



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS PROPENSAS A RISCO DE DESASTRES
RELACIONADOS COM RESÍDUOS SÓLIDOS E DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE
JOÃO PESSOA, PARAÍBA

GERLANDIA SOARES BIAS

JOÃO PESSOA – PB
JUNHO – 2017

GERLANDIA SOARES BIAS

CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS PROPENSAS A RISCO DE DESASTRES
RELACIONADOS COM RESÍDUOS SÓLIDOS E DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE
JOÃO PESSOA, PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia
Ambiental do Departamento de Engenharia
Civil e Ambiental, do Centro de Tecnologia,
da Universidade Federal da Paraíba, como um
dos requisitos obrigatórios para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Hamilcar José Almeida
Filgueira

JOÃO PESSOA – PB
JUNHO – 2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

GERLANDIA SOARES BIAS
(Times New Roman 12 em negrito)

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS PROPENSAS A RISCO DE DESASTRES
RELACIONADOS COM RESÍDUOS SÓLIDOS E DRENAGEM URBANA NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 02/06/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Hamílcar José Almeida Filgueira
Prof. Dr. Hamílcar José Almeida Filgueira
UFPB/CT/DECA

APROVADA

Claudia Coutinho Nóbrega
Prof. Dr. Claudia Coutinho Nóbrega
UFPB/CT/DECA

APROVADA

Eliamin Eldan Queiroz Rosendo
Geógrafo, M.Sc. Eliamin Eldan Queiroz Rosendo
Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental/UFPB/CT

APROVADA

Adriano Rolim da Silva
Prof. Adriano Rolim da Silva
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

DEDICATÓRIA

Dedico a meus pais, por todo amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado discernimento para chegar até aqui, foram muitas lutas que sem Ele jamais teria conseguido.

Aos meus pais, Gabriel Bias e Maria José Bias, a quem eu devo minha força, minha garra, meu caráter. Agradeço por toda compreensão nos momentos que estive ausente para concluir este curso. Agradeço pelas vezes que abriram mão de algo para poder me ver chegar até aqui e por sempre se orgulharem de mim.

Aos meus irmãos que sempre que precisei me ajudaram no que podiam e como podiam, por estarem sempre do meu lado.

Ao professor Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira, pela paciência e grande contribuição que está dando a minha vida acadêmica e profissional. Agradeço por ter aceitado me orientar nesta importante etapa acadêmica. Gostaria de dizer que o admiro muito, não só como profissional, mas como pessoa. Foi uma honra ter sido sua aluna e orientanda.

A professora Dr^a. Claudia Coutinho Nóbrega, pela contribuição em sala de aula de seus conhecimentos, pela oportunidade de estágio e por aceitar participar da banca examinadora.

Ao amigo Eliamin Rosendo, pela contribuição dada na elaboração deste trabalho. Deus sabe o momento e a hora certa de colocar as pessoas na nossa caminhada, e você chegou na hora certa. Obrigada também por aceitar participar da banca examinadora.

A Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de João Pessoa, representada pelo Agrônomo Genival Quirino, pelo apoio dado nos trabalhos de campo desta pesquisa.

As amigas Helaine Cristine e Deane Lima que sempre me deram apoio. Obrigado pela amizade e amor sem pedir nada em troca. Por me acompanharem nos melhores e piores momentos ao longo dessa jornada.

Aos amigos do curso de engenharia ambiental e da turma 2011.1, em especial Elaine Henrique, Hesmaelly Pereira, Gabriela Freitas, Josilene Maria, Lusielson Pereira, Palloma Moraes, Renata Hellen e por último não menos especial, Thayse Moura, que ao longo desse TCC compartilhou comigo conhecimentos. Saibam que eu quero mantê-los sempre perto de mim, mesmo sabendo que a vida irá nos levar por caminhos diferentes.

As amigas do IFPB, que sempre me incentivaram e torceram para que eu chegasse aqui. Em especial a amiga Cyntya Sousa e Kiune Ribeiro.

Por fim, aos demais amigos que também torceram para que eu chegasse ao final dessa caminhada com sucesso, pela compreensão na minha ausência. Infelizmente não posso citar todos.

Se há uma palavra para definir esse momento da minha vida, essa palavra com certeza é GRATIDÃO!

RESUMO

O crescimento populacional acelerado e os avanços da urbanização vêm ao longo do tempo provocando impactos ambientais, que modificam profundamente as condições naturais de uma determinada região. Quando os resíduos sólidos urbanos são dispostos de forma inadequada, intensifica-se o risco de desastres devido ao assoreamento de rios e congestionamento das estruturas do sistema de drenagem urbana, deixando populações vulneráveis a alagamentos e inundações. O problema torna-se mais preocupante quando a disposição final se dá em morros e encostas induzindo a movimentação de massa, esses são os que mais provocam perdas humanas. Este trabalho teve por objetivo caracterizar as áreas propensas a risco de desastres relacionados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos e os sistemas de micro e macrodrenagem na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. A metodologia utilizada foi qualitativa de caráter exploratória e indutiva, sendo os procedimentos metodológicos da pesquisa levantamentos bibliográficos, coletas de informações através de visitas *in loco*, comunicação verbal com moradores, registro visual de elementos que evidenciam o descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos, além de fazer o uso de mapas topográficos. A falta ou deficiência de manutenção nas estruturas de drenagem, com galerias e calhas de rios obstruídas por resíduos sólidos, assim como, a quantidade espalhado nas vias públicas, foram as principais causas de problemas por alagamentos, inundações e movimentação de massa, observados na cidade.

Palavra-chave: vulnerabilidade, risco de desastre, saneamento básico, meio ambiente.

ABSTRACT

Accelerated population increase and urbanization advances come along the time generating environmental impacts. That heavily modify the nature conditions of the determined region. Whenever urban solids waste are inappropriate disposal, intensify the risks of disasters. To due rivers silting and obstruction of the structures of the urban drainage system, to causing vulnerable populations to floods and inundations. The problem becomes worrier when finale disposal is at slopes prompting mass movement, it is more causes human deaths. This study objective characterize vulnerable areas the risk of disasters associated with inappropriate disposal of solids waste and micro and macrodrainage systems in the João Pessoa city, Paraíba, Brazil. The methodology utilized was qualitative of character exploratory and inductive. The methodological procedures of study were bibliographic survey, collect of information through on-site visits, informal dialogues with local residents, visual records of elements that evidence inappropriate disposal of urban solids waste, besides using topographic maps. The lack of maintenance in the drainage structures, galleries and river channel obstructed by solids waste, as well as, the quantity spread on public streets, which were mainly causes of problems of floods, inundation and mass movement of the city.

Key words: vulnerability, disaster risk, basic sanitation, environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Geração de RSU no Brasil. Fonte: ABRELPE (2015).	21
Figura 2. Classificação dos RSU.	22
Figura 3. Localização da área de estudo.	29
Figura 4. Expansão urbana de João Pessoa de 1963 a 2013.	30
Figura 5. Divisão de zonas para ordenamento de uso e ocupação do solo.	32
Figura 6. Localização dos pontos com risco de desastres por alagamento, inundação e movimentação de massa na cidade de João Pessoa PB.	35
Figura 7. Diagrama de causa e efeito para alagamento e inundação.	37
Figura 8. Pontos que apresentam problemas de alagamento e de inundação na área urbana do município de João Pessoa, PB.	37
Figura 9. Resíduos sólidos disposto de forma inadequada próximo ao SMiD:	39
Figura 10. Presença de resíduos no SMiD, bairro Mangabeira.	39
Figura 11. Acúmulo de lixo a céu aberto no bairro do João Paulo II.	41
Figura 12. Problema dos RSU na drenagem urbana destacando alguns bairros da zona Sul da cidade de João Pessoa, PB.	42
Figura 13. Alagamento no bairro de Mangabeira.	43
Figura 14. Acumulo de RSU na comunidade do Gadanho, bairro Tambiá, zona Norte.	43
Figura 15. Pontos de inundação na cidade de João Pessoa, PB.	44
Figura 16. RSU dispostos às margens do rio Jaguaribe, bairro de Cruz das Armas, João Pessoa, PB.	45
Figura 17. Processo de eutrofização da lagoa Ana Nery, bairro Oitizeiro, João Pessoa, PB. ..	46
Figura 18. Localização dos pontos inundáveis na bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, João Pessoa, PB.	47
Figura 19. Deposição de RSU às margens e obstrução do canal de drenagem no rio Jaguaribe.	48
Figura 20. Deposição de RCD nas margens do rio Jaguaribe, bairro São José, João Pessoa, PB.	49
Figura 21. Ponto de inundação na ladeira que divide os bairros de Mangabeira e Valentina de Figueiredo.	49
Figura 22. Inundação na Av. José Américo de Almeida, ponte sobre rio Jaguaribe, zona Leste (ponto 9 da Figura 14), João Pessoa, PB.	50

Figura 23. Pontos de áreas propensas à movimentação de massa na cidade de João Pessoa, PB.	51
Figura 24. Diagrama de causa e efeito para movimentação de massa.	52
Figura 25. Área propensa a movimento de massa, na Comunidade Santa Clara – bairro Castelo Branco, zona Leste, agravada pela disposição inadequada de resíduos sólidos.....	52
Figura 26. Vista de fora da Comunidade Santa Clara, as margens da BR 230.	53
Figura 27. Acúmulo de RSU, com presença de resíduos orgânicos. Jardim Guaíba, bairro Funcionários, zona Sul, João Pessoa, PB..	53
Figura 28. Deposição de resíduos em área de risco de movimentação de massa no bairro Valentina de Figueiredo, zona Sul, João Pessoa, PB.....	54
Figura 29. Deposição de RSU na encosta da Comunidade do Gadanho, bairro Treze de Maio, zona Norte, João Pessoa, PB.	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Geração de RSU no Brasil.....	21
Gráfico 2. Percentual de distribuição dos municípios, por região, com iniciativas ou não de coleta seletiva no Brasil.....	24
Gráfico 3. Normais climatológicas de João Pessoa (1961-1990).....	33
Gráfico 4. Frequência dos problemas que causam alagamento na cidade de João Pessoa....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação de desastres.....	16
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Danos humanos e tipo de evento (quantitativo humano).....	18
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

COMPDEC/JP - Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de João Pessoa.

EIRD - Estratégia Internacional para a Redução de Desastres.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente – Minas Gerais.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

PNDC - Política Nacional de Defesa Civil.

PNPDEC - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos.

RCC – Resíduos da Construção Civil.

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos.

SINPDEC - Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

SMaD - Sistema de Macrodrenagem.

SMiD - Sistema de Microdrenagem.

SEDEC - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil.

UNDRO - United Nations Disaster Relief Organization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1	CONCEITOS RELATIVOS À RISCO DE DESASTRE - AMEAÇA, VULNERABILIDADE E RISCO.....	13
3.2	GESTÃO DE RISCO DE DESASTRE.....	17
3.2.1	Gestão de risco no âmbito local	19
3.2.2	Caracterização do risco	20
3.3	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	21
3.3.1	RSU e a problemática no sistema de drenagem urbana.....	24
3.3.2	RSU e o risco de desastres por movimento de massa.....	26
4	METODOLOGIA	28
5	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
5.1.1	Aspectos climáticos e geográficos da cidade de João Pessoa.....	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1	PRINCIPAIS CENÁRIOS DE RISCO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.....	35
6.2	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS PROPENSAS A RISCO DE ALAGAMENTO E INUNDAÇÃO PELOS RSU	36
6.2.1	Áreas propensas a risco de alagamento	38
6.2.2	Áreas propensas a risco de inundação	44
6.3	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS PROPENSAS À RISCO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSA RELACIONADO COM A DEPOSIÇÃO INADEQUADA DOS RSU	51
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
8	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional, simultaneamente com a expansão urbana irregular, vem ao longo do tempo modificando de forma significativa a infraestrutura das cidades brasileiras, ocasionando impactos ambientais nos mais diversos serviços. Os processos de intervenção do homem no meio ambiente são desempenhados de maneira que cada vez mais geram-se resíduos sólidos. A quantidade e o volume gerado desses resíduos é algo imponente, sendo a destinação final destes, um dos maiores desafios que a sociedade moderna vem enfrentando.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) é hoje uma das maiores preocupação mundiais, pois têm gerado impactos econômicos, sociais e ambientais. No Brasil, a problemática dos RSU, sobretudo na maioria das cidades, traz consigo risco de desastres, risco à saúde da população e ainda, provoca aspectos antiestéticos no meio urbano. Quando os RSU são dispostos de forma inadequada em áreas vulneráveis, intensificam-se o risco de desastres. Veiculados pelas redes de drenagem urbana, têm contribuído para agravar o risco de desastres por alagamento e inundação. A problemática torna-se mais preocupante quando disposto nas encostas de morro, pois a decomposição de resíduos orgânicos gera o gás metano e também pode causar desastres por movimento de massa.

Segundo Neves e Tucci (2008) a gestão inadequada da infraestrutura de saneamento básico é uma das causas dos impactos ambientais e da baixa de qualidade de vida, sobretudo nos países em desenvolvimento. Afirmam ainda que os componentes de saneamento possuem uma forte interface entre si, impelindo o desenvolvimento urbano com base na gestão integrada.

A Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, sendo a prestação de serviços públicos de saneamento básico prestados com base no abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente, bem como disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado (BRASIL, 2007).

Não diferente de outras cidades brasileiras, a cidade de João Pessoa capital da Paraíba, nas últimas décadas também vem enfrentando mudanças nas formas de ocupação urbana, levando à falta de infraestrutura. A precariedade dos serviços públicos de limpeza

urbana e manejo dos RSU, juntamente com a falta de aplicabilidade das políticas públicas voltadas para de educação ambiental, ainda faz surgir na cidade depósitos irregulares de resíduos sólidos, que trazem problemas de ordem ambiental, sanitária, econômica e social para a população, sendo as comunidades, distribuídas por toda a cidade, as áreas mais prejudicadas e propensas a risco de desastres.

Os discursos sobre os riscos de desastres vão além da perspectiva técnica. Devem ser incluídos aspectos sociais, econômicos e culturais, que permitam compreender melhor os cenários como sendo de risco ou não. É preciso ter clareza que os riscos são construídos socialmente e que para reduzir o risco de desastres é necessário atuar sobre a relação: ameaças e vulnerabilidades.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída por meio da Lei Nº 12.608/2012, trouxe como principais diretrizes a necessidade de uma abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação e ainda a necessidade de atuação articulada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para redução de desastres e apoio às comunidades atingidas (BRASIL, 2012b).

Essa Lei institui que as ações de gestão de riscos e de desastres estão organizadas sob a forma de sistema, denominado de Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC, composto pelos órgãos e entidades da administração pública federal, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e pelas entidades públicas e privadas de atuação significativa na área.

