



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

MAIANE BARBALHO DA LUZ

SISTEMAS DE ALERTA DE RISCO A DESASTRES:
APLICABILIDADE PARA O MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA/PB

JOÃO PESSOA - PB
JUNHO - 2018

MAIANE BARBALHO DA LUZ

SISTEMAS DE ALERTA DE RISCO A DESASTRES:
APLICABILIDADE PARA O MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA/PB

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, 11 de Junho de 2018.

L979s Luz, Maiane Barbalho da

Sistemas de alerta de risco a desastres: aplicabilidade para o município de João Pessoa/PB/ Maiane Barbalho da Luz. – João Pessoa, 2018.

52f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Fenômenos naturais 2. Desastres 3. Gestão do risco 4. Sistemas de alerta I.
Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed. 504(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

MAIANE BARBALHO DA LUZ

SISTEMAS DE ALERTA DE RISCO A DESASTRES: APLICABILIDADE PARA O MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA/PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 11/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia,
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - Orientador

Prof. Dr. Saulo Roberto de Oliveira Vital

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ensino
Superior do Seridó, Departamento de Geografia

MSc. Eliamin Eldan Queiroz Rosendo

Doutorando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e
Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia

Prof^ª. Dr^ª. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução anual de 1991 a 2012 da ocorrência de desastres no Brasil.....	3
Figura 2- Comparativo das ocorrências de desastres entre as décadas de 1990 e 2000.....	3
Figura 3- Aumento de registros de ocorrências de desastres entre as décadas de 1990 e 2000.....	4
Figura 4- Localização geográfica do município de João Pessoa, Estado da Paraíba.....	8
Figura 5- Diferença entre enchente, inundação e alagamento.....	14
Figura 6- Disposição dos desastres relacionados com fenômenos naturais no Brasil.....	16
Figura 7- Áreas propensas a desastres por movimento de massa, enchente e inundação no Brasil.....	17
Figura 8: Distribuição dos alertas emitidos em 2017 pelo CEMADEN.....	19
Figura 9 – Ocorrência de eventos extremos relacionados com fenômenos naturais no município de João Pessoa, PB.....	27
Figura 10: Panorama dos setores propensos a risco geológico em João Pessoa, PB.....	29
Figura 11: Locais que apresentam problemas de inundação e alagamento no município de João Pessoa, PB.....	31
Figura 12: Locais de áreas propensas à movimentação de massa no município de João Pessoa, PB.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Detalhes dos níveis de alerta emitidos pelo CEMADEN.....	18
--	----

DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus pelo dom da vida que me concedeu e pela saúde, por ter abençoado meu caminho, por ter me dado a oportunidade de conhecer, conviver e aprender com as pessoas que citarei abaixo.

Aos meus pais, que são exemplos de honestidade, amor, educação e esforço, pessoas de grande importância na minha formação e de suporte na minha caminhada.

Aos colegas de curso que tanto aprendi e dividi experiências, foram para mim muito importantes e construímos laços de amizade.

Aos professores que muito ensinaram e contribuíram para minha formação.

Ao meu professor e orientador pela sua disposição em aceitar meu pedido de orientação, em transmitir seu conhecimento, experiência, pelas suas correções e incentivo para a construção do meu trabalho de conclusão de curso.

Ao meu namorado pela paciência e incentivo em meus momentos mais difíceis.

E a todos os que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

*“Se avexe não...
Toda Caminhada começa
No primeiro passo
A natureza não tem pressa
Segue seu compasso
Inexoravelmente chega lá...
Se avexe não..
Observe quem vai
Subindo a ladeira
Seja princesa, seja lavadeira...
Pra ir mais alto
Vai ter que suar.”*

(Accioly Neto)

RESUMO

Por muito tempo os investimentos voltados para a gestão de risco a desastres relacionados com fenômenos naturais, apenas aconteciam após a ocorrência de eventos extremos. Focavam-se, basicamente, na resposta com pouco ou nenhum investimento na prevenção, preparação, mitigação e alerta. Para a prevenção de risco a desastres é imprescindível a implantação e manutenção de sistemas de alerta para eventos extremos, os quais tem o objetivo de informar à população a que passo está o andamento de uma possível ameaça, bem como, quais são as opções que ela dispõe de forma mais segura e que gere menos danos ou prejuízos. Este trabalho de conclusão de curso teve por objetivo, apresentar alternativas de sistemas de alerta a desastres relacionados a fenômenos naturais para a população de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. O processo metodológico utilizado foi baseado na revisão de literatura sobre os sistemas de alerta utilizados na gestão do risco de desastres relacionados com fenômenos naturais no Brasil e no mundo e em consultas em páginas da internet de órgãos públicos que, direta ou indiretamente, trabalham com a temática estudada. Com base no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, foram constatadas cinco classes de ocorrências de desastres na cidade: inundações, estiagens, enxurradas, erosão costeira e tempestade local/convectiva. Visando uma redução geral das perdas humanas e materiais, o Governo Federal, em conjunto diversos órgãos, executou em todo o país o diagnóstico e mapeamento de áreas propensas a risco desastres em municípios brasileiros prioritários. Uma ação emergencial foi realizada em João Pessoa, em novembro de 2011 com o objetivo de mapear, descrever e classificar as situações com potencialidade para risco alto e muito alto. Dos 22 setores identificados, a inundação e o escorregamento foram as tipologias que predominaram, sendo que apenas um setor apresentou duas tipologias, em relação às demais na cidade. O escorregamento foi detectado em 15 pontos (cerca de 65,21 %), inundação em 5 pontos (21,73%), enchente em dois pontos (8,69%) e enxurrada em um ponto (4,34%). Esse diagnóstico e mapeamento foram de cunho preliminar. Outro documento foi redigido de maneira mais detalhada e aprofundada da situação da cidade, porém mais atualizada. Esse documento é o Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa, onde numa seção específica, foram identificadas áreas críticas com ênfase nos eventos de: inundação, alagamento e escorregamento; por serem os mais recorrentes no município. Com os trabalhos de campo desempenhados nesse documento foram identificados 98 pontos onde ocorreram problemas com alagamentos sendo o bairro do Torre o que apresentou mais locais identificados. Os problemas com inundação foram detectados em 15 pontos, sendo o bairro do Miramar a localidade onde houveram mais pontos verificados. Com relação à movimentação de massa, foram mapeados 48 pontos, sendo o bairro do Valentina o mais afetado com relação à quantidade de pontos. Os sistemas de alerta que estão em uso no município são os dados recebidos do CEMADEN e o sistema de envio de SMS para alerta de desastres que chegou ao estado da Paraíba no mês de fevereiro. Se tratando de sistemas de alerta, a cidade de João Pessoa ainda necessita de muita intervenção. Opções foram dadas para a melhoria desses sistemas, e foram elas: *WeSenseIt*, e-Noé e TerraMA², descentralizando das mãos do CEMADEN. É necessário que mais sistemas entrem em funcionamento visando tanto assessorar os existentes como melhorar as previsões dos eventos, dando uma resposta mais rápida para a sociedade.

Palavras-chave: Desastres. Gestão do risco. Sistemas de alerta.

ABSTRACT

For a long time, investments directed to the risk management of disasters related to natural phenomena only happened after the occurrence of extreme events. They focused primarily on the response with little or no investment in prevention, preparedness, mitigation, and alertness. For the prevention of risk to disasters, it is essential to set up and maintain warning systems for extreme events, which are intended to inform the population of the progress of a possible threat, as well as what options more securely and generate less damage or loss. This work was aimed at presenting alternatives for disaster warning systems related to natural phenomena for the population of João Pessoa, capital of the state of Paraíba. The methodological process used was based on a review of the literature on the warning systems used in disaster risk management related to natural phenomena in Brazil and in the world, and in the consultations on Internet pages of public agencies that directly or indirectly work with the thematic study. Based on the Integrated Disaster Information System (S2ID) of the National Secretariat for Civil Protection and Defense, five classes of disasters occurred in the city: floods, droughts, floods, coastal erosion and local / convective storm. Aiming at a general reduction of human and material losses, the Federal Government, together with several agencies, carried out the diagnosis and mapping of areas prone to disaster risk in priority Brazilian municipalities throughout the country. An emergency action was carried out in João Pessoa in November 2011 with the objective of mapping, describing and classifying situations with potentiality for high and very high risk. Of the 22 sectors identified the flood and the slipping were the typologies that predominated, being that only one sector presented two typologies, in relation to the others in the city. Slipping was detected in 15 points (about 62.2%), flooding in 5 points (23%), flooding in two points (9.1%) and flooding in one point (4.6%). This diagnosis and mapping were preliminary. Another document was written in a more detailed and in depth way of the situation of the city, but more updated. This document is the João Pessoa Municipal Basic Sanitation Plan, where in a specific section critical areas were identified with emphasis on: flooding, flooding and landslide; for being the most recurrent in the municipality. With the field work carried out in this document, 98 points were identified where flooding problems occurred and the Torre district presented the most identified sites. The problems with flood were detected in 15 points, being the neighborhood of Miramar the location where there were more verified points. In relation to mass movement, 48 points were mapped, with the Valentina neighborhood being the most affected in relation to the number of points. The warning systems that are in use in the municipality are the data received from CEMADEN and the system of sending SMS for disaster alert that arrived in the state of Paraíba in the month of February. In the case of alert systems, the city of João Pessoa still needs a lot of intervention. Options were given for the improvement of these systems, and they were: WeSenseIt, e-Noé and TerraMA², decentralizing from the hands of CEMADEN. More systems need to be put in place to both advise existing ones and to improve predictions of events, giving a faster response to society.

Keywords: Disasters. Risk management. Alert systems.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMÁTICA.....	2
1.2 JUSTIFICATIVA.....	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. METODOLOGIA.....	6
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	7
5. REFERENCIAL TEÓRICO	8
5.1 SISTEMAS DE ALERTA: SUA ORIGEM E CONCEITOS.....	8
5.2 ALGUNS DESASTRES: SUA TIPOLOGIA, DEFINIÇÕES, DISTRIBUIÇÃO E 11 ALERTAS	11
5.2 LEVANTAMENTO DE ALGUNS SISTEMAS DE ALERTA.....	19
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1 EVENTOS HISTÓRICOS	26
6.2 ÁREAS PROPENSAS A RISCO ALTO E MUITO ALTO EM JOÃO PESSOA	28
6.3 PROPOSTA DE SISTEMAS DE ALERTA PARA O MUNICÍPIO DE JOÃO ...	33
PESSOA.....	33
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo, os investimentos voltados para a gestão de risco a desastres relacionados com fenômenos naturais, apenas aconteciam após a ocorrência de eventos extremos, principalmente os de origens geológicos, hidrometeorológicos e climatológicos, com destaque para: medidas de assistência aos afetados, reconstrução dos locais que foram comprometidos e o cálculo do prejuízo financeiro. Focavam-se basicamente na resposta com pouco ou nenhum investimento na prevenção, preparação, mitigação e alerta.

Devido à verificação de que eventos extremos estão ocorrendo de forma mais crescente e com mais intensidade, causando grandes prejuízos econômicos, sociais e ambientais e, sobretudo, por afetar populações vulneráveis, se fez necessário a aplicação de medidas para se ter uma gestão de risco mais eficiente e eficaz, e diminuir as perdas ocasionadas pelos desastres. Como os desastres relacionados com fenômenos naturais são muitas vezes sazonais, existe a probabilidade do poder público se precaver e desenvolver ações preventivas. Investir na redução de risco a desastres é algo complexo e depende da decisão e vontade política. Todavia, estudos mostram que o investimento em prevenção a desastres tem como resultado, uma melhora substancial na economia e é uma das formas mais eficazes para o desenvolvimento sustentável local, contribuindo na qualidade de vida da população.

Para a prevenção de risco a desastres é imprescindível a implantação e manutenção de sistemas de alerta para eventos extremos, os quais tem o objetivo de informar à população a que passo está o andamento de uma possível ameaça, bem como, quais são as opções que ela dispõe de forma mais segura e que gere menos danos ou prejuízos. Para isso, são necessários pesquisas e estudos onde nos tais se contemplem as melhores formas de implantá-los e que grande parte das áreas sejam alcançadas por esses sistemas.

