município, com um valor de enfrentamento de 0, classificada como Muito Baixa. Como já comentado, esse bairro é pouco povoado e carece de apoios em questão de saúde, uma vez que não possui nenhuma unidade de atendimento de saúde pública, como também não possui centros de apoio como escolas, centros religiosos e centros comunitários. Vale ressaltar que este valor de enfrentamento não levou em consideração o indicador da Cobertura Econômica, uma vez que os dados não estavam disponíveis para esse bairro.

O bairro Ponta do Seixas obteve o menor valor na Zona Leste. Apesar de possuir população com cobertura econômica muito alta, não possui unidades de atendimento de saúde nem centros de apoio em caso de desastre, o que torna a sua população sujeita a maiores danos em caso de um evento extremo.

Já na Zona Norte, o bairro que atingiu menor enfrentamento foi o Varadouro, principalmente devido à carência em unidades de atendimento de saúde públicos. Na Zona Oeste, o bairro Ilha do Bispo foi o que obteve menor valor de enfrentamento, devido à carência em centros de apoio e unidades de atendimento de saúde pública.

Os resultados médios do enfrentamento por zona do município podem ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6 - Enfrentamento médio por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

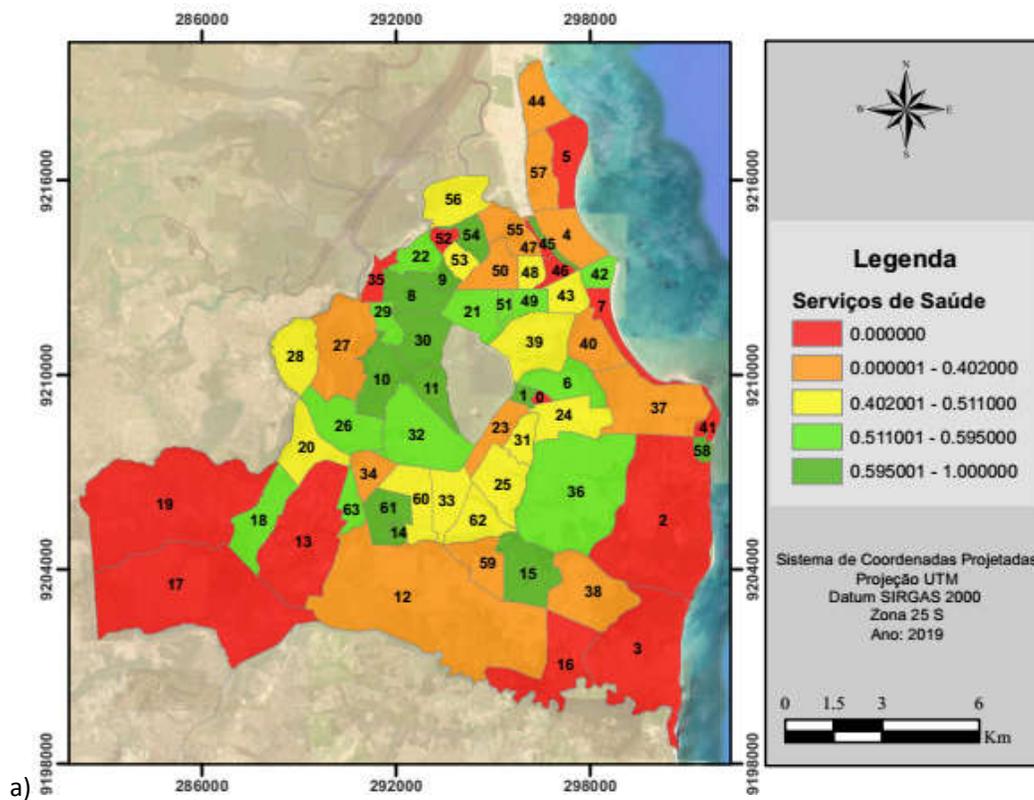
Zona	Nº de bairros	Enfrentamento Médio	Classificação
Leste	16	0,452	Médio
Norte	13	0,451	Médio
Oeste	8	0,406	Médio
Sul	27	0,320	Baixo

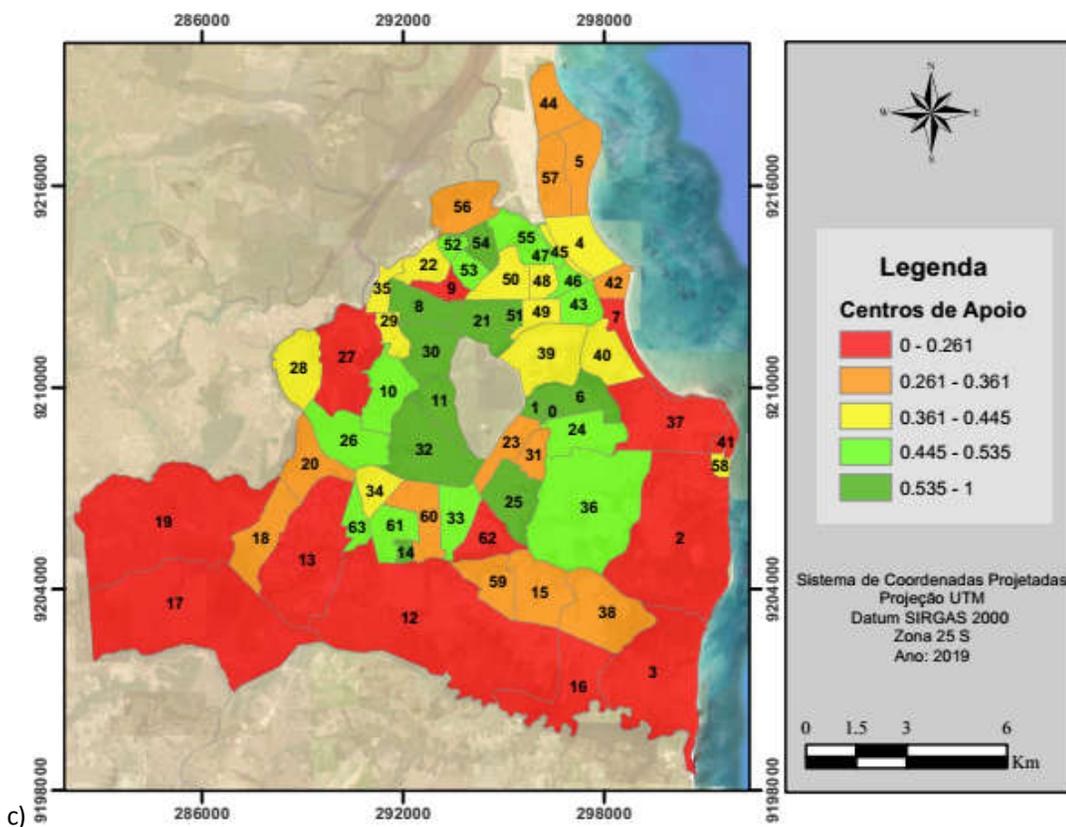
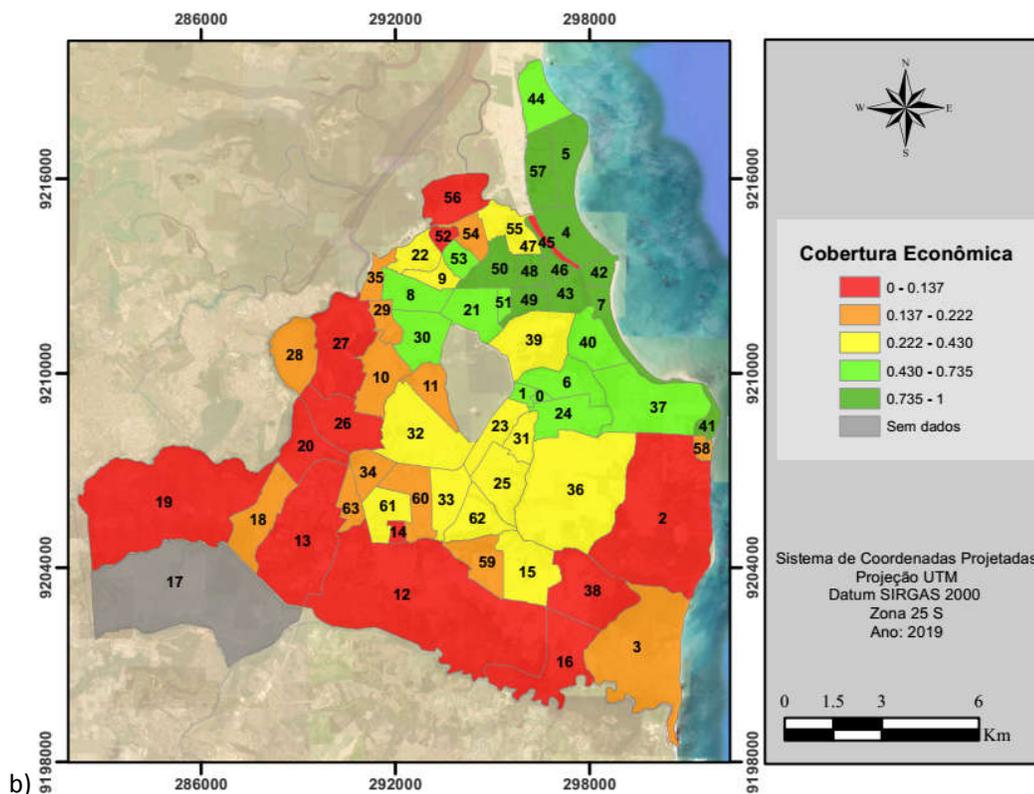
Elaboração: autora.

A zona que obteve o menor enfrentamento foi a Zona Sul. Esta Zona, apesar de ter sido a que mais cresceu nos últimos anos, ainda possui bairros pouco povoados, como é o caso de Gramame, Barra de Gramame, Mussuré e Mumbaba, e que ainda carecem de infraestrutura, unidades de saúde e locais de apoio. É necessário cuidado em relação ao planejamento desses bairros, uma vez que a expansão de João Pessoa está ocorrendo por meio da Zona Sul.

Já a zona que obteve maior enfrentamento foi a Zona Leste, atingindo um valor de 0,452, classificado como Médio. Observou-se que o indicador Cobertura Econômica foi o principal responsável por este valor. É possível observar na Figura 27b a discrepância no quesito de renda familiar dos bairros da Zona Leste, sendo que a maioria dos seus bairros, com exceção do bairro São José, possuem as rendas médias mensais mais elevadas do município.

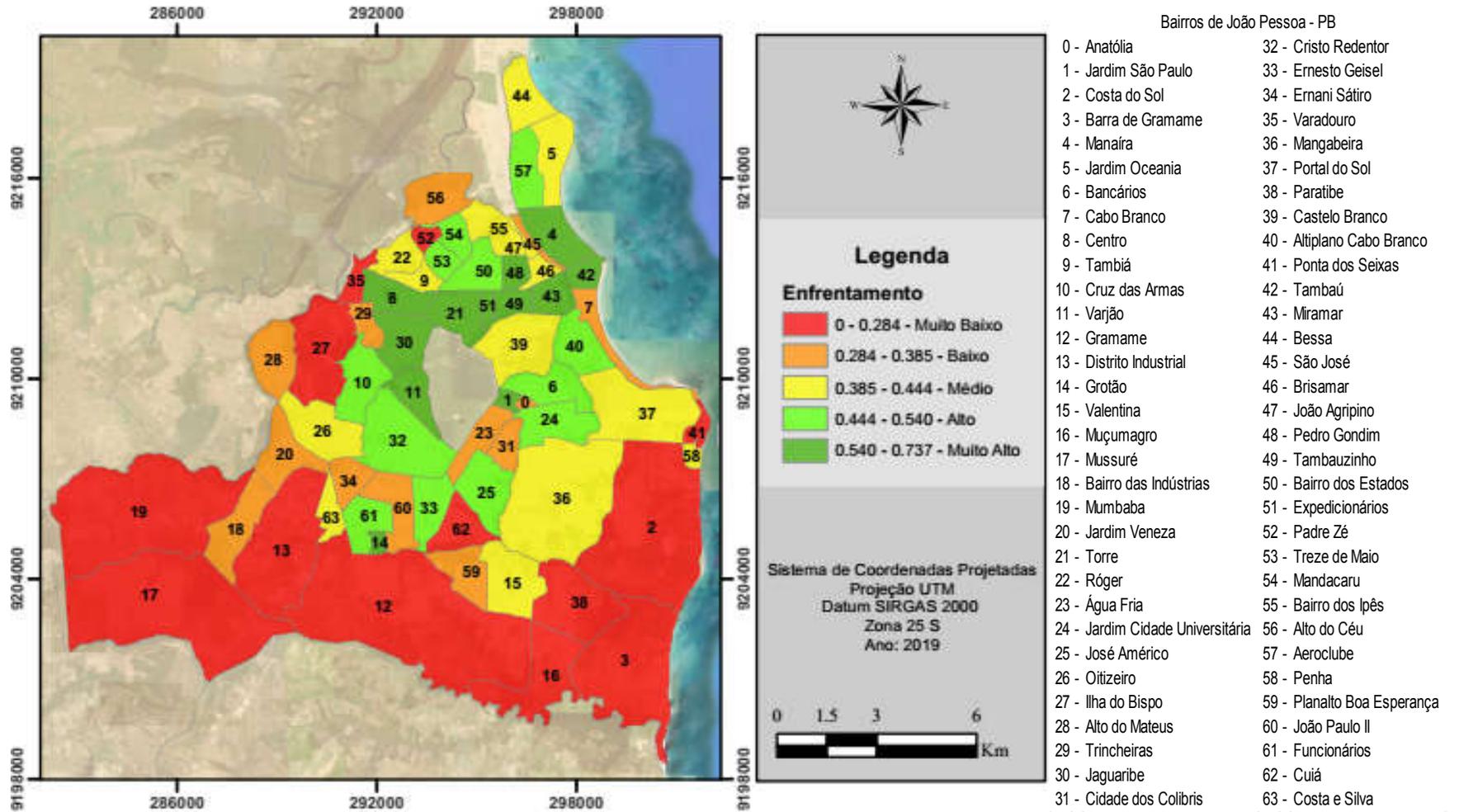
Figura 27 - Subindicadores do Enfrentamento nos bairros de João Pessoa: a) Serviços de Saúde; b) Cobertura Econômica; e c) Centros de Apoio.





Elaboração: autora. Fontes de dados: IBGE e PMJP.

Figura 28 - Índice Enfrentamento dos bairros do município de João Pessoa.



Elaboração: autora. Fontes de dados: IBGE e PMJP.

5.4. Adaptação

A fim de analisar os resultados da Adaptação, abordaram-se os tópicos: os bairros de menor valor de adaptação, os bairros de menor valor em cada zona, o comparativo entre as zonas e os mais frequentes fatores que contribuíram com os baixos valores de adaptação.

Os bairros com os menores valores obtidos por zona estão apresentados nas Tabela 7.

Tabela 7 - Bairros com menor valor de Adaptação em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Zona	Bairro com menor Adaptação	Valor da Adaptação
Leste	São José	0,119
Norte	Alto do Céu	0,265
Oeste	Jardim Veneza	0,303
Sul	Funcionários	0,306

Elaboração: autora.