Nesse contexto, ações integradas entre poder público, comunidades, universidades, organizações não governamentais, entre outras instituições, são fundamentais para que os riscos de sejam prevenidos e/ou mitigados. Considerando que os RSU fatores agravantes para as áreas propensas a risco de desastres, o presente trabalho busca contribuir com a prevenção de risco, caracterizando as áreas propensas a risco de desastres relacionados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos e os sistemas de micro e macrodrenagem na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

2 OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as áreas propensas a risco de desastres relacionados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos e os sistemas de micro e macrodrenagem na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as áreas propensas a risco de desastre ocasionado pela disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos nos bairros da cidade de João Pessoa.
- Identificar a vulnerabilidade da população das áreas vulneráveis, quanto à temática dos resíduos sólidos urbanos.
- Analisar os riscos relacionados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos nas áreas identificadas.
- Criar e disponibilizar a órgãos competentes, banco de dados das áreas propensas a risco de desastre relacionado à má disposição dos RSU e a problemas no sistema de micro e macro drenagem.
- Propor uso de documentos legais como alternativas para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CONCEITOS RELATIVOS À RISCO DE DESASTRE - AMEAÇA, VULNERABILIDADE E RISCO

Os conceitos de ameaça, vulnerabilidade e risco são de fundamental importância para criar estratégias eficazes de redução de riscos de desastres e de preparação e prevenção dos mesmos.

Sánchez (2006) aponta que os diversos ramos da ciência desenvolveram terminologia própria, dando às palavras um significado o mais exato possível, reduzindo a margem de interpretação de significados e eliminando ambiguidades. Porém a gestão ambiental, ao contrário, utiliza vários termos do vocabulário comum. Palavras como impacto, avaliação e meio ambiente, por exemplo, não foram cunhadas propositadamente para expressar um conceito preciso, mas apropriadas do vernáculo, e fazem parte do jargão profissional desse campo.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012b), define ameaça como estimativa de ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua manifestação.

A Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD), da Organização das Nações Unidas (EIRD, 2004), define ameaça de forma mais ampla, identificando-a como um evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e/ou atividade humana que pode causar a morte e/ou lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação ambiental. Podendo ser única, combinada ou sequencial em sua origem (natural ou antrópica) e efeitos, caracterizando-se pela localização, intensidade, frequência e probabilidade.

O que é preciso ficar claro é que o conceito de ameaça está mais relacionado ao agente detonante e à probabilidade de algo danoso incidir sobre a sociedade, podendo ser potencialmente prejudicial se ocorrer sobre populações ou cenários vulneráveis ou em processo de vulnerabilização (CEPED, 2014).

Vulnerabilidade é definida pela EIRD (2004) como condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade e exposição de uma comunidade ao impacto de ameaças.

No contexto dos estudos sobre risco de desastre, a vulnerabilidade é antes de tudo social, está diretamente ligada à situação pobreza, pois é a população mais pobre que, por falta de opção, ocupam áreas de riscos. No entanto, é preciso considerar que cada cidade (ou local da cidade) tem suas próprias características, geológica, climática, física, econômica e cultural, e considerar, também, como as políticas públicas e a gestão local atuam para que a população tenha melhores condições de moradia, acesso a bens e serviços básicos que viabilizem qualidade de vida é imprescindível.

As condições de vulnerabilidade estão representadas pela pobreza, a desorganização social, as ideologias fatalistas, a ausência de sistemas institucionalizados de segurança do cidadão, a falta de controle e de normativas sobre o uso do solo urbano e rural, adaptadas para as infraestruturas urbana e rural existentes (FILGUEIRA; BARBOSA, 2013).

Os riscos caracterizam-se, de acordo com a EIRD, como a probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas esperadas (morte, lesões, propriedades, meio de subsistência, atividades econômicas e/ou degradação ambiental) resultado de interações entre ameaças naturais ou antropogênicas e condições de vulnerabilidade.

O risco se constrói socialmente e para entender como se dá essa construção é necessário compreender dois aspectos: de que forma a sociedade cria novas ameaças, por meio da intervenção nos ecossistemas e na transformação dos recursos em ameaças; e de que forma se constrói as vulnerabilidades que potencializam os impactos de determinados eventos físicos (FILGUEIRA, 2013).

Mike Davis (2006) *apud* Mendonça (2009) aponta que enquanto riscos naturais são ampliados pela pobreza urbana, riscos novos e totalmente artificiais são criados pela interação entre pobreza e indústrias poluentes, trânsito anárquico e infraestrutura em colapso.

Ulrich Beck em “Sociedade de risco” (BECK, 2010), salienta que o progresso tecnológico em um modelo de desenvolvimento econômico culminou na sociedade atual, em que a produção de riquezas traz consigo o aumento de riscos sociais, políticos, ambientais, econômicos e individuais, os quais tendem a escapar do controle das instituições. O advento dessa nova modernidade opera na fabricação de incertezas, na produção social de riscos, provocando instabilidade no mercado e desastres

socioambientais. E muitos dos novos riscos escapam inteiramente à capacidade perceptiva humana imediata.

O embasamento sobre riscos no presente trabalho é especialmente sobre risco de desastres, os quais tem se tornado cada vez mais constante no contexto social. Segundo a EIRD (2004) um desastre é o resultado do processo de acumulação do risco. Resulta da combinação de ameaças, condições de vulnerabilidade da insuficiente capacidade ou medidas para reduzir as consequências negativas e potenciais do risco.

Os desastres estão intimamente relacionados com as transformações e crescimento da sociedade, com o modelo global de desenvolvimento adotado, com a ocupação dos espaços urbanos, com os modos de vida que produzem vulnerabilidades sociais. Essas vulnerabilidades sociais agregadas à inexistência ou à insuficiência de processos de gestão de riscos, de capacidade de resposta (de preparação de pessoas e de equipes, de serviços adequados de socorro e de assistência, de políticas assistenciais e de reconstrução pós-desastre) produz vulnerabilidade aos desastres (CEPED, 2014).

De modo geral o risco de desastre pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$\boxed{\text{Risco} = \text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade}}$$

Fatores como aumento da população, ocupação de áreas suscetíveis e assentamentos precários, falta de políticas de habitação urbana, ineficiência de políticas de proteção social, inexistência de planejamento urbano e degradação do meio ambiente aumentam de forma significativa o risco a desastres.

Importante destacar que existe o risco aceitável, o qual é definido como o risco que foi reduzido a um nível que pode ser tolerado pela sociedade ou comunidade, levando em consideração as obrigações legais e condições sociais, econômicas, políticas, culturais e ambientais.

No Brasil, os desastres naturais mais recorrentes registrados são os decorrentes de inundações, alagamentos, enxurradas, deslizamentos, estiagens, secas e vendavais, sendo que nos ambientes urbanos, que abrigam a grande maioria da população brasileira, as inundações, as enxurradas e os deslizamentos de solo ou rocha constituem-se nos eventos que causam os maiores impactos (BRASIL, 2012a).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012b), classifica os desastres de acordo com os critérios de evolução, intensidade e origem (Tabela 1):

Critério	Tipo de desastres	Comentários
Evolução	Súbito ou de evolução aguda	Causados por eventos adversos violentos e rápidos. Como: deslizamento, enxurrada, vendaval, terremoto, erupção vulcânica, chuva de granizo etc.
	De evolução crônica ou gradual	Insidiosos, com agravamento progressivo. Exemplos: seca, erosão, poluição ambiental etc.
	Por somatório de efeitos parciais	Somatório de vários acidentes ou desastres que, após um período, definem um grande desastre. Exemplos: cólera, malária, acidentes de trânsito e de trabalho etc.
Intensidade	Acidente	Danos e prejuízos de pouca importância para a coletividade como um todo.
	Desastre de médio porte	Danos e prejuízos, embora importantes, podem ser recuperados com os recursos disponíveis na própria área sinistrada.
	Desastre de grande porte	Recuperação exige o reforço de recursos regionais, estaduais ou federais. Implica decretação de situação de emergência.
	Desastre de muito grande porte	Recuperação exige a ação coordenada de todos os níveis do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e, eventualmente, a ajuda externa. Implica decretação de estado de calamidade.
Origem	Natural	Decorrente de fatores e desequilíbrios da natureza que atuam independentemente da ação humana.
	Humana ou antropogênica	Provocado pela ação ou omissão humana. Homem como agente e autor.
	Mista	Decorrente da intercorrência de fenômeno natural sobre áreas degradadas pela ação humana ou quando um fenômeno é agravado pela ação ou omissão humana.

Quadro 1. Classificação de desastres. Fonte: adaptado de Ganem (2011).

Os desastres ditos naturais estão intimamente relacionados com os processos de desenvolvimento humano e colocam em risco esse desenvolvimento. Assim, os desastres estão intimamente relacionados com as transformações e crescimento da sociedade, com o modelo global de desenvolvimento adotado, com a ocupação dos espaços urbanos, enfim, com os modos de vida que produzem vulnerabilidades sociais (LIMA, 2016).

3.2 GESTÃO DE RISCO DE DESASTRE

A gestão de risco a desastres, sobretudo no contexto urbano, direciona-se a ações e estratégias para diminuir as condições de vulnerabilidade aos desastres. Tem como objetivo a previsão e prevenção dos riscos, incluindo ações como políticas públicas e participação social, integrando os diferentes conhecimentos sobre a realidade local.

Pode ser classificada como corretiva e/ou prospectiva. Na gestão corretiva, as ações devem intervir sobre o risco já existente, produto de ações sociais diversas realizadas no passado. A gestão prospectiva se desenvolve, por sua vez, em função do risco ainda não existente, que pode ser previsto por meio de um planejamento adequado. A sua prática tem o objetivo de evitar os erros do passado, estando estreitamente alicerçada ao planejamento e desenvolvimento locais.

Em 2012 foi instituída a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), pela Lei Nº 12.608, de 10 de abril, a qual traz os princípios, os objetivos e instrumentos de como a gestão de riscos de desastres e a gestão de desastres devem ser implementadas no Brasil, com o propósito de assegurar condições sociais, econômicas e ambientais adequadas para garantir a dignidade da população e garantir a promoção do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012b).

Entre os objetivos da PNPDEC, vale destacar:

- Reduzir os riscos de desastres;
- Incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;
- Promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;
- Combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;
- Orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção.

A referida Lei de modo a organizar as ações de Proteção e Defesa Civil no Brasil, também dispõe sobre Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), o qual tem a finalidade de contribuir no processo de planejamento, articulação, coordenação e execução de programas, projetos e ações de Proteção e Defesa Civil.

O Programa de Gestão de Riscos e Reposta a Desastres do Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2012a), outro importante instrumento de prevenção de desastres, acionou para uma ação coordenada e articulada dos entes federados para a consecução de ações que venham a prevenir e/ou mitigar os danos. Esse programa ampliou o conhecimento público sobre:

- As áreas de risco nos municípios mais críticos, por meio do mapeamento da suscetibilidade geológica aos fenômenos de deslizamentos, inundações e enxurradas;
- “Mapeamento de riscos” nas áreas ocupadas;
- Definição de diretrizes para a ocupação urbana segura, tanto na escala de planejamento urbano, quanto na escala dos projetos de parcelamento do solo;
- Monitoramento da ocupação urbana, permitindo avançar num processo de controle e fiscalização urbanos que reduza o avanço da ocupação sobre áreas de maior fragilidade natural.

O Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (BRASIL, 2014a) aponta que em 2013 foram oficialmente reportados 493 desastres naturais, os quais causaram 183 óbitos, destes 107 óbitos ocorreram por chuvas intensas, inundações e deslizamentos, e afetaram 18.557.233 pessoas (Tabela 2).

	Óbitos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desapa-recidos	Outros	Afetados
Alagamentos	4	279	4.306	44.330	48.260	0	180.641	277.820
Chuvas Intensas	30	468	3.607	25.585	103.278	5	1.604.303	1.757.668
Deslizamentos	41	133	88	6.721	6.843	0	219.530	233.356
Enxurradas	38	787	2.324	17.266	118.074	92	778.694	931.608
Erosão	1	86	466	2.826	3.964	0	343.906	351.249
Estiagem	9	5.020	68.047	2.040	10.009	2	11.194.527	11.953.305
Geadas	0	0	0	0	0	0	0	0
Granizo	1	95	8	5.551	9.967	0	160.315	176.936
Incêndios florestais	0	0	139	113	145	0	2.970	3.367
Inundações	36	1.461	13.283	59.023	208.274	6	1.083.402	1.389.454
Vendaval	4	166	33	4.553	6.552	0	107.432	123.735
Outros	19	78	67.395	7.601	1.039	0	1.282.603	1.358.735
TOTAL	183	8.573	159.696	175.609	516.405	105	16.958.323	18.557.233

Tabela 1. Danos humanos e tipo de evento (quantitativo humano).
Fonte: Brasil (2014a).

Esses números podem ser associados a crescente urbanização do país que não foi acompanhada de políticas de desenvolvimento urbano capazes de fornecer qualidade de vida para maioria da população, que por sua condição social e falta de conhecimento se estabeleceu em assentamentos precários, terrenos e encostas que oferecem risco como movimento de massa, alagamento e movimento de massa, gerando um quadro de extrema vulnerabilidade. Assim, é possível enxergar o quão urgente é preciso o reconhecimento de planejamento urbano com foco em gestão de riscos a fim de diminuir a fragilidade das áreas propensas a risco de desastres.

Durante muito tempo, o trabalho de enfrentamento a desastres por parte das políticas públicas e da Defesa Civil brasileira concentrava-se apenas nas ações desenvolvidas para pós-impacto dos eventos adversos, envolvendo o socorro, a assistência às pessoas atingidas e a reabilitação do cenário do desastre.

Em 2014, a Lei Nº 12.983 altera a Lei Nº 12.340 de 1º de dezembro de 2010, para dispor sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências (BRASIL, 2014b).

Vale salientar que dificilmente os instrumentos legais e as ações estabelecidas alcançaram o risco zero, mas sim o risco aceitável. Neste contexto, torna-se indispensável que a população entenda que tem papel importante na gestão de risco e que são responsáveis por sua própria segurança, sem limitar-se a espera do Governo para prover soluções dos problemas.

3.2.1 Gestão de risco no âmbito local

Considerando que o desastre ocorre em âmbito local, ou seja, na cidade, a instituição local deve estar bem estruturada, articulada com os demais órgãos integrantes do SINPDEC, e ainda, servir de referência para a tomada de decisão sobre ações preventivas e de resposta. Podendo seguir as seguintes etapas:

- Identificar e mobilizar os atores sociais que devem se engajar no processo de gestão local de riscos (necessário engajar a comunidade e o poder municipal nas ações).

- Identificar os diferentes cenários de risco (ameaças e vulnerabilidades) e caracterizar o território socioespacial em que se apresentam;
- Caracterizar as populações que habitam áreas com populações vulneráveis a risco de desastres (identificar os grupos vulneráveis, produzir informação setorizada);
- Compreender quais os processos que estão relacionados com a produção dos riscos;
- Identificar quais as medidas de enfrentamento ao risco já estão sendo utilizadas pelas pessoas do local;
- Criar e implementar políticas, estratégias, programas ou ações para reduzir os riscos;
- Monitoramento, avaliação e estratégias de permanência do processo de gestão local de riscos.