A gestão de risco a desastres reivindica a participação ativa da população e grupos em diferentes níveis. A conciliação e a articulação de todas as forças, atributos e recursos disponíveis numa comunidade, sociedade ou organização devem ser feitas no período de normalidade e a ação sistemática de gerir a incerteza para minimizar os prejuízos e as potenciais perdas é que fará o diferencial.

1.1 PROBLEMÁTICA

Não é de hoje que o mundo padece com desastres relacionados a fenômenos naturais que provocam grande devastações nos meios urbano, principalmente, e rural. Nos últimos anos os fenômenos que sobrevieram sobre a humanidade receberam mais olhares e relevância pelo fato de ocasionarem inúmeras perdas de vidas, prejuízos materiais e interrupções temporárias das atividades econômicas. No Brasil, é durante os períodos de chuva que a população mais vulnerável sofre com desastres em razão de estes estarem relacionados diretamente a eventos pluviométricos intensos e prolongados.

Também não se pode deixar de citar que a seca é um desastre que tem assolado de forma significativa, principalmente na região Nordeste, onde tem sido tão grave que tem levado pessoas ao êxodo rural, se deslocando para as cidades, por não terem condições de subsistência, levando a uma possível ocupação desordenada.

O crescimento da ocorrência dos desastres ditos “naturais” é explicado paralelamente ao intenso processo de urbanização, de densidade populacional, e crescimento desordenado das cidades que o Brasil tem mostrado e na difusão do conhecimento, aplicação de técnicas para medir e monitorar esses fenômenos. A ampliação das cidades para áreas impróprias à ocupação é intensificada pela especulação imobiliária e desigualdade social, culminando assim na formação de comunidades subnormais, que apresentam locais com pouca ou nenhuma infraestrutura, e com condições mínimas de salubridade e segurança, aumentando a vulnerabilidade e os riscos para seus habitantes.

Para assessorar nas pesquisas e na compreensão do panorama das ocorrências dos desastres no Brasil, a Figura 1 apresenta a quantidade de registros dos anos de 1991 até 2012.

Os dados comprovam o discurso contínuo sobre o acréscimo tanto do registro como da ocorrência de desastres onde, do total de 38.996 registros, 8.515 (21,8%) aconteceram na década de 1990; 21.741 (56%) ocorreram na década de 2000; e somente nos anos de 2010, 2011 e 2012 esse número somou 8.740 (22,4%) ocorrências (UFSC, (2013a).

Também pode ser observado que apenas em três anos (2010, 2011 e 2012) a quantidade de registro de ocorrências já supera as computadas na década de 1990, o que pode sugerir tanto um aumento dessas ocorrências como avanços em tecnologias de coleta e registro de dados.

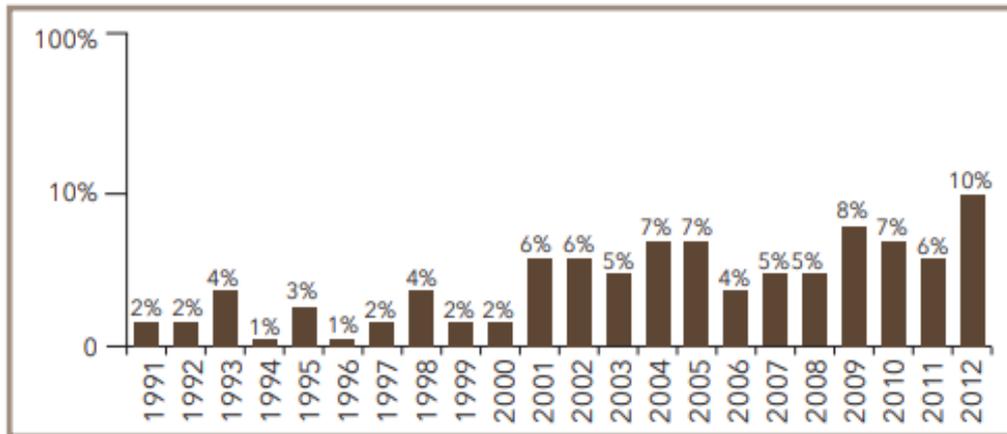


Figura 1- Evolução anual de 1991 a 2012 da ocorrência de desastres no Brasil.
Fonte: UFSC (2013a).

Ainda assim, para efeito de comparação, a diferença de registros entre cada ano é apresentada por tipo de desastre, entre as décadas de 1990 e 2000, de maneira a estabelecer uma relação entre o aumento de ocorrências e o aumento de registros, a partir de uma média (Figuras 2 e 3)

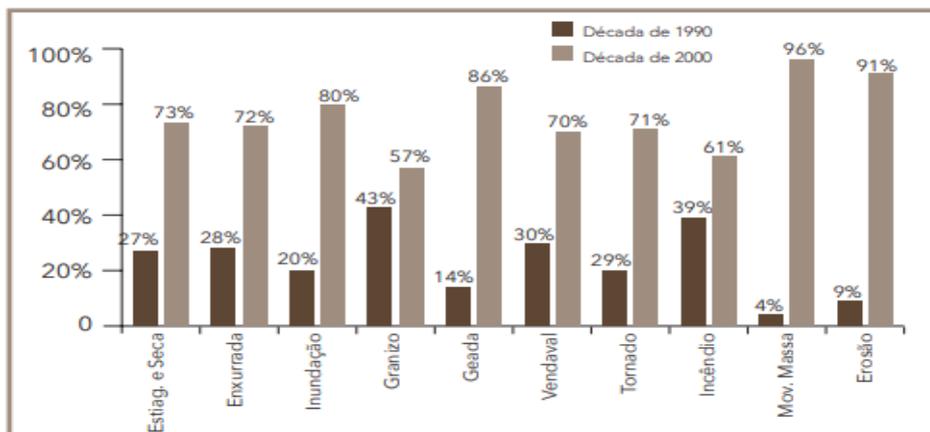


Figura 2- Comparativo das ocorrências de desastres entre as décadas de 1990 e 2000.
Fonte: UFSC (2013a).

Como se vê nas Figuras 2 e 3, o desastre que mais apresentou variação entre essas décadas foi o de movimento de massa, com aumento de 21,7 vezes, em contraponto à média geral, que é de 6 vezes, denunciando o fato que tem ocorrido de forma intensa nas cidades brasileiras: a ocupação desordenada em locais propícios e este evento.

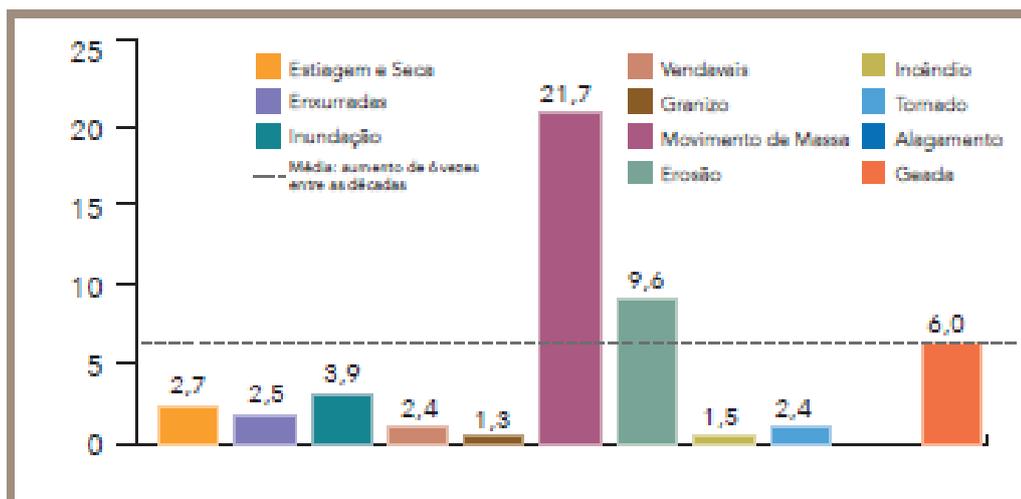


Figura 3- Aumento de registros de ocorrências de desastres entre as décadas de 1990 e 2000.
Fonte: UFSC (2013a).

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas propensas a processos naturais de movimento de massa, como escorregamentos. De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), são locais que deveriam ser protegidos e preservados. No entanto, em muitas dessas áreas no Brasil existem ocupações inadequadas por parte da população que em algumas vezes é desinformada. A falta de fiscalização dos órgãos competentes e o não cumprimento das leis por parte da população levam ao crescimento do risco de desastres relacionados com fenômenos naturais (REIS, 2012).

No ano de 2012 foi instituída a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) (Lei nº 12.608), se configurando um marco regulatório de desastre no Brasil, onde se contemplou a produção de alertas em seus objetivos e deixando à cargo da União, como também dos Estados (apoiando os Municípios) a responsabilidade de desenvolver ações nesse aspecto. Todavia, essa Lei ainda aguarda sua regulamentação da Casa Civil e do Ministério da Integração Nacional.

Em 2017, houve uma audiência com a comissão de representantes dos ministérios das Cidades e da Integração Nacional onde foi informado que um decreto regulamentador está prestes a ser publicado, aguardando apenas revisão no Ministério das Cidades para ser devolvido à Casa Civil. Depois da regulamentação, que deveria ocorrer em até um mês, seria aberto prazo um de 240 dias para a implantação do cadastro de municípios (NOBRE, 2017).

O acréscimo de prejuízos, lesões e mortes relativos a desastres relacionados com fenômenos naturais caracterizam esses eventos como problemas de saúde pública mundial. O fato dos indivíduos estarem expostos aos riscos, inseridos em condições de vulnerabilidade e a deficiência de um sistema que dê uma resposta rápida aos eventos que surgem são fatores

primordiais para equipes de planejamento e gestão das cidades sejam alvos de visibilidade política e de algumas classes de profissionais.

Atualmente, os sistemas de alerta são mais exatos e tem a capacidade gerar informações com agilidade. Porém, boa parte dessas tecnologias não estão ao alcance de todos os municípios a preços razoáveis. Algumas pessoas que residem em locais mais vulneráveis, não são contempladas com essas tecnologias ou às vezes até são beneficiadas, porém de forma deficiente. A falta dessa informação faz com que as agências de monitoramento nacionais estejam limitadas e com problemas em atualizar e melhorar as previsões, divulgar boletins de notícias e emitir alertas (NACIONES UNIDAS, 2004).

Mesmo que essas estratégias de pós-desastre sejam indispensáveis, ainda não são suficientes devido à regularidade que esses eventos têm ocorrido. Sendo assim, quais são os sistemas de alerta a riscos e desastres que são utilizados no mundo? Quais deles podem ser aplicados em uma cidade como João Pessoa, capital do estado da Paraíba, Brasil?

1.2 JUSTIFICATIVA

Se pode observar que, no cenário atual, os desastres naturais estão ganhando grande importância, acompanhada de discussões e debates com o objetivo de se encontrar soluções que diminuam os danos causados por esses fenômenos. A criação de políticas eficazes que norteiem o desenvolvimento das cidades, o processo de uso e ocupação do solo, de fiscalização por parte dos órgãos competentes para o cumprimento das leis e a transmissão da informação, pode trazer uma mudança de pensamento como um todo, pode levar a população a uma verdadeira educação ambiental e uma transformação dos espaços urbanos e rurais.

De acordo com Saito e Souza (2013), os níveis de risco e alerta são totalmente dependentes de condições previamente presentes, tais como, exposição da população ao risco, nível atual e previsto para determinado rio, e de condições meteorológicas favoráveis ao acontecimento de eventos de caráter geodinâmico (movimento de massa) e/ou hidrológico (inundação e/ou enxurrada). Vale ressaltar que a decisão de envio de um alerta de risco de desastres relacionados com fenômenos naturais é efetivada em conjunto com uma equipe multidisciplinar após a avaliação do ambiente favorável ao evento, como descrito anteriormente.

As ações que tem por base a comunicação dos riscos, que diante da constante evolução das tecnologias e estudos mais detalhados se pôde possibilitar a ampliação da ideia de comunicação do risco, e a difusão adequada das informações sobre potenciais ocorrências são

fundamentais, mesmo que o acesso a certas tecnologias não sejam alcançadas por toda a população, mas a necessidade de propagar dados sobre os riscos fez com se adotassem medidas públicas de controle, deslocando a responsabilidade para o coletivo.