Mais uma vez o bairro São José, localizado na Zona Leste do município, apresenta o pior valor de um elemento da vulnerabilidade, com um valor de adaptação de 0,119, classificada como Muito Baixa. Isso devido aos baixíssimos valores em educação e condições ambientais.

O bairro Funcionários obteve o menor valor da adaptação na Zona Sul, com o valor de 0,306, classificada como Muito Alta. Já na Zona Norte, o bairro que atingiu a menor adaptação foi o Alto do Céu, com um valor de 0,265, classificada como Muito Alta. Na Zona Oeste, o bairro Jardim Veneza foi o que obteve menor valor.

Os resultados médios do enfrentamento por zona do município podem ser visualizados na Tabela 8.

Tabela 8 - Adaptação média por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Zona	Nº de bairros	Adaptação Média	Classificação
Leste	16	0,533	Alta
Norte	13	0,472	Média
Oeste	8	0,379	Baixa
Sul	27	0,490	Média

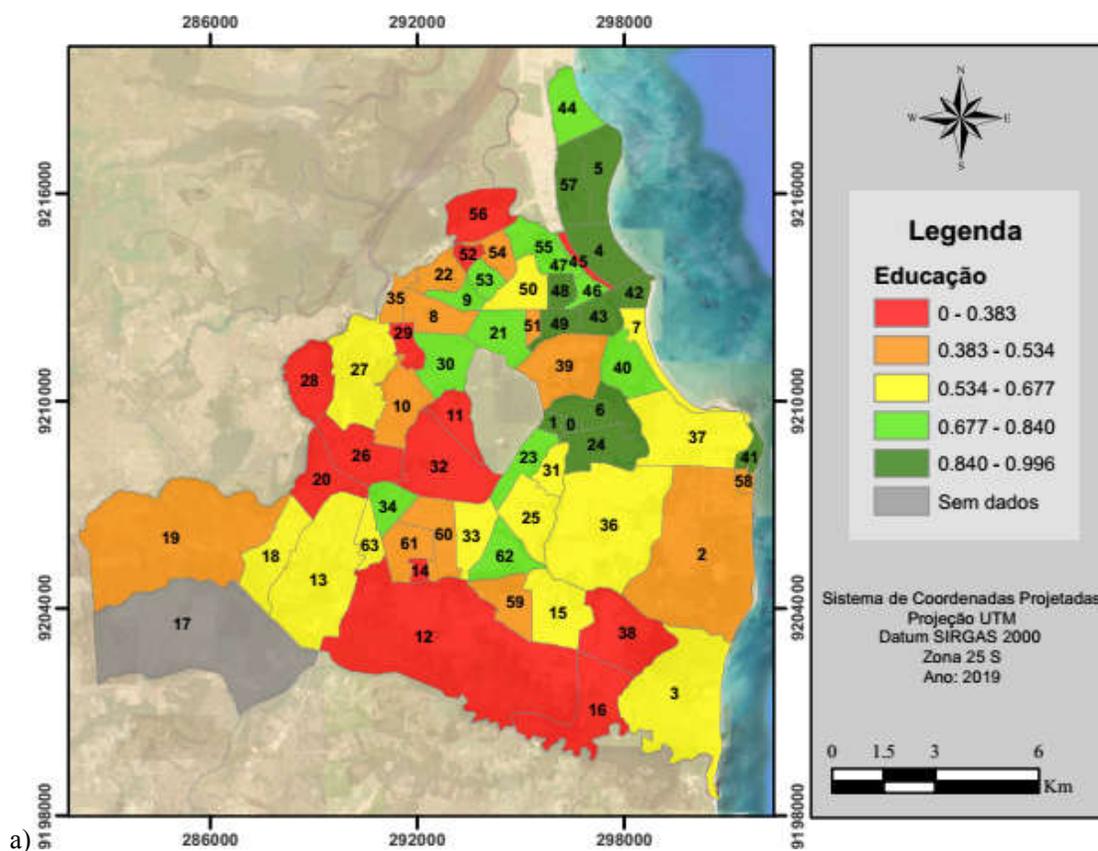
Elaboração: autora.

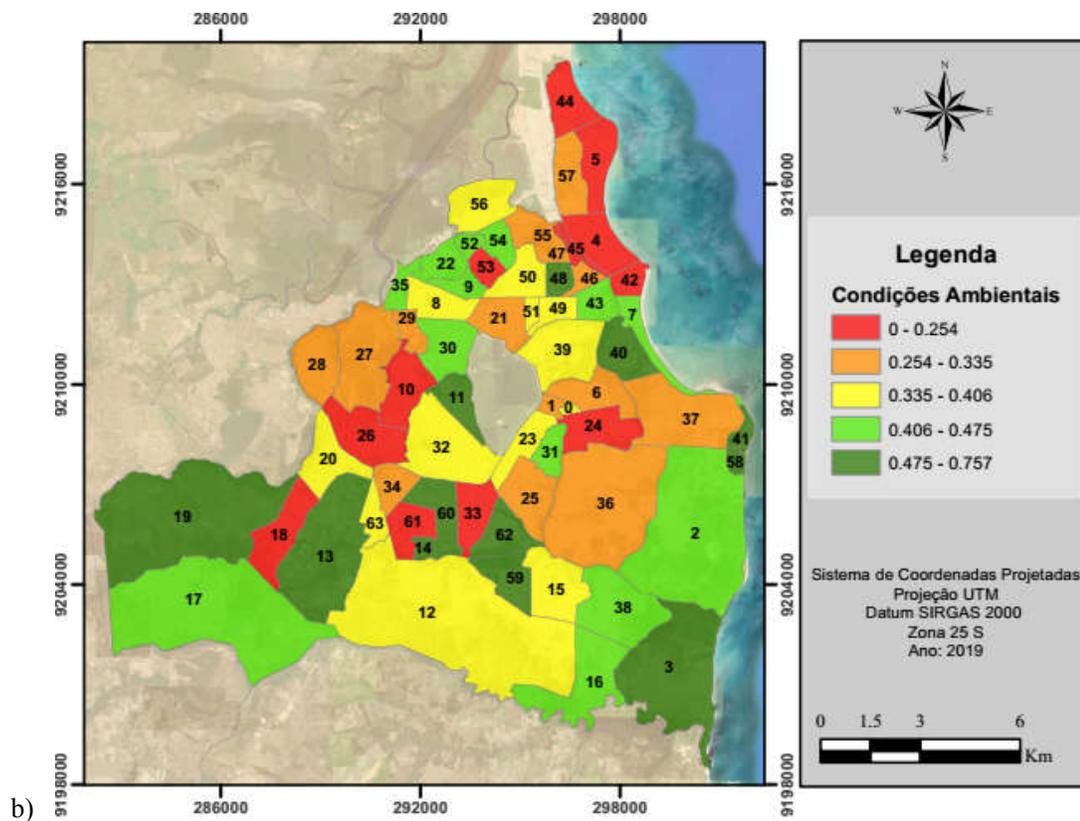
A Zona que obteve a menor adaptação foi a Zona Oeste, com uma média de 0,379, classificada como Baixa. Observou-se que todos os bairros desta zona possuem adaptação Baixa ou Muito Baixa, com exceção apenas do bairro de Jaguaribe, demonstrando, da mesma forma que a suscetibilidade, que a Zona Oeste é um conglomerado de bairros que necessitam de atenção pelo poder público.

Já a Zona que obteve maior adaptação foi a Zona Leste, repetindo o padrão encontrado no enfrentamento, atingindo um valor de 0,533, classificada como Alta. Em relação ao subindicador Educação, observa-se que a Zona Leste se destaca em relação às demais. Novamente é possível observar na Figura 29a a discrepância no subindicador Educação entre o bairro São José (45) e os demais bairros da Zona Leste.

Nas Figuras 29a e 29b pode-se visualizar os valores dos subindicadores Educação e Condições Ambientais para todos os bairros de João Pessoa.

Figura 29 - Subndicadores do elemento Adaptação nos bairros do município de João Pessoa: a) Educação; e b) Condições Ambientais.

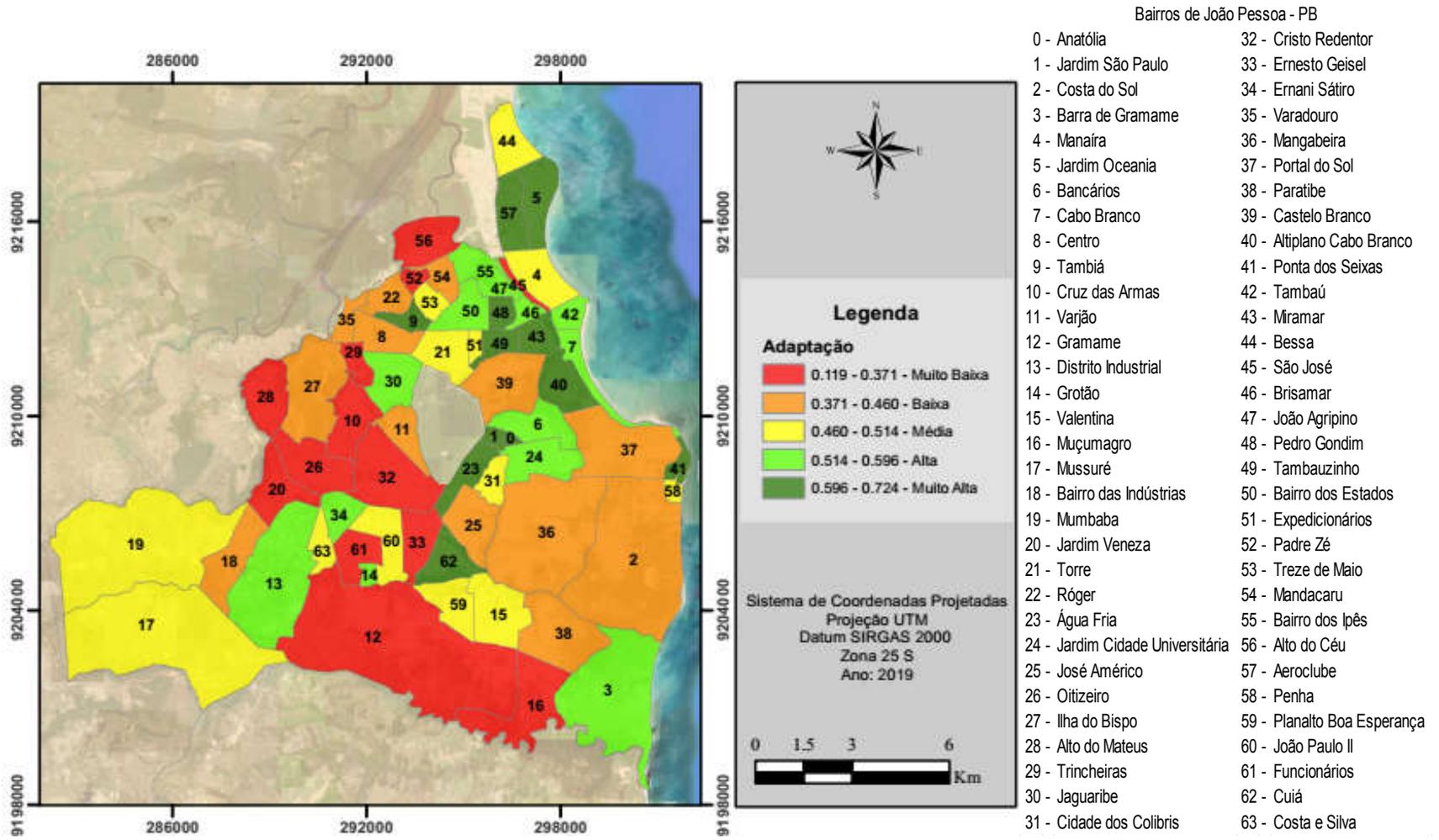




Elaboração: autora. Fontes de dados: IBGE e PMJP.

Por fim, a Figura 30 a seguir mostra os resultados obtidos para a Adaptação dos bairros do município de João Pessoa.

Figura 30 - Adaptação dos bairros do município de João Pessoa



Elaboração: autora. Fontes de dados: IBGE e PMJP

5.5. Índice de vulnerabilidade

Por fim, obteve-se o Índice de Vulnerabilidade. Observa-se que a região localizada a Nordeste do município possui uma tendência de vulnerabilidade baixa ou muito baixa. Dentre eles, podem-se identificar os bairros nobres do município, localizados na Zona Leste, como os bairros do Altiplano Cabo Branco, Cabo Branco, Tambaú, Miramar, Jardim Brisamar, Manaíra, Jardim Oceania, Aeroclube e Bessa.

Porém, é nesta mesma zona que se encontra o bairro com o maior Índice de Vulnerabilidade obtido: o bairro São José, com um valor de 0,816, classificado como Muito Alto. Torna-se claro que há uma enorme divergência entre o bairro São José e os demais bairros pertencentes à Zona Leste, principalmente em aspectos sociais e econômicos.

Este bairro, além de abrigar moradores com carência econômica, é perpassado pelo Rio Jaguaribe, que passa constantemente por inundações em períodos de precipitação intensa, invade as residências da comunidade local e deixa milhares de habitantes desalojados e desabrigados (Figura 31).

Figura 31 - Habitações do bairro São José às margens do Rio Jaguaribe.



Fonte: ALVES, SANTOS e ANDRADE, 2016.

Além disso, diversas habitações foram construídas em encostas, como observado na Figura 32, causando problemas de movimento de massa. Esses problemas são, ainda, agravados pelas atividades de trabalho realizadas pelos moradores do local, como a implantação de

criadouros de animais no alto da encosta, para a qual é realizada a supressão da vegetação e executados cortes indevidos no talude, sobrecarregando ainda mais as encostas (ALVES; SANTOS; ANDRADE, 2016).

Figura 32 - Habitações em encostas no bairro São José.



Foto: Jocélio Araújo dos Santos, 2016.

Observando a Tabela 9, é possível perceber que, dentre as zonas geográficas do município, a Zona Oeste obteve o maior valor para o índice de vulnerabilidade (0,602, Alto), devido principalmente aos subindicadores referentes à suscetibilidade e à adaptação. Observa-se mediante a análise dos pontos propensos à alagamento, inundação e movimento de massa, que a Zona Oeste possui uma grande incidência desses pontos, mostrando que também está exposta a estes desastres.

Observa-se também que a Zona Leste apresentou o menor Índice de Vulnerabilidade (0,474, Baixo), demonstrando, mais uma vez, a discrepância entre o bairro São José e a grande maioria de seus bairros.

Tabela 9 - Índice de Vulnerabilidade médio por zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Zona	Nº de bairros	Índice de Vulnerabilidade Médio	Classificação
Leste	16	0,474	Baixo
Norte	13	0,529	Médio
Oeste	8	0,602	Alto
Sul	27	0,537	Médio

Elaboração: autora.