De acordo com a CEPED (2012) a gestão local de risco a desastres está relacionada ao processo de redução de riscos com foco nas comunidades. O local não se restringe aos limites do município, tendo a gestão de risco que se articular em outros níveis territoriais e sociais. O local é, muitas vezes, o depositário do risco, mas não, necessariamente, seu único produtor. O processo de gestão depende, ainda, de decisões políticas intersetoriais, nos diferentes níveis de abrangência.

No Brasil, país com elevada concentração de riquezas naturais, as áreas mais carentes são ocupadas pelos mais pobres. Por isso um dos aspectos a ser analisado é a distribuição espacial da pobreza nas cidades, de modo a identificar quais áreas deverão ser prioritárias.

3.2.2 Caracterização do risco

A caracterização do risco é um fator fundamental dentro das ações que integram gestão de risco a desastres. Contribui para os objetivos do planejamento de emergência, ao prevenir ou minimizar situações de risco e atenuar os seus efeitos. Segundo Brasiliano (2005) a caracterização do risco oferece oportunidade para proporcionar um melhor conhecimento do risco, promover a tomada de decisão sobre o risco e alocação de recursos, reduzir os graus de risco para a população, os bens ou o ambiente e enfatizar as atividades de prevenção e mitigação do risco a desastres.

Entre as etapas do processo de caracterização de risco a desastres, incluem-se:

- Identificar e avaliar áreas suscetíveis, as quais devem ser revistas periodicamente;

- Analisar quais os processos envolvidos na produção dos riscos;
- Criar bancos de dados, deixando-os sempre atualizados;
- Envolver as pessoas que se tornem responsáveis pelo processo de gestão, para que este seja contínuo e participativo;
- Desenvolver ações preventivas, corretivas e prospectivas;
- Avaliação constante nas diferentes etapas e sobre os resultados alcançados.

Lembrando que os riscos são uma relação entre ameaças e vulnerabilidades, e, portanto não são objetos fixos ou estáveis, mas processos que se modificam com o tempo e dependem do sistema sociocultural e técnico. Portanto, essas etapas podem ser, ou não, adaptadas para as circunstâncias específicas conforme a área territorial em análise.

3.3 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A relação entre desenvolvimento econômico e geração de resíduos é direta, quanto mais próspero o país, mais Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são gerados. Assim, o aumento do poder aquisitivo, somado ao aumento da população e o crescente consumo, contribuem para o problema do rápido esgotamento dos aterros sanitários e a poluição gerada pela disposição inadequada (DIAS, 2012).

A geração de RSU no Brasil cresceu 1,7%, de 2014 para 2015, índice que é superior à taxa de crescimento populacional urbano no país no período, que foi de 0,8% (Gráfico, 1). Consequentemente, a geração per capita cresceu no mesmo ritmo.

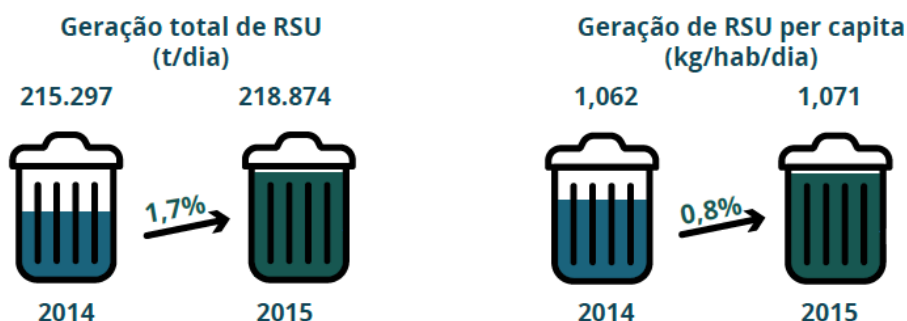


Figura 1. Geração de RSU no Brasil. Fonte: ABRELPE (2015).

Além do expressivo crescimento da geração desses resíduos, observam-se, ainda, ao longo dos últimos anos, mudanças significativas em sua composição e características e

o aumento de sua periculosidade (IPEA, 2010). Essas mudanças derivam dos novos modelos de desenvolvimento, pela obsolescência programada dos produtos e pela mudança nos padrões de consumo baseados no consumo excessivo, bem como pela descartabilidade em curto período de tempo.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (BESEN *et al.*, 2010).

A temática dos RSU constitui um desafio importante para a gestão das cidades em direção à sustentabilidade. Entretanto, os fenômenos e os impactos relacionados à prevenção, geração, coleta, disposição e reaproveitamento dos RSU têm sido tratados setorialmente, de maneira desarticulada, obstruindo uma visão sistêmica do problema e refletindo-se em políticas públicas fragmentadas (DIAS, 2012).

A Lei Nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal (BRASIL, 2010).

A referida Lei considera os RSU, o lixo originário nos domicílios, os resíduos de limpeza urbana e de atividades comerciais (Figura 1). Importante destacar que os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços podem ser considerados resíduos domiciliares pelo poder público municipal desde que sejam caracterizados como não perigosos.

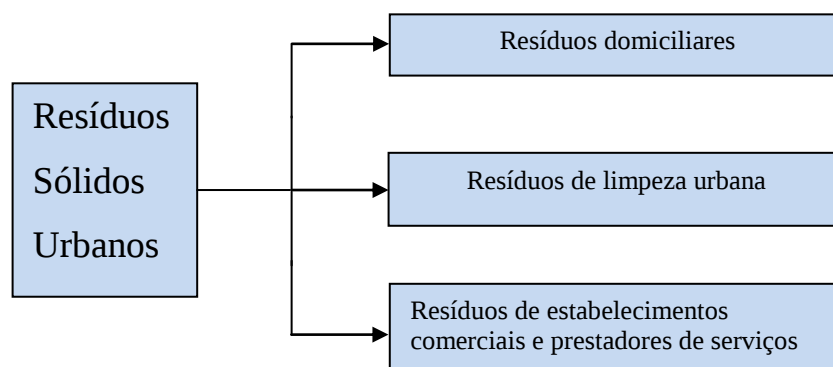


Figura 2. Classificação dos RSU. Fonte: autora.

Segundo Jacobi e Besen (2011) a preocupação mundial em relação aos resíduos sólidos, em especial os domiciliares, tem aumentado ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final.

A decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos domiciliares resulta na formação do chorume, que pode contaminar o solo e as águas superficiais ou subterrâneas pela contaminação do lençol freático. Pode ocorrer também a formação de gases tóxicos, asfixiantes e explosivos que se acumulam no subsolo ou são lançados na atmosfera (GOUVEIA, 2010). Além do mais, o RSU descartado ou armazenado de forma inadequada, cria condições ideais para atrair vetores que pode disseminar doenças à população, em especial a população que reside em áreas onde as condições de saneamento básico são precárias ou inexistentes. O manejo adequado dos RSU é uma importante estratégia de preservação do meio ambiente, bem como proteção da saúde.

Quando atrelado às variações climáticas, os impactos podem ser ainda maiores. No caso de fortes chuvas, os RSU dispersos em locais inadequados, são carreados pelo escoamento superficial, captados pela rede hidrográfica e carreados para os trechos de menores declividades do leito dos rios onde são depositados, causando inundações.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008) mostrou que um em cada três municípios brasileiros passou por situações de enchentes, entre 2004 e 2008 e que 30,7% das prefeituras consideraram que os resíduos jogados em ruas, avenidas, lagos, rios e córregos causaram as enchentes nas cidades.

A PNRS define estratégias para redução e disposição dos resíduos sólidos na gestão e no gerenciamento, deve ser adotada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Todos os países devem avaliar a conveniência da infraestrutura ambiental de seus assentamentos humanos, determinar metas para o manejo sustentável dos resíduos sólidos e implantar tecnologias ambientalmente corretas para assegurar a proteção do meio ambiente, da saúde humana e da qualidade da vida (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 1995).

Embora tenha havido avanços nas soluções para tratamento dos RSU, como coleta seletiva e compostagem, tais programas ainda revelam suas fragilidades. A pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

Especiais (ABRELPE, 2015) permitiu projetar que 3.859 municípios apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva, porém cabe ressaltar para o correto entendimento das informações que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva não abrangem a totalidade de sua área urbana (Gráfico, 2).

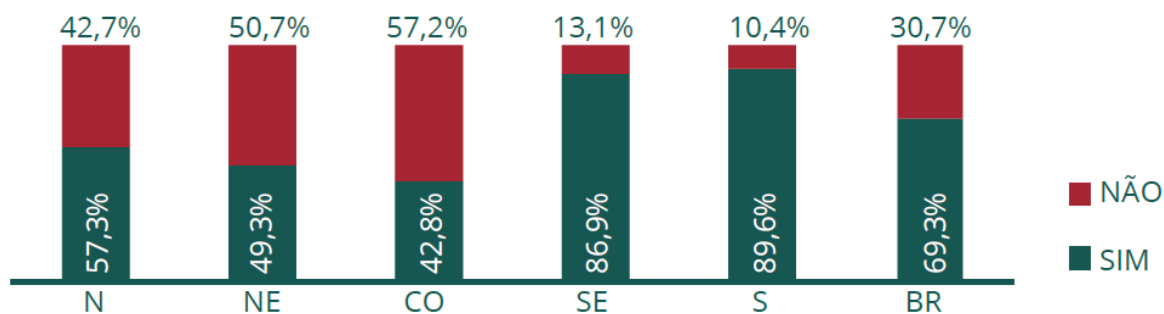


Gráfico 2. Percentual de distribuição dos municípios, por região, com iniciativas ou não de coleta seletiva no Brasil. Fonte: ABRELPE (2015).

Na região Nordeste do Brasil, os 1.794 municípios geraram em 2015, a quantidade de 55.862 toneladas/dia de RSU, das quais 78,6% foram coletadas. Do montante coletado na região 64,3%, ou 28.206 toneladas diárias, ainda são destinadas para lixões (ABRELPE, 2015). Nesse contexto fica evidente que políticas de educação ambiental, mudanças nos hábitos e atitudes dos cidadãos são fundamentais para a redução e prevenção na geração de resíduos.

3.3.1 RSU e a problemática no sistema de drenagem urbana

O sistema de drenagem é definido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas pluviais. É constituído por uma série de medidas que visam minimizar os riscos a que estão expostas as populações, possibilitando o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e ambientalmente sustentável. Existem dois sistemas distintos de drenagem urbana: micro e macrodrenagem. Esses dois sistemas tem por objetivo escoar rapidamente as águas das áreas urbanas.

De acordo com as orientações básicas para drenagem urbana (FEAM, 2006), o sistema de microdrenagem (SMiD) é composto por estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos. É constituído pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas de lobo e meios-fios. O sistema

de macrodrenagem (SMaD) é composto por dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana. É constituído pelos principais talwegues, fundos de vales, cursos d'água, independente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais.

Os condutos dos sistemas de drenagem podem ser feitos a céu aberto ou fechado. Os condutos a céu aberto são chamados de canais e as fechadas de galerias. Assim, os canais e galerias constituem o sistema de macrodrenagem urbana e são responsáveis pelo escoamento de um volume muito grande de água, visto que recebem os ramais da microdrenagem. É necessário estar atento que as velocidades altas do escoamento constituem um grande problema para o sistema de drenagem urbana, por um lado propiciam o aumento da eficiência de drenagem, mas por outro lado, podem propiciar danos as paredes e leitos dos cursos d'água, que estão sujeitos aos efeitos de erosão e abrasão das enxurradas (SANTOS, 2007).

Quando os RSU são dispostos de forma inadequada em áreas vulneráveis, intensificam-se os riscos de desastres. Quando jogados nas ruas, chegam até as galerias de drenagem, e as entopem, causando alagamento, quando depositados próximos a cursos d'água urbanos podem causar inundações. Segundo Câmara *et al.* (2014) grande parte dos resíduos são responsáveis pelo assoreamento de rios e congestionamento das estruturas do sistema de drenagem, como as bocas de lobo e galerias.

É importante ressaltar que enchente, inundação e alagamento têm conceitos diferentes, as enchentes ocorrem apenas o aumento do nível d'água sem extravasamento. A inundação é o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal e estar relacionadas, principalmente, com as características das bacias hidrográficas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica. Já alagamento é a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana, que traz como consequência o acúmulo de água em áreas rebaixadas das ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas.

O Guia para Elaboração de Políticas Municipais, elaborado pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2006), afirma que no Brasil os principais fenômenos relacionados a desastres são os deslizamentos de terra e as inundações, que estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, repetindo-se a cada período chuvoso mais severo. Apesar das inundações serem os processos que produzem as maiores perdas econômicas e

os impactos mais significativos na saúde pública, são os deslizamentos que geram o maior número de vítimas fatais.

De acordo com Tucci (2005) os resíduos encontrados no sistema de drenagem são de dois tipos: os sedimentos gerados pela erosão do solo em decorrência do efeito da precipitação e do escoamento e os resíduos produzidos pela população, decorrentes do desenvolvimento urbano, sendo observados alguns estágios distintos da produção de material sólido na drenagem urbana. A soma desses dois componentes é chamada de “sólidos totais” ou “resíduos sólidos”. E a composição dos resíduos totais que chegam à drenagem irá variar de acordo com o nível de urbanização entre os sedimentos e o lixo.

A gestão e gerenciamento de resíduos sólidos estão intimamente ligados ao bom funcionamento do sistema de drenagem urbana. E o principal objetivo envolve ações de redução do total gerado.

A redução, por sua vez, de acordo com Allison *et al.* (1998) *apud* Neves e Tucci (2008) pode ser feita por meio de dois tipos de medidas: medidas estruturais, com a implantação das armadilhas ou estruturas de retenção; e medidas não estruturais, envolvendo mudanças de atitude da comunidade (incluindo o comércio, a indústria e os residentes). As medidas não estruturais e preventivas, quanto à geração dos resíduos, estão relacionadas com a melhoria nos serviços urbanos, regulação dos empreendimentos com atuação no controle da implementação de construções urbanas e criar mecanismos para redução das fontes de produção de resíduos, tratando do aumento da reciclagem e obtenção do valor econômico dos resíduos, educação e incentivos à separação seletiva, entre outros.

É importante destacar que a limpeza e manutenção das redes coletoras são de fundamental importância para garantir a eficiência do sistema. Esse deve ser um trabalho constante e contínuo, que envolve equipes de plantão para ações de emergência.

3.3.2 RSU e o risco de desastres por movimento de massa

De acordo com Press *et al.* (2006) os movimentos de massa são deslizamentos, fluxos ou quedas de grandes massas de material (constituem em substrato rochoso; material consolidado, incluindo sedimentos compactados ou regolito; ou materiais inconsolidados, tais como, sedimentos soltos e não cimentados) como repostas à atração pela gravidade.

Os problemas relativos à erosão e a processos de movimentos de massa encontram-se presentes em vários lugares do mundo, mas em países cujo regime pluvial tem as características do ambiente tropical e cuja situação sócio econômica seja considerada como de subdesenvolvimento ou em desenvolvimento, os problemas tornam-se mais acentuados devido à escassa estrutura para evitar ou controlar tal fenômeno (GUERRA, 1994 *apud* ARCOS *et al.*, 2012).