Dessa forma, sistemas de alerta de riscos a desastres são mais do que veículos informativos: eles podem promover a produção e circulação de informações e a participação de atores em ações preventivas e são assessorados por mecanismos e instrumentos de monitoramento que estão ganhando visibilidade pela capacidade de prever e diminuir perdas de vidas em desastres ditos naturais.

Entretanto, o município de João Pessoa está atrasado com relação ao desenvolvimento e continuidade de estudos com este foco. Sendo assim, este tema se toma como fundamental para a efetivação das práticas de prevenção de desastres e redução dos impactos desses eventos na saúde da população e no meio ambiente.

Desta forma, é necessário que haja investimento em práticas de prevenção e preparação, sendo fundamental nas políticas de redução de risco a desastres com o intuito de evitar perdas de vidas e danos materiais, precaver a população para momentos de crise e reduzir os impactos desses eventos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar alternativas de sistemas de alerta de risco a desastres relacionados com fenômenos naturais à população de João Pessoa – PB.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer um levantamento de alguns sistemas de alerta que são utilizados em todo o mundo;
- Sugerir algum sistema que se adeque com mais facilidade a realidade de João Pessoa/PB;

3. METODOLOGIA

O processo metodológico utilizado neste trabalho foi baseado na revisão de literatura sobre os sistemas de alerta, utilizados na gestão do risco de desastres relacionados com fenômenos naturais no Brasil e no mundo. Trata-se de uma abordagem qualitativa pelo fato de

não haver uma preocupação com a representatividade numérica, mas, sim, com a pesquisa e o entendimento do que já existe sobre a temática em questão.

Para a revisão bibliográfica foi dado ênfase aos principais desastres relacionados com os eventos naturais hidrometeorológicos/climatológicos extremos, chuvas intensas e secas, os quais, muitas vezes, os riscos são gerados por ações antropogênicas.

Os dados foram coletados por meio de pesquisas realizadas em páginas da Internet, em trabalhos técnicos e científicos publicados em instituições de ensino superior, em eventos, como congressos, seminários, etc., e em periódicos nacionais e internacionais. Também foram coletados dados de órgãos públicos afins, como a Gerência Executiva Estadual de Proteção e Defesa Civil (GEEPDEC) da Paraíba e a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) de João Pessoa, PB.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de João Pessoa (Figura 4) possui uma área total de 211km² (0,3% da superfície do estado da Paraíba), com uma população de 723.515 habitantes. Está localizado na porção mais oriental do estado, entre 08°07' de latitude sul e 34°52' de longitude oeste. A altitude média em relação ao nível do mar é de 37m, com a máxima de 74m (IBGE, 2010).

Possui clima tropical quente e úmido, com chuvas de outono-inverno, com uma estação seca de 3 a 4 meses por ano, e um período chuvoso que abarca os meses de maio, junho e julho. Os totais pluviométricos anuais são de aproximadamente 1.700mm. A temperatura média mínima é de 23°C e a máxima de 28°C e a umidade relativa do ar gira em torno de 80%. O município ainda possui alguns fragmentos de Mata Atlântica, domínio bastante degradado pela intensa urbanização advinda na zona litorânea das regiões nordeste, sudeste e sul do Brasil. Em João Pessoa, merece ênfase a Mata do Buraquinho, que possui aproximadamente 500 hectares de floresta tropical nativa; a região abriga o Jardim Botânico Benjamim Maranhão (PINA, 2010).

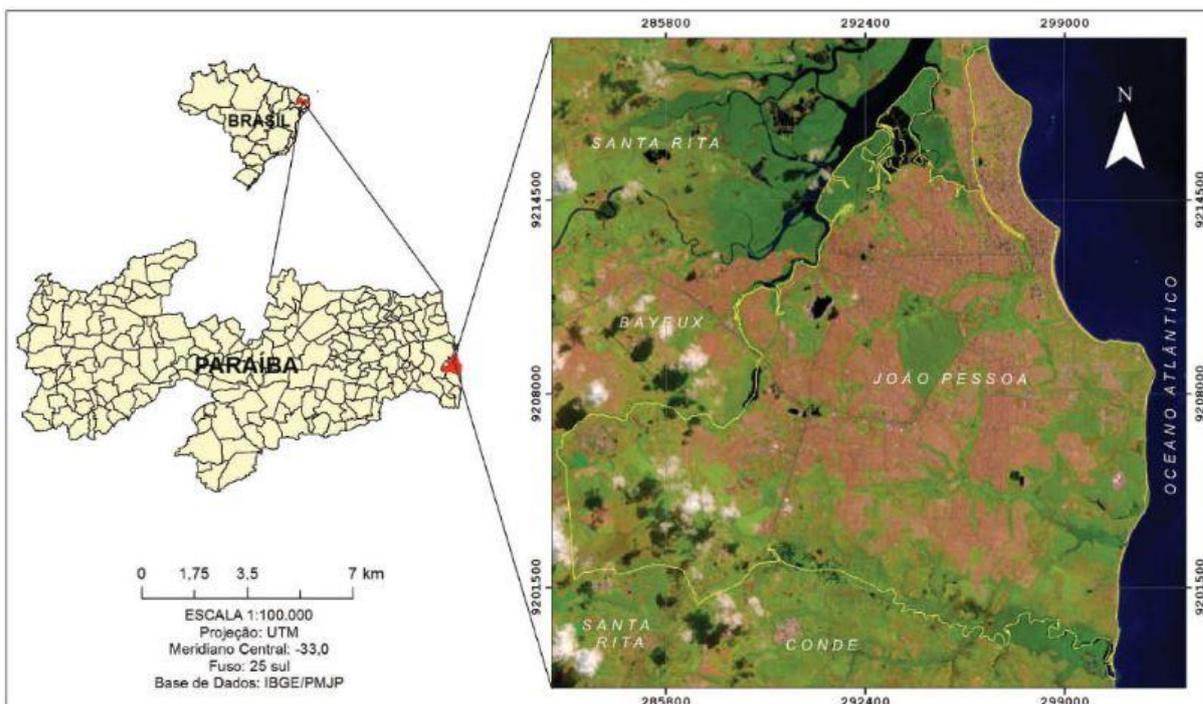


Figura 4- Localização geográfica do Município de João Pessoa, estado da Paraíba.
Fonte: VITAL *et al.* (2016).

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 SISTEMAS DE ALERTA: SUA ORIGEM E CONCEITOS

Para discorrer a respeito de sistemas de riscos de desastres se faz necessário o entendimento dos conceitos e definições que estão intrínsecas neste termo, assim como seu início e assim poder aplica-lo de forma que se adeque as necessidades de cada região.

Ao contrário do que se poderia imaginar, os sistemas de alerta tiveram seu início nos serviços que a defesa civil prestava durante a Segunda Guerra Mundial. Neste cenário, o foco principal girava em torno dos bombardeios aéreos e a preocupação em proteger os civis como alvo em potencial. Foram construídos abrigos subterrâneos juntamente com a instalação de sirenes que davam o alerta para o risco de ataques aéreos. Quando a Segunda Guerra chegou ao fim, boa parte dos serviços da defesa passiva antiaérea e sistemas de alerta foram extintos (UFSC, 2013b).

Historicamente, a evolução desses sistemas no mundo se iniciou em 1960, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) resolveu empregar algumas ações a este respeito. A necessidade de desenvolvê-los só foi manifesta de maneira oficial no ano de 1970, com a resolução 2.717 deste órgão, e posteriormente, em 1989, com o intuito de se reduzir os danos causados por eventos catastróficos, foi instituída a Década Internacional para a Redução de

Desastres Naturais de 1990 a 2000 (IDNDR). Com base nesse acontecimento, todos os anos, em 13 de outubro, um dia comemorativo é celebrado. Sendo assim, o interesse das nações em sistemas de alerta se ampliou e se fortaleceu, tendo como consequência na Conferência Internacional das Nações Unidas de 1994 sobre a Redução de Desastres Naturais, em que diretrizes foram determinadas para a prevenção, a preparação e mitigação de desastres naturais no século XXI. Mais tarde, em 1999, as Nações Unidas aprovaram a resolução 54/219, com o objetivo de originar a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (UNISDR, 2013).

Em dezembro de 2004 houve um evento de grande magnitude que serviu de propulsão para as discussões internacionais sobre a relevância dos sistemas de alerta a desastres, que foi um grande tsunami que atingiu partes da África e da Ásia, provocando a morte de muitas vítimas. Tendo em vista as proporções a que chegou esse desastre, em 2005, durante a Conferência Mundial sobre Redução de Desastres, foi definido um plano de ação intitulado de Quadro de Ação de Hyogo, que estabelece prioridades para a gestão de riscos, que anunciava o compromisso em investir nos sistemas de alerta e na preparação das comunidades, que deveriam ser envolvidas em estratégias de prevenção e mitigação de desastres (MARCHEZINI, 2016).

Em se tratando de Brasil, o ressurgimento dos serviços da defesa civil no país aconteceu a partir da década de 1960, pela ocorrência de deslizamentos e inundações no município de Guanabara onde ocasionaram mais de 250 mortes (UFSC, 2013b). Já a implantação de um sistema nacional de alerta de risco de desastres se deu a partir da catástrofe da região serrana do Rio de Janeiro, em 2011, onde acarretou em 905 mortes e cerca de 30 mil desalojados ou desabrigados, ou seja, além de ser muito recente, foi necessário que ocorresse um desastre para que atitudes fossem tomadas (MARCHEZINI, 2016).

O fato de as pessoas estarem expostas a processos naturais se caracteriza um desastre quando a ocorrência desses eventos é maior do que a aptidão da população em controlar os componentes e as atividades resultantes de tal perigo. Isso implica que, um grande temporal ou um vendaval só se configura um desastre se os indivíduos expostos a esses eventos, perigos, não dispuserem de um suporte estrutural habilitado a sustentar as influências reproduzidas (GONÇALVES, 2016). Essa questão pode ser exemplificada pelo desastre supracitado que até ano de 2016. Cinco anos após o evento, pessoas ainda não tinham recebido habitações próprias, morando de aluguel (verba concedida pelo governo) e em condições precárias. Vale ressaltar que, mesmo sendo área propensa a risco de desastres, ainda existem pessoas que moram na região serrana do Rio de Janeiro, estando vulneráveis a qualquer evento.

Para as UNISDR (2009), entende-se risco como sendo “uma combinação da probabilidade de ocorrência de um evento e suas consequências negativas”, podendo ocorrer numa dada comunidade, num período específico, sendo capaz de gerar perdas em quesitos de vidas, condições de saúde, formas de subsistência e de serviços.

Já se sabe que os perigos enfrentados não sobrevivem, primordialmente, da natureza. Sabe-se que catástrofes de origens naturais como terremotos, ciclones, ainda são recorrentes, porém o que tem predominado é o que Giddens (1991) chama de “um novo perfil de risco introduzido pelo advento da modernidade”, ou seja, procede cada vez menos de circunstâncias naturais e cada vez mais das interferências culturais e sociais.

Para Souza e Zanella (2009), a concepção de risco no corpo social contemporâneo está diretamente ligada a um cenário de incertezas, dúvidas e insegurança, que se exteriorizam no meio social, ambiental, cultural e econômico, consubstanciando risco e progresso.

O risco está diretamente ligado a implicações negativas e que podem ocasionar um desastre. UNISDR (2009), define desastres como: “uma séria interrupção na operação de uma comunidade ou sociedade que causa um grande número de mortes, bem como, perdas, impactos materiais, econômicos e condições ambientais que excedem a comunidade ou sociedade envolvida para fazer o enfrentamento da situação por meio do uso de seus recursos próprios”.

Conceitualmente, “risco a desastres é a magnitude provável de dano de um ecossistema específico, em um período determinado, ante à presença de uma atividade específica com um potencial perigoso” (VARGAS, 2002 apud FILGUEIRA, 2013). É constituído por dois fatores: a ameaça e a vulnerabilidade.

Se pode notar que a explicação de risco a desastres retrata o conceito de desastres como consequência de diversas situações de risco que estão presentes continuamente. Abrangendo diferentes tipos de perdas, o risco a desastres pode ser difícil de quantificar (UNISDR, 2009).