Com os resultados dos bairros de maior Índice de Vulnerabilidade em cada zona geográfica (Tabela 10), foi possível observar que em todas as zonas geográficas existem bairros com valores muito altos, mostrando que todos eles sofrem, mesmo que em apenas um dos bairros, como o é o caso da Zona Leste com o bairro São José, com áreas de vulnerabilidade excessiva.

Tabela 10 - Bairro com maior Índice de Vulnerabilidade em cada zona do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Zona	Bairro com maior Índice de Vulnerabilidade	Índice de Vulnerabilidade
Leste	São José	0,816
Norte	Alto do Céu	0,667
Oeste	Alto do Mateus	0,660
Sul	Muçumagro	0,639

Elaboração: autora.

Observou-se que os desastres não apenas ocorrem nos bairros de baixo poder socioeconômico. Porém, a marginalização de diversas comunidades em encostas íngremes e margens de rios é visível no município de João Pessoa. Isso faz com que as perdas e os danos ocasionados a estas comunidades sejam expressivamente maiores, uma vez que elas não possuem o suporte e a infraestrutura adequada para enfrentar um evento extremo.

Os resultados obtidos na pesquisa de Almeida (2010) acerca da vulnerabilidade social e ambiental à inundação do rio Marangapinho, na cidade brasileira de Fortaleza, capital do Ceará, mostrou que há uma tendência de as áreas mais expostas aos eventos de inundação serem aquelas ocupadas pela população socioeconomicamente vulnerável. E é exatamente o que se observa que essa tendência também existe no município de João Pessoa. Apesar de ocorrerem em todas as zonas geográficas do município, existe a tendência de as comunidades mais vulneráveis ocuparem os ambientes mais expostos, como é o caso das comunidades do bairro São José.

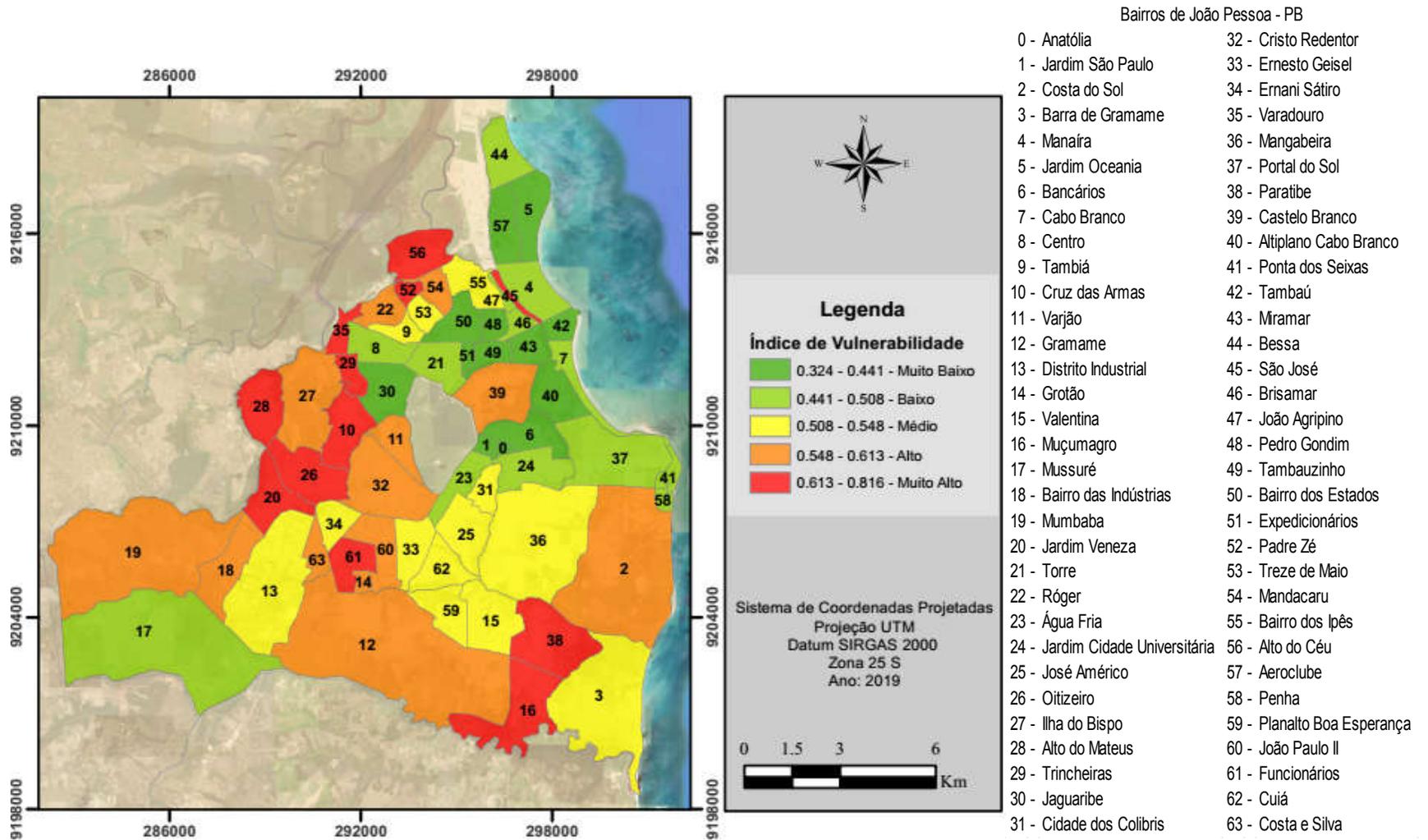
Zanella e Olímpio (2014) concluíram que o município brasileiro de Fortaleza possui uma heterogeneidade em diferentes parcelas de seu território, caracterizando-se por discrepâncias socioambientais e socioespaciais, devido ao seu crescimento urbano com planejamento deficiente. Da mesma forma que Fortaleza, observou-se no presente estudo que João Pessoa apresenta estas discrepâncias em diferentes parcelas do município, e também passou por um processo de crescimento urbano desordenado e com planejamento ineficiente.

Os dois municípios, como muitos outros no Brasil, não estão estruturados para lidar com eventos de grande magnitude.

Outras regiões brasileiras também sofrem com o planejamento ineficiente frente ao acelerado crescimento urbano. No município de Natal, capital do Rio Grande do Norte, no nordeste do Brasil, o acesso desigual à de terrenos urbanos faz com que os mais pobres se instalem em locais impróprios, geralmente ambientalmente frágeis ou sem infraestrutura adequada, reproduzindo um padrão de ocupação urbana caracterizado pela segregação social (ALMEIDA, 2015). Na Região Metropolitana de Maceió, no estado brasileiro de Alagoas, ocorrem diversos desastres no meio urbano relacionados com eventos de precipitação intensa e os impactos têm atingido cada vez mais locais diferentes da região. Isso porque o acelerado processo de expansão urbana com um planejamento ineficiente induz a ocupação indevida de locais ambientalmente frágeis (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Percebe-se a falha no planejamento urbano não só em João Pessoa, mas em muitos municípios brasileiros. Isso proporciona a segregação social e a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis, agravando as consequências dos impactos negativos desencadeados pelos fenômenos naturais. É importante destacar que a urbanização desordenada é a grande causadora das perdas (em mortes ou perdas materiais) em desastres no Brasil, e que os fenômenos naturais apenas revelam os locais onde a vulnerabilidade já é existente. A deficiência na prevenção a desastres no país também é responsável pelos diversos danos e perdas que ocorrem com estes eventos. Na maioria dos casos, a Gestão Pública brasileira age apenas após a ocorrência dos desastres, atuando timidamente em medidas preventivas.

Figura 33 - Índice de Vulnerabilidade dos bairros do município de João Pessoa.



Elaboração: autora. Fonte de dados: IBGE e PMJP.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou a vulnerabilidade a desastres relacionados com fenômenos naturais no município de João Pessoa. A finalidade das análises realizadas neste estudo é a sua utilização pelos gestores municipais, mediante o auxílio nos processos de tomada de decisão, atuando de acordo com as urgências de cada área do município, não apenas nos momentos de precipitação intensa, mas, principalmente, com ações preventivas que possam tornar estes locais mais resilientes aos desastres.

Este estudo, ao utilizar um conceito amplo de vulnerabilidade, pretende contribuir para as tomadas de decisão que tenham como objetivo reduzir os riscos de desastres. Pois, segundo Almeida (2014), operacionalizar o conceito de vulnerabilidade pode auxiliar a identificar áreas prioritárias para investimentos, de forma a aumentar a resiliência das comunidades aparentemente mais propensas a sofrerem danos por desastres devido a sua vulnerabilidade social.

A adaptação do método de Sorg *et al.* (2018) aplicada nesta pesquisa se mostra flexível, podendo ser utilizada e modificada de acordo com os dados disponíveis, em diferentes locais e escalas. Originalmente aplicado em Genova, na Itália, o método baseado em dados censitários utilizava apenas dados do censo do país para compor os indicadores da vulnerabilidade. Porém, neste trabalho, foram utilizados dados além daqueles disponíveis no censo do IBGE, uma vez que os dados existentes relacionados à vulnerabilidade não eram suficientes para tornar a pesquisa abrangente, no sentido de abarcar todos os âmbitos da vulnerabilidade pretendidos: socioeconômicos e ambientais.

A aplicação dos elementos Suscetibilidade, Enfrentamento e Adaptação proporcionou a visão da vulnerabilidade em seus diferentes aspectos, tornando possível o planejamento de uma atuação em diversos âmbitos, sejam eles sociais, econômicos ou ambientais.

O elemento Suscetibilidade ressaltou quais bairros são mais sensíveis nos quesitos individuais fisiológicos, socioeconômicos e infraestruturais. Os resultados mostraram o bairro São José como o mais suscetível, com grande presença de crianças e idosos em uma pequena área, obtendo os piores valores para Condições Sanitárias (em relação à quantidade de pessoas sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio); Renda e Pobreza, com rendas per capita que explanam o nível de pobreza dos indivíduos do bairro; e no quesito Infraestrutura Pública, relacionados às infraestruturas de saneamento. Além disso, pode-se unir essas condições ao fato de que ocorre frequentemente a inundação do Rio Jaguaribe nesta área, além dos movimentos

de massa que também ocorrem na região devido às construções em terrenos inapropriados. Isso prova o quanto os indivíduos desse bairro estão propensos a sofrerem danos e perdas, o quanto as péssimas condições em que a população está inserida pode agravar as consequências dos eventos extremos.

Neste aspecto, também foi possível observar que a Zona Oeste possui a grande maioria de seus bairros com condições preocupantes em relação à Suscetibilidade. Atrelado a isso, essa Zona sofre com diversos problemas em relação aos desastres hidrometeorológicos, contendo diversos pontos diagnosticados com esses problemas. Isto posto, é urgentemente necessária a atuação da gestão pública nesta Zona e, individualmente, no bairro São José.

A utilização do elemento Enfrentamento possibilitou a visualização da situação dos bairros em relação aos recursos existentes para lidar com os momentos de desastre. Neste elemento diversos bairros da Zona Sul, que ainda estão em expansão urbana, foram os que obtiveram os menores índices de enfrentamento, principalmente considerando as unidades de atendimento público de saúde e centros de apoio. Percebe-se que isso se dá pela falta de desenvolvimento urbano dessas áreas. Porém, é necessário o aumento da quantidade de locais de apoio para auxiliar as comunidades locais a fim de auxiliá-los em momentos de desastre, levando em consideração também que esta Zona é a que está em maior expansão do município e, por isso, necessita de um planejamento adequado, a fim de não criar ambientes vulneráveis.

Já o elemento da Adaptação tem a função de proporcionar uma visão da preparação local quanto à prevenção aos desastres. Inicialmente, estava incluso neste elemento o subindicador “Investimentos”, atrelado ao elemento Adaptação, que levava em consideração os investimentos em medidas preventivas a desastres do tipo alagamentos, inundações e movimentos de massa. Porém, os órgãos públicos do município de João Pessoa não disponibilizam estes dados, ou não há uma organização documental do que é realizado. O que estava disponível era apenas uma planilha com os serviços que deveriam ser realizados, mas a grande maioria não foi.

Dentre os serviços que foram executados, como a desocupação das casas mais próximas à margem do rio Jaguaribe no bairro São José e a desocupação e demolição das casas no topo da encosta ao lado da BR-230, no bairro Castelo Branco, foram medidas realizadas após a ocorrência de desastres. Alguns deles ocorreram diversas vezes no mesmo local até que o poder público atuasse para reduzir danos futuros. Assim, percebe-se a ineficiência no quesito prevenção a desastres, uma vez que é preciso que o desastre ocorra e gere diversos danos para que, enfim, sejam tomadas medidas para minimizar os impactos negativos.

Com esses três elementos, o Índice de Vulnerabilidade conseguiu abranger de forma multidisciplinar os diversos âmbitos da vulnerabilidade. Foi possível perceber a grande vulnerabilidade do bairro São José individualmente e da Zona Oeste do município.

Dentre os problemas e dificuldades encontradas, percebeu-se a falta de transparência em relação ao orçamento utilizado pelo poder público em prevenção de desastres, como também em relação aos dados de qualidade da água dos rios, por exemplo. Dados que toda população deveria ter acesso, a fim de tomar os devidos cuidados.

Outra dificuldade encontrada nesta pesquisa foi a indisponibilidade de dados secundários no Brasil, os quais não se sabe se inexistem ou apenas não estão disponíveis, como também a falta de dados mais recentes, fazendo com que a pesquisa precise utilizar dados oficiais defasados, diminuindo a sua eficiência e eficácia.

Para pesquisas futuras, propõe-se que seja feito um estudo ainda mais setorizado, abordando questões como o acesso à informação sobre os riscos de desastres, uma vez que não há dados secundários por bairro acerca do acesso à informação pela população. Além disso, propõe-se a inclusão da abordagem da percepção das comunidades acerca dos riscos, utilizando questionários ou mesmo conversas informais com os moradores. Com isso, seria possível conhecer a maneira com que estes agiriam em um momento de desastre e se suas atitudes proporcionam ou não o aumento dos riscos.

Em estudos mais locais, também poderiam ser incluídos indicadores relacionados às condições construtivas das habitações, a acessibilidade, a presença de doentes crônicos e pessoas com deficiência e a segurança local.

Propõe-se também um estudo envolvendo a vulnerabilidade institucional com maior precisão, estudando de maneira aprofundada a atuação da Defesa Civil municipal e a articulação entre as demais instituições da gestão pública local.

Por fim, propõe-se a realização de um estudo de previsão de crescimento urbano para o município de João Pessoa, a fim de propor medidas de planejamento que minimizem ou até erradiquem a construção de novos ambientes vulneráveis.

REFERÊNCIAS

ACSERALD, H.; MELLO, C. C. D. A.; BEZERRA, G. D. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ALMEIDA, L. Q. Risk Science, Geografy and Climate Change: a brief theoretical contribution. *In*: MENDONÇA, F. **Riscos Climáticos: vulnerabilidades e resiliência associados**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. Cap. 1, p. 11-49.

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidade socioambiental de rios urbanos: bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho região metropolitana de Fortaleza-Ceará**. Tese de doutorado. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 2010. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104309/almeida_lq_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104309/almeida_lq_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidades e riscos socioambientais na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho – CE. *In*: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A. (orgs). **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expresso Gráfica, 2006.