No geral, a literatura trata os movimentos de massa como processos associados a problemas de instabilidade de encostas. A maioria das classificações tem aplicabilidade regional e baseia-se nas condições geológicas e climáticas locais.

As chuvas são geralmente a causa preponderante da ocorrência de movimentação de massa em morros e encostas. No entanto, o efeito destas depende, dentre outros fatores, das condições climáticas, da topografia local, da estrutura geológica das encostas e da permeabilidade do solo. No entanto, os problemas podem ser potencializados pela ação antropogênica.

Segundo Wiggers (2013), as ações antropogênicas são responsáveis por modificar as características naturais das encostas, causando instabilidades. Dentre as principais atividades humanas responsáveis por auxiliar na desestabilização das vertentes, deflagrando e aumentando não só a magnitude, como também a probabilidade de ocorrência de acidentes, está o desmatamento, a realização de cortes com a formação de patamares, os depósitos tecnogênicos com materiais que apresentam comportamento heterogêneo e de baixa compactação, como lixo, rejeitos de construções e de antigas pedreiras.

A deposição inadequada dos RSU é um dos principais fatores agravantes para movimentação de massa em morros e encostas. De acordo com Filgueira *et al.* (2013) quando o lixo é depositado em encostas de morros o problema torna-se ainda mais preocupante, pois o processo de decomposição natural dos resíduos orgânicos gera o gás metano e a emissão desse gás para a atmosfera faz com que o solo fique propenso a movimento. O gás metano é altamente inflamável e, se acumulado, pode até causar explosões quando entra em contato com o ar.

4 METODOLOGIA

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a forma de abordagem desta pesquisa é classificada como qualitativa. Apresenta como características a objetivação do fenômeno e a hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno.

O método em pesquisa consiste na proposta de Bacon, Hobbes, Locke e Hume, método indutivo, o qual considera que o conhecimento é fundamentado na experiência, não levando em conta princípios preestabelecidos. De acordo com Gil (1999), no raciocínio indutivo a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta.

Quanto aos objetivos da pesquisa, esses tem caráter exploratório, visando proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Estes envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas informais com pessoas que tiveram e/ou têm experiências práticas com o problema pesquisado e análises de exemplos que estimulem a compreensão.

A metodologia fundamenta-se na proposta de Filgueira *et al.* (2013), que trata-se de uma adaptação das metodologias para a caracterização de áreas com populações vulneráveis a risco de desastres relacionados com fenômenos naturais elaboradas pela *United Nations Disaster Relief Organization* (UNDRO), a qual inclui uma sequência de ações de prevenção e preparação; e pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2006), que baseia-se em o que identificar, como identificar e como localizar as áreas potenciais de risco de desastres.

Para identificação das áreas propensas a risco foram realizados trabalhos de campo junto a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de João Pessoa (COMPDEC/JP), bem como, conhecimentos dos fatores que afetam as áreas e gravidade dos danos potenciais relacionados à disposição inadequada dos resíduos sólidos. Após a identificação das áreas foi realizada a delimitação espacial por meio do uso de geotecnologias, fotos e a identificação e caracterização dos problemas nos sistemas de micro e macrodrenagem da cidade.

Para o diagnóstico da drenagem urbana foram coletados dados sobre as bacias hidrográficas, nas quais o município está inserido, sistema de micro e macro drenagem de águas pluviais e ocupação do solo das áreas críticas passíveis de alagamentos, inundações e movimentação de massa, bem como, análise sobre a deposição dos resíduos sólidos nessas áreas e as condições de vida da população.

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de João Pessoa, capital e principal centro financeiro e econômico do Estado da Paraíba, localiza-se no extremo Leste do Estado, limitando-se, ao Sul, com o município do Conde, ao Oeste com os municípios de Bayeux e Santa Rita, ao Norte com o município de Cabedelo e ao Leste com o Oceano Atlântico (Figura 2). Fundada em 5 de agosto de 1585, João Pessoa é considerada a terceira cidade mais antiga do Brasil.

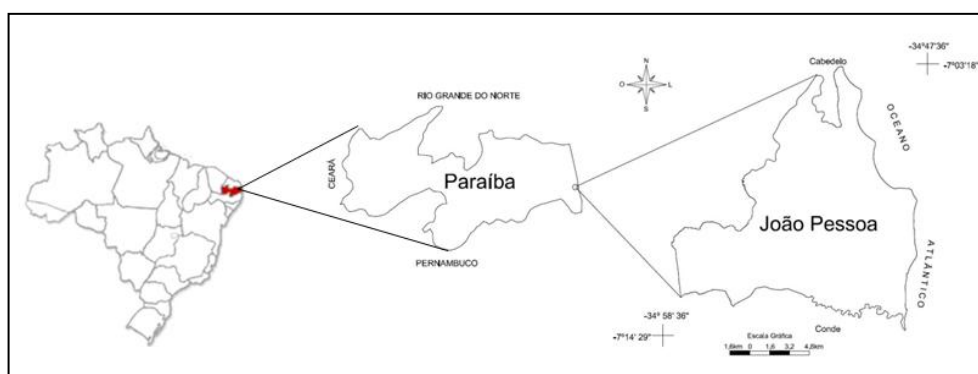


Figura 3. Localização da área de estudo. Fonte: adaptado de Menezes (2007)

Em 1808 a cidade possuía 3.000 moradores, cinco ermidas, uma matriz, três conventos e uma Igreja misericórdia com seu hospital. Por sua vez, em 1859 já contava com cerca de 25 mil habitantes. Até o início do século XIX, a cidade era habitada praticamente por militares, administradores e religiosos. No entanto, com a ampliação do comércio em geral, João Pessoa, bem como todo litoral brasileiro, teve seu povoamento acelerado (MELLO, 1987).

Atualmente a cidade possui uma população estimada em 780.738 habitantes (IBGE, 2014), com área de 210,6 km². Entre 2013 e 2014 apresentou taxa de crescimento de 2,45%. De acordo com Lima (2016) é a oitava cidade mais populosa da região e uma das capitais que mais cresce no Nordeste brasileiro, apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,763 e sua economia é a maior economia do Estado da Paraíba, representando 30,7% das riquezas produzidas no Estado.

Segundo Gonçalves *et al.* (1999), a urbanização em João Pessoa teve início a partir do final do século XIX, devido ao desenvolvimento da produção algodoeira, que impulsionou os serviços públicos na capital, e ao colapso do trabalho escravo que fez com

que os senhores de engenho e fazendeiros passassem a ter residência permanente na cidade.

Segundo Mello (1987) até a década de 1910, a lagoa do Parque Solon de Lucena, um dos cartões postais da cidade, não permitia o crescimento da cidade em direção ao litoral. Em 1913, foi realizado o saneamento da bacia da lagoa, permitindo, a expansão da cidade em direção ao litoral, num crescente processo de urbanização que se estende até os dias atuais. Vale salientar que os bairros situados à beira mar foram estabelecidas unidades habitacionais destinadas a população de renda mais elevada, o que contribuiu até os dias de hoje para a valorização do solo dessas áreas litorâneas.

A partir da década de 1960 começaram a ocorrer intervenções públicas, de órgãos federais, marcando um momento importante de reestruturação urbana da cidade. A implantação do Campus da Universidade Federal da Paraíba, do Distrito Industrial e de conjuntos habitacionais favoreceram a expansão da cidade em direção ao Sul e Sudeste do município, principalmente por parte da população de renda média e média baixa (RAFAEL *et al.*, 2009) (Figura 3).

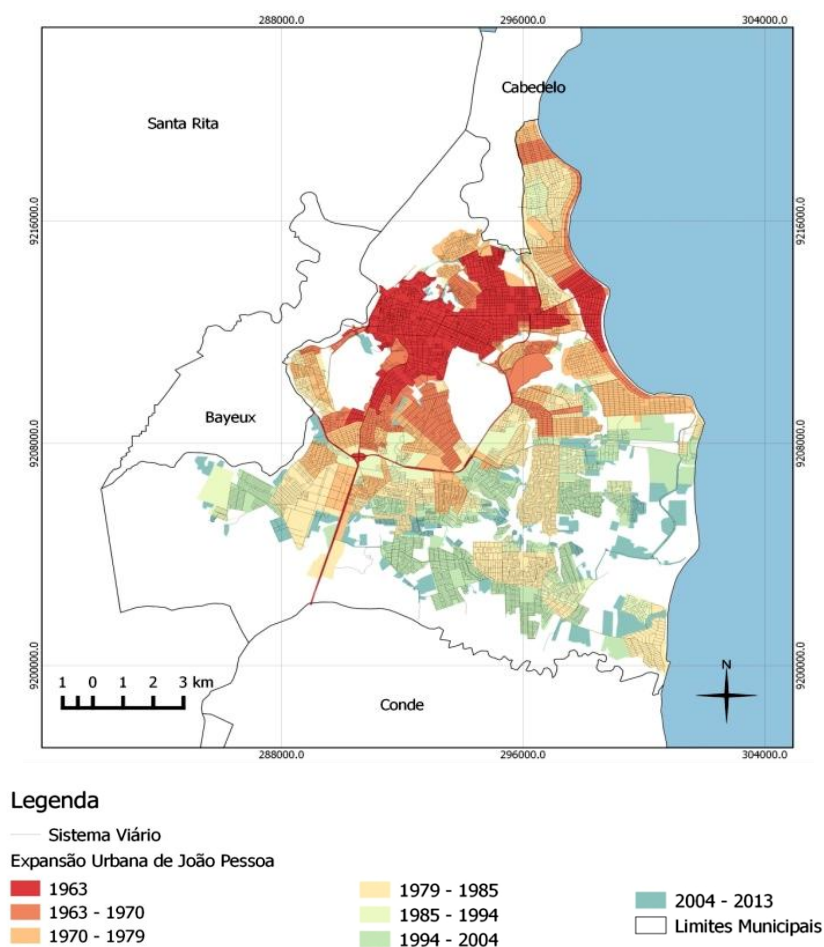


Figura 4. Expansão urbana de João Pessoa de 1963 a 2013. Fonte: Paraíba (2015).

Em 1992 foi criada a Lei Complementar N° 04 de 30 de abril, a qual institucionaliza o Plano Diretor da cidade de João Pessoa com o objetivo assegurar o desenvolvimento integrado das funções sociais da cidade, garantir o uso socialmente justo da propriedade e do solo urbano e preservar, em todo o seu território, os bens culturais, o meio ambiente e promover o bem estar da população. Em 2009 o Decreto N.º 6.499 consolidada a Lei Complementar N° 054 de 23 de dezembro de 2008 às disposições da Lei Complementar N° 03 de 30 de dezembro de 1992 (PARAÍBA, 2009).

O referido Plano Diretor da cidade, para efeito do ordenamento do uso e ocupação do solo, a zona urbana de João Pessoa compreende (Figura 4):

- Zona Adensável Prioritária - aquela onde a disponibilidade de infraestrutura básica, a rede viária e o meio ambiente permitem a intensificação do uso e ocupação do solo;
- Zona Adensável não Prioritária - aquela onde a disponibilidade ou a falta de um dos sistemas da infraestrutura básica permite uma intensificação moderada do uso ocupação do solo;
- Zona não Adensável - onde a carência da infraestrutura básica, da rede viária e o meio ambiente restringem a intensificação do uso e ocupação do solo;
- Zona de Restrição Adicional - porções da área urbana, situadas em zonas adensáveis ou não, nas quais o interesse social de preservação de características ambientais, paisagísticas, históricas e culturais, como patrimônio comum, impõe restrições adicionais ao uso e ocupação do solo.

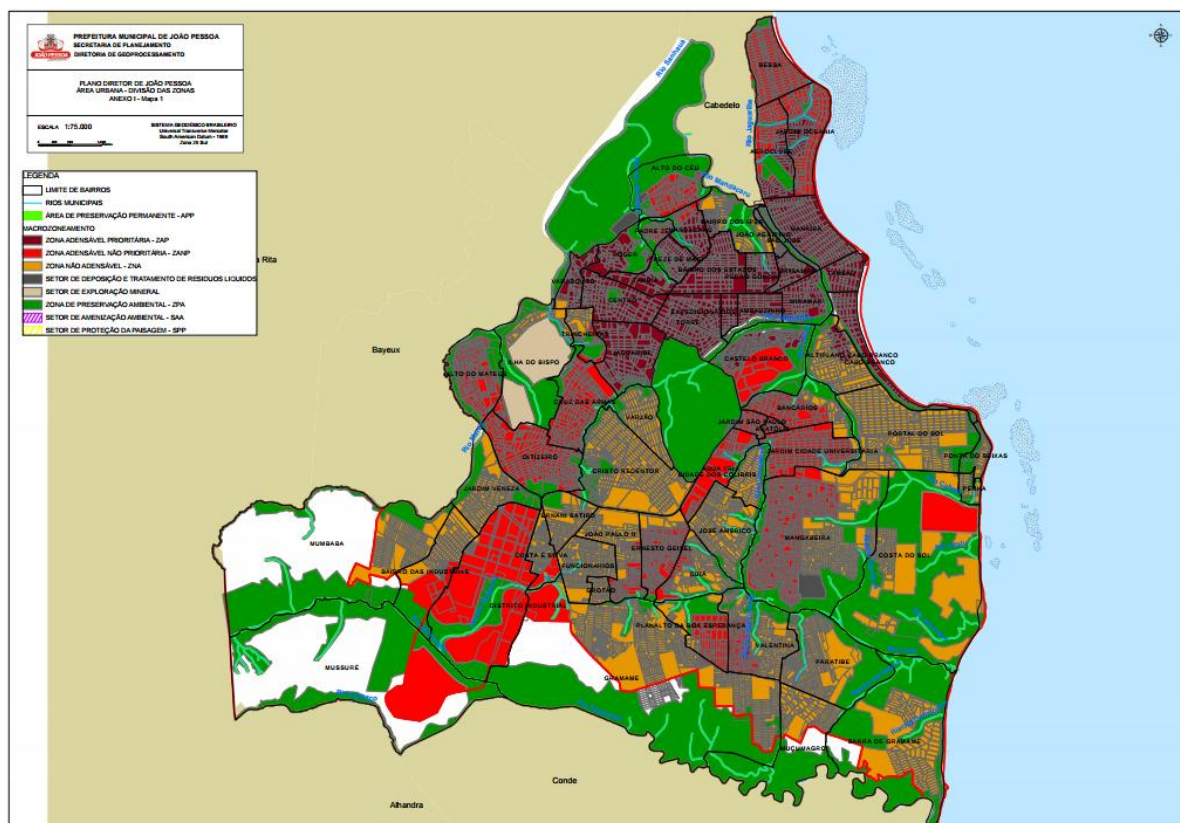


Figura 5. Divisão de zonas para ordenamento de uso e ocupação do solo.