Assim sendo, é imprescindível que sejam utilizados instrumentos os quais as populações que estão inseridas em áreas propensas a risco de desastre possam ser avisadas e tenham a possibilidade de escapar com, no mínimo, vida. Esses sistemas são intitulados de sistemas de alerta a desastres onde possuem um papel primordial na veiculação da informação para indivíduos que residem em áreas de risco.

De forma abrangente, a definição de um sistema de alerta pode ser considerada como sendo a união de conhecimentos suficientes para produzir e transmitir, levando em consideração o tempo e de maneira transparente, as informações que permitam que as pessoas, comunidades e instituições tenham a possibilidade de se preparar e de tomar alguma atitude, de forma

adequada e em tempo hábil, para a redução de sua probabilidade de sofrer danos e/ou prejuízos (UNISDR, 2009).

Assim sendo, os sistemas de alerta têm como objetivo fundamental a antecipação e a comunicação à comunidade da probabilidade de sucedimento de algum desastre “natural” (tempestades, furacões, inundações, deslizamentos, terremotos, dentre outros) (ANDRADE, 2006).

5.2 ALGUNS DESASTRES: SUA TIPOLOGIA, DEFINIÇÕES, DISTRIBUIÇÃO E ALERTAS

Para a compreensão das causas e fatores que estão associadas a um desastre, deve-se ter em mente de forma clara e objetiva a gênese desse processo, qual é o gatilho que é dado para o desencadear. Assim sendo, a seguir, serão definidos alguns desses eventos que ocorrem de forma expressiva numa escala global e local e como estão distribuídos no Brasil.

As inundações são eventos naturais que ocorrem com certa periodicidade nos corpos hídricos e são desencadeados por chuvas de duração prolongada ou rápidas e fortes (TOMINAGA, 2011). “Esse fenômeno representa o transbordamento das águas de um curso d’água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea” (BRASIL, 2007).

No decorrer dos últimos vinte anos, a quantidade de eventos de inundações registrados vem crescendo consideravelmente e o número de pessoas atingidas por inundações e os danos financeiros gerados também têm sofrido um acréscimo. Apenas em 2010, 178 milhões de pessoas foram afetadas pelas inundações. As perdas totais em anos excepcionais como 1988 e 2010 excederam \$40 bilhões (JHA *et al*, 2012).

Apesar da situação supracitada, ações têm sido desenvolvidas nos países para a redução das ocorrências de inundações e mudanças podem ser observadas nesse cenário, mas ainda há muito a ser executado.

A perda imediata de vidas devido a inundações está aumentando mais lentamente ou até mesmo diminuindo com o decorrer do tempo, o que reflete a implementação bem-sucedida das ações de gestão de risco de inundações. Embora isto seja encorajador, as fatalidades ainda são significativas em países em desenvolvimento, onde os casos de inundação têm um impacto desproporcional nos pobres e socialmente desfavorecidos, particularmente mulheres e crianças. Áreas urbanas em risco de inundação foram particularmente atingidas pelo aumento observado nos impactos da inundação ao redor do mundo (JHA *et al*, 2012).

As inundações afetam assentamentos urbanos de todos os tipos, desde pequenos vilarejos a cidades de médio porte e centros de negócios, ou seja, a todas as classes sociais, o que vai diferenciar é capacidade de resiliência de cada uma delas.

Jha *et al.* (2012), ainda ressaltou que há diferenças primordiais entre inundações rurais e urbanas. Ainda que a inundação rural tenha um raio de abrangência muito mais extenso e venha a impactar componentes mais pobres da população, as inundações urbanas são mais dispendiosas e difíceis de gerenciar. Os entraves das inundações urbanas também são distintos porque existe uma maior densidade populacional, mais atributos relacionados com a economia e é base ativa da nação. Isto torna o prejuízo mais intenso e mais oneroso, de maneira que a inundação urbana, causa danos e perturbação além do escopo das enchentes reais, traz sérias consequências para as sociedades.

Numa conjuntura de crescimento demográfico, mudanças climáticas e tendências de urbanização, a inundação urbana é um desafio sério quando relacionado ao desenvolvimento, as suas causas estão se alterando e o grau de seus impactos aumentando. Este grande desafio necessita ser analisado pelos formuladores de políticas para um melhor gerenciamento com mais eficácia dos riscos existentes e futuros.

Outro fenômeno recorrente nas cidades é denominado de enchente ou de cheia que pode ser definido como o aumento momentâneo do nível d'água no canal de drenagem pela ocorrência do acréscimo de sua vazão, alcançando a cota máxima do canal, todavia, sem transbordamento (Defesa Civil de São Bernardo do Campo, 2011).

As interrelações entre a água precipitada, a que infiltra e a que evapora são processos do ciclo hidrológico substanciais para inicializar o processo de formação de enchentes, notadamente em áreas onde o índice precipitado é elevado e onde a infiltração já chegou no seu limite, e a evapotranspiração encontra-se reduzida, colaborando para o aumento do nível das águas de um corpo hídrico (WOLLMANN, 2015).

Vale salientar que esses três processos supracitados sucedem de forma natural e sistêmica. Todavia, no processo histórico, o homem; tem ocupado e edificado sua habitação às margens dos rios, onde de lá obtêm disponibilidade hídrica, alimento e transporte fluvial. É nesse ponto onde as enchentes passaram a se configurar como uma catástrofe ou um desastre pelo fato de “desorganizarem” esses locais que foram antropizados.

Ainda de acordo com Wollmann (2015) a origem das enchentes também está na distribuição irregular das chuvas, onde, em certas ocasiões, há uma alteração maior que o

padrão que normalmente chove em um dado local. São as chamadas chuvas torrenciais em que, num curto período de tempo, se precipita uma quantidade grande de chuva.

Algumas medidas podem ser seguidas para o controle de enchentes. Por exemplo pode-se citar o reflorestamento da mata ciliar, que melhoraria na infiltração (recarga dos aquíferos), na redução do escoamento superficial imediato para os rios (que retarda a chegada da água para o curso principal do rio) e na redução do assoreamento (que reduz a profundidade dos rios e aumenta o espelho d'água).

Acerca das enxurradas, Valente (2009) afirmou que as tais podem ser compreendidas como escoamentos superficiais motivados por uma precipitação demasiada em regiões totais ou parcialmente impermeabilizadas. O autor ainda classifica as enchentes quanto a sua gênese, como: i) resultante das enxurradas formadas na própria área urbana; ii) provenientes de enxurradas sucedidas nas áreas rurais a montante; e, iii) consequência da junção das duas anteriores.

Ainda sobre enxurradas, Defesa Civil de São Bernardo do Campo (2011) define como o escoamento superficial acumulado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar correlacionado a regiões de domínio de processos fluviais. Sendo assim, por se caracterizar como um fenômeno que possui demasiada força; é extremamente danoso para qualquer ser humano ou animal que esteja nas proximidades, porque o perigo não é só o fato de arrastar pessoas, os objetos também são alvo dessa interação sendo mais um motivo de preocupação.

Os alagamentos podem ser interpretados como sendo a concentração de curta duração de águas em certa localidade pela deficiência no sistema de drenagem, podendo ou não ter correlação com processos de cunho fluvial. Esses fenômenos também fazem alusão à diminuição da infiltração natural nos solos urbanos, a qual é promovida por: compactação e impermeabilização do solo; pavimentação de ruas e construção de calçadas, com materiais que não possuem uma porosidade adequada para a percolação da água, reduzindo a superfície de infiltração; construção de edificações em grande escala, saturando os espaços, contribuindo para a redução do solo exposto e a aglutinação do escoamento das águas; desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano, amontoamento de resíduos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água, ocasionando no entupimento e extravasamento dos tais e insuficiência da rede de galerias pluviais por projetos mal dimensionados (BRASIL, 2007).

De forma sucinta e objetiva, Defesa Civil de São Bernardo do Campo (2011) caracteriza alagamento como sendo um acúmulo passageiro de águas em determinadas áreas por insuficiência no sistema de drenagem.

De forma bem prática e ilustrativa, com o intuito do aperfeiçoamento do entendimento da diferença entre inundação, alagamento e enchente, segue-se a Figura 5 que representa tais fenômenos.



Figura 5- Diferença entre enchente, inundação e alagamento.
Fonte: Defesa Civil de São Bernardo do Campo (2011).

O segundo desastre que mais atinge o mundo é o movimento de massa, o qual, de acordo com Palu-Júnior e Longo (2010), é um fenômeno que altera de forma contínua a paisagem do nosso planeta. Parte dessas mudanças necessitam de milhares de anos para acontecer ou são provocadas pela ação de fatores climáticos ou humanos. O termo escorregamento ou deslizamento abarcam variedades de tipos de movimento de massa de solos ou rochas, produzidos, principalmente, pela infiltração de água e a ação da gravidade em terrenos inclinados.

O movimento de massa é um fenômeno que pode gerar prejuízos aos indivíduos e aos bens de uma comunidade, configurando-se para muitos como um “desastre natural”. Segundo Bandeira (2003) os fatores antropogênicos são encarregados pela maior parte dos fenômenos de escorregamentos, sendo instigados pela ocupação desordenada nas encostas.

No tocante à seca, de forma conceitual, esse fenômeno está estreitamente interligado à perspectiva de quem observa. Ainda que o fundamento primário das secas coabite na insuficiência ou na falta de regularidade das precipitações pluviais, existe um encadeamento de causas e efeitos, onde um efeito acaba tornando-se a causa de outro efeito. Assim sendo, citar-

se-ão as mais gerais. As secas climatológicas (causa primária ou componente que suscita o processo, e diz respeito ao acontecimento, em um determinado espaço e tempo, de uma escassez na totalidade de chuvas em correspondência aos padrões normais que determinaram as necessidades), a seca edáfica (efeito da seca climatológica, e tem como motivo básico a insuficiência ou disposição irregular das chuvas e pode ser reconhecida como uma deficiência da umidade, em relação ao sistema radicular das plantas, que tem como resultado na diminuição significativa da produção agrícola), a seca hidrológica (efeito dos baixos escoamentos nos cursos d'água e/ou do uso indiscriminado dos recursos hídricos) e finalmente, a seca social (efeito da seca edáfica, e os efeitos são amplamente conhecidos: rigorosas perdas econômicas e grandes infortúnios sociais como fome, migração e desagregação familiar) (CAMPOS ; STUDART, 2001).

A seca é o fenômeno natural que lidera as ocorrências no Nordeste do Brasil onde os tipos de secas citados podem ocorrer de forma simultânea. O registro de seu início é conhecido na literatura brasileira, bem como suas consequências no ordenamento territorial das cidades que também sofre uma influência expressiva do deslocamento de populações impactadas de forma negativa com esse fenômeno.

Três dos desastres relacionados com fenômenos naturais que mais afetam o Brasil são as secas, enxurradas e inundações (Figura 6). Esses desastres trazem diversos males, tanto para os indivíduos, como para o meio ambiente, com investimentos financeiros significativos, principalmente para o atendimento às emergências.

Observa-se na Figura 6 que na região Nordeste, por exemplo, a maior parte dos registros é relativa à ocorrência de estiagens e secas, correspondente a 79,4% do total. Os percentuais restantes expressam os desastres por enxurrada e inundação com 11,6% e 8,9%, respectivamente, e por outras tipologias menos significantes. No Nordeste brasileiro, a oscilação sazonal e interanual na distribuição das chuvas são notáveis, isso faz com que a região padeça de graves consequências, tanto por secas quanto por precipitações intensas (UFSC, 2013a).