ANDRADE, P. A. F. de; RIBEIRO, E. L.; SILVEIRA, J. A. R. Centralidade urbana na cidade de João Pessoa – PB: uma análise dos usos comerciais e de serviços entre o centro tradicional e o centro seletivo – 1970/ 2006. **Minha Cidade**, São Paulo, ano 09, n. 106.06, Vitruvius, 2009. Disponível em: <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.106/69>. Acesso em: 12 ago. 2019.

ALVES, R. F.; SANTOS, J. A.; ANDRADE, M. N. M. M. Riscos e vulnerabilidade urbana: a produção da moradia em áreas de risco na cidade de João Pessoa (PB). **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, p. 429–440, 2016.

ARAÚJO, L. E; BECKER, C. T; PONTES, A. L. Periodicidade da precipitação pluviométrica no estado da Paraíba. *In*: XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2003, Rio Grande do Sul. Anais II. Santa Maria: RS, 2003. p. 947-948.

BANCO MUNDIAL. **Lidando com perdas: Opções de Proteção Financeira contra Desastres no Brasil**. Washington, 82 p., 2014.

BIRKMANN, J. Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. **Environmental Hazards**, v. 7, n. 1, p. 20–31, 2007.

BIRKMANN, J. First- and second-order adaptation to natural hazards and extreme events in the context of climate change. **Natural Hazards**, v. 58, p. 811–840, 2011.

BIRKMANN, J. *et al.* Framing vulnerability, risk and societal responses: The MOVE framework. **Natural Hazards**, v. 67, n. 2, p. 193–211, 2013.

BIRKMANN, J.; SORG, L.; WELLE, T. Disaster Vulnerability. *In*: POMPELLA, M.; SCORDIS, N. A. (Eds.). **The Palgrave Handbook of Unconventional Risk Transfer**. Stuttgart, Alemanha: [s.n.]. p. 329–355, 2017.

BIRKMANN, J.; WELLE, T. Assessing the risk of loss and damage : exposure, vulnerability and risk to climate-related hazards for different country classifications. **Int. J. Global Warming**, p. 22, 2015.

BIRKMANN, J.; WISNER, B. **Measuring the Un-Measurable: the challenge of Vulnerability**. Bonn: UNU-EHS, 2006.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Gestão de Riscos: Noções Básicas em Proteção e Defesa Civil e em Gestão de Riscos**. Brasília: [s.n.]. 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de Planejamento em Defesa Civil**. [S.I.]. Brasília: [s.n.]. 1999. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/Manual-PLANEJAMENTO-1.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.

BRASI. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental dos Riscos Decorrentes dos Desastres Naturais - Vigidesastre**. Brasília: [s.n.]. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília: [s.n.]. 2005.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria Especial de Políticas Regionais. Departamento de Defesa Civil. **Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 2ª Edição. Brasília: [s.n.]. 1998. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/GLOSSARIO-Dicionario-Defesa-Civil.pdf>. Acesso em: 18 jul. 19.

CANDIDO, D. H. **Inundações no município de Santa Bárbara d'Oeste, SP: condicionantes e impactos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

CARDONA, O. D. Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados privado. *In*: MASKREY, A. (Ed.). **Los Desastres No Son Naturales**. San José: LaRed, 1993. p. 66–81.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastre: Desastres Naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/biblioteca/outros-titulos/manual-de-desastres-desastres-naturais>. Acesso em: 08 out. 2019.

CAVALCANTE, G. P. **Clima e Saúde na cidade de João Pessoa/PB: correlações entre os atributos climáticos e a morbidade hospitalar por doenças isquêmicas do coração.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

CERRI, L. E. S. Riscos geológicos urbanos. *In: CHASSOT, A; CAMPOS, H (Org.). **Ciência da terra e meio ambiente: diálogos para (inter)ações no planeta.** São Leopoldo: Unisinos, 1999.*

CIDADE-BRASIL. Município de João Pessoa. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-joao-pessoa.html>. Acesso em: 13 jun. 2018

CLIMATE-DATA. Dados climáticos para cidades mundiais. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/4983/>. Acesso em: 21 jun. 2018.

CLIMATEMPO. João Pessoa tem 2ª maior chuva em 24h para junho em 38 anos. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2019/06/14/joao-pessoa-tem-2o-maior-chuva-em-24h-para-junho-em-38-anos-5659>. Acesso em: 29 maio 2019.

CRED (Center for Research of the Epidemiology of Disasters). **Poverty and Death: Disaster Mortality 1996-2015.** ONU, 2016. Disponível em http://www.unisdr.org/files/50589_creddisastermortalityallfinalpdf.pdf. Acesso em: 22 set. 2018.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba.** 2004. 155p. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ESPINOZA, V. *et al.* Global Analysis of Climate Change Projection Effects on Atmospheric Rivers. **Geophysical Research Letters**, v. 45, n. 9, p. 4299–4308, 2018.

FILGUEIRA, H. J. A.; NASCIMENTO, A. C. A. V. do; CLEMENTE, J. C.; TARGINO, R. A. Assentamentos espontâneos nas zonas de risco: estudo de caso em João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Cuadernos de vivienda y urbanismo**, v. 2, n. 3. p. 72-91, 2009.

FRANCISCO, P. R. M; MEDEIROS, R.M; SANTOS, D; MATOS, R. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 08, N. 04, p. 1006- 1016, 2015.

G1. Casas são interditadas e demolidas após deslizamento de barreira em João Pessoa. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/06/14/casas-sao-interditadas-e-demolidas-apos-deslizamento-de-barreira-em-joao-pessoa.ghtml>. Acesso em: 15 jan 2020.

G1. Chove em 24 horas 100% do esperado para o mês de fevereiro em João Pessoa, diz Defesa Civil. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/02/13/chove-em-24-horas->

100-do-esperado-para-o-mes-de-fevereiro-em-joao-pessoa-diz-defesa-civil.ghtml. Acesso em: 16 jan. 2020.

G1. João Pessoa registra quase 500 mm de chuvas em quatro dias, diz Defesa Civil. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/06/16/joao-pessoa-registra-quase-500-mm-de-chuvas-em-quatro-dias-diz-defesa-civil.ghtml>. Acesso em: 30 maio 2019.

GLADE, T.; FUCHS, S. Vulnerability assessment in natural hazard and risk analysis : current approaches and future challenges. p. 1969–1975, 2012.

GOERL, R. F.; KOBİYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. *In*: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16, 2005, João Pessoa. **Anais da Associação Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Normais climatológicas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 15 jun. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Banco de Dados Agregados – Território. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/territorio/#/N102>. Acesso em: 18 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades: Panorama de João Pessoa. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>. Acesso em: 11 jun. 2018.

JOÃO PESSOA. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social. **Topografia Social da Cidade de João Pessoa**, 176 p., 2009. Disponível em: www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2012/04/TOPOGRAFIA-SOCIAL-DE-JOAO-PESSOA_2009.pdf. Acesso em: 06 set. 2019.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Plano de ação João Pessoa Sustentável**, 71 p, 2014. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/uep/plano-de-acao-sustentavel/>. Acesso em: 15 jan. 2020.

LAVELL, A. **Sobre la Gestión del Riesgo**: Apuntes hacia una Definición. p. 1–23, 2001.

LAVELL, A.; OPPENHEIMER, M. Climate Change: New Dimensions in Disaster Risk, Exposure, Vulnerability, and Resilience. *In*: FIELD, C. B. *et al.* (Eds.). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [s.l.] A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012. p. 25–64.

LONDE, L. D. R. et al. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. v. XVII, p. 133-152, out-dez 2014. ISSN n. 4.

MATTEDI, M. Dilemas e perspectivas da abordagem sociológica dos desastres naturais. **Tempo Social, revista de sociologia da USP**, v. 29, n. 3, p. 261–285, 2017.

MATTEDI, M. A.; BUTZKE, I. C. A relação entre o Social e o Natural nas abordagens de Hazards e de Desastres. **Ambiente & Sociedade**, v. nº 9, p. 10–21, 2001.

MINERVINO, Aline Costa. **Distribuição de eventos, danos humanos e materiais relacionados com desastres hidrológicos no Brasil, 2010-2014**. 76 f., il. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E. **Impactos socioambientais associados aos desastres naturais em Fortaleza-CE: o exemplo do bairro Parque Genibaú**. p. 19, 2014.

MORAES, I. B. C. M. **Mapeamento digital de áreas suscetíveis a escorregamento na parte continental do município de Angra dos Reis, RJ**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Computação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MOURA, M. D. O. *et al.* Desastres hidrometeorológicos na região Nordeste do Brasil: distribuição espaço - temporal dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública. **Caderno de Geografia**, v. 26, p. 259–271, 2016.

NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITION. (2004). **Talking about disaster: Guide for standard messages**. Washington, D.C. Disponível em www.disastereducation.org/guide.html. Acesso em: 18 set. 2019.

NASCIMENTO, M. O. T. do. **Riscos de deslizamentos e inundações e condições de moradia em aglomerados subnormais na bacia do rio Sanhauá: avaliação e análise integrada**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

OLÍMPIO, J. L. S.; ZANELLA, M. E. Avaliação intermunicipal dos riscos de desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 1, p. 156-176, abril. 2017. ISSN 2179-0892.

OLIVEIRA, J. L. A. **Uma contribuição aos estudos sobre a relação transportes e crescimento urbano: o caso de João Pessoa – PB**. 2006. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Ministério da Saúde. **Desastres Naturais e Saúde no Brasil**. 2ª Edição. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2015. 56p.: il.

PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão de Águas (AESAs). Precipitação máxima nos municípios/postos no ano de 2019. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/?formdate=&produto=municipio&periodo=anual>. Acesso em: 10 nov. 2019.

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: 12 jun. 2018.

PARAÍBA. Secretaria de Educação. Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. Editora Grafset, João Pessoa: 1985. 99 p.

PBAGORA. Comerciantes da Torre na capital tiveram prejuízos com alagamentos. Disponível em: <https://paraibaja.com.br/mais-trabalho-2-joao-apresenta-projeto-de-via-que-ligara-valentina-ii-a-mangabeira/>. Acesso em: 17 jan 2020.

PBAGORA. Comerciantes da Torre na capital tiveram prejuízos com alagamentos. Disponível em: <https://www.pbagora.com.br/noticia/economia/comerciantes-da-torre-na-capital-tiveram-prejuizos-com-alagamentos/>. Acesso em: 16 jan 2020.

PBAGORA. CHUVAS: Semob-JP interrompe trânsito na ladeira do Valentina em JP. Disponível em: <https://www.pbagora.com.br/noticia/paraiba/20180329170508/chuvas-semob-jp-interrompe-transito-na-ladeira-do-valentina-em-jp/>. Acesso em: 16 jan 2020.

PBAGORA. Em JP: protesto contra alagamentos interdita trecho da BR 230. Disponível em: <https://www.pbagora.com.br/noticia/paraiba/trecho-da-br-230-proximo-ao-viaduto-do-oitizeiro-e-interditado-por-manifestantes-em-jp/>. Acesso em: 16 jan 2020.

PERCIVAL, S.; TEEUW, R. A methodology for urban micro-scale coastal flood vulnerability and risk assessment and mapping. **Natural Hazards**, v. 97, n. 1, p. 355–377, 2019.

PEREIRA, M. D. B. *et al.* Avaliação quantitativa das precipitações diárias intensas na cidade de João Pessoa, Paraíba. **Revista Geonorte**, v. 1, p. 921–929, 2012.

PEREIRA, M. D. B.; SILVA, N. T.; MOURA, M. O. Eventos pluviométricos extremos na cidade de João Pessoa : análise dos eventos dos dias 16 e 17 de Abril de 2016. **REGNE**, v. 2, 2016.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: João Pessoa, PB.** Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/joao-pessoa_pb. Acesso em: 10 de ago. 2019.

PORTAL CORREIO. Chuva alaga mais de 10 pontos em JP e deixa carros ilhados. Disponível em: <https://portalcorreio.com.br/chuva-alaga-mais-de-10-pontos-em-jp-e-deixa-carros-ilhados/>. Acesso em: 17 jan. 2020.

ROMERO, G.; MASKREY, A. Como entender los desastres naturales. *In*: MASKREY, A. (Ed.). **Los Desastres No Son Naturales**. San José: LaRed, 1993. p. 6–10.

SCHEUER, S.; HAASE, D.; MEYER, V. Exploring multicriteria flood vulnerability by integrating economic, social and ecological dimensions of flood risk and coping capacity: from a starting point view towards an end point view of vulnerability. **Natural Hazards**, p. 731–751, 2011.

SILVA, A. L. *et al.* Avaliação da precipitação do município de João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, p. 123–136, 2017.

SILVEIRA, J. A. R.; RIBEIRO, E. L.; AMORIM, R. P. L. Percursos, morfologia e sustentabilidade na cidade de João Pessoa PB. **Minha Cidade**, São Paulo, ano 09, n. 098.01, Vitruvius, 2008. Disponível em: <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.098/1878>. Acesso em: 20 ago. 2019.

SORG, L. *et al.* Capturing the multifaceted phenomena of socioeconomic vulnerability. **Natural Hazards**, v. 92, n. 1, p. 257–282, 2018.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. D. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, ABRH/ ed. da UFRGS, 1993.

TUCCI, C. E. M. *et al.* **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; ABRH, 2007.

TUCCI, C.E M.; BERTONI, J.C. (orgs). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Ed. Brasileira de Recursos Hídricos, 471 p., 2003.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: volume Brasil**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais**: volume Paraíba. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012.

UNISDR. **2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction**. Geneva, Suíça: United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR): [s.n.]. Disponível em: www.unisdr.org/publications. Acesso em: 10 jun. 2018.

UNCSO. **Disaster Risk Reduction and Resilience Building**. 2012. [4 p.]. Disponível em: <http://www.uncsd2012.org/content/documents/225ib8.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2019.

UNCSO. **Disaster-resilient Societies – Facts and Figures**. 2012. Disponível em: <http://www.un.org/en/sustainablefuture/disasters.asp#facts>. Acesso em: 17 ago. 2019.

VOJINOVIC, Z. *et al.* Holistic flood risk assessment in coastal areas - the PEARL approach. **11th International Conference on Hydroinformatics**, n. 1, p. 1–8, 2014.

WB, United Nations (UN). **Natural hazards, unnatural disasters: the economics of effective prevention**. Washington DC: WB/UN; 2010.

WILHELMI, O. V.; HAYDEN, M. H. Connecting people and place: A new framework for reducing urban vulnerability to extreme heat. **Environmental Research Letters**, v. 5, n. 1, 2010.

WILSON, B. S. Overrun by averages: An empirical analysis into the consistency of social vulnerability components across multiple scales. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 40, n. August, p. 10, 2019.

ZANELLA, Maria Elisa; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade (orgs). **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expresso Gráfica, 2006.

ZANELLA, M. E.; OLÍMPIO, J. L. S. Impactos pluviais, risco e vulnerabilidades em Fortaleza-CE. In: MENDONÇA, F. **Riscos Climáticos: vulnerabilidades e resiliência associados**. Jundiá: Paco Editorial, 2014. Cap. 4, p. 115-136.