Fonte: Paraíba (2009)

5.1.1 Aspectos climáticos e geográficos da cidade de João Pessoa

A cidade de João Pessoa está inserida de acordo com as divisões climáticas de W. Köppen, dentro do domínio tropical úmido, com clima de tipo tropical As', características quente e úmido com chuvas de outono e inverno, fortemente influenciado pelos alísios marítimos. Caracteriza-se por apresentar uma estação chuvosa, normalmente, iniciando no mês de março até meados de agosto, com média pluviométrica de cerca de 2.000 mm anuais (SANTOS *et al.*, 2015). A estação seca, segundo Pereira e Alves (2006), tem início em meados de setembro e estende-se até fevereiro, sendo outubro e novembro os meses mais secos, ocorrendo, nessa época, um pequeno aumento da temperatura, com a média em torno de 26 °C (Gráfico 3).

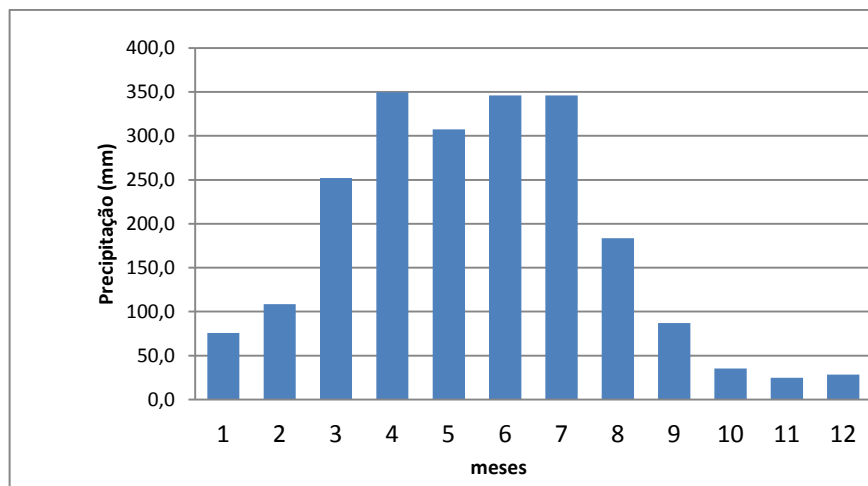


Gráfico 3. Normais climatológicas de João Pessoa (1961-1990). Fonte: adaptado pela autora de INEMET (2017).

Devido ao sistema atmosférico oriundos do Oceano Atlântico, a cidade apresenta um tipo climático particular, o qual Mendonça e Danni-Oliveira (2007) classificam como clima tropical litorâneo do Nordeste Oriental, que se caracteriza como clima úmido e quente, o qual se diferencia dos climas mais secos do interior da região do Estado.

A formação litológica de João Pessoa é caracterizada pela predominância de rochas sedimentares que datam do Cretáceo ao Holoceno e encontra-se inserida no contexto geológico da Bacia Pernambuco-Paraíba. Segundo Moraes (2009), a bacia do Paraíba é preenchida por sedimentos de fácies continentais e marinhas reunidas sob a denominação de Grupo Paraíba que é composta por três unidades: Beberibe, Gramame e Maria Farinha; pelas camadas da Formação Barreiras e pelos depósitos quaternários.

O resultado da conjugação do clima com a geologia, a geomorfologia do município compreende a presença de terrenos sedimentares constituindo duas unidades geomorfológicas: os Baixos Planaltos Costeiros (Tabuleiros) e a Baixada Litorânea com as feições de praias, cordões litorâneos, restingas e dunas. Os Tabuleiros são feições morfológicas que apresentam relevo suavemente ondulado a ondulado, responsável pelas poucas elevações da topografia, atingindo altitudes aproximadas ou inferiores a 100 metros, avançando na direção Leste originando as falésias ativas e inativas, moldados sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, cuja estrutura é constituída por sedimentos em consolidação e de material que apresenta cores e formas, variadas (GARCIA, 2013).

Vale destacar que o Grupo Barreiras, com precipitações elevadas, apresenta alta suscetibilidade de movimentos de massa, devido à geometria acentuada e o plano de declividade das encostas presente na área de estudo. Ambientes com essas características

aliados a precipitações elevadas e inobservância na ocupação dos taludes, podem ocasionar perdas de bens materiais e em muitos casos perdas de vidas humanas.

O tipo de vegetação predominante caracteriza-se por formações litorâneas, campos de várzeas, manguezais e matas de tabuleiros. A cidade compreende alguns resquícios de Mata Atlântica, que, segundo Moraes (2009), encontra-se reduzida a 5% de toda a sua área primitiva no Estado. Com formação vegetal de alto porte, copas largas, troncos com grandes diâmetros e folhas perenes e sempre verdes, onde se sobressaem algumas espécies nativas, como o “jatobá” e a “umbauá”, os quais são remanescentes da mata original e que ocupam os setores planos e com suaves declives dos tabuleiros e os vales de alguns rios. A diversidade biológica desse ecossistema está relacionada ao grau de umidade, tipos de solo, aos aspectos topográficos e se desenvolve melhor em áreas de alta pluviosidade.

Segundo Moraes (2009) o sistema hidrográfico é caracterizado por duas bacias hidrográficas, a do rio Paraíba ao Norte e a do rio Gramame ao Sul, entremeadas pelas bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe, Cabelo, Aratú, Jacarapé, Cuiá, Camurupim, estes de pequeno porte. Todos são rios perenes e apresentam disposição paralela, ou seja, encontram-se orientados no sentido Oeste-Leste. O rio Jaguaribe é o principal rio da cidade e está localizado na porção Norte. É considerado como um rio urbano, pois segue cortando praticamente a cidade ao meio. Seu curso d’água tem uma extensão aproximada de 21 km, desde sua nascente, no Bairro Esplanada, até sua desembocadura na praia de Intermares, na divisa de João Pessoa com a cidade de Cabedelo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PRINCIPAIS CENÁRIOS DE RISCO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

Durante o trabalho de campo, junto a COMPDEC/JP, foi possível observar áreas com populações vulneráveis a risco de desastres relacionados com os RSU e os sistemas de drenagem em toda cidade, sendo as comunidades as áreas mais propensas a esse risco. Foi possível observar que essas áreas configuram-se a partir do estabelecimento de moradias em áreas de taludes e a margem dos rios. Quanto aos problemas relacionados à infraestrutura básica, esses não são exclusivos das áreas vulneráveis ocupadas por pessoas de baixa renda, são problemas também encontrados em todo o perímetro urbano. Os principais riscos de desastres na cidade de João Pessoa ocorrem por alagamento, inundação e movimentação de massa (Figura 6).

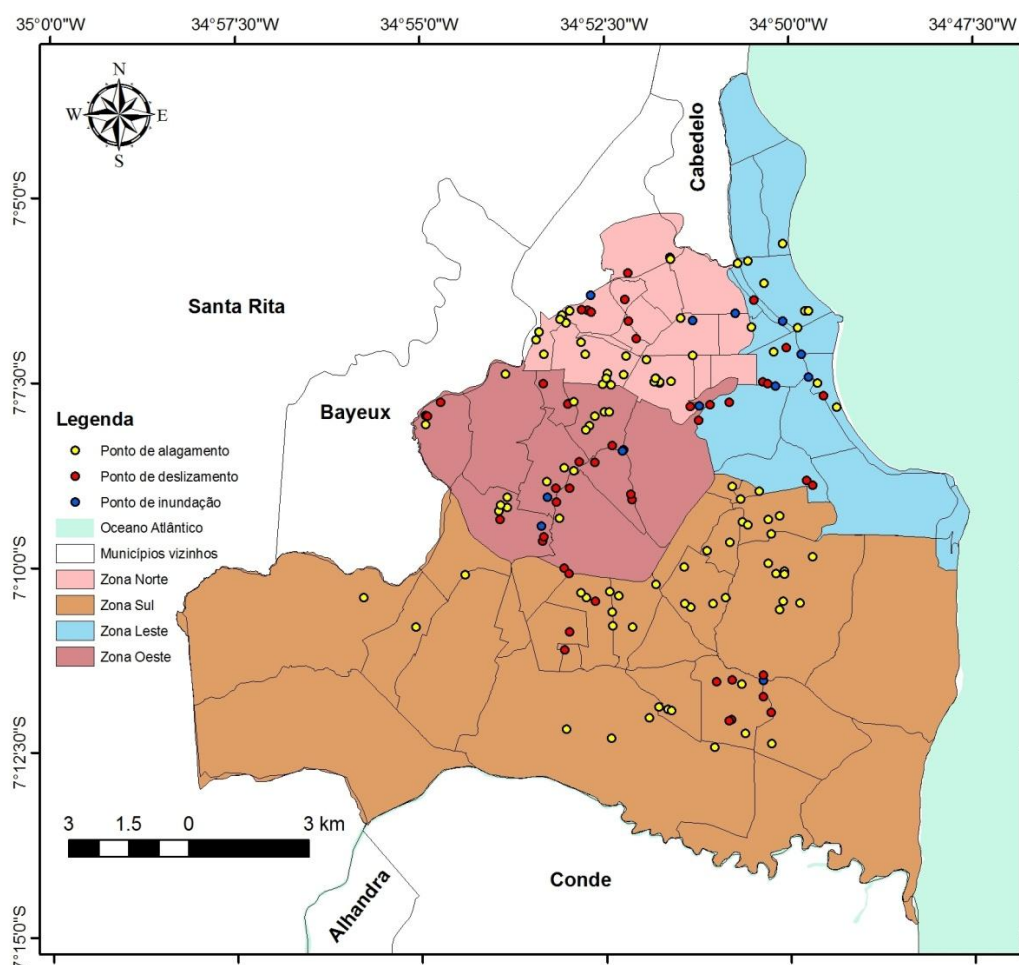


Figura 6. Localização dos pontos com risco de desastres por alagamento, inundação e movimentação de massa na cidade de João Pessoa PB. Fonte: Paraíba (2015)

De acordo com os dados da COMPDEC/JP e com os trabalhos de campo realizados para o Plano de Saneamento Básico de João Pessoa (PARAÍBA, 2015) e para este trabalho de conclusão de curso, foram identificados na cidade 98 pontos onde ocorrem problemas de alagamentos, 15 pontos de inundação e 48 pontos relacionados a movimento de massa.

A partir da Figura 5 foi possível observar que todas as zonas da cidade de João Pessoa apresentam problemas com áreas de alagamentos, inundação e movimentação de massa, tanto de caráter estruturais como não estruturais. São problemas ocasionados tanto pela carência funcional e/ou ineficiência dos serviços públicos de infraestrutura, como também por ações antorogênicas indevidas no meio ambiente, deixando a população como um todo, vulnerável a risco de desastres.

A cidade de João Pessoa conta com a Lei Orgânica para o Município de 1990, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, elaborado em 2014 e a Política Municipal de Saneamento Básico de 2015, como arcabouços legais para gestão dos resíduos sólidos. No entanto, ainda enfrenta muitos problemas em relação à má disposição dos RSU, tanto por falta de informação da população como pelo descaso dos poderes públicos.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS PROPENSAS A RISCO DE ALAGAMENTO E INUNDAÇÃO PELOS RSU

Por meio de observações e registros feitos no trabalho de campo, foi comum presenciar o descarte incorreto de RSU em todos os bairros da cidade de João Pessoa, compreendendo desde resto de alimentos, papéis plásticos, vidros e metais, até resíduos considerados perigosos por serem prejudiciais a saúde e ao meio ambiente.

Vários fatores influenciam no risco de desastres por alagamento e inundação, quanto a origem desses resíduos dispostos de forma inadequada na cidade, dentre eles pode-se destacar (Figura 7):

- Expansão acelerada.
- Educação e cultura da população.
- Condições Socioeconômicas.
- Sistematização dos serviços públicos.
- Políticas públicas.

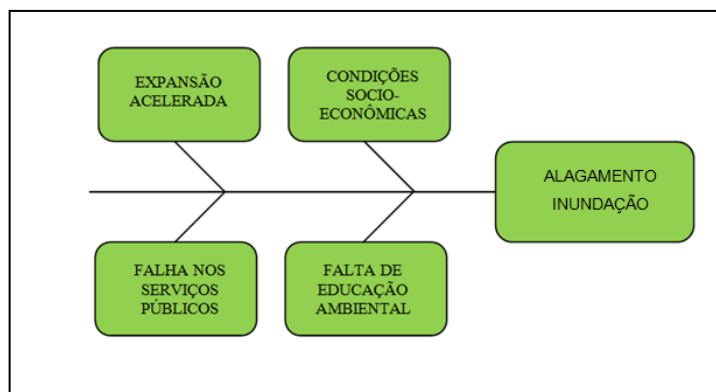


Figura 7. Diagrama de causa e efeito para alagamento e inundação. Fonte: autora (2017).

Durante o trabalho de campo foi comum observar, na cidade, RSU jogado a céu aberto, em terrenos baldios, nas vias públicas, próximos aos corpos hídricos urbanos ou até mesmo no próprio corpo hídrico e, mais preocupante, dispostos em morros e encostas ou próximos delas. Tudo isso trazendo uma série de problemas de ordem ambiental, sanitária, econômica e social para a população.

Na Figura 8 estão localizados os pontos onde ocorrem os problemas de alagamento e inundação na área urbana da cidade de João Pessoa.

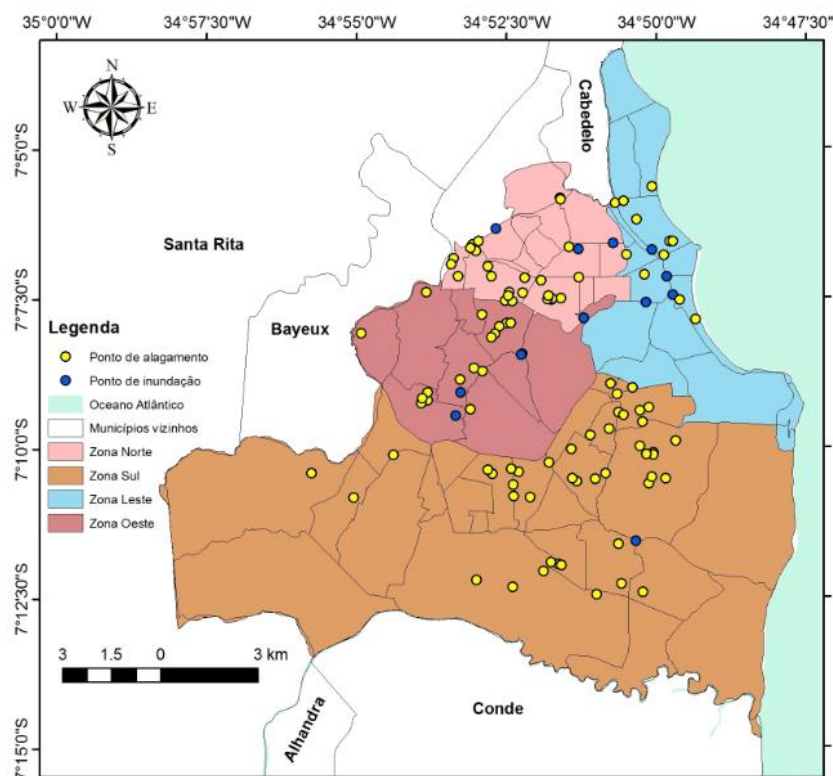


Figura 8. Pontos que apresentam problemas de alagamento e de inundação na área urbana do município de João Pessoa, PB. Fonte: Paraíba (2015).