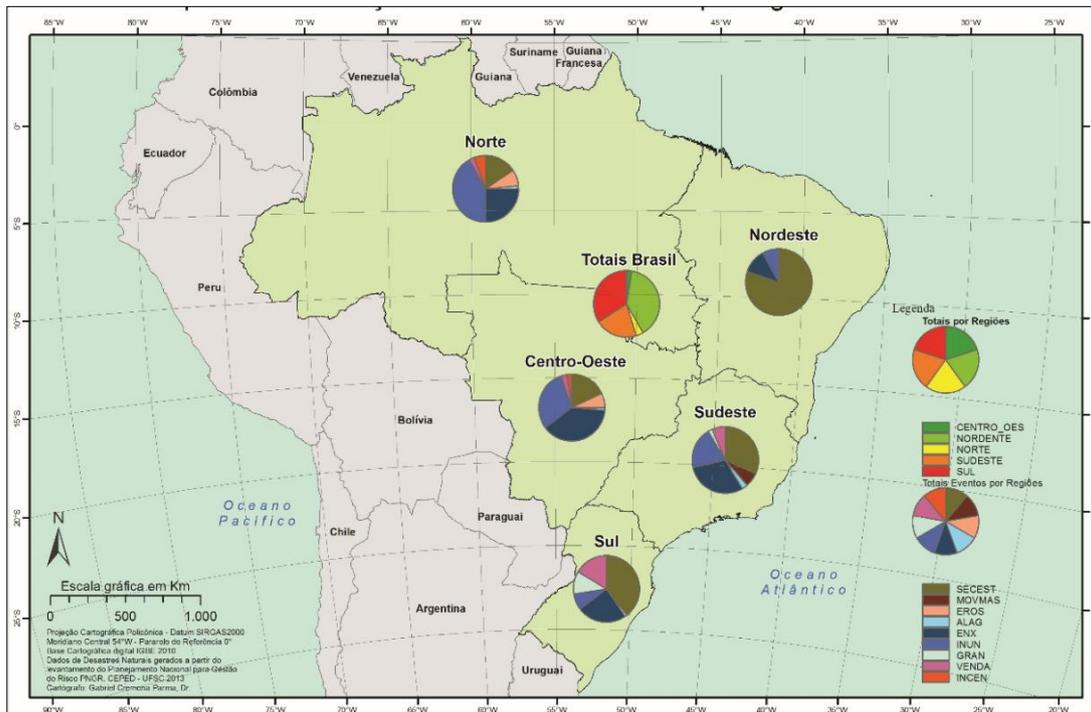


Figura 6- Disposição dos desastres relacionados com fenômenos naturais no Brasil
Fonte: UFSC (2013a).

Boa parte dessas regiões em que ocorrem as secas, a base da sua economia é a agricultura e a criação bovinos, ovinos e caprinos, sendo esse fenômeno, um fator limitante para o sustento das unidades familiares e da economia local. Muitas delas migram para as cidades (êxodo rural) com a idealização de que lá obterão melhores condições de vida e renda para a subsistência.

Os danos que advém com as secas, não são apenas econômicos, eles vão muito além. O social é um fator preponderante quando se fala neste evento e que de acordo com Ribeiro (2018), países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, têm alguns efeitos negativos, onde se pode citar: a segregação urbana, a favelização, o desemprego, a mobilidade urbana e o transporte público prejudicados e o aumento da desigualdade social.

A segregação urbana faz com essas pessoas deslocadas do campo para a cidade, que muitas das vezes não possuem uma boa estrutura financeira, ocupem espaços inadequados para a habitação, como é o caso das áreas impróprias e sem a mínima infraestrutura para esse fim, estando sujeitas a mais intempéries como: os problemas que esses locais possuem, devido a sua localização geográfica e sua formação. Surge aí outro entrave que é a exposição a outros tipos de eventos: movimentos de massa, enchentes, alagamentos, inundações e enxurradas, sendo esses dois últimos relevantes, como indicados na Figura 6, os quais são eventos de grande importância em se tratando das áreas urbanas brasileiras.

No mapa a seguir (Figura 7) se ilustra a situação dos estados brasileiros com relação as áreas com populações vulneráveis a risco alto e muito alto, onde alguns dos eventos supracitados estão evidenciados num intervalo de sete anos (2011 a 2018).



Figura 7- Áreas propensas a desastres por movimento de massa, enchente e inundação no Brasil
Fonte: CPRM (2018).

Os números de municípios da região Nordeste propensos a esses problemas somaram-se 457, correspondendo a 34,62% do total de municípios mapeados, ou seja, uma quantidade significativa de municípios, demonstrando que é de fato, uma região importante e relevante quando o assunto são áreas de risco.

No estado da Paraíba, 40 municípios foram monitorados, nos quais foram gerados documentos detalhando os locais específicos onde foram constatados risco de desastres. Esses dados foram utilizados para a construção de parte desse trabalho e que será comentada posteriormente.

Pode-se observar ainda na Figura 7 que ainda existem bastantes lacunas no mapa, ou seja, áreas não levantadas. É importante que todo o território seja mapeado para que, dependendo do grau do risco, ações concernentes a cada situação sejam executadas, tendo em vista que as cidades estão em constantes transformações e áreas consideradas de risco, antes

não ocupadas, podem ser invadidas sem o monitoramento adequado dos órgãos público, transformando aqueles residentes em vulneráveis.

Sendo criado em julho de 2011, pelo Decreto Presidencial nº 7.513, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) iniciou seus trabalhos monitorando 56 municípios. Hoje o CEMADEN monitora 958 municípios em todo o território nacional e emitiu, no intervalo de 2011 a 2017, um total de 8.451 alertas de variados níveis (192, Muito Alto; 1.766, Alto; e, 6.493, Moderado). É importante ressaltar que; no ano de 2017, dos alertas de risco de desastres difundidos pelo CEMADEN no nível “Muito Alto”, cerca de 86% efetivamente ocorreram (CEMADEN, 2018).

A seguir, a Tabela 1 expressa alguns quantitativos de 2011 a 2015, cada nível seu número de alertas enviados pelo CEMADEN.

Tabela 1- Detalhes dos níveis de alerta emitidos pelo CEMADEN.

ANO	Municípios*	Muito Alto	Alto	Moderado	Total
2011	56	1	2	15	18
2012	274	4	39	210	253
2013	531	59	271	638	968
2014	856	46	271	1036	1353
2015	888	60	369	1332	1761

Fonte: CEMADEN (2017).

Até 31 de dezembro de 2015, foram enviados um total de 4353 alertas para risco hidrológico e de movimentos de massa. Frequentemente, os eventos hidrológicos são de maior magnitude (médio e grande porte), enquanto que os eventos de movimento de massa (deslizamentos) são, em sua maioria, de pequena magnitude (CEMADEN, 2017).

Já os alertas, em 2017, de risco de inundações foram emitidos mais para as regiões Sul, Nordeste e Norte (seguido pelo Sudeste) e os alertas de enxurradas foram enviados mais para a região Sudeste. A Figura 8 a seguir ilustra a distribuição, por macrorregiões do país, para as quais os alertas foram emitidos e nas quais houve registro de ocorrências.

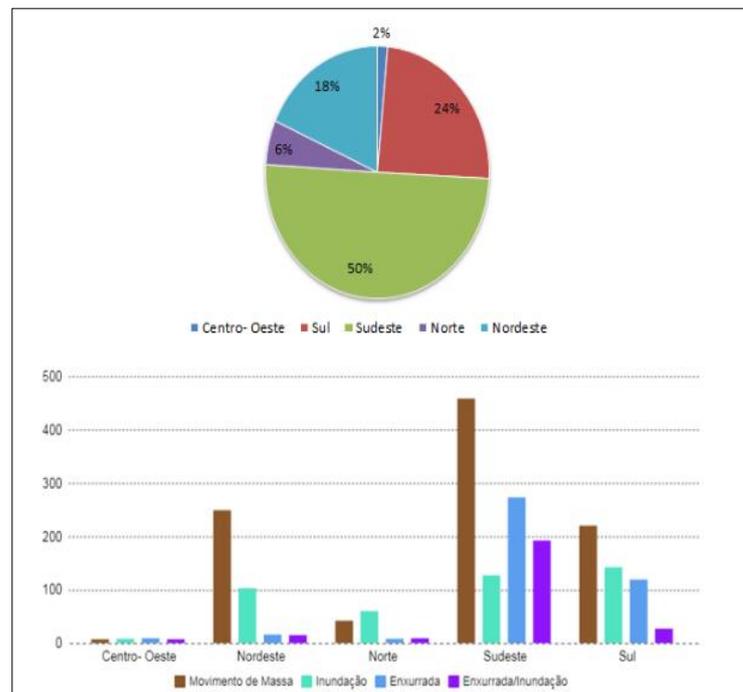


Figura 8: Distribuição dos alertas emitidos em 2017 pelo CEMADEN.
Fonte: CEMADEN (2018).

Com relação aos danos humanos, esse tipo de informação é retirado de fontes oficiais e do formulário de ocorrências do CEMADEN e faz referência ao número total de afetados (soma de mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros afetados em cada ocorrência). No entanto, cerca de 42% dos registros de ocorrências não possuem qualquer informação sobre danos humanos (CEMADEN, 2017). Informações como essa são relevantes e devem procurar sempre ser elaboradas entre os órgãos que trabalham com sistemas de alerta para que a magnitude de um evento possa ser melhor caracterizada.

5.2 LEVANTAMENTO DE ALGUNS SISTEMAS DE ALERTA

Para ser qualificada como útil, é necessário que uma informação de perigo possa ser capaz de ser compreendida pela população não técnica. E que as pessoas sejam aptas a perceber a localização e a gravidade da ameaça, de maneira a tornarem-se conscientes do risco e poder se prevenir, preparar ou mitigar os possíveis efeitos negativos dessa ameaça.

Pensar em sistema de alerta é trabalhar fortemente a gestão, é a implantação de projetos que busquem a prevenção de um evento e sua relação com a sociedade quando um fenômeno se aproxima. É buscar formas de implementar muitas políticas que já existem. Falta o agir, o olhar atento dos gestores e a voz do povo para tornarem essas políticas efetivas.

No entanto, nem sempre o emprego de altos valores para se investir em sistemas de alerta é sinônimo de sucesso para a gestão de risco a desastres, principalmente na fase pré-desastre. O município de Xanxerê, no Oeste do estado de Santa Catarina, por exemplo, recebeu em 2014 um radar de alto custo financeiro para previsões de eventos meteorológicos. Porém, esse radar não foi suficiente para alertar a população em tempo hábil em 21 de abril de 2015, da formação e deslocamento de um tornado que atingiu outros municípios próximos e fez mais de 12 mil vítimas. O radar ainda estava em fase de teste e não funcionava desde 19 de janeiro de 2015, além de não atender a todos os municípios do Estado e com uma previsão em curto prazo, no período de 3 horas (PEREZ, 2015).

Sem sombra de dúvida, esse caso é uma exceção. Normalmente, depara-se com a falta de recurso para investimento nessa área, o direcionamento da verba dos estados não trata com prioridade a gestão dos riscos e suas consequências podem ser devastadoras e se tratando de vidas, com valores incalculáveis.

Infelizmente, melhorias de técnicas de alerta não conduzem, necessariamente, para uma maior segurança de uma comunidade. Isso muitas vezes é devido à deficiência do repasse de comunicações para as comunidades em risco e entre elas. Para serem realmente eficazes são necessários que diversas falhas sejam corrigidas, tanto humanas como institucionais, o que pode ser feito por meio do fortalecimento dos vínculos entre criadores dos sistemas, o poder público e as comunidades que estão em situação de risco (NACIONES UNIDAS, 2004).

Sendo assim, a preparação para um desastre é, seguramente, fruto de uma gestão competente e comprometida com a segurança e o bem-estar da população, com o ecossistema e com os cofres públicos, tendo em vista que, investir na fase pré-desastre, ou seja, na prevenção, preparação, mitigação e alerta, é mais rentável do que na fase pós-desastre, na reabilitação e recuperação. Os investimentos na fase pré-desastre devem levar em consideração o desenvolvimento de um bom sistema de alerta para eventos extremos.

Em todo o mundo há o desenvolvimento e aplicação de sistemas de alerta para eventos naturais extremos para a população. No Brasil, têm sido desenvolvidos alguns sistemas, porém ainda necessitam de mais investimentos e de maior disseminação para a população. Alguns exemplos são listados a seguir.