ANEXO I

Tabelas do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) utilizadas

Título das Tabelas:

Tabela 1.378 - População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio.

Tabela 1383 - Taxa de alfabetização das pessoas de 10 anos ou mais de idade por sexo.

Tabela 1.386 - Pessoas de até 10 anos de idade, residentes em domicílios particulares, cuja condição no domicílio não era pensionista, nem empregado(a) doméstico(a) ou seu parente, por existência e tipo de registro de nascimento, segundo a situação do domicílio e as classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita.

Tabela 1.394 - Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio e existência de banheiro ou sanitário e número de banheiros de uso exclusivo do domicílio, segundo o tipo do domicílio, a condição de ocupação e o tipo de esgotamento sanitário.

Tabela 1.398 - Domicílios particulares permanentes e Moradores em domicílios particulares permanentes, cuja condição no domicílio não era pensionista, nem empregado(a) doméstico(a) ou seu parente, por classes de rendimento nominal mensal domiciliar, a situação do domicílio, a existência e número de banheiros de uso exclusivo do domicílio, a principal forma de abastecimento de água, o destino do lixo e a existência de energia elétrica.

Tabela 1.491 - Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes por sexo, grupos de anos de estudo e grupos de idade.

Tabela 3345 - Domicílios particulares permanentes, total e com rendimento domiciliar, Valor do rendimento nominal médio mensal e Valor do rendimento nominal mediano mensal dos domicílios particulares permanentes, total e com rendimento domiciliar, por situação do domicílio e classes de rendimento nominal mensal domiciliar - Universo 2010.

ANEXO II

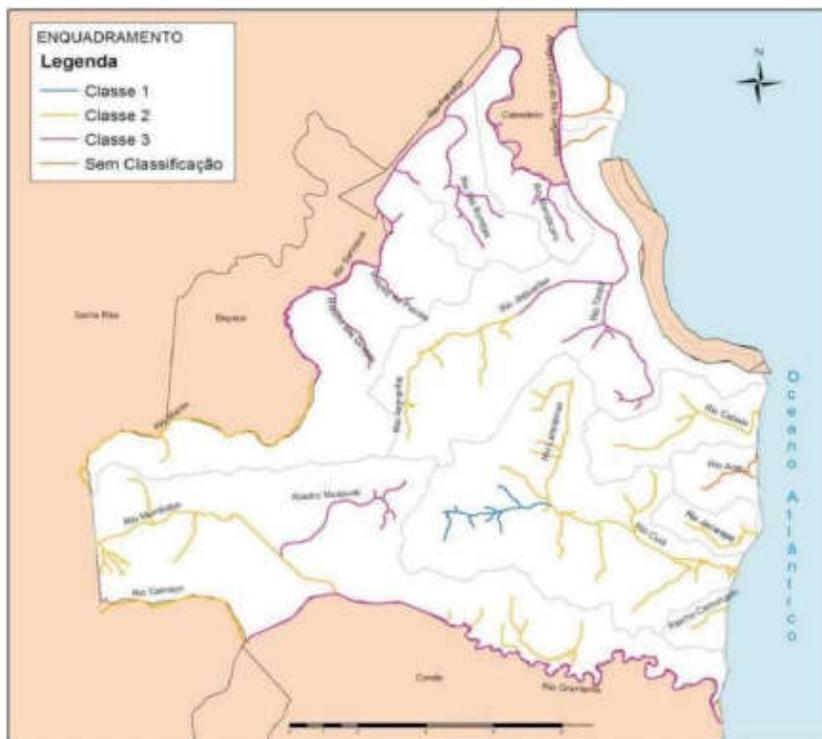
Dados necessários ao cálculo do indicador Condições Ambientais.

Quadro 4 - Enquadramento dos rios do município de João Pessoa em classes de uso.

Rios	Enquadramento	
	Classe 2 (da nascente até o açude Marés)	Classe 3 (a jusante da barragem Marés até a seção de afluição do riacho do Meio)
Marés	Classe 2 (da nascente até o açude Marés)	Classe 3 (a jusante da barragem Marés até a seção de afluição do riacho do Meio)
Sanhauá	Classe 3	-
Paraíba	Classe 3	-
Bomba	Classe 3	-
Mandacarú	Classe 3	-
Jaguaribe (antigo curso)	Classe 3	-
Jaguaribe	Classe 2 (da nascente até a barragem do açude Buraquinho)	Classe 3 (a jusante da barragem Buraquinho até a seção de deságue no rio Mandacarú)
Gramame	Classe 3	-
Camarupim	Classe 2	-
Cuiá	Classe 1 (da nascente até a confluência com o rio Laranjeiras)	Classe 2 (do encontro com o rio Laranjeiras até a sua foz)
Jacarapé	Classe 2	-
Aratu	Não classificado	-
Cabelo	Classe 2	-

Fonte: João Pessoa, 2015.

Figura 34 - Mapa dos rios do município de João Pessoa com suas respectivas classes de enquadramento de uso.



Fonte: João Pessoa, 2015.

APÊNDICE

Tabela 11 - Quantidades obtidas para cada fator da suscetibilidade, por bairro.

Bairro	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
Aeroclube	800	4688.166	220	0	135	392	1973	720	15
Água Fria	1453	3975.133	568	2	329	718	2328	1569	4
Altiplano	1021	2410.767	390	57	393	1031	4723	545	53
Alto do Céu	2700	6563.199	736	124	4231	8944	3572	73	197
Alto do Mateus	2623	6386.588	811	291	3193	7315	15369	403	536
Anatólia	215	6720.485	94	0	41	50	10	157	0
Bairro das Indústrias	1362	3144.987	376	27	1658	3916	8041	50	37
Bairro dos Estados	1919	4942.971	830	11	96	236	39	256	0
Bairro dos Ipês	1646	4262.595	557	114	1151	2604	1873	124	45
Bancários	1922	5418.175	685	67	998	2407	1212	450	15
Barra de Gramame	71	39.67784	20	5	56	166	308	306	74
Bessa	2126	6416.173	811	35	538	1335	5094	52	6
Brisamar	871	7335.286	429	8	277	388	67	745	0
Cabo Branco	1787	2340.922	919	17	150	352	263	307	4
Castelo Branco	2251	8477.985	958	76	1010	2984	1711	148	68
Centro	913	1599.045	453	63	291	641	84	369	7
Cidade dos Colibris	614	3776.012	125	31	533	1296	4015	169	2
Costa do Sol	1066	631.38	238	113	1177	3201	7512	516	254
Costa e Silva	1514	8213.966	527	22	1474	3406	7913	19	11
Cristo Redentor	6623	7680.514	2255	380	5461	12946	14303	453	713
Cruz das Armas	4968	10243.41	1936	284	4118	10128	10616	152	462
Cuiá	927	3632.858	217	20	334	1120	5465	218	44
Distrito Industrial	304	241.09	69	38	416	964	1792	65	139
Ernâni Sátiro	1524	6676.382	581	18	883	2794	5517	10	30
Ernesto Geisel	2538	7443.161	967	14	576	2208	3413	150	0
Expedicionários	785	9078.595	365	3	182	466	61	157	0
Funcionários II	2337	9143.995	742	112	1803	5105	14928	66	233
Gramame	3657	1175.932	669	54	4551	11597	19621	185	92
Grotão	1112	18305.5	416	36	1270	3119	1898	5	25
Ilha do Bispo	1400	1658.773	444	133	2772	4700	6153	62	173
Jaguaribe	3368	6194.954	1487	20	873	2530	977	373	1
Jardim Cidade Universitária	2987	8836.152	999	49	687	1825	8622	2445	18
Jardim Oceania	2707	6702.161	1183	0	252	464	3268	295	4
Jardim São Paulo	569	1183.804	212	0	226	461	422	525	7
Jardim Veneza	2080	5289.9	611	96	2944	6461	12105	61	85
João Agripino	282	5125.709	130	0	24	97	7	62	0
João Paulo II	2294	6935.777	564	57	2347	5710	10526	168	53
José Américo	2565	6360.906	753	73	1631	4350	15181	266	57

Manaíra	5295	11465.46	2485	38	770	1618	2157	892	0
Mandacaru	2263	12196.4	820	131	1822	4887	4235	103	60
Mangabeira	11307	7276.856	3781	208	5538	19645	19428	1568	358
Miramar	1711	71.19394	722	31	604	1311	593	1949	0
Muçumagro	957	1875.622	238	34	1362	3033	6075	71	9
Mumbaba	1209	567.8658	277	9	1352	3789	7613	20	9
Mussuré	-	-	-	0	0	0			
Oitizeiro	5515	9275.689	2038	283	5199	12629	21436	116	149
Padre Zé	1237	15053.65	382	62	1171	3122	3316	12	50
Paratibe	1811	2851.096	399	386	2484	5451	7976	387	126
Pedro Gondim	763	435.5021	379	1	65	162	280	18	0
Penha	122	1988.107	43	3	141	334	728	42	0
Planalto da Boa Esperança	959	3055.422	249	6	712	2021	5999	95	10
Ponta do Seixas	83	807.468	29	6	7	58	395	395	5
Portal do Sol	593	770.8451	174	90	410	953	4031	2194	162
Róger	1837	8826.615	710	306	1518	3906	3262	203	163
São José	1186	20233.56	299	148	2124	4007	2283	38	331
Tambaú	2204	12007.59	1105	11	313	594	429	374	5
Tambauzinho	1124	6228.881	503	27	195	578	123	56	0
Tambiá	492	15823.07	187	3	175	516	552	147	4
Torre	3321	7088.515	1516	26	783	2574	493	373	13
Treze de maio	1679	991.5884	748	54	552	1454	725	126	63
Trincheiras	1335	7640.919	468	239	1451	3187	1433	61	40
Valentina Figueiredo	3474	7150.747	1265	46	1692	5715	3062	53	360
Varadouro	682	449.7332	302	163	555	1383	1138	87	29
Varjão	3037	11031.93	1088	259	2947	7618	15165	22	129

Legenda

1 Demografia

- 1.1 Grupos de idade vulnerável (menos de 5 anos e mais de 60 anos de idade)
- 1.2 Densidade Populacional
- 1.3 Pessoa responsável pelo domicílio abaixo de 15 e acima de 60 anos

2 Condições sanitárias

- 2.1 Pessoas sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio

3 Renda e Pobreza

- 3.1 Pessoas em situação de pobreza (Rendimento mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo)
- 3.2 Pessoas com rendimento mensal domiciliar per capita acima de 5 salários mínimos - relação inversa

4 Infraestrutura Pública

- 4.1 Moradores de domicílio sem acesso à rede de coleta de esgoto
- 4.2 Moradores de domicílio sem acesso à rede de abastecimento de água
- 4.3 Moradores de domicílio sem acesso ao serviço municipal de coleta de resíduos sólidos

Tabela 12 - Quantidades por área obtidas para cada fator da suscetibilidade, por bairro.

Bairro	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
Aeroclube	388.7	4688.2	106.9	0.0	65.6	190.5	958.6	349.8	7.3
Água Fria	921.3	3975.1	360.2	1.3	208.6	455.3	1476.2	994.9	2.5
Altiplano	470.4	2410.8	179.7	26.3	181.0	475.0	2175.8	251.1	24.4
Alto do Céu	1070.3	6563.2	291.8	49.2	1677.2	3545.4	1415.9	28.9	78.1
Alto do Mateus	1028.9	6386.6	318.1	114.2	1252.5	2869.5	6028.8	158.1	210.3
Anatólia	1243.5	6720.5	543.7	0.0	237.1	289.2	57.8	908.0	0.0
Bairro das Indústrias	491.7	3145.0	135.7	9.7	598.5	1413.7	2902.8	18.0	13.4
Bairro dos Estados	1271.9	4943.0	550.1	7.3	63.6	156.4	25.8	169.7	0.0
Bairro dos Ipês	769.2	4262.6	260.3	53.3	537.9	1216.9	875.3	57.9	21.0
Bancários	877.8	5418.2	312.9	30.6	455.8	1099.3	553.6	205.5	6.9
Barra de Gramame	8.1	39.7	2.3	0.6	6.4	19.0	35.2	35.0	8.5
Bessa	1041.6	6416.2	397.3	17.1	263.6	654.1	2495.7	25.5	2.9
Brisamar	1497.0	7335.3	737.3	13.7	476.1	666.8	115.2	1280.4	0.0
Cabo Branco	529.1	2340.9	272.1	5.0	44.4	104.2	77.9	90.9	1.2
Castelo Branco	1639.2	8478.0	697.6	55.3	735.5	2173.0	1246.0	107.8	49.5
Centro	400.6	1599.0	198.8	27.6	127.7	281.3	36.9	161.9	3.1
Cidade dos Colibris	566.2	3776.0	115.3	28.6	491.5	1195.0	3702.2	155.8	1.8
Costa do Sol	80.7	631.4	18.0	8.6	89.1	242.3	568.6	39.1	19.2
Costa e Silva	1515.1	8214.0	527.4	22.0	1475.1	3408.5	7918.8	19.0	11.0
Cristo Redentor	1355.1	7680.5	461.4	77.8	1117.4	2648.8	2926.5	92.7	145.9
Cruz das Armas	1991.8	10243.4	776.2	113.9	1651.0	4060.6	4256.3	60.9	185.2
Cuiá	485.0	3632.9	113.5	10.5	174.7	585.9	2859.1	114.0	23.0
Distrito Industrial	38.8	241.1	8.8	4.9	53.1	123.2	229.0	8.3	17.8
Ernâni Sátiro	1177.5	6676.4	448.9	13.9	682.2	2158.8	4262.7	7.7	23.2
Ernesto Geisel	1331.8	7443.2	507.4	7.3	302.3	1158.7	1791.0	78.7	0.0
Expedicionários	1966.0	9078.6	914.1	7.5	455.8	1167.1	152.8	393.2	0.0
Funcionários II	1348.4	9144.0	428.1	64.6	1040.3	2945.5	8613.2	38.1	134.4
Gramame	176.5	1175.9	32.3	2.6	219.6	559.6	946.7	8.9	4.4
Grotão	3305.0	18305.5	1236.4	107.0	3774.6	9270.1	5641.1	14.9	74.3
Ilha do Bispo	290.8	1658.8	92.2	27.6	575.8	976.2	1278.0	12.9	35.9
Jaguaribe	1424.1	6195.0	628.8	8.5	369.1	1069.8	413.1	157.7	0.4
Jardim Cidade Universitária	1231.9	8836.2	412.0	20.2	283.3	752.7	3555.9	1008.4	7.4
Jardim Oceania	1187.1	6702.2	518.8	0.0	110.5	203.5	1433.1	129.4	1.8
Jardim São Paulo	1480.4	1183.8	551.6	0.0	588.0	1199.4	1097.9	1365.9	18.2
Jardim Veneza	858.8	5289.9	252.3	39.6	1215.5	2667.7	4998.0	25.2	35.1
João Agripino	1245.0	5125.7	573.9	0.0	106.0	428.2	30.9	273.7	0.0