6.2.1 Áreas propensas a risco de alagamento

Durante os trabalhos de campo foi possível constatar que as principais causas de risco de alagamento se dão pela deposição inadequada dos RSU e deficiência ou ausência no sistema de microdrenagem.

O PMSB – JP (PARAÍBA, 2015) aponta que os problemas como a falta ou deficiência de manutenção nas estruturas do SMiD (sarjeta obstruída com vegetação e/ou lixo, boca de lobo obstruída com lixo e/ou vegetação, galeria entupida com lixo ou assoreada, estrutura de descarga no rio obstruída com resíduos sólidos e/ou vegetação), os quais são classificados com código ‘4’, são os mais frequentes na cidade (Gráfico 4).

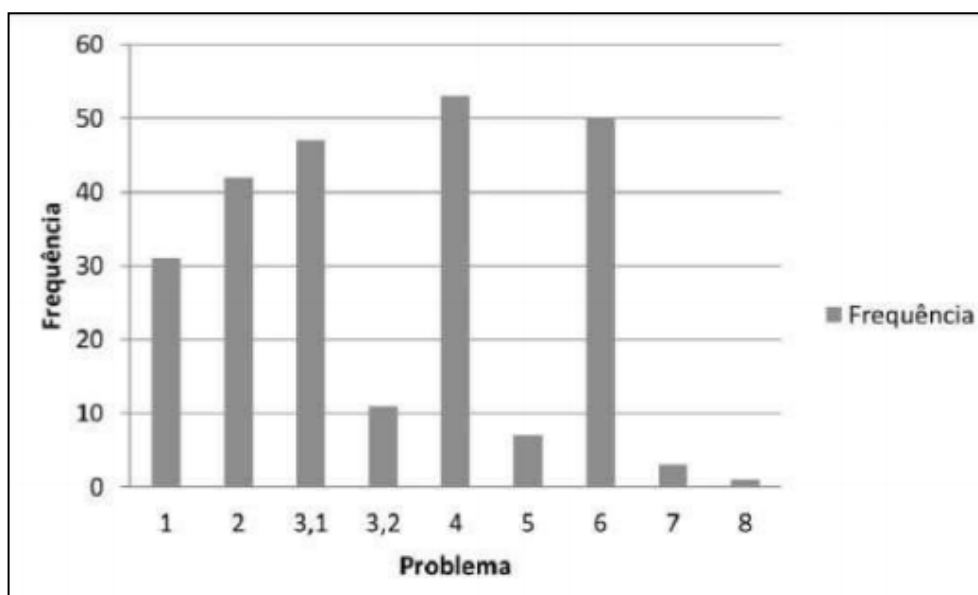


Gráfico 4. Frequência dos problemas que causam alagamento na cidade de João Pessoa.

Fonte: Paraíba (2015)

Os outros problemas estão relacionados à deficiência ou inexistência do SMiD, lançamento de esgoto na rede pluvial e sistema de drenagem subdimensionado.

O cenário mostra a falta de percepção de risco pela população, falta de educação ambiental e o descaso dos serviços públicos na manutenção do SMiD e no recolhimento dos resíduos sólidos. Foi observada uma grande quantidade de lixo espalhados pelas vias públicas ou acumulado em parte delas, muitas vezes próximos a sarjetas ou bocas de lobo (Figura 9).



Figura 9. Resíduos sólidos disposto de forma inadequada próximo ao SMiD:
(A) bairro de Mangabeira, Zona Sul; (B) bairro dos Novais, Zona Oeste. Foto: autora (2015)

Esse lixo que é habitualmente disposto nas calçadas, à espera da coleta, muitas vezes se espalha ou é carregado por chuvas e acaba em bocas de lobo e/ou galerias, obstruindo o SMiD e reduzindo a capacidade de escoamento das águas pluviais, promovendo o alagamento das vias públicas (Figura 10).



Figura 10. Presença de resíduos no SMiD, bairro Mangabeira. Foto: autora (2015)

Esse resíduo produzido e não coletado provoca vários efeitos indesejáveis, além da obstrução do SMiD, pode gerar problemas como mau cheiro, proliferação de moscas, baratas e ratos, todos com graves consequências, diretas ou indiretas, na drenagem urbana e saúde pública. Uma vez que estes acúmulos de resíduos passa a ser abrigo para ratos, moscas e baratas, outros animais são atraídos como aranhas e escorpiões que buscam outros animais fonte de alimentação.

Os RSU apresentam uma série de agentes patogênicos que podem oferecer riscos biológicos a população. Quando aliado a chuva esse problema torna-se ainda mais preocupante, pois poderão alcançar corpos hídricos. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2009), a transmissão de doenças por meio do lixo se dá por via direta e, principalmente, por via indireta. Sendo a transmissão direta por meio de microrganismos patogênicos, tais como, bactérias, vírus, protozoários e vermes. Esses microrganismos quando presentes no lixo sobrevivem por algum tempo, podendo transmitir doenças àqueles que manuseiam o lixo; e a transmissão indireta se dá pela contaminação do ar, da água e do solo por vetores responsáveis pela transmissão de doenças, essa forma de transmissão pode alcançar uma quantidade maior de pessoas.

Além do lixo disposto nas vias públicas, foi comum encontrar “lixões” acumulados em terrenos baldios, com presença de animais de pequeno e meio porte (Figura 11).



Figura 11. Acúmulo de lixo a céu aberto no bairro do João Paulo II. Foto: autora, (2015).

A figura 11 retrata o verdadeiro descaso por parte dos órgãos públicos e a falta de percepção de risco pela população que deposita os resíduos nessas condições. A Lei Orgânica da cidade de João Pessoa (1990) dispõe que compete ao Município prover sobre a limpeza das vias e logradouros públicos, remoção e destino do lixo domiciliar e de outros resíduos de qualquer natureza.

A Autarquia Municipal Especial de Limpeza Urbana (EMLUR) é o órgão responsável pelo trabalho de limpeza urbana de João Pessoa e tem competência para

planejar, desenvolver, fiscalizar, executar, manter e operar os serviços integrantes ou relacionados com sua atividade, como também promover a educação ambiental para a limpeza urbana. Vale destacar que a PNRS determina que a gestão dos RSU seja compartilhada e, portanto, a população é parte fundamental no gerenciamento dos RSU.

Importante ressaltar que o maior número de áreas de risco alagamento foi identificado na zona Sul da cidade (Figuras 12 e 13). Essa zona é a mais populosa da cidade e a que mais se expandiu na última década, e de forma desordenada. De acordo com o plano diretor a zona Sul está subdividida em zona de adensamento não prioritária e zona não adensável, sendo a carência de infraestrutura característica dessas subzonas, como já foi citado anteriormente.

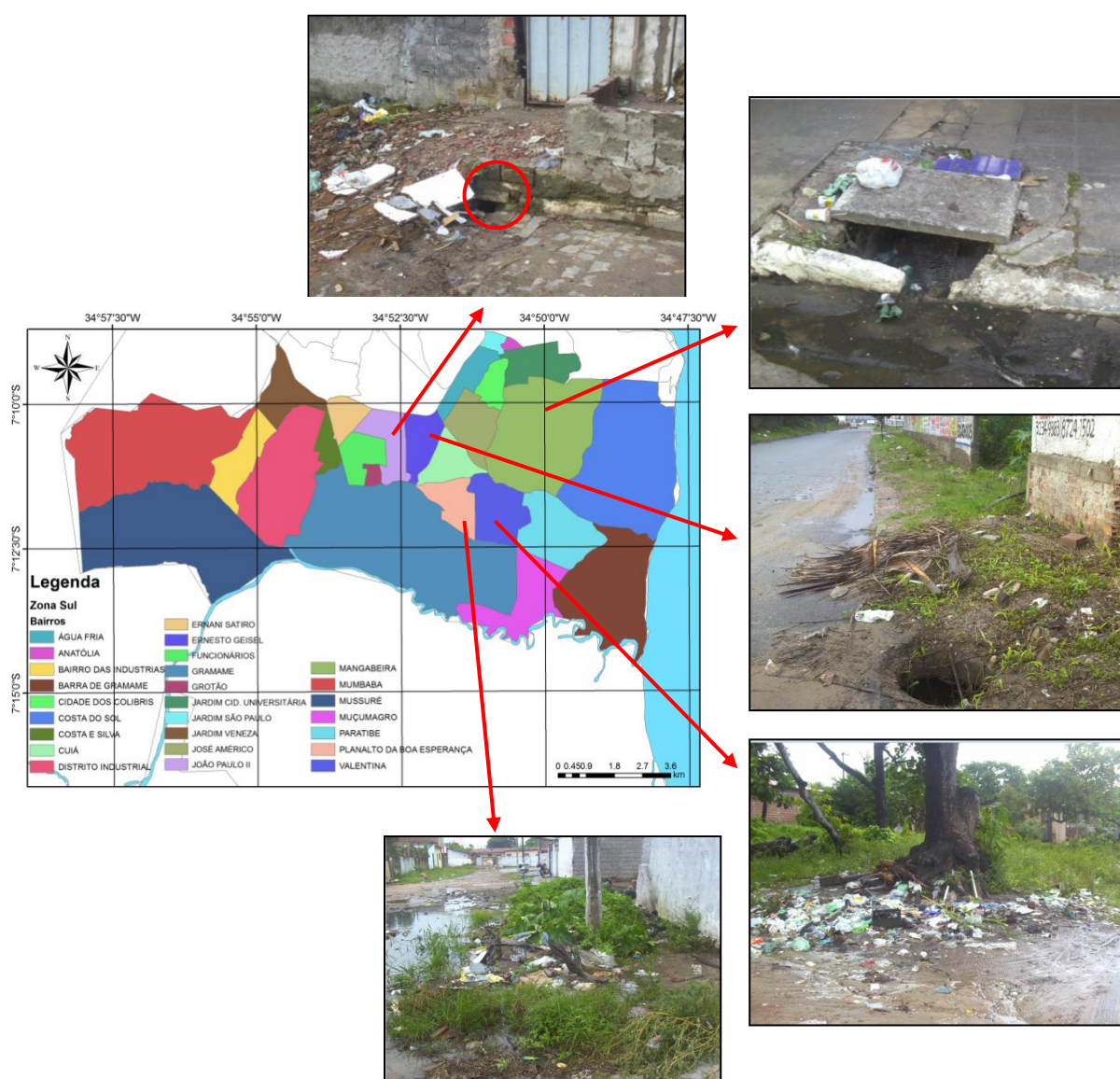


Figura 12. Problema dos RSU na drenagem urbana destacando alguns bairros da zona Sul da cidade de João Pessoa, PB. Mapa: adaptado de Paraíba (2015). Fotos: autora, (2015).



Figura 13. Alagamento no bairro de Mangabeira. Fotos: autora, (2015).

Esse processo de ocupação acelerado trouxe consequências ambientais e sociais para a cidade. É possível observar que a degradação provocada pela ocupação desordenada atingiu diretamente o meio natural, reduzindo parte da cobertura vegetal existente nessa área, aterrando as margens já assoreadas dos rios que cortam a cidade. A figura 13 mostra a área, no bairro de Mangabeira, próximo a nascente do rio cabelo. A nascente do rio e o início do percurso é um exemplo de área degradada devido à urbanização, mesmo sendo uma Área de Preservação Permanente, há a negativa interferência da população.

A coleta de lixo, em algumas localidades, principalmente nas comunidades, nem sempre é feita, devido, sobretudo, às condições topográficas existentes, o que impossibilita a passagem de veículos, inviabilizando a coleta mecânica. Neste caso, fica ao encargo do morador a retirada do lixo, levando-o para os contêineres dispostos pela EMLUR em pontos estratégicos. No entanto, a coleta não ocorre de forma regular, gerando problemas de acúmulo do lixo, trazendo consequências econômicas, ambientais, sanitárias e sociais (Figura 14).



Figura 14. Acúmulo de RSU na comunidade do Gadanho, bairro Tambiá, zona Norte. Foto: Hamilcar José Almeida Filgueira, (2015).

É notória a falta de integração entre os serviços de saneamento básico existente na cidade. Os resíduos após alcançarem a rede de drenagem, são transportados por meio dos condutos para os rios, lagos e estuários, trazendo outros riscos à população. Além do mais, o mau gerenciamento de resíduos sólidos implica em custos elevados para a drenagem urbana e saúde pública além dos custos sociais, ambientais e econômicos decorrentes de alagamentos.

6.2.2 Áreas propensas a risco de inundação

Foram identificados com visitas in loco, junto a COMPDEC/JP, 14 pontos de inundação espalhados pela cidade, a maioria desses pontos estão próximos ou inseridos dentro de comunidades (Figura 15). Foi observado que todos esses pontos apresentaram problemas com a disposição inadequada dos RSU, tanto nos canais naturais dos rios, como SMaD.



Figura 15. Pontos de inundação na cidade de João Pessoa, PB. Fonte: Google Earth Pro, Adaptado pela autora (2017)

É fato que as inundações ocorrem devido ao processo natural resultante do aumento da vazão dos rios durante os períodos chuvosos. No entanto, quando associado ao acúmulo de lixo o efeito desse processo torna-se ainda mais agravante, trazendo problemas

econômicos, sociais e ambientais. A Figura 16 mostra a falta de consciência ambiental da população ao depositar seus resíduos às margens do rio Jaguaribe.



Figura 16. RSU dispostos às margens do rio Jaguaribe, bairro de Cruz das Armas, João Pessoa, PB.

Fotos: autora, (2015).

Esse lixo às margens do rio pode ser carregado facilmente para o leito tanto pela ação do vento como pela ação da água em dias chuvosos, trazendo problemas para o SMaD. Além do mais o chorume que os resíduos orgânicos produzem é rico em fósforo e nitrogênio, principais nutrientes no processo biológico. Ao se infiltrar do solo, chega até a água e favorece o surgimento da vegetação, o resultado disso é o aumento dos picos de cheias e antecipação da ocorrência da inundação.

Um outro ponto de inundação da cidade é a lagoa Ana Nery, localizada no bairro Oitizeiro, zona Oeste. Esta encontra-se totalmente eutrofizada devido o deposição de resíduos sólidos e despejo de esgoto sem nenhum tipo de tratamento (Figura 17).



Figura 17. Processo de eutrofização da lagoa Ana Nery, bairro Oitizeiro, João Pessoa, PB: (A) descarte de RSU; (B) despejo de efluente na galeria de águas pluviais. Fotos: autora, (2015).

Em entrevista informal com um dos moradores da região, o canal de drenagem mostrado na Figura 16, foi construído pelos próprios moradores da comunidade em torno da lagoa, sem nenhum conhecimento técnico, a fim de aumentar o escoamento das águas pluviais para a lagoa e assim diminuir os efeitos da inundação nessa área.