Desenvolvido em 2008 pelo Departamento de Processamento de Imagem (DPI), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (SISMADEN) utiliza do geoprocessamento para avaliar o risco de desastres relacionados com fenômenos naturais, por extremos meteorológicos e climáticos. A sua

plataforma de desenvolvimento foi fundamentada na biblioteca do programa TerraLib, “tecnologia do INPE para desenvolvimento de aplicativos geográficos, o sistema integra dados hidrometeorológicos, planos de risco e de informações extras necessários para a efetividade das análises e definição de alertas” (INPE, 2009). Esse sistema busca os dados meteorológicos atualizados *online* para integração à base de dados do sistema de alerta. Possui ferramentas para o estudo em tempo real de novos dados “e verificar a existência de situação de risco através da comparação com mapas ou modelos definidos, além de notificar os usuários, entre outras funcionalidades” (INPE, 2009). A partir de 2012 esse sistema passou a se chamar de Plataforma TerraMA².

De acordo com INPE (2018):

“A plataforma computacional TerraMA² foi planejada dentro da linha de produtos de base tecnológica inovadora, no domínio de softwares abertos, com extensivo uso de nossa biblioteca geográfica TerraLib, além de atender uma demanda crescente de aplicações de monitoramento, análise e alerta em áreas como qualidade do ar, qualidade da água, gasodutos, barragens de rejeito em área de mineração, incêndios florestais, movimentos de massa do tipo escorregamentos e corridas de lama, enchentes e estiagens”.

Em âmbito nacional, também, o (CEMADEN) tem desenvolvido uma linha de pesquisa com o objetivo de aprimorar os métodos técnicos e científicos empregados pelo sistema de monitoramento e alertas a deslizamentos do Centro, por meio da introdução de sensores de precipitação, teor de umidade do solo e de deslocamento de encostas/taludes. Esses sensores, inicialmente, foram instalados em nove áreas piloto do país, propensas a esse risco, os quais têm sido acompanhados em tempo real a partir de variáveis climáticas e geotécnicas (MENDES, 2016).

Está sendo desenvolvido e aprimorado pela equipe de tecnólogos da área de Desastres Naturais da Sala de Situação e do setor de Desenvolvimento e de Tecnologia da Informação (T.I.) do CEMADEN, uma forma de organizar de maneira sistemática um banco de dados padronizados que estarão munidos de registros históricos de ocorrência de eventos de desastres relacionados a riscos geo-hidrológicos. Essas informações são obtidas por meio da plataforma de dados do CEMADEN, denominada Sistema de Alertas de Desastres Naturais (Siaden) que tem o objetivo de reforçar o monitoramento dos 958 municípios brasileiros, que são classificados como prioritários (com áreas propensas a risco de desastres) e aprimorar a emissão de alertas (CEMADEN, 2018).

Para Fraga (2017), outra opção de sistema de alerta no Brasil foi a criação, em janeiro de 2017, do sistema de alerta de riscos de inundações, alagamentos, temporais, perigo de deslizamentos de terra. O sistema envia mensagens de texto de alerta para os celulares

cadastrados em caso de iminência de desastres naturais, via “serviço de mensagens curtas”, SMS (da sigla em inglês, *Short Message Service*). O envio das mensagens fica a cargo do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), órgão do Ministério da Integração Nacional/Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e das coordenadorias de defesa civil dos estados e dos municípios. Há ainda a probabilidade de o serviço TV por assinatura também ser usado na notificação de desastres relacionados com fenômenos naturais. O grupo que criou esse sistema de alerta também planeja começar os estudos para avaliar a viabilidade desse serviço.

Segundo Fraga (2017) o sistema de envio de SMS para alerta de desastres começou a ser utilizado no Japão a partir de 2007 e, no momento atual, também opera em mais de 20 países. No Brasil, o projeto-piloto foi implantado preliminarmente em 20 municípios do estado de Santa Catarina, onde residem cerca de 500 mil habitantes. Atualmente, o sistema está sendo difundido para o restante dos municípios dos estados brasileiros são que monitorados pelo CEMADEN.

Ainda sobre essas mensagens, houve um problema que gerou desconforto na população. Foram então testadas mensagens de texto sendo em sua primeira vez para um fenômeno de uma onda de calor na cidade de São Francisco (Califórnia, Estados Unidos da América) onde foram enviadas mais de uma mensagem para um mesmo aparelho gerando alguns comentários negativos da população. O Departamento de Gestão de Emergência da cidade relatou que estaria investigando o motivo disso, mas problemas podem ocorrer pelo fato de ser um método novo, ainda em teste e que coisas novas enfrentam resistência por parte dos indivíduos (LEE. 2017).

Outra forma de difundir mensagens de alerta a desastres é por rádio. Segundo LEE (2017), quando ocorre um desastre, um dos primeiros instrumentos consultados é celular, ou seja, é um recurso muito útil numa emergência. Porém, há problemas; como, por exemplos, os celulares da Apple, até nas suas versões mais atuais (iPhone 7 e iPhone 8), não podem receber sinais de rádio FM pela ausência de chips e antenas receptoras e a empresa se recusa a instalar esse dispositivo. Acredita-se que o motivo dessa recusa é fato de que a instalação desses instrumentos pode desencorajar aos usuários a pagarem pelo serviço de música oferecido pela Apple.

Há em nível mundial também o desenvolvimento de alertas mais rápidos e exatos para outros eventos que podem ocasionar desastres, como é o caso das inundações. Os alertas de inundações adequados e acompanhados em tempo real das suas ocorrências, em casos de emergências, podem salvar vidas e prevenir danos para os bens, as infraestruturas e o meio

ambiente. De acordo com a Comissão Europeia (2014), *Imprints*, *WeSenseIt* e *UrbanFlood* são apenas três exemplos de projetos financiados pela União Europeia (UE) que aprimoraram sistemas originais de prenúncio e alerta que visam prevenir as populações da ameaça de inundações.

O projeto *Imprints*, que na sua essência está a gestão e prevenção das inundações, desenvolveu uma plataforma de alerta antecipado destinada a diminuir o tempo de retorno às inundações repentinas para cerca de duas horas, ou menos ainda, dando possivelmente mais tempo às pessoas para se deslocarem para um lugar seguro. A plataforma se fundamenta em melhores previsões das precipitações pluviométricas, por meio de modelos computacionais meteorológicos e de redes de radares meteorológicos. A plataforma tem a capacidade de prever os fluxos de água no terreno e oferecer um sistema de alerta precoce para inundações repentinas, contabilizando a quantidade de detritos que podem ser arrastados e os potenciais prejuízos para as infraestruturas locais.

Já o projeto *WeSenseIt*, que terminou em setembro de 2016, recorreu ao poder de observação humana como fator fundamental de um sistema de alerta precoce. As pessoas auxiliaram fazendo medições por intermédio de novas aplicações que estavam a ser desenvolvidas no âmbito do projeto, e mandando informações e imagens por meio telefone móvel.

O terceiro projeto se comporta da seguinte forma:

O projeto *UrbanFlood* desenvolveu sensores e tecnologia conexas para monitorar os taludes de proteção contra inundações que ficam em risco no decurso de uma cheia e originar um sistema de alerta rápido para os riscos de caírem. Os sensores subterrâneos vigiam o estado dos taludes e detectam eventuais alterações dos níveis da água, ou de outros fatores como a temperatura, a umidade e os movimentos do terreno. A informação é então avaliada pelo *software* de modelização do projeto, que pode lançar um alerta em caso de problemas. O *software* calcula a rapidez com que a área será inundada em caso de colapso, e sugere mesmo as melhores vias para deslocar os cidadãos para zonas mais seguras (COMISSÃO EUROPEIA, 2014).

Após quatro anos de sua primeira aparição na *Appstore* e no *Googleplay*, o *SIGNALERT* apresenta um aplicativo de *smartphone* V4 e oferece a todos uma ferramenta para descrever e compartilhar as evidências sobre os efeitos de perigos naturais, fenômenos induzidos pelo homem, impactos e mudança climática. Desde fevereiro de 2018 está disponível uma nova versão desse aplicativo onde possibilita retratar 25 diferentes fenômenos de origem antropogênica e natural que possam vir a interferir no meio ambiente, na segurança das pessoas, nas suas propriedades e na saúde, dentre eles: inundação, avalanche, seca, terremoto, furação, tsunamis, erupção vulcânica, incêndios, atentados, etc. (*SIGNALERT*, 2018).

O princípio para a utilização permanece o mesmo para todos os fenômenos, partilhar a data, geolocalização, a hora, imagens, a descrição da intensidade desses fenômenos e o grau do impacto. Dentre os objetivos desse aplicativo está o de atender os diversos objetivos do Acordo de Sendai das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres Naturais publicado em 2015.

Outro objetivo é que haja a contribuição de forma individual e coletiva para os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), introduzidos em 2015, pelas Nações Unidas, a serem alcançados até 2030. Com esse aplicativo a sociedade pode envolver-se ativamente para a redução dos riscos a desastres e para os ODS, expande a sua visibilidade e a conscientização dos danos ambientais e a integridade da propriedade e das pessoas diariamente (SIGNALERT, 2018).

Outra função dele é que há a possibilidade de interação com diversas pessoas com as mesmas dificuldades e necessidades por meio do envio de mensagens na interface *web SIGNALERT CONSULT*, podendo ter sua escala de abrangência numa comunidade, num país e até no continente. Segundo a fonte supracitada, o aplicativo *Signalert* é gratuito e está disponível na *Appstore* e *Googleplay*.

Diversas operadoras de telefonia móvel no mundo estão recrutando usuários para ajudar na difusão e no uso de sistemas de alerta a desastres, que estão ocorrendo com certa frequência devido à exposição, cada vez mais, de populações vulneráveis às ameaças, e algumas têm até se unido às redes sociais, incorporando “segurança” com o intuito de que os seus usuários saibam que estão “seguros”. Isso se justifica porque após um desastre as primeiras pessoas que se comunicam entre si, são os amigos e os membros das famílias. Isso gerou uma competição entre as empresas de telefonia de diversos lugares do mundo (ex. *Tigo El Salvador, Smart, Globe*) com o objetivo de atualizar os sistemas de alerta a desastres, enviando mensagens e alertas para os clientes (FILDES, 2018).

Outro sistema de alerta bem difundido no mundo, de constatação de terremotos, tendo por base o telefone celular, é o *Zizmos*. Lançado em 2015 esse sistema disponibiliza uma opção mais acessível aos sistemas tradicionais de detecção e aviso. O *Zizmos* tem por objetivo constituir uma rede de milhões de sensores de baixo custo em áreas urbanas para elaborar um sistema de detecção baseado em nuvem por meio de aparelhos celulares do tipo *smartphone*. O *eQuake*, seu aplicativo, utiliza o acelerômetro do *smartphone*, que afere o movimento de inclinação e a bússola, para recolher os dados quando acontecem tremores. Após isso, os dados são transportados de volta para a “nuvem”, local onde o sistema *Zizmos* supervisiona a

iminência de terremoto, e depois os operadores do sistema informam aos usuários para que eles possam encontrar um lugar seguro para se abrigarem (FILDES, 2018).

No entanto, ainda segundo o autor esse sistema possui as suas deficiências. Por exemplo, o aplicativo supracitado necessita estar conectado em uma rede *Wi-Fi*, além do mais, depende que as pessoas baixem o aplicativo. A eficiência aumentaria se os celulares saíssem de fábrica já com essa tecnologia incorporada, a quantidade de dados seria bem maior, conseqüentemente a precisão e previsão desses eventos.

Em operação desde 2008, o Sistema de Alerta Precoce de Tsunamis Germânico-Indonésio (*Gitews*, na sigla internacional) para o Oceano Índico, chega ao fim. Em 2011 a Alemanha encerrou sua parte da parceria, e o país asiático assume, sozinho, o conjunto de *softwares*, satélites e sensores que visam a evitar tragédias como a de dezembro de 2004. O *Gitews* possui 300 estações que conseguem detectar a iminência de um tsunami em menos de cinco minutos depois da formação de um terremoto submarino. Segundo o professor Reinhard Hüttl, a abordagem tecnológica empregada é inovadora, ao associar diferentes tipos de sensores, “cujo elemento central é uma rápida e precisa detecção e análise dos terremotos, baseadas em dados GPS” (OLIVETO, 2011).