João Paulo II	1030.1	6935.8	253.3	25.6	1053.9	2564.0	4726.5	75.4	23.8
José Américo	1002.9	6360.9	294.4	28.5	637.7	1700.8	5935.5	104.0	22.3
Manaira	2302.3	11465.5	1080.5	16.5	334.8	703.5	937.9	387.8	0.0
Mandacaru	2191.7	12196.4	794.2	126.9	1764.6	4733.1	4101.6	99.8	58.1
Mangabeira	1082.8	7276.9	362.1	19.9	530.3	1881.3	1860.5	150.2	34.3
Miramar	1282.2	71.2	541.1	23.2	452.6	982.5	444.4	1460.6	0.0
Muçumagro	286.0	1875.6	71.1	10.2	407.0	906.4	1815.6	21.2	2.7
Mumbaba	86.6	567.9	19.8	0.6	96.9	271.5	545.4	1.4	0.6
Mussurú	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oitizeiro	1756.4	9275.7	649.1	90.1	1655.8	4022.1	6826.9	36.9	47.5
Padre Zé	2673.9	15053.7	825.7	134.0	2531.3	6748.6	7168.0	25.9	108.1
Paratibe	416.5	2851.1	91.8	88.8	571.3	1253.7	1834.5	89.0	29.0
Pedro Gondim	989.0	435.5	491.2	1.3	84.2	210.0	362.9	23.3	0.0
Penha	314.2	1988.1	110.7	7.7	363.1	860.1	1874.8	108.2	0.0
Planalto da Boa Esperança	471.6	3055.4	122.5	3.0	350.1	993.9	2950.2	46.7	4.9
Ponta do Seixas	141.4	807.5	49.4	10.2	11.9	98.8	672.9	672.9	8.5
Portal do Sol	110.5	770.8	32.4	16.8	76.4	177.6	751.3	408.9	30.2
Róger	1561.9	8826.6	603.7	260.2	1290.7	3321.1	2773.6	172.6	138.6
São José	3390.4	20233.6	854.7	423.1	6071.8	11454.6	6526.3	108.6	946.2
Tambáú	2604.0	12007.6	1305.6	13.0	369.8	701.8	506.9	441.9	5.9
Tambauzinho	1419.6	6228.9	635.3	34.1	246.3	730.0	155.3	70.7	0.0
Tambiá	3063.7	15823.1	1164.5	18.7	1089.7	3213.2	3437.4	915.4	24.9
Torre	1549.5	7088.5	707.3	12.1	365.3	1200.9	230.0	174.0	6.1
Treze de maio	2145.5	991.6	955.8	69.0	705.4	1858.0	926.4	161.0	80.5
Trincheiras	1458.3	7640.9	511.2	261.1	1585.0	3481.3	1565.3	66.6	43.7
Valentina Figueiredo	1106.4	7150.7	402.9	14.7	538.9	1820.2	975.2	16.9	114.7
Varadouro	824.5	449.7	365.1	197.1	671.0	1672.0	1375.8	105.2	35.1
Varjão	1974.0	11031.9	707.2	168.3	1915.5	4951.5	9856.8	14.3	83.8

Legenda

1 Demografia

- 1.1 Grupos de idade vulnerável (menos de 5 anos e mais de 60 anos de idade)
- 1.2 Densidade Populacional
- 1.3 Pessoa responsável pelo domicílio abaixo de 15 e acima de 60 anos

2 Condições sanitárias

- 2.1 Pessoas sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio

3 Renda e Pobreza

- 3.1 Pessoas em situação de pobreza (Rendimento mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo)
- 3.2 Pessoas com rendimento mensal domiciliar per capita acima de 5 salários mínimos - relação inversa

4 Infraestrutura Pública

- 4.1 Moradores de domicílio sem acesso à rede de coleta de esgoto

4.2 Moradores de domicílio sem acesso à rede de abastecimento de água

4.3 Moradores de domicílio sem acesso ao serviço municipal de coleta de resíduos sólidos

Tabela 13 - Valores normalizados para utilização no cálculo da Suscetibilidade de cada bairro.

Bairro	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
Aeroclube	0.41	0.56	0.36	0.00	0.13	0.16	0.37	0.58	0.20
Água Fria	0.59	0.52	0.60	0.14	0.25	0.25	0.46	0.87	0.14
Altiplano	0.44	0.42	0.45	0.40	0.23	0.26	0.54	0.51	0.30
Alto do Céu	0.63	0.64	0.55	0.49	0.61	0.63	0.45	0.19	0.44
Alto do Mateus	0.62	0.64	0.57	0.65	0.54	0.58	0.82	0.42	0.61
Anatólia	0.67	0.65	0.71	0.00	0.26	0.20	0.05	0.84	0.00
Bairro das Indústrias	0.45	0.47	0.40	0.28	0.40	0.43	0.61	0.15	0.24
Bairro dos Estados	0.68	0.57	0.72	0.26	0.13	0.14	0.00	0.43	0.00
Bairro dos Ipês	0.55	0.54	0.53	0.50	0.38	0.40	0.36	0.27	0.28
Bancários	0.58	0.59	0.57	0.42	0.36	0.39	0.28	0.47	0.19
Barra de Gramame	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.02	0.21	0.21
Bessa	0.62	0.64	0.63	0.34	0.28	0.30	0.57	0.18	0.15
Brisamar	0.72	0.67	0.80	0.32	0.36	0.31	0.10	0.95	0.00
Cabo Branco	0.47	0.41	0.54	0.23	0.10	0.10	0.07	0.33	0.11
Castelo Branco	0.75	0.71	0.79	0.51	0.44	0.52	0.42	0.36	0.37
Centro	0.41	0.35	0.47	0.40	0.19	0.20	0.02	0.42	0.15
Cidade dos Colibris	0.48	0.51	0.37	0.41	0.37	0.40	0.68	0.42	0.12
Costa do Sol	0.18	0.22	0.14	0.27	0.16	0.18	0.29	0.22	0.27
Costa e Silva	0.73	0.70	0.70	0.37	0.58	0.62	0.92	0.15	0.23
Cristo Redentor	0.70	0.68	0.67	0.57	0.52	0.56	0.61	0.33	0.54
Cruz das Armas	0.81	0.77	0.82	0.65	0.61	0.67	0.72	0.27	0.58
Cuiá	0.45	0.50	0.37	0.29	0.23	0.29	0.61	0.36	0.29
Distrito Industrial	0.11	0.12	0.08	0.23	0.12	0.12	0.17	0.09	0.27
Ernâni Sátiro	0.66	0.65	0.66	0.32	0.42	0.52	0.72	0.08	0.29
Ernesto Geisel	0.69	0.68	0.69	0.26	0.30	0.39	0.50	0.31	0.00
Expedicionários	0.81	0.73	0.87	0.26	0.36	0.40	0.13	0.61	0.00
Funcionários II	0.69	0.73	0.65	0.53	0.51	0.59	0.95	0.22	0.52
Gramame	0.28	0.30	0.19	0.18	0.25	0.28	0.37	0.09	0.17
Grotão	0.99	0.96	0.98	0.63	0.84	0.92	0.80	0.13	0.43
Ilha do Bispo	0.35	0.35	0.33	0.40	0.39	0.36	0.43	0.12	0.34
Jaguaribe	0.71	0.63	0.75	0.27	0.32	0.38	0.24	0.42	0.08
Jardim Cidade Universitária	0.67	0.72	0.64	0.36	0.29	0.32	0.67	0.87	0.20
Jardim Oceania	0.66	0.65	0.70	0.00	0.18	0.16	0.45	0.38	0.12
Jardim São Paulo	0.72	0.30	0.72	0.00	0.40	0.40	0.40	0.98	0.27

Jardim Veneza	0.58	0.59	0.52	0.45	0.54	0.56	0.77	0.18	0.33
João Agripino	0.67	0.58	0.73	0.00	0.18	0.25	0.01	0.53	0.00
João Paulo II	0.62	0.66	0.52	0.39	0.51	0.55	0.75	0.30	0.29
José Américo	0.61	0.63	0.56	0.41	0.41	0.47	0.82	0.35	0.29
Manaíra	0.86	0.80	0.93	0.34	0.31	0.31	0.37	0.60	0.00
Mandacaru	0.84	0.82	0.83	0.67	0.62	0.71	0.71	0.34	0.39
Mangabeira	0.63	0.67	0.60	0.36	0.38	0.49	0.51	0.41	0.33
Miramar	0.68	0.03	0.71	0.38	0.36	0.37	0.25	1.00	0.00
Muçumagro	0.35	0.37	0.29	0.29	0.34	0.35	0.50	0.16	0.14
Mumbaba	0.19	0.20	0.14	0.12	0.17	0.19	0.28	0.00	0.09
Mussurú									
Oitizeiro	0.77	0.74	0.76	0.60	0.61	0.67	0.87	0.22	0.37
Padre Zé	0.91	0.89	0.84	0.68	0.72	0.82	0.88	0.18	0.49
Paratibe	0.42	0.45	0.33	0.59	0.39	0.41	0.50	0.33	0.31
Pedro Gondim	0.61	0.17	0.68	0.15	0.15	0.16	0.23	0.17	0.00
Penha	0.37	0.38	0.36	0.26	0.32	0.34	0.51	0.36	0.00
Planalto da Boa Esperança	0.44	0.47	0.38	0.19	0.32	0.37	0.62	0.24	0.17
Ponta dos Seixas	0.25	0.25	0.24	0.29	0.03	0.10	0.31	0.75	0.21
Portal do Sol	0.21	0.24	0.19	0.34	0.15	0.15	0.33	0.62	0.32
Róger	0.74	0.72	0.74	0.85	0.55	0.62	0.60	0.43	0.53
São José	1.00	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	0.85	0.36	1.00
Tambaú	0.90	0.82	1.00	0.31	0.32	0.31	0.27	0.64	0.18
Tambauzinho	0.71	0.63	0.76	0.43	0.27	0.32	0.13	0.29	0.00
Tambiá	0.96	0.91	0.96	0.35	0.51	0.61	0.66	0.84	0.30
Torre	0.73	0.66	0.79	0.31	0.32	0.40	0.17	0.44	0.19
Treze de maio	0.84	0.28	0.89	0.55	0.43	0.48	0.37	0.42	0.44
Trincheiras	0.72	0.68	0.69	0.85	0.60	0.63	0.47	0.29	0.36
Valentina Figueiredo	0.64	0.67	0.63	0.33	0.38	0.48	0.38	0.14	0.49
Varadouro	0.57	0.18	0.61	0.78	0.42	0.46	0.44	0.35	0.33
Varjão	0.81	0.79	0.79	0.74	0.64	0.72	1.00	0.13	0.45

Legenda

1 Demografia

- 1.1 Grupos de idade vulnerável (menos de 5 anos e mais de 60 anos de idade)
- 1.2 Densidade Populacional
- 1.3 Pessoa responsável pelo domicílio abaixo de 15 e acima de 60 anos

2 Condições sanitárias

- 2.1 Pessoas sem banheiro de uso exclusivo em seu domicílio

3 Renda e Pobreza

- 3.1 Pessoas em situação de pobreza (Rendimento mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo)
- 3.2 Pessoas com rendimento mensal domiciliar per capita acima de 5 salários mínimos - relação inversa

4 Infraestrutura Pública

- 4.1 Moradores de domicílio sem acesso à rede de coleta de esgoto
 4.2 Moradores de domicílio sem acesso à rede de abastecimento de água
 4.3 Moradores de domicílio sem acesso ao serviço municipal de coleta de resíduos sólidos

Tabela 14 - Valores finais da Suscetibilidade de cada bairro.

Bairro	Suscetibilidade		
Aeroclube	0.242027308	Jardim Oceania	0.289607268
Água Fria	0.363684121	Jardim São Paulo	0.381441463
Altiplano Cabo Branco	0.381614985	Jardim Veneza	0.497838987
Alto do Ceu	0.51924176	João Agripino	0.262132822
Alto do Mateus	0.60878029	João Paulo II	0.492896189
Anatolia	0.301118816	Jose Americo	0.483234502
Bairro das Industrias	0.368486378	Manaira	0.459994826
Bairro dos Estados	0.297677492	Mandacaru	0.662237799
Bairro dos Ipês	0.433639133	Mangabeira	0.461640469
Bancarios	0.420934364	Miramar	0.408073339
Barra de Gramame	0.063863369	Mucumagro	0.310453765
Bessa	0.390615383	Mumbaba	0.148963131
Brisamar	0.434598713	Mussure	-
Cabo Branco	0.24329611	Oitizeiro	0.616224117
Castelo Branco	0.529721244	Padre Ze	0.706679184
Centro	0.301112178	Paratibe	0.443404607
Cidade dos Colibris	0.412727115	Pedro Gondim	0.231085475
Costa do Sol	0.219853033	Penha	0.312844138
Costa e Silva	0.529779222	Planalto Boa Esperanca	0.324149828
Cristo Redentor	0.571537756	Ponta dos Seixas	0.251506873
Cruz das Armas	0.651938139	Portal do Sol	0.281516342
Cuiá	0.352144907	Roger	0.669033914
Distrito Industrial	0.154274863	São Jose	0.921493535
Ernani Satiro	0.452095221	Tambau	0.476163078
Ernesto Geisel	0.389870286	Tambauzinho	0.389051592
Expedicionarios	0.421601625	Tambia	0.609302305
Funcionarios	0.583929547	Torre	0.411470088
Gramame	0.229548862	Treze de Maio	0.517230422
Grotão	0.735871277	Trincheiras	0.632010896
Ilha do Bispo	0.355869881	Valentina	0.430309576
Jaguaribe	0.391743058	Varadouro	0.50865285
Jardim Cidade Universitaria	0.480919084	Varjão	0.681192136

Tabela 15 - Quantidades obtidas para cada fator do enfrentamento, por bairro.