Vale destacar que dos 14 pontos identificados com problemas de inundação, 9 estão relacionados ao rio Jaguaribe, principal rio da cidade, o qual abrange 25 bairros e 10 comunidades. Seus principais afluentes são o rio Timbó, pela margem direita, e o riacho dos Macacos, na margem esquerda, hoje desaparecido em razão da expansão do bairro da Torre e parte do bairro de Jaguaribe. (Figura 18).

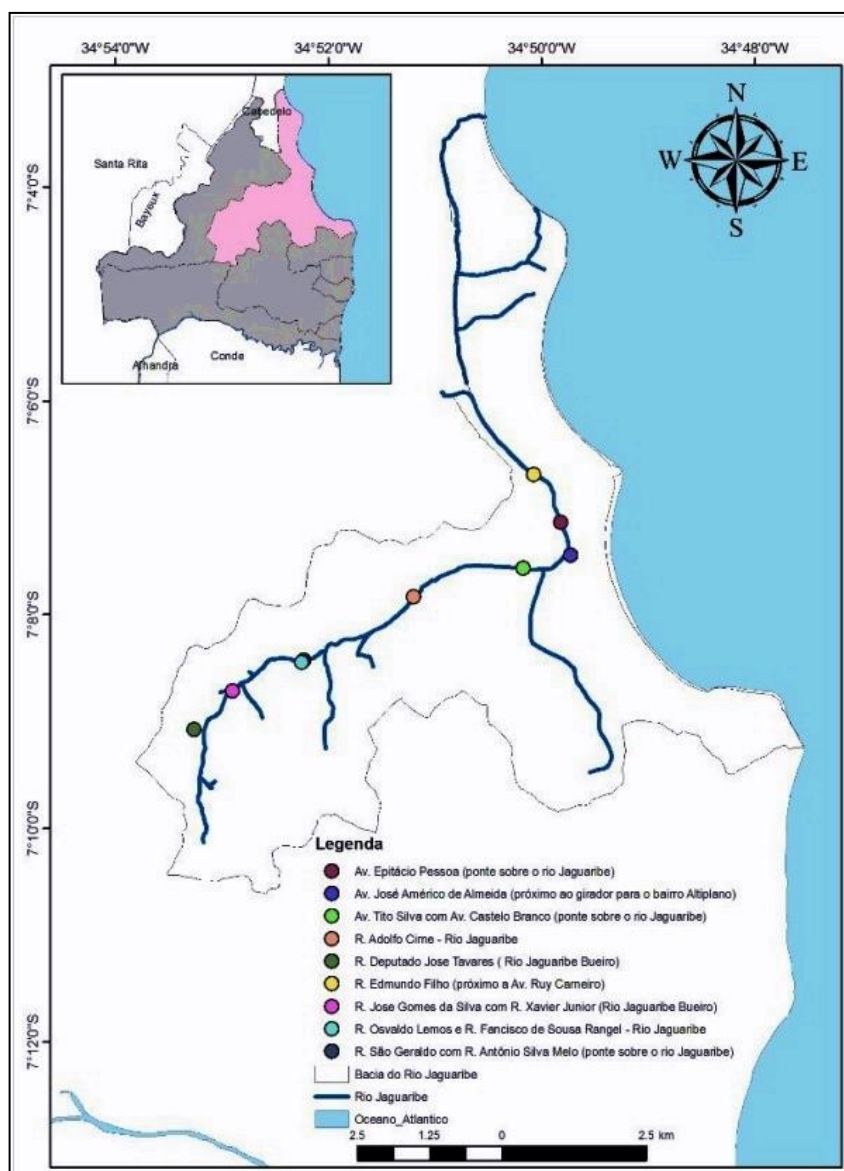


Figura 18. Localização dos pontos inundáveis na bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, João Pessoa, PB. Fonte: Lima (2016).

Esse rio vem sendo submetido a um processo intenso de degradação ambiental e diminuição da riqueza biológica, em virtude da ocupação desordenada nas suas proximidades.

A disposição dos resíduos sólidos ao longo do rio é fato comum e se dá de forma difusa em toda sua extensão (Figura 19). Tal ação forma lixões nas suas margens distribuindo-se também por toda área de drenagem da bacia hidrográfica, particularmente ao longo da calha e em terrenos baldios marginais, intensificando o processo de degradação ambiental.



Figura 19. Deposição de RSU às margens e obstrução do canal de drenagem no rio Jaguaribe. Fotos: autora, (2015).

Durante o estudo, também foi possível constatar uma relação entre a deposição de RSU e de Resíduos da Construção Civil (RCC), de modo que algumas das áreas visitadas havia deposição destes dois tipos de resíduos (Figura 20). O resíduo de construção civil compõe-se de subprodutos oriundos de demolições e de rejeitos de construção, normalmente concreto, tijolos, telhas, tubos, vidros e em alguns casos madeira.



Figura 20. Deposição de RCD nas margens do rio Jaguaribe, bairro São José, João Pessoa, PB. Fotos: Hamilcar José Filgueira, (2015).

O RCC disposto às margens do rio Jaguaribe, mostrado na figura 20, são oriundos da desocupação da moradia as margens do rio, deixado pela própria prefeitura, retratando o descaso pelos próprios órgãos públicos.

De acordo com a norma NBR 10004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a maior parte dos RCC é inerte, portanto, não se misturam e/ou alteram a qualidade da água. No entanto, esse tipo de resíduo caracteriza-se pelo grande volume, além de potencial abrigo para animais peçonhentos. Além do mais, parte dele pode ser carregado pelas águas da chuva potencializando o assoreamento dos córregos e rios.

As Figuras 21 e 22 mostram alguns pontos críticos de inundação na cidade de João Pessoa devido aos processos de degradação ambiental que passam os rios que cortam a cidade.



Figura 21. Ponto de inundação na ladeira que divide os bairros de Mangabeira e Valentina de Figueiredo (ponto 1 da Figura 14), ponte sobre o rio Cuiá, zona Sul. Imagem: Google Earth Pro. Fotos: Internet (autores e datas desconhecidos).



Figura 22. Inundação na Av. José Américo de Almeida, ponte sobre rio Jaguaribe, zona Leste (ponto 9 da Figura 14), João Pessoa, PB. Imagem: Google Earth Pro. Fotos: Internet: (A) Natália Xavier/G1 (2016); (B) Diogo Valadares (Ano ?).

Importante ressaltar que o ponto 9 (Figura 15), mostrado na da Figura 22, atualmente passa por obras de requalificação, que consiste em elevar o nível da ponte sobre o rio em cerca de dois metros e meio, e prever acabar de vez com o risco do nível do rio subir mais que a altura da ponte, dando fim as inundações que inviabilizavam totalmente o trânsito nos períodos chuvosos.

De acordo com o trabalho de Lima (2016) o risco de desastres por inundação na cidade de João Pessoa é do tipo Risco R2 (com cenário de risco médio), porém caso não sejam feitas melhorias na infraestrutura urbana e implementação de campanhas de educação ambiental, esse risco pode evoluir para o Risco R4 (com cenário de risco muito alto).

Neste contexto, é preciso desenvolver novas ações de planejamento e intervenção territorial para minimizar os problemas com os RSU. E para isto é necessário um esforço coletivo em níveis técnico, político, legislativo, de participação da comunidade, dentre outros.

6.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS PROPENSAS À RISCO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSA RELACIONADO COM A DEPOSIÇÃO INADEQUADA DOS RSU

De acordo com a COMPDEC/JP e com as visitas a campo realizado para este trabalho, a Figura 23 mostra a localização dos pontos com problema de movimentação de massa na cidade João Pessoa.

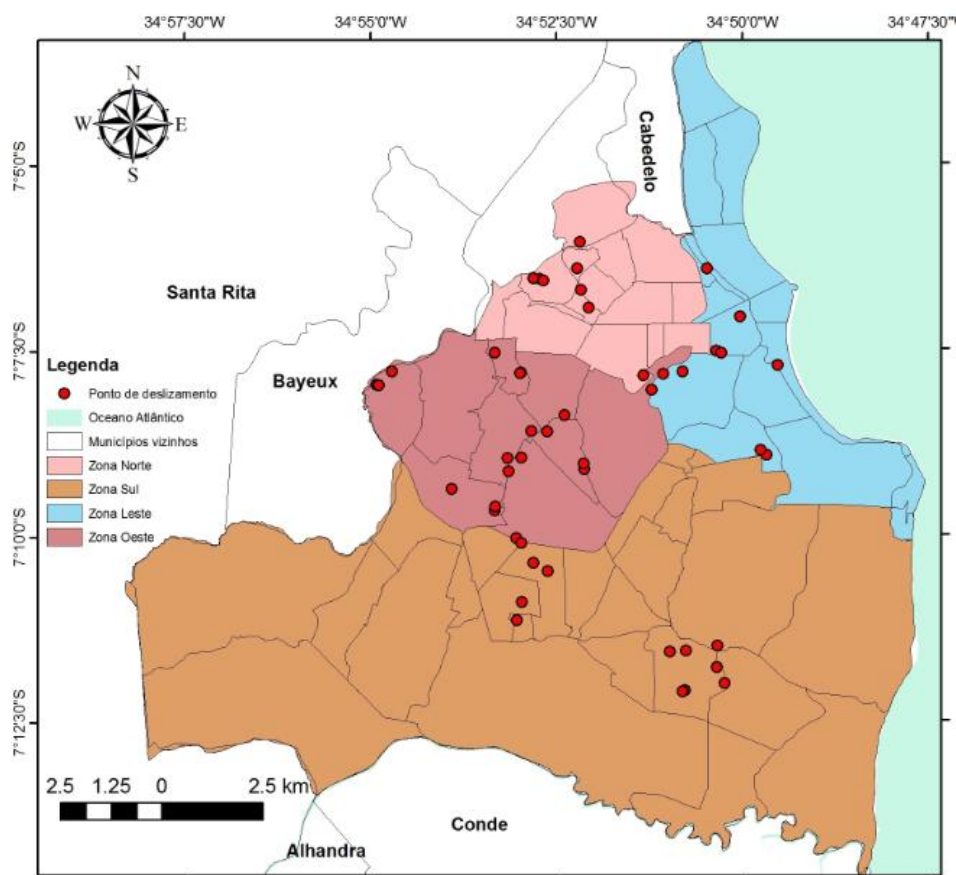


Figura 23. Pontos de áreas propensas à movimentação de massa na cidade de João Pessoa, PB. Fonte: Paraíba (2015).

Fatores como condições socioeconômicas, condições de infraestrutura, condições físicas do local e falta de aplicação políticas públicas estruturais e não estruturais, podem ser apontadas como as causas do risco de movimento de massa (Figura 24).

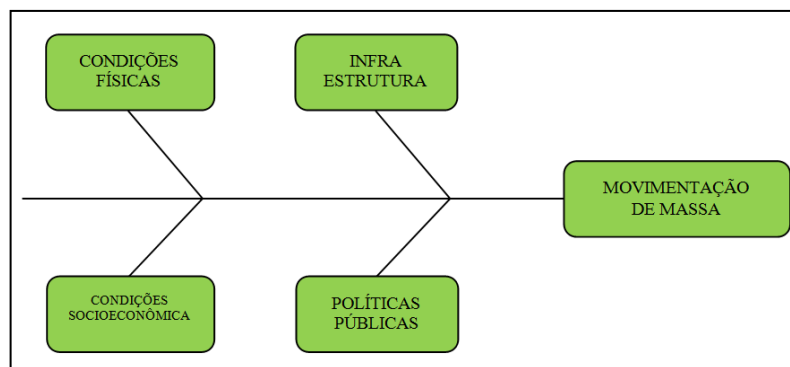


Figura 24. Diagrama de causa e efeito para movimentação de massa. Fonte: autora, 2017.

Boa parte dessas áreas foi ocupada de forma irregular, onde se verifica grande adensamento populacional. Essas áreas de movimentação de massa são ocupadas, principalmente pela população de baixa renda, que sem nenhuma percepção de risco, agrava a situação lançando resíduos sólidos urbanos e seus efluentes nas encostas. A Figura 25 apresenta um exemplo desse problema.

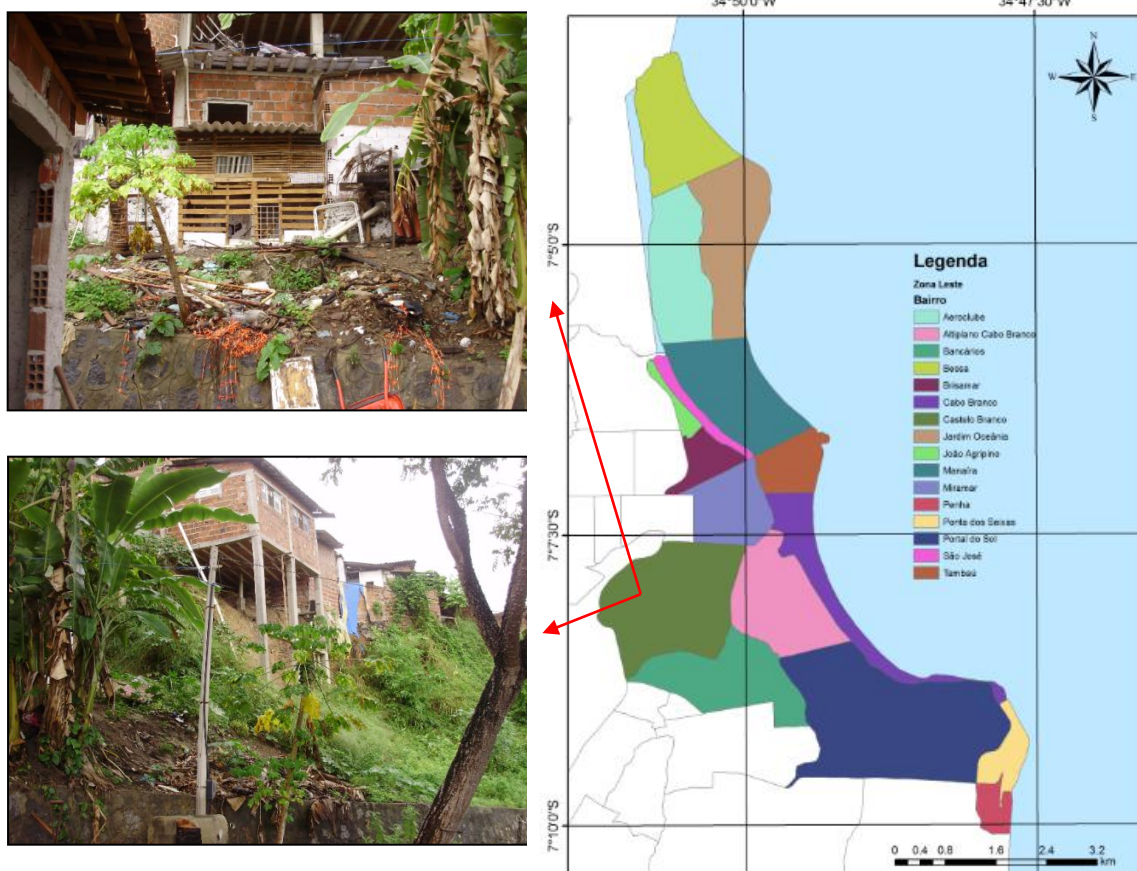


Figura 25. Área propensa a movimento de massa, na Comunidade Santa Clara – bairro Castelo Branco, zona Leste, agravada pela disposição inadequada de resíduos sólidos. Mapa: adaptado de Paraíba (2015). Fotos: Eliamin Eldan Queiroz Rosendo, (2015).