Assim sendo, a equipe de pesquisa instalou no Oceano Índico sensores que são capazes identificar variações na pressão da água decorrentes da formação de tsunamis. Caso esses equipamentos constatem variações, as boias que ficam instaladas na superfície do mar recolhem a informação e transmitem de forma imediata para a central de alarme, onde os pesquisadores trabalham. Essas boias servem não só para atuarem como estações de retransmissão, mas como identificadoras de tsunamis. Elas são relevantes, mas há uma falha nesse sistema. Se os sensores submarinos estiverem muito próximos ao princípio do tremor, esses equipamentos podem não conseguir distinguir se o evento seguinte será um terremoto ou tsunami, havendo a possibilidade de ser passado um alarme falso. As boias são equipadas com computador e painéis solares e dispõe de uma antena GPS que define de forma precisa o movimento e o nível do mar. Esse instrumento pode captar ondas que tenham uma velocidade de até 800 km/h (OLIVETO, 2011).

De acordo com um artigo acadêmico publicado por uma revista chamada *Science Advances*, em fevereiro do corrente ano, alega-se que a inteligência artificial (IA) seria capaz de auxiliar na construção de um catálogo aprimorado de atividade sísmica. Segundo os autores, a IA seria mais refinada para discernir os tremores e diferenciá-los do ruído geológico natural. O mecanismo é parecido ao modo como assistentes pessoais digitais, como o Alexa da Amazon, que podem isolar vozes humanas do ruído de fundo em casa. A rede neural *ConvNetQuake* que

alguns acadêmicos desenvolveram detectou 17 vezes mais terremotos do que o *Oklahoma Geological Survey*, que usou métodos tradicionais de monitoramento de terremotos. O documento concluiu que uma abordagem de IA seria ideal para locais com altos níveis de atividade sísmica contínua, como vulcões e áreas nos limites das placas tectônicas (FILDES, 2018).

Em 2017 pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) testaram mais um sistema de gerenciamento e controle de enchentes chamado e-Noé. Esse sistema é uma rede de sensores sem fio com o objetivo de monitorar rios e córregos urbanos. De acordo com Vasconcelos (2018) o dispositivo, já operacional, é constituído por um conjunto de sensores submersos instalados em diversos pontos do rio sujeitos a inundações. Conectados entre si por uma rede sem fio, esses sensores detectam variações na altura da coluna d'água. De forma paralela, câmeras fotografam o leito do rio, registrando o nível das águas. As informações e as imagens dos sensores são encaminhadas por sinal de celular para uma infraestrutura de nuvem, onde são apreciadas pela Defesa Civil da cidade.

Mesmo com as opções de sistemas de alerta supracitadas ainda é necessário o desenvolvimento de mais estudos e técnicas de aprimoramento dos sistemas e fazer com que não só as áreas desenvolvidas economicamente usufruam dos tais, mas toda a população, principalmente as que residem em áreas propensas a risco de desastres alto e muito alto que são, na maioria das vezes, comunidades de baixa renda que não dispõem de condições financeiras suficientes para obter melhores habitações em regiões mais adequadas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 EVENTOS HISTÓRICOS

Com base no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que compreende vários itens da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), se pôde ter acesso aos eventos que ocorreram no município de João Pessoa, no intervalo de tempo de 2000 a 2016, ressaltando a falta de dados dos anos de 2001 a 2003, 2005 a 2010 e 2012. Foram constatadas 5 classes de ocorrências registradas: Inundações, Estiagens, Enxurradas, Erosão Costeira e Tempestade Local/Convectiva; ilustradas na Figura 9 a seguir.

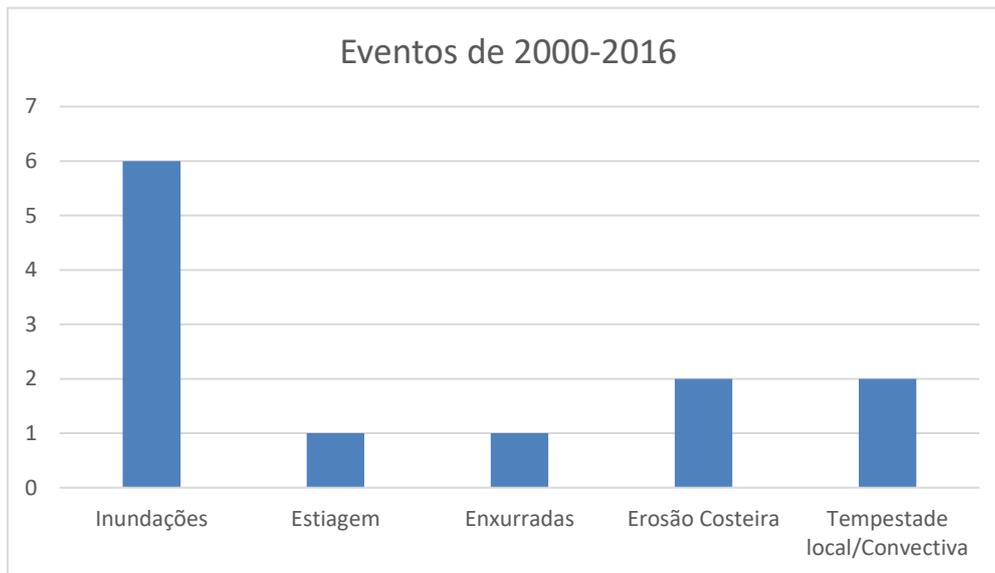


Figura 9 – Ocorrência de eventos extremos relacionados com fenômenos naturais no município de João Pessoa, PB.

Fonte: BRASIL (2018). Organização: Autora.

Apesar das lacunas nos intervalos dos anos registrados, nota-se que de forma predominante, os eventos mais frequentes estão relacionados com a pluviosidade do local onde nos eventos listados, apenas faz menção a estiagens, e isso é facilmente justificado pelo fato de João Pessoa ser uma cidade litorânea e tropical com totais pluviométricos anuais que são de aproximadamente 1.700mm.

Ano após ano as notícias sobre alagamentos, inundações e movimentação de massa são veiculadas pela a mídia, todavia como se pode perceber, elas não são computadas no S2ID em sua totalidade pelo fato de que os documentos que estão disponíveis nessa plataforma consolidam um histórico de apenas desastres associados a esses fenômenos adversos.

A cidade de João Pessoa tem crescido rapidamente, porém as estruturas pré-existentes não conseguiram acompanhar esse crescimento e os reflexos são sentidos, principalmente, pela população de baixa renda, pessoas vulneráveis e com baixa resiliência frente a eventos extremos.

A inundação foi o evento onde se computaram mais ocorrências e os motivos desse problema são ocupações em locais que não são adequados como regiões situadas muito próximas (50 metros) e/ou às margens dos cursos d'água, a canalização dos rios também é outro entrave onde se aumenta a velocidade desse escoamento para a jusante, podendo comprometer diversas comunidades. Esse modelo de drenagem é uma forma de pensar ultrapassada, onde apenas grandes medidas estruturais são feitas e não se pensa em tratar o escoamento na fonte, melhorando e muito o cenário adiante.

Outro fator a ser levado em conta, ainda se tratando de inundação, são as doenças de veiculação hídrica que atingem essas populações vulneráveis, necessitando de mais estruturas no âmbito de saúde pública para que deem suporte as tais. Vale ressaltar as perdas de ordem material e humana, onde pessoas que se esforçam bastante para conseguir obter seus bens de consumo, tem seus pertences danificados e suas vidas ceifadas.

6.2 ÁREAS PROPENSAS A RISCO ALTO E MUITO ALTO EM JOÃO PESSOA

Visando uma redução geral das perdas humanas e materiais o Governo Federal, em conjunto diversos órgãos, executou em todo o país o diagnóstico e mapeamento de algumas áreas. Uma ação emergencial foi realizada em novembro de 2011 em algumas localidades com o objetivo de mapear, descrever e classificar as situações com potencialidade para risco alto e muito alto.

Na cidade de João Pessoa foram demarcados 22 setores que foram conceituados de risco alto e muito alto em conformidade com seu tipo de ocupação e em relação às ocorrências de fenômenos naturais. De forma geral a cidade de João Pessoa se consolidou de forma desorganizada e ocupou áreas inapropriadas, como por exemplo, às margens do rio Jaguaribe, de alguns dos seus contribuintes, e ainda há o acréscimo de alguns afluentes do Rio Paraíba. Ano após anos essas localidades padecem com os resultados que advém das cheias e que acarretam em prejuízos dispendiosos ao município. As encostas que perfazem os tabuleiros costeiros, constituídos pela formação Barreiras, são estruturas que sofrem com a interferência de forma intensa da apropriação desordenada e de habitações precárias, tais ambientes associados a uma infraestrutura básica deficiente ou até mesmo inexistente, são os autores da geração das áreas de risco onde as tais são acentuadas na ocorrência de precipitações acumuladas em um curto período de tempo (BRASIL, 2013).

Das diversas tipologias existentes, as encontradas nesse diagnóstico foram: inundação enchente, escorregamento planar e enxurrada. A seguir se apresenta um mapa do panorama dos setores de risco geológico da cidade de João Pessoa (Figura 10).



Figura 10: Panorama dos setores propensos a risco geológico em João Pessoa, PB.

Fonte: BRASIL (2013).

Dos 22 setores identificados a inundação e o escorregamento foram as tipologias que predominaram em relação às demais. Apenas um setor apresentou a ocorrência de duas tipologias (escorregamento e enxurrada) que foi a Avenida Ministro José Américo de Almeida, no bairro do Miramar, sendo no total, 23 pontos caracterizados. O escorregamento foi detectado em 15 pontos (cerca de 65,21 %), inundação em 5 pontos (aproximadamente 21,73%), enchente em 2 pontos (cerca de 8,69%) e enxurrada em 1 ponto (aproximadamente 4,34%).

Em vermelho estão identificadas as regiões que apresentam risco muito alto, sendo de forma predominante as regiões que margeiam o rio Jaguaribe, áreas bastante ocupadas, salvo o trecho que passa dentro do Jardim Botânico.

Os dados resultantes deste trabalho emergencial são disponibilizados em caráter primário às defesas civis de cada município e os dados finais irão alimentar o banco nacional de dados do CEMADEN. Ao fim do documento são listadas algumas medidas que devem ser tomadas pelos órgãos competentes no intuito de melhorar a situação dos indivíduos que residem nessas áreas de risco.

Como já foi comentado, esse diagnóstico e mapeamento foram de cunho preliminar. Assim sendo, outro documento foi redigido de maneira mais detalhada e aprofundada da situação da cidade, porém mais atualizada. Esse documento é o Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa, do ano de 2015, onde, numa seção específica, foram identificadas áreas críticas com ênfase nos eventos de: inundação, alagamento e escorregamento; por serem os mais recorrentes no município.

Para a identificação dessas áreas críticas foram realizados levantamento de dados tanto em idas à campo quanto no recolhimento de informações em órgãos competentes. Os dados foram diversificados, dentre eles pode-se citar a caracterização do local, determinação do grau de risco e presença de vegetação. Logo após esses dados foram processados resultando confecção de mapas temáticos. Para inundação e alagamento, cada evento recebeu um código e classificação para uma melhor compreensão na leitura das tabelas. Ainda se utilizou de mais uma metodologia para a caracterização dos níveis de risco para o evento de inundação no qual foram distribuídos em quatro níveis (Baixo, Médio, Alto e Muito alto).

Para a movimentação de massa, a metodologia empregada também foi baseada na caracterização por níveis de risco supracitada, porém com as peculiaridades referentes ao evento. Com os trabalhos de campo desempenhados neste documento foram identificados 98 pontos onde ocorreram problemas com alagamentos sendo o bairro do Torre o que apresentou mais locais identificados. Os problemas com inundação foram detectados em 15 pontos, sendo o bairro do Miramar a localidade onde houveram mais pontos verificados (Figura 11).