Bairro	5.1	6.1	7.1, 7.2 e 7.3
Aeroclube	1	5419.25	3
Água Fria	1	2626.45	1
Altiplano	1	5032.2	5
Alto do Céu	4	878.41	2
Alto do Mateus	3	1144.32	5
Anatólia	0	3996	1
Bairro das Indústrias	5	1139.17	3
Bairro dos Estados	1	6773.86	4
Bairro dos Ipês	1	2274.22	6
Bancários	4	3323.79	13
Barra de Gramame	0	1110.49	0
Bessa	1	4732.95	2
Brisamar	0	6871.95	2
Cabo Branco	0	8652.35	0
Castelo Branco	5	2017.03	8
Centro	6	2869.04	13
Cidade dos Colibris	1	1693.56	1
Costa do Sol	0	1070.09	3
Costa e Silva	2	1151.89	5
Cristo Redentor	8	1926.09	36
Cruz das Armas	9	1285.15	11
Cuiá	2	2286.22	0
Distrito Industrial	0	901.86	1
Ernâni Sátiro	1	1406.69	4
Ernesto Geisel	3	2138.99	10
Expedicionários	1	4099.64	14
Funcionários II	5	1531.59	9
Gramame	3	988.63	7
Grotão	4	960	3
Ilha do Bispo	1	729.98	3
Jaguaribe	11	2786.95	16
Jardim Cidade Universitária	2	3378.92	13
Jardim Oceania	0	7062.24	3
Jardim São Paulo	1	3174.86	4
Jardim Veneza	2	919.92	4
João Agripino	0	5502.69	1
João Paulo II	2	1454.56	3
José Américo	4	1932.39	14
Manaira	1	7620.48	7
Mandacaru	4	1334.9	9
Mangabeira	21	1610.07	38
Miramar	2	6595.55	5
Muçumagro	0	1032.08	1
Mumbaba	0	940.49	1

Mussuré			
Oitizeiro	7	1103.95	15
Padre Zé	0	1005.42	2
Paratibe	1	1037.4	4
Pedro Gondim	1	5682.95	2
Penha	1	1401.2	1
Planalto da Boa Esperança	1	1352.52	3
Ponta dos Seixas	0	6621.63	0
Portal do Sol	1	5268.96	1
Róger	3	1457.69	4
São José	1	660.43	1
Tambaú	2	7865.29	1
Tambauzinho	2	6511.23	2
Tambiá	5	2482.41	0
Torre	5	2877.08	21
Treze de maio	1	3124.22	4
Trincheiras	2	1301.24	2
Valentina Figueiredo	10	1763.11	4
Varadouro	0	1233.11	2
Varjão	7	1191.51	23

Legenda

5 Serviços de Saúde

5.1 Unidades de atendimento hospitalar público

6 Cobertura Econômica

6.1 Rendimento mensal domiciliar acima de 10 salários mínimos

7 Centros de apoio

7.1 Escolas públicas

7.2 Centros religiosos

7.3 Centros comunitários

Tabela 16 - Quantidades por área (com exceção do rendimento mensal domiciliar) obtidas para cada fator do enfrentamento, por bairro.

Bairro	5.1	6.1	7.1, 7.2 e 7.3
Aeroclube	0.48580535	5419.25	1.45741605
Água Fria	0.634092031	2626.45	0.634092031
Altiplano	0.460740651	5032.2	2.303703256
Alto do Céu	1.585346223	878.41	0.792673111
Alto do Mateus	1.176760222	1144.32	1.961267037
Anatólia	0	3996	5.786749755
Bairro das Indústrias	1.804990569	1139.17	1.082994341
Bairro dos Estados	0.550616469	6773.86	2.202465875
Bairro dos Ipês	0.545833858	2274.22	3.275003147
Bancários	1.826711875	3323.79	5.936813595
Barra de Gramame	0	1110.49	0
Bessa	0.489985503	4732.95	0.979971006
Brisamar	0	6871.95	3.437962327
Cabo Branco	0	8652.35	0
Castelo Branco	1.372072181	2017.03	2.19531549
Centro	3.179204103	2869.04	6.888275557
Cidade dos Colibris	0.922012745	1693.56	0.922012745
Costa do Sol	0	1070.09	0.22709186
Costa e Silva	2.001361309	1151.89	5.003403273
Cristo Redentor	1.636802344	1926.09	7.365610548
Cruz das Armas	3.608285703	1285.15	4.41012697
Cuiá	1.046248102	2286.22	0
Distrito Industrial	0	901.86	0.127763685
Ernâni Sátiro	0.772824359	1406.69	3.091297437
Ernesto Geisel	1.574251733	2138.99	5.247505778
Expedicionários	2.503304173	4099.64	35.04625842
Funcionários II	2.884396443	1531.59	5.191913598
Gramame	0.153682735	988.63	0.358593048
Grotão	11.89343725	960	8.920077937
Ilha do Bispo	0.207704871	729.98	0.623114613
Jaguaribe	4.650849325	2786.95	6.764871746
Jardim Cidade Universitária	0.824900527	3378.92	5.361853428
Jardim Oceania	0	7062.24	1.315652385
Jardim São Paulo	2.602325254	3174.86	10.40930101
Jardim Veneza	0.825729978	919.92	1.651459956
João Agripino	0	5502.69	4.414542379
João Paulo II	0.898063443	1454.56	1.347095164
José Américo	1.563913183	1932.39	5.47369614
Manaíra	0.434827541	7620.48	3.043792789
Mandacaru	3.874398961	1334.9	8.717397662
Mangabeira	2.011022605	1610.07	3.638993286
Miramar	1.499048333	6595.55	3.747620832

Muçumagro	0	1032.08	0.22821061
Mumbaba	0	940.49	0.071645965
Mussurú	0	-	0
Oitizeiro	2.229535352	1103.95	4.777575755
Padre Zé	0	1005.42	4.323293506
Paratibe	0.229981838	1037.4	0.91992735
Pedro Gondim	1.295716996	5682.95	2.591433991
Penha	2.57421143	1401.2	2.57421143
Planalto da Boa Esperança	0.491798554	1352.52	1.475395662
Ponta dos Seixas	0	6621.63	0
Portal do Sol	0.186370332	5268.96	0.186370332
Róger	2.302930981	1457.69	3.070574641
São José	2.858774819	660.43	2.858774819
Tambaú	2.36306022	7865.29	1.18153011
Tambauzinho	1.992904506	6511.23	1.992904506
Tambiá	6.231466374	2482.41	0
Torre	2.314883755	2877.08	9.722511773
Treze de maio	1.277861038	3124.22	5.111444152
Trincheiras	2.185047224	1301.24	2.185047224
Valentina Figueiredo	3.185228466	1763.11	1.274091387
Varadouro	0	1233.11	2.423391673
Varjão	4.54969665	1191.51	14.94900328

Legenda

5 Serviços de Saúde

5.1 Unidades de atendimento hospitalar público

6 Cobertura Econômica

6.1 Rendimento mensal domiciliar acima de 10 salários mínimos

7 Centros de apoio

7.1 Escolas públicas

7.2 Centros religiosos

7.3 Centros comunitários

Tabela 17 - Valores transformados dos fatores do enfrentamento.

Bairro	5.1	6.1	7.1, 7.2 e 7.3
Aeroclube	0.78611744	17.56492887	1.13377754
Água Fria	0.859113938	13.79716038	0.859113938
Altiplano	0.772358346	17.13638843	1.320714194
Alto do Céu	1.16602548	9.577064752	0.925475037
Alto do Mateus	1.055753816	10.45961814	1.25173456
Anatólia	0	15.86871742	1.795332533
Bairro das Indústrias	1.217563571	10.44390341	1.026932888
Bairro dos Estados	0.819627269	18.9210575	1.301077189
Bairro dos Ipês	0.817247292	13.15055731	1.485036884
Bancários	1.222428174	14.92374635	1.810719329
Barra de Gramame	0	10.35551139	0
Bessa	0.788365741	16.78974005	0.993278592
Brisamar	0	19.01195001	1.509270341
Cabo Branco	0	20.52948365	0
Castelo Branco	1.111200223	12.63487023	1.299667665
Centro	1.470413462	14.20950234	1.902699354
Cidade dos Colibris	0.973297575	11.9197422	0.973297575
Costa do Sol	0	10.22837798	0.610099294
Costa e Silva	1.260206842	10.48263191	1.710363826
Cristo Redentor	1.178506764	12.44205716	1.945671798
Cruz das Armas	1.533793781	10.8722127	1.639898736
Cuiá	1.015184304	13.17364653	0
Distrito Industrial	0	9.661540419	0.503658085
Ernâni Sátiro	0.917684932	11.20468023	1.456734026
Ernesto Geisel	1.163299103	12.88455978	1.737738041
Expedicionários	1.357806472	16.00473818	3.272506765
Funcionários II	1.42348092	11.52694375	1.731579699
Gramame	0.535642498	9.961955445	0.710450714
Grotão	2.282631442	9.864848297	2.0739083
Ilha do Bispo	0.592218851	9.004031116	0.854127383
Jaguaribe	1.66920915	14.07266639	1.891268499
Jardim Cidade Universitária	0.937851032	15.00580516	1.750269719
Jardim Oceania	0	19.18584025	1.095755651
Jardim São Paulo	1.375478666	14.69743426	2.183436281
Jardim Veneza	0.938165268	9.725606344	1.182014169
João Agripino	0	17.65461898	1.640445841
João Paulo II	0.964796396	11.33036447	1.104416176
José Américo	1.160746938	12.45560787	1.762355676
Manaira	0.75759834	19.67859597	1.449233489
Mandacaru	1.570609114	11.01073333	2.058080159
Mangabeira	1.262231413	11.72055704	1.53813251
Miramar	1.144472105	18.75355784	1.553287622
Muçumagro	0	10.10580981	0.611099522
Mumbaba	0	9.797562909	0.415333771

Mussurú	0		0
Oitizeiro	1.30638581	10.33514247	1.684234376
Padre Zé	0	10.01803412	1.629064351
Paratibe	0.61267644	10.123144	0.972563225
Pedro Gondim	1.09019299	17.84533116	1.373557096
Penha	1.370507463	11.19008476	1.370507463
Planalto da Boa Esperança	0.789336918	11.05896708	1.138420831
Ponta dos Seixas	0	18.77824366	0
Portal do Sol	0.571205341	17.40103046	0.571205341
Róger	1.320566596	11.33848574	1.453471609
São José	1.419253529	8.708478105	1.419253529
Tambaú	1.331961269	19.88710561	1.057178359
Tambauzinho	1.258429324	18.67329732	1.258429324
Tambiá	1.840193188	13.54018206	0
Torre	1.322847342	14.2227632	2.134319796
Treze de maio	1.085161914	14.6188722	1.722587164
Trincheiras	1.297638162	10.9173978	1.297638162
Valentina Figueiredo	1.471341652	12.08072883	1.084093798
Varadouro	0	10.7234354	1.34320161
Varjão	1.65701897	10.60146532	2.46341404

Legenda

5 Serviços de Saúde

5.1 Unidades de atendimento hospitalar público

6 Cobertura Econômica

6.1 Rendimento mensal domiciliar acima de 10 salários mínimos

7 Centros de apoio

7.1 Escolas públicas

7.2 Centros religiosos

7.3 Centros comunitários

Tabela 18 - Valores normalizados dos fatores e resultado final do enfrentamento.

Bairro	5.1	6.1	7.1,2 e 3	Enfrentamento
Aeroclube	0.344390875	0.749212978	0.346455369	0.480
Água Fria	0.376369975	0.430477953	0.262524725	0.356
Altiplano	0.338363142	0.712960526	0.403578751	0.485
Alto do Céu	0.51082512	0.073478237	0.282803094	0.289
Alto do Mateus	0.46251611	0.148137993	0.382500221	0.331
Anatólia	0	0.605721678	0.548610793	0.385
Bairro das Indústrias	0.533403487	0.146808602	0.313806193	0.331
Bairro dos Estados	0.359071225	0.863934913	0.397578151	0.540
Bairro dos Ipês	0.358028579	0.375778455	0.453791846	0.396
Bancários	0.535534625	0.525781687	0.553312631	0.538
Barra de Gramame	0	0.139331064	0	0.046
Bessa	0.345375835	0.683635746	0.303522243	0.444
Brisamar	0	0.87162398	0.461197012	0.444
Cabo Branco	0	1	0	0.333
Castelo Branco	0.486806675	0.332153818	0.397147434	0.405
Centro	0.644174716	0.465360092	0.581419533	0.564
Cidade dos Colibris	0.426392784	0.271657439	0.29741652	0.332
Costa do Sol	0	0.128576192	0.18643179	0.105
Costa e Silva	0.552085115	0.150084846	0.522646384	0.408
Cristo Redentor	0.516293056	0.315842763	0.594550887	0.476
Cruz das Armas	0.671941056	0.183041501	0.501113933	0.452
Cuiá	0.444742977	0.377731692	0	0.274
Distrito Industrial	0	0.080624471	0.153905896	0.078
Ernâni Sátiro	0.402029392	0.211166649	0.445143167	0.353
Ernesto Geisel	0.509630719	0.353276348	0.531011291	0.465
Expedicionários	0.594842622	0.617228378	1	0.737
Funcionários II	0.623613998	0.238428587	0.529129448	0.464
Gramame	0.234660089	0.106038131	0.21709679	0.186
Grotão	1	0.097823336	0.633736902	0.577
Ilha do Bispo	0.259445673	0.025002358	0.261000953	0.182
Jaguaribe	0.731265293	0.453784432	0.577926536	0.588
Jardim Cidade Universitária	0.410863977	0.532723467	0.534840673	0.493
Jardim Oceania	0	0.886334255	0.334836787	0.407
Jardim São Paulo	0.602584649	0.506636778	0.667206041	0.592
Jardim Veneza	0.411001641	0.086044139	0.361195332	0.286
João Agripino	0	0.756800328	0.501281115	0.419
João Paulo II	0.422668495	0.221798928	0.337483237	0.327
José Américo	0.508512639	0.316989088	0.538533853	0.455
Manaira	0.331896918	0.92801901	0.442851182	0.568
Mandacaru	0.688069517	0.194759677	0.6289002	0.504
Mangabeira	0.552972061	0.254807336	0.470016602	0.426
Miramar	0.501382783	0.84976525	0.474647643	0.609
Muçumagro	0	0.118207516	0.186737436	0.102

Mumbaba	0	0.092131317	0.126916093	0.073
Mussurú	0	-	0	0.000
Oitizeiro	0.572315699	0.137607952	0.514661847	0.408
Padre Zé	0	0.110782117	0.497803204	0.203
Paratibe	0.268407956	0.119673905	0.29719212	0.228
Pedro Gondim	0.477603598	0.772933658	0.419726282	0.557
Penha	0.60040681	0.209931943	0.418794386	0.410
Planalto da Boa Esperança	0.345801299	0.19884002	0.347874248	0.298
Ponta dos Seixas	0	0.851853551	0	0.284
Portal do Sol	0.250239846	0.735347963	0.174546726	0.387
Róger	0.578528172	0.222485949	0.44414625	0.415
São José	0.621762017	0	0.433690021	0.352
Tambáú	0.583520074	0.945657919	0.323048487	0.617
Tambauzinho	0.551306401	0.842975598	0.384545981	0.593
Tambiá	0.806171839	0.408738829	0	0.405
Torre	0.579527346	0.466481897	0.652197214	0.566
Treze de maio	0.47539953	0.499990806	0.526381544	0.501
Trincheiras	0.568483435	0.186863942	0.396527267	0.384
Valentina Figueiredo	0.644581348	0.285276131	0.331273203	0.420
Varadouro	0	0.170455659	0.410450369	0.194
Varjão	0.725924886	0.16013758	0.752760565	0.546

Legenda

5 Serviços de Saúde

5.1 Unidades de atendimento hospitalar público

6 Cobertura Econômica

6.1 Rendimento mensal domiciliar acima de 10 salários mínimos

7 Centros de apoio

7.1 Escolas públicas

7.2 Centros religiosos

7.3 Centros comunitários

Tabela 19 - Valores iniciais obtidos para os fatores da Adaptação.