A Comunidade Santa Clara é um retrato das influências antropogênicas sobre as encostas. Apresenta taludes artificiais, tais como, aqueles feitos por meio de cortes e aterros, para a construção de ruas e casas, e o equilíbrio dos processos geomorfológicos que atuam sobre os taludes naturais foi totalmente modificado, devido ao desmatamento e a falta de drenagem (Figura 26).



Figura 26. Vista de fora da Comunidade Santa Clara, as margens da BR 230. Fotos: autora, (2015).

A Figura 27 mostra outro ponto da cidade com risco de desastres por movimentação de massa relacionados com os RSU. A situação se grava com a formação do chorume ocasionado pela decomposição do resíduo orgânico, devido a formações de gases de metano. A partir de chuvas intensas o solo contaminado passa a ficar instável sujeito a escorregamento fazendo com que a população que habita essas áreas fique vulnerável a risco de desastres.



Figura 27. Acúmulo de RSU, com presença de resíduos orgânicos. Jardim Guaíba, bairro Funcionários, zona Sul, João Pessoa, PB. Fotos: autora, (2015).

Na zona Sul, o bairro Valentina de Figueiredo se destaca por apresentar 6 pontos propensos a movimentação de massa. De acordo com COMPDEC/JP esses pontos são de médio e alto grau de risco de deslizamento. Com as visitas a esses pontos foi possível constatar a presença de RSU em sua maioria (Figura 28).

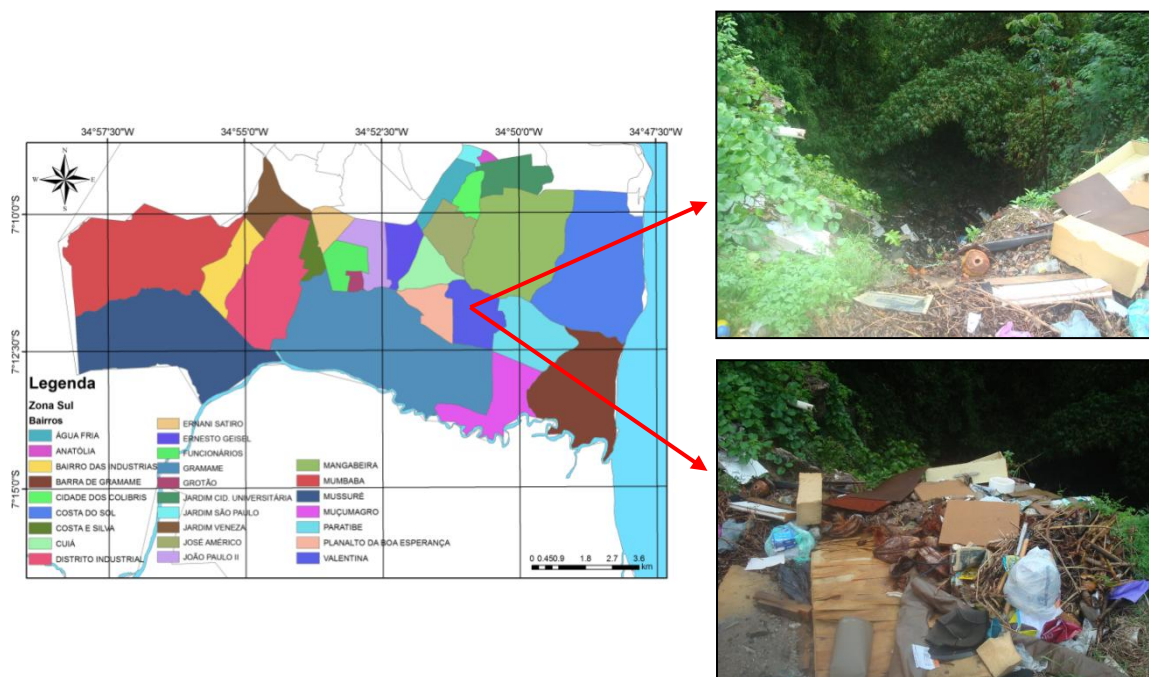


Figura 28. Deposição de resíduos em área de risco de movimentação de massa no bairro Valentina de Figueiredo, zona Sul, João Pessoa, PB. Mapa: adaptado de Paraíba (2015).
Fotos: Hamilcar José Almeida Filgueira, (2015).

A comunidade Condomínio Esperança (também conhecido como Gadanho), no bairro Treze de Maio, foi um dos pontos mais críticos quanto à disposição inadequada de resíduos sobre a encosta. Forma-se um verdadeiro lixão dentro da comunidade (Figura 29). Pode-se considerar as condições de risco relacionadas ao RSU dessa área de encostas como sendo preocupante. De acordo com a COMPDEC/JP essa área apresenta grau de risco de deslizamento e desabamento muito alto.



Figura 29. Deposição de RSU na encosta da Comunidade do Gadanho, bairro Treze de Maio, zona Norte, João Pessoa, PB. Fotos: Hamilcar José Almeida Filgueira, (2015).

Esse resíduo disposto de forma inadequada constitui, além de agentes físicos e químicos que contribuem para instabilidade da encosta, um foco de proliferação de vetores transmissores de doenças como: dengue, disenteria, cólera, leptospirose, giardíase, tétano, hepatite A ou infecciosa, dentre outras.

Algumas obras já estão sendo feitas para a eliminação e/ou mitigação dessas áreas na zona urbana de João Pessoa. No entanto, os problemas ainda são preocupantes, pois mais da metade da população que habitam em torno desses pontos estão em alto grau de vulnerabilidade para o risco de desastres por movimentação de massa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os trabalhos de campo foram verificados que na cidade de João Pessoa, a falta ou deficiência de manutenção nas estruturas de sistema de drenagem, com galerias e calhas de rios obstruídas por resíduos sólidos, assim como, a quantidade espalhado nas vias públicas e depósitos de terrenos baldios ou próximo a corpos d'água, são as principais causas de problemas por alagamentos, inundações e movimentação de massa nas áreas vulneráveis.

Pode-se dizer que a raiz do problema está na falta de planejamento dos gestores públicos. Mesmo com a existência de políticas públicas, o espaço urbano de João Pessoa continua sendo apropriado à margem da regulação de um planejamento eficaz e eficiente de uso e ocupação do solo. É preciso urgentemente integrar as ações referentes à infraestrutura da cidade, levando em consideração todo espaço urbano, e não apenas setorizando essas ações.

Tento em vista, a partir dos resultados deste trabalho, que a disposição RSU em locais inapropriados é um fator agravante para o risco de desastre, fica evidente que caracterizar as áreas propensas a risco de desastres, relacionadas com a disposição inadequada dos resíduos sólidos, desperta uma visão holística para prevenção de acidentes e de danos aos moradores ocupantes das áreas vulneráveis, visando mitigar e prevenir ao máximo a ocorrência de acidentes.

Neste contexto, para uma gestão eficiente de redução do risco de desastres relacionados com a disposição inadequada dos RSU, devem ser aplicadas políticas públicas eficazes, bem como, medidas preventivas estruturais e não estruturais, com temas de maior convergência com as ameaças e vulnerabilidades que podem desencadear um desastre.

A partir deste estudo será possível elaborar medidas preventivas, planificar as situações de emergência e estabelecer ações conjuntas entre a comunidade e o poder público. Nesse sentido, em acordo com o PNRS, poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental, bem como, atividades de coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos. E paralelo a essas ações, poderão também ser implementadas políticas de educação ambiental para todos os níveis da sociedade.

8 REFERÊNCIAS

ABRELPE, Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 29 Abr. 2017.

ARCOS, F. O. et al. Processos geomórficos em encostas urbanas. Rio Branco - Acre – Brasil. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, IX, 2012, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/1/1-100-239.html>>. Acesso em: 10 Mai. 2017

BECK, Ulrich. Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade. Rio de Janeiro: Editora 34, 2010.

BESSEN, G. R. Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade. São Paulo, 2011. 275p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Plano Plurianual (2012-2015), Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, 2012 Brasília: MI/SEDEC, 2012a. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=e008bc1e-64bb-4eab-ac09-50451032c336&groupId=10157>. Acesso em: 22 Abr. 2017.

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

BRASIL. Ministério das Cidades. Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: guia para elaboração de políticas municipais. Brasília, 2006.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Resíduos Sólidos e a Saúde da Comunidade – Brasília: FUNASA, 2009.

BRASIL, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, abr 2012b 2007

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPEDEC. Brasília, 2007.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso: 29 Abr. 2017.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.983, de 2 de junho de 2014. Altera a Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, para dispor sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco e de resposta e recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas. Brasília, 2014b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L12983.htm>. Acesso: 28 Abr. 2017.

BRASILIANO, A. C. R. Um modelo de análise de risco para desastres – RJ. Revista Gestão de Riscos, Edição 62. Jan/2011.

CÂMARA, A. de O. et al. Cidade segura versus risco de desastres: Um estudo de caso sobre inundação e movimentação de massa, a partir da vulnerabilidade social, na cidade de João Pessoa, PB. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, XII, 2014, Natal - RN.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Agenda 21. 1995. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 29 Abr. 2017.

CEPED, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Capacitação básica em defesa civil: livro texto para educação à distância. Edição 3. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012.

CEPED, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Capacitação básica em defesa civil: livro texto para educação à distância. Edição 5. Florianópolis: CEPED UFSC, 2014. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Capacita%C3%A7%C3%A3o-B%C3%A1sica-em-Defesa-Civil-livro-texto.pdf>>. Acesso em: 21 Abr. 2017.

CEPED, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Gestão de riscos de desastres. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012.

DIAS, S. G.. O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos. Revista Sociedade de Gestão. vol.11, nº1, jan/jun 2012.

EIRD, ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES (ONU) – Naciones Unidas. Vivir con el riesgo: informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para La Reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU), 2004. Disponível em: >http://www.preventionweb.net/globalplatform/2007/firstsession/docs/Background_docs/LwR-spa-volumen-2.pdf>. Acesso em: 14 Abr. 2017.

FEAM, Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais. Orientações básicas para drenagem urbana, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20Drenagem.pdf>>. Acesso em: 30 Abr. 2017.

FERNANDES, N. F. & AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico geomorfológica. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da (UFRS) Geomorfologia e Meio Ambiente. 3 ed. Rio de Janeiro, 2000.

FILGUEIRA, H. J. A. & BARBOSA, M. P. O Nordeste brasileiro: uma região de desastres socialmente construídos. In: GARCIA, J. P. M. (Org.). Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência. João Pessoa, PB: Editora Universitária da UFPB, 2013.

FILGUEIRA, H. J. A. *et al.* Deposição final dos resíduos sólidos: Proposta de desenvolvimento metodológico para mitigação de risco de desastres. In: Simpósio Ibero-americano de Ingeniería de Resíduos, V, 2013, Costa Rica. Anais... Costa Rica, 2013.

GARCIA, D. M. Riscos ambientais em comunidades subnormais – a Comunidade Santa Clara no bairro do Castelo Branco. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba/CCEN. João Pessoa, 2013.

GANEM, Roseli Senna. Gestão de desastres no Brasil. Relatório da Comissão Especial de Medidas Preventivas e Saneadoras de Catástrofes Climáticas. Brasília: Câmara dos Deputados. 2011. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/10496>>. Acesso em: 22 Abr. 2017.

GERHARDT, T. E. & SILVEIRA, D. T. (Org). Métodos de pesquisa. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GONÇALVES, R. C.; LAVIERI, M. B. F.; LAVIERI, J.; RABAY, G. A questão urbana na Paraíba. João Pessoa: UFPB, 1999.

GOUVEIA N. & PRADO R. R. Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. Revista Saúde Pública 2010; 44(5):859-866. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-8910201000050001>. Acesso em: 29 Abr. 2017

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da população dos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>. Acesso em: 07 Mai. 2017.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos. Relatório de pesquisa. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf > Acesso em: 29 Abr. 2017.

JACOBI, P. R; BESEN, G. R. Gestão dos resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-155, 2011.

LIMA, L. C. A drenagem urbana e o risco de desastres na cidade de João Pessoa, PB, Brasil. (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental). Universidade Federal da Paraíba – UFPB/CT, João Pessoa, 2016.

MELLO, José Octávio de Arruda. (coord.) Capítulos de História da Paraíba. Campina Grande: GRAFSET, 1987.

MENDONÇA, F. Geografia, geografia física e meio ambiente: uma reflexão à partir da problemática socioambiental urbana. Revista da ANPEGE. Volume 5, 2009.

MENDONÇA, F. & DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MORAIS, F. M. A. Expansão urbana e qualidade ambiental no litoral de João Pessoa - PB. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

NEVES, M. G. F. P. das & TUCCI, C. E. M.. Resíduos sólidos na drenagem urbana: aspectos conceituais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 13, nº 3 Jul/Set 2008.

PARAÍBA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. 2009. Plano Diretor. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/seplan/plano-diretor/>>. Acesso em: 07 Mai. 2017.

PARAÍBA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa, 2015. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2016/01/2015_1509_Esp-01-100.pdf?479a4c&x92016>. Acesso em: 07 Mai. 2017

PARAÍBA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. Lei Orgânica do Município de João Pessoa. 1990. Disponível em: <http://transparencia.joaopessoa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/Lei_Organica_de_Joao_Pessoa.pdf>. Acesso em: 08 Mai. 2017.

PEREIRA, M. S. & ALVES, R. R. N. Composição florística de um remanescente de Mata Atlântica na área de proteção ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 7/n 1, 2006.

PRESS, F.; GROTZINGER, J.; SIEVER, R.; JORDAN, T. H. Para entender a Terra. Tradução: MENEGAT, R. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RAFAEL, R. de A. *et al.* Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução. In XIV simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, Natal – RN, INPE, 2009, 819-826 p.

SANTOS, C. L. dos *et al.* Análise da suscetibilidade à ocorrência de enchentes e alagamento na bacia do alto/médio curso do rio Jaguaribe, João Pessoa/PB, a partir de características morfométricas extraídas de dados SRTM. Revista de Geociências do Nordeste (REGNE), Vol. 01, nº 01, pp. 37-49, 2015

SANTOS, Rozely Ferreira dos. (Org.), Vulnerabilidade ambiental. Brasília: MMA, 2007. 192 p.

Sánchez, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo, Oficina de Textos, 2006.

TUCCI, C. E. M. Gestão de águas pluviais urbanas – Saneamento para todos. Brasília: Ministério das Cidades, vol. 4. 2006. 194p.