Bairro	8.1	8.2	9.1	9.2	9.3
Aeroclube	99.2	0.483261803	0.25	0.5	973491.5091
Água Fria	98.5	0.245264207	0.5	0.5	685973.3645
Altiplano	94.2	0.288306452	0.25	1	738233.8511
Alto do Céu	81.5	0.010613208	0.25	0.5	621069.9763
Alto do Mateus	88.9	0.026395173	0.25	0.25	658113.8523
Anatólia	98.5	0.443298969			44945.11894
Bairro das Indústrias	88.2	0.291925466			1214450.379
Bairro dos Estados	98	0.054794521	0.25	0.75	841298.0448
Bairro dos Ipês	90.5	0.405744125	0.25	0.25	506198.0875
Bancários	93.3	0.560218978	0.25	0.25	524872.7977
Barra de Gramame	81.3	0.550126904	0.25	1	2787770.281
Bessa	97.5	0.105608157	0.25	0.5	1401183.528
Brisamar	98.7	0.23977433			205797.0827
Cabo Branco	98.3	0.067538126	0.25	0.75	516027.913
Castelo Branco	93.3	0.012738854	0.25	0.25	418573.1275
Centro	94.5	0.024797844			583555.7094
Cidade dos Colibris	90.9	0.129750983	0.5	0.25	231700.3977
Costa do Sol	88.9	0.03846741	0.5	0.5	3373219.741
Costa e Silva	88.9	0.140022051	0.25	0.5	238130.8855
Cristo Redentor	89.7	0.008275862	0.5	0.5	2738470.022
Cruz das Armas	89.7	0.034128097	0.25	0	778384.5683
Cuiá	96.3	0.12476489	0.5	0.5	385167.8587
Distrito Industrial	84.2	0.514948139	0.25	0.75	1858995.159
Ernâni Sátiro	94.2	0.311062432	0.5	0	368834.6833
Ernesto Geisel	97.3	0.078842315			1277000.341
Expedicionários	96.3	0.020208605			103844.1117
Funcionários II	93.9	0.002875629	0.25	0	417284.825
Gramame	89.5	0.01039501	0.25	0.75	8305549.166
Grotão	84	0.035557987			26316.29231
Ilha do Bispo	85.9	0.251771727	0.25	0.25	930380.8368
Jaguaribe	94.6	0.204730618	0.5	0.75	1164834.194
Jardim Cidade Universitária	98	0.337515684	0.25	0.25	945484.6188
Jardim Oceania	99	0.566345441	sem dado	0.25	1089456.039
Jardim São Paulo	98.8	0.38566131			126882.5816
Jardim Veneza	84.6	0.012905361	0.5	0.25	666393.9254
João Agripino	97	0.289230769			93448.27187
João Paulo II	91.1	0.026644463	0.75	0.75	1132561.354

José Américo	92.8	0.076339286	0.5	0.25	1061929.016
Manáira	98.3	0.533711159			1572417.34
Mandacaru	89.2	0.053288672	0.25	0.5	131534.4194
Mangabeira	94.4	0.071209224	0.25	0.5	4283641.602
Miramar	96.1	0.372681282	0.25	0.5	251134.1536
Muçumagro	87.6	0.007614213	0.25	1	2416128.373
Mumbaba	90.4	0.03	0.5	1	7387813.903
Mussuré	-		0.25	1	6993394.064
Oitizeiro	88.9	0.027886881	0.25	0	594634.9277
Padre Zé	81.5	0.017791411	0.25	0.25	41484.02545
Paratibe	88.6	0.017387218	0.5	0.25	913772.0947
Pedro Gondim	98.5	0.469503546	0.25	0.25	17249.363
Penha	91.5	0.052941176	0.5	0.5	94738.40662
Planalto da Boa Esperança	93.5	0.03699422	0.5	0.75	909295.0817
Ponta dos Seixas	96.2	0.51	0.5	0.5	140771.3592
Portal do Sol	92.3	0.085585586	0.25	0.5	2429954.313
Róger	88	0.075708502	0.25	0.5	242959.3902
São José	78.5	0.002428363	0.25	0	76810.15168
Tambaú	98.4	0.52269087			361942.4521
Tambauzinho	96.5	0.523560209	0.25	0.5	247555.2935
Tambiá	96.5	0.224137931	0.25	0.75	210378.1262
Torre	95.2	0.207870165	0.25	0.5	1153544.419
Treze de maio	94.4	0.21794222			308899.9064
Trincheiras	86.8	0.048149799	0.25	0.25	244470.842
Valentina Figueiredo	95.6	0.096774194	0.5	0.25	1150375.592
Varadouro	88.8	0.041742287	0.25	0.25	70119.84257
Varjão	87.4	0.029093226	0.5	0.75	610316.0021

Legenda

- 8 Educação**
- 8.1 Taxa de alfabetização dos adultos
- 8.2 Escolaridade da pessoa responsável pelo domicílio
- 9 Condições Ambientais**
- 9.1 Estado dos Recursos Hídricos próximos
- 9.2 Arborização e áreas de proteção
- 9.3 Declividade

Tabela 20 - Valores finais dos indicadores e da Adaptação.

Bairro	8.1	8.2	8	9.1	9.2	9.3	9	Adaptação
Aeroclube	1	0.939	0.969	0.25	0.5	0.172	0.307	0.638
Água Fria	0.969	0.709	0.839	0.5	0.5	0.207	0.402	0.621
Altiplano	0.772	0.759	0.766	0.25	1	0.307	0.519	0.642
Alto do Céu	0.155	0.123	0.139	0.25	0.5	0.425	0.392	0.265
Alto do Mateus	0.522	0.236	0.379	0.25	0.25	0.409	0.303	0.341
Anatólia	0.969	0.906	0.937	-	-	0.406	0.406	0.672
Bairro das Indústrias	0.488	0.763	0.626	-	-	0.204	0.204	0.415
Bairro dos Estados	0.946	0.354	0.65	0.25	0.75	0.181	0.394	0.522
Bairro dos Ipês	0.598	0.874	0.736	0.25	0.25	0.384	0.295	0.516
Bancários	0.73	0.996	0.863	0.25	0.25	0.435	0.312	0.587
Barra de Gramame	0.145	0.988	0.567	0.25	1	0.332	0.527	0.547
Bessa	0.923	0.488	0.706	0.25	0.5	0.000	0.25	0.478
Brisamar	0.978	0.703	0.84	-	-	0.291	0.291	0.566
Cabo Branco	0.96	0.394	0.677	0.25	0.75	0.267	0.422	0.55
Castelo Branco	0.73	0.143	0.437	0.25	0.25	0.660	0.387	0.412
Centro	0.786	0.227	0.507			0.343	0.343	0.425
Cidade dos Colibris	0.617	0.537	0.577	0.5	0.25	0.474	0.408	0.492
Costa do Sol	0.522	0.293	0.408	0.5	0.5	0.413	0.471	0.439
Costa e Silva	0.522	0.555	0.539	0.25	0.5	0.437	0.396	0.467
Cristo Redentor	0.56	0.098	0.329	0.5	0.5	0.096	0.365	0.347
Cruz das Armas	0.56	0.274	0.417	0.25	0	0.340	0.197	0.307
Cuiá	0.869	0.527	0.698	0.5	0.5	0.493	0.498	0.598
Distrito Industrial	0.291	0.963	0.627	0.25	0.75	0.438	0.479	0.553
Ernâni Sátiro	0.772	0.784	0.778	0.5	0	0.373	0.291	0.535
Ernesto Geisel	0.914	0.425	0.67	-	-	0.012	0.012	0.341
Expedicionários	0.869	0.199	0.534	-	-	0.406	0.406	0.47
Funcionários II	0.758	0.011	0.385	0.25	0	0.433	0.228	0.306
Gramame	0.551	0.121	0.336	0.25	0.75	0.217	0.406	0.371
Grotão	0.281	0.281	0.281	-	-	0.757	0.757	0.519
Ilha do Bispo	0.376	0.717	0.546	0.25	0.25	0.506	0.335	0.441
Jaguaribe	0.791	0.657	0.724	0.5	0.75	0.154	0.468	0.596
Jardim Cidade Universitária	0.946	0.811	0.878	0.25	0.25	0.252	0.251	0.565
Jardim Oceania	0.991	1	0.996	sem dado	0.25	0.167	0.209	0.602
Jardim São Paulo	0.982	0.856	0.919	-	-	0.318	0.318	0.619
Jardim Veneza	0.311	0.145	0.228	0.5	0.25	0.386	0.379	0.303
João Agripino	0.901	0.76	0.831	-	-	0.229	0.229	0.53
João Paulo II	0.627	0.237	0.432	0.75	0.75	0.140	0.547	0.489

José Américo	0.707	0.418	0.563	0.5	0.25	0.227	0.326	0.444
Manaíra	0.96	0.977	0.968	-	-	0.002	0.002	0.485
Mandacaru	0.536	0.349	0.443	0.25	0.5	0.631	0.46	0.452
Mangabeira	0.782	0.404	0.593	0.25	0.5	0.232	0.327	0.46
Miramar	0.86	0.845	0.852	0.25	0.5	0.515	0.422	0.637
Muçumagro	0.459	0.09	0.274	0.25	1	0.104	0.451	0.363
Mumbaba	0.594	0.254	0.424	0.5	1	0.122	0.541	0.482
Mussuré				0.25	1	0.175	0.475	0.475
Oitizeiro	0.522	0.244	0.383	0.25	0	0.513	0.254	0.319
Padre Zé	0.155	0.183	0.169	0.25	0.25	0.724	0.408	0.288
Paratibe	0.507	0.18	0.344	0.5	0.25	0.479	0.41	0.377
Pedro Gondim	0.969	0.928	0.948	0.25	0.25	1.000	0.5	0.724
Penha	0.646	0.348	0.497	0.5	0.5	0.429	0.476	0.487
Planalto da Boa Esperança	0.74	0.287	0.513	0.5	0.75	0.196	0.482	0.498
Ponta dos Seixas	0.864	0.959	0.912	0.5	0.5	0.434	0.478	0.695
Portal do Sol	0.684	0.442	0.563	0.25	0.5	0.190	0.313	0.438
Róger	0.478	0.417	0.447	0.25	0.5	0.518	0.423	0.435
São José	0	0	0	0.25	0	0.464	0.238	0.119
Tambaú	0.964	0.968	0.966			0.214	0.214	0.59
Tambauzinho	0.878	0.969	0.924	0.25	0.5	0.425	0.392	0.658
Tambiá	0.878	0.683	0.78	0.25	0.75	0.403	0.468	0.624
Torre	0.818	0.661	0.74	0.25	0.5	0.118	0.289	0.514
Treze de maio	0.782	0.674	0.728	-	-	0.248	0.248	0.488
Trincheiras	0.42	0.331	0.375	0.25	0.25	0.397	0.299	0.337
Valentina Figueiredo	0.837	0.469	0.653	0.5	0.25	0.277	0.342	0.498
Varadouro	0.517	0.307	0.412	0.25	0.25	0.737	0.412	0.412
Varjão	0.449	0.25	0.35	0.5	0.75	0.245	0.498	0.424

Legenda

- 8 Educação**
- 8.1 Taxa de alfabetização dos adultos
- 8.2 Escolaridade da pessoa responsável pelo domicílio
- 9 Condições Ambientais**
- 9.1 Estado dos Recursos Hídricos próximos
- 9.2 Arborização e áreas de proteção
- 9.3 Declividade

Tabela 21 - Valores finais da Suscetibilidade, Enfrentamento, Adaptação e Índice de Vulnerabilidade.

Bairro	Suscetibilidade	Enfrentamento	Adaptação	Índice de Vulnerabilidade
Aeroclube	0.277	0.48	0.638	0.386
Água Fria	0.418	0.356	0.621	0.48
Altiplano Cabo Branco	0.426	0.485	0.642	0.433
Alto do Céu	0.556	0.289	0.265	0.667
Alto do Mateus	0.651	0.331	0.341	0.66
Anatólia	0.325	0.385	0.672	0.423
Bairro das Indústrias	0.434	0.331	0.415	0.563
Bairro dos Estados	0.327	0.54	0.522	0.422
Bairro dos Ipês	0.472	0.396	0.516	0.52
Bancários	0.447	0.538	0.587	0.441
Barra de Gramame	0.189	0.046	0.547	0.532
Bessa	0.406	0.444	0.478	0.495
Brisamar	0.417	0.444	0.566	0.469
Cabo Branco	0.281	0.333	0.55	0.466
Castelo Branco	0.563	0.405	0.412	0.582
Centro	0.368	0.564	0.425	0.46
Cidade dos Colibris	0.467	0.332	0.492	0.548
Costa do Sol	0.323	0.105	0.439	0.593
Costa e Silva	0.565	0.408	0.467	0.563
Cristo Redentor	0.592	0.476	0.347	0.59
Cruz das Armas	0.677	0.452	0.307	0.639
Cuiá	0.423	0.274	0.598	0.517
Distrito Industrial	0.264	0.078	0.553	0.544
Ernani Sátiro	0.51	0.353	0.535	0.541
Ernesto Geisel	0.445	0.465	0.341	0.546
Expedicionários	0.423	0.737	0.47	0.405
Funcionários	0.622	0.464	0.306	0.617
Gramame	0.317	0.186	0.371	0.587
Grotão	0.747	0.577	0.519	0.55
Ilha do Bispo	0.428	0.182	0.441	0.602
Jaguaribe	0.429	0.588	0.596	0.415
Jardim Cidade Universitária	0.508	0.493	0.565	0.483
Jardim Oceania	0.296	0.407	0.602	0.429
Jardim São Paulo	0.387	0.592	0.619	0.392
Jardim Veneza	0.546	0.286	0.303	0.652
João Agripino	0.292	0.419	0.53	0.448
João Paulo II	0.53	0.327	0.489	0.571
José Américo	0.527	0.455	0.444	0.543
Manaíra	0.425	0.568	0.485	0.457
Mandacaru	0.674	0.504	0.452	0.573

Mangabeira	0.517	0.426	0.46	0.544
Miramar	0.396	0.609	0.637	0.383
Muçumagro	0.383	0.102	0.363	0.639
Mumbaba	0.251	0.073	0.482	0.565
Mussuré	-	0	0.475	0.508
Oitizeiro	0.642	0.408	0.319	0.638
Padre Zé	0.726	0.203	0.288	0.745
Paratibe	0.484	0.228	0.377	0.626
Pedro Gondim	0.253	0.557	0.724	0.324
Penha	0.356	0.41	0.487	0.486
Planalto Boa Esperança	0.372	0.298	0.498	0.525
Ponta dos Seixas	0.307	0.284	0.695	0.443
Portal do Sol	0.326	0.387	0.438	0.5
Róger	0.69	0.415	0.435	0.613
São José	0.918	0.352	0.119	0.816
Tambaú	0.451	0.617	0.59	0.415
Tambauzinho	0.4	0.593	0.658	0.383
Tambiá	0.618	0.405	0.624	0.53
Torre	0.438	0.566	0.514	0.453
Treze de Maio	0.528	0.501	0.488	0.513
Trincheiras	0.647	0.384	0.337	0.642
Valentina	0.473	0.42	0.498	0.518
Varadouro	0.545	0.194	0.412	0.646
Varjão	0.701	0.546	0.424	0.577
Máximo	0.918	0.737	0.724	0.816
Mínimo	0.189	0	0.119	0.324