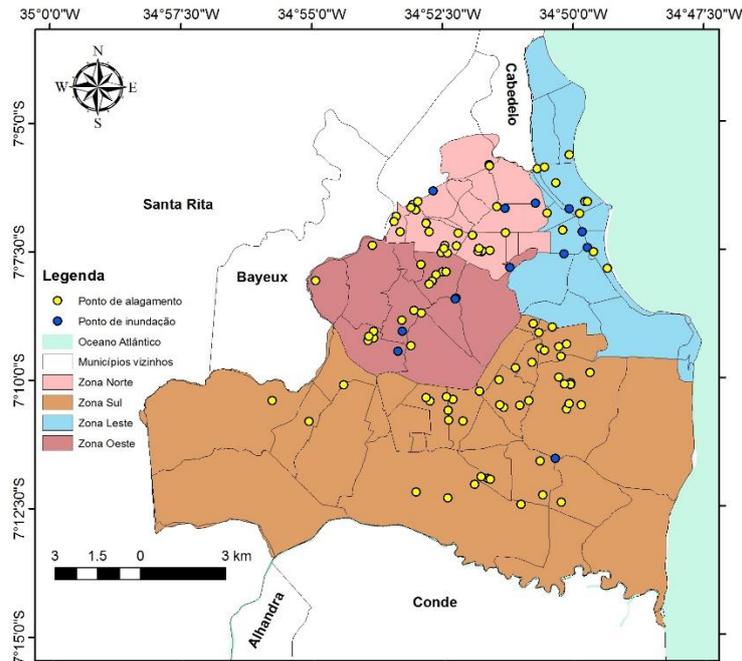


Figura 11: Pontos que apresentam problemas de inundação e alagamento no município de João Pessoa, PB.

Fonte: Paraíba (2015).

Com relação à movimentação de massa, foram mapeados 48 pontos, sendo o bairro do Valentina o mais afetado com relação à quantidade de pontos. De forma ilustrativa, segue-se um mapa onde esses pontos que foram constatados estão identificados (Figura 12).

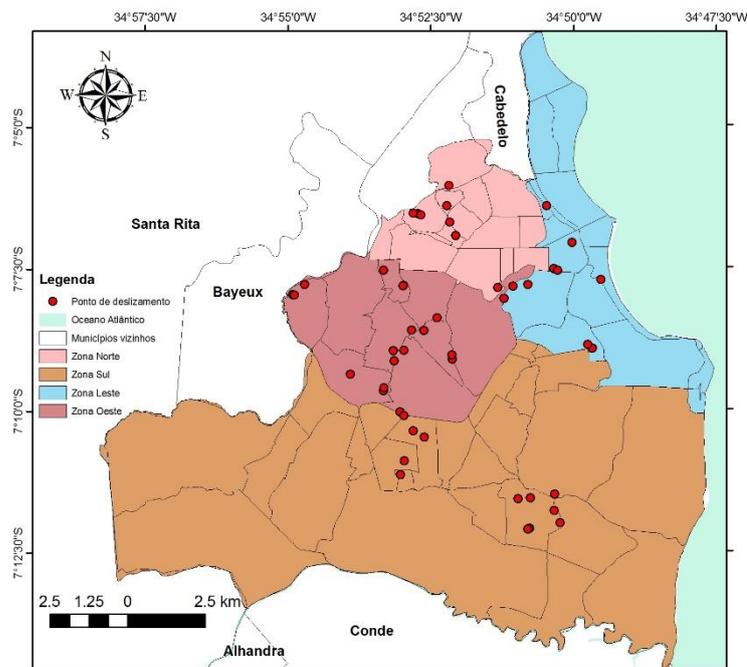


Figura 12: Pontos de áreas propensas à movimentação de massa no município de João Pessoa, PB.

Fonte: Paraíba (2015).

Nota-se que todas as zonas do município possuem entraves relacionados à microdrenagem e macrodrenagem possuindo uma distribuição nos bairros variada. Com respeito ao alagamento, os problemas que os provocam mais comuns foram: falta ou deficiência de manutenção nas estruturas de microdrenagem (sarjeta obstruída com vegetação ou lixo, galeria entupida e outros problemas de manutenção) e sistema de drenagem subdimensionado. Tais problemas ocorrem pela falta de pessoal qualificado para a execução das atividades de manutenção ou pela falta de conhecimento das necessidades reais das áreas a serem esgotadas (PARAÍBA, 2015).

À respeito dos casos de inundação as causas são diversas e os problemas enfrentados com mais frequência foram: acúmulo de vegetação (em sua maioria, decorrente da poluição do corpo hídrico) no leito principal ou secundário do rio, estrangulamento (canalização do tal, para utilização de parte do espaço que ele ocupa) do leito principal do rio, em sequência, acúmulo de resíduos sólidos ou restos de materiais de construção civil no leito principal ou secundário do rio (PARAÍBA, 2015). Tais problema advêm da falta de conscientização e de educação dos moradores desses locais e quem trafega, se tratando dos resíduos. Para a vegetação em excesso deve ser feita a retirada periódica, pela Prefeitura, para que haja a desobstrução desses trechos. Nos problemas estruturais são necessárias a manutenção e projetos que supram as necessidades dos tais no horizonte de projetos delimitados. Sendo assim, é imprescindível a participação tanto dos órgãos públicos quanto da população no intuito de sanar esses entraves.

Assim como nos eventos de inundação e alagamento, o de movimentação de massa também está presente em todas as zonas do município sendo mais expressivos as áreas entorno do rio Jaguaribe onde a ocupação se deu forma desordenada devido à falta de fiscalização. Essas áreas são Áreas de Preservação Permanente e não deveriam ser invadidas. No entanto, devido à carência de cuidado dos gestores públicos, pessoas com menos condições financeiras ocuparam esses espaços.

Pelos dados levantados, a área urbana do município apresenta dois pontos (4,2% do total) com grau de risco Baixo, 17 pontos (35,4%) de grau Médio, 19 pontos (39,6%) de grau Alto e 10 pontos (20,8%) com grau Muito Alto de risco de desastres por movimentação de massa. Observa-se ainda que, aproximadamente 60% dos pontos reúnem graus de risco Alto e Muito Alto. Apesar de algumas dessas áreas estarem recebendo obras que eliminem ou mitiguem esses processos, ainda existem muitas pessoas que necessitam de atenção, muitas comunidades em perigo (PARAÍBA, 2015).

6.3 PROPOSTA DE SISTEMAS DE ALERTA PARA O MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA

Os desastres que mais ocorrem no município de João pessoa já foram comentados anteriormente e os sistemas de alerta que estão em uso são os recebidos do CEMADEN (provenientes de dados de radares meteorológicos, de pluviômetros e de informações locais de uso e ocupação do solo) e do sistema de envio de SMS para alerta de desastres que chegou ao estado da Paraíba no mês de fevereiro do presente ano (2018). Quem quiser receber esses avisos por SMS precisa passar por um cadastro e a implantação desse sistema ficou na responsabilidade da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) em parceria com as coordenadorias estaduais e municipais de proteção e defesas civis e do apoio das empresas de telecomunicações.

O envio das mensagens ficou na responsabilidade do CENAD, a partir de informações repassadas pela Defesa Civil. Qualquer pessoa que resida nas localidades atendidas pelo sistema pode se cadastrar e após essa ação o usuário recebe uma mensagem informando que seu aparelho apto para receber os alertas (JORNAL DA PARAÍBA, 2018).

Esse sistema já foi testado nas regiões Sul e Sudeste para eventos relacionados às pluviosidades extremas. Como na região Nordeste o problema mais evidente para a população está relacionado a risco de desastres por secas, a Defesa Civil do estado da Paraíba solicitou a SEDEC que mudanças sejam feitas nesse sistema para que abarque de forma mais efetiva todo o estado.

Como já dito, as informações de alerta a desastres recebidas pela Defesa Civil do estado procedem do CEMADEN, sendo essas mesmas informações veiculadas via SMS para os celulares da população cadastrada. Nota-se que é um sistema unificado, aonde as informações vêm de um lugar só. É imprescindível que a fonte de informação seja descentralizada, pois caso esse sistema venha a falhar haverão outras fontes de dados para se recorrer, tendo em vista que se está falando primordialmente de proteção de vidas. Outro ponto relevante é a veiculação da notícia desse sistema. Foi pouco divulgado na cidade, e torna-se necessário que haja mais empenho das instituições envolvidas em fazer com que essa informação chegue a todas as pessoas e de forma continuada, principalmente as que habitam em áreas propensas a risco de desastres relacionados com fenômenos naturais, bem como, ações nas comunidades, para que o sucesso desse sistema seja real e também para que todo município esteja contemplado.

Para que haja uma gestão mais eficiente no âmbito de sistemas de alerta é importante a utilização de outros sistemas de alerta em conjunto com os que já estão em uso. Na literatura se

pode verificar que há diversos tipos de sistemas utilizados no mundo para os diversos tipos de eventos extremos e que podem ser aplicados ao município de João Pessoa. A seguir serão sugeridos alguns deles já citados anteriormente, com ênfase nos eventos de inundação, alagamento e movimento de massa que são os mais recorrentes na cidade.

O projeto *WeSenseIt*, que foi um projeto financiado pela União Europeia e que se encerrou nos anos de 2016, pode ser considerado um bom exemplo de sistema de alerta e pode ser implantado no município de João Pessoa sem ser necessário empregar tanto recurso financeiro e sua forma de manejo pode ser de maneira simples. Como sua forma de utilização é por meio de telefone celular, se torna apropriado pela configuração atual da sociedade, onde muitas pessoas desempenham suas atividades com o uso do tal. O seu fundamento está em recorrer ao poder de observação humana, fazendo com que a população participe de maneira mais palpável do sistema, se sinta incluída e responsável.

É um sistema que pode ser considerado descomplicado onde, inicialmente, é necessário que uma equipe de profissionais da área desenvolva um tipo de aplicativo para que as pessoas possam capturar imagens e enviar diversos tipos de dados, como por exemplo vias onde estão ocorrendo alagamentos, sua localização, horários, se houveram indivíduos afetados, etc., por meio de telefone móvel para uma central, com um provedor específico para este fim, onde elas serão apreciadas, discutidas por funcionários qualificados e ações concernentes à gravidade da situação podem ser efetuadas, de acordo com as reais necessidades.

Num espaço dentro da própria Defesa Civil poderia ser instalado essa central com profissionais que iriam receber essas imagens e demais informações que podem servir como banco de dados para posteriores relatórios e pesquisas, tanto do próprio órgão, como da comunidade acadêmica, além de assessorar a emissão de um possível alerta, caso haja a necessidade, que é seu principal objetivo.

Para que haja a veiculação dessa informação da população para o órgão gestor desse sistema de alerta, pontos estratégicos de Internet sem fio podem ser instalados, em locais que apresentam risco a desastres Alto e Muito Alto, como, por exemplo, nas áreas adjacentes ao rio Jaguaribe, na Comunidade Santa Clara no bairro do Castelo Branco e na Comunidade Nossa Senhora das Neves no bairro do Valentina.

Funcionários da Defesa Civil em conjunto com estudantes das universidades deveriam ir a locais específicos, os que mais necessitam, para apresentar o projeto e instruir como utilizar o aplicativo. Além dessa forma, deve-se ser difundido nos meios de comunicação da cidade, e boletins informativos; podem ser distribuídos em locais públicos, bem como, nas páginas

oficiais da Internet dos órgãos públicos afins, com o intuito de alcançar um maior número de pessoas.

Outro sistema que tem a possibilidade de ser implantado é o e-Noé. Para que este sistema entre em funcionamento se faz necessária a instalação de um sistema sem fio, onde os sensores, que podem ser instalados no leito dos rios Jaguaribe e Paraíba, e seus afluentes, são capazes de enviar os dados obtidos e os tais podem ser encaminhados para a defesa civil do município, para serem avaliadas em uma sala que deve ser pré determinada abastecida com equipamentos essenciais para este fim, com uma equipe capacitada para gerir esses dados. Dependendo do nível da coluna d'água dos corpos hídricos, ações concernentes com aquele grau de elevação possam ser tomadas.

Diferente de alguns sistemas onde um funcionário precisa ir ao local coletar os dados, nesse sistema isso não é necessário, tendo em vista que as informações são encaminhadas em tempo real para os interessados, vias ondas eletromagnéticas, e o sistema ainda tem a capacidade de transmitir automaticamente alertas de enchentes. Esse sistema já foi instalado em alguns locais do estado de São Paulo e mostrou bons resultados com o potencial de melhorar com a adição de tecnologias, como a solar acoplada ao sistema.

Esse sistema requer um maior investimento onde é fundamental que os olhares dos gestores estejam voltados para a temática de sistemas de alerta e haja o interesse dos tais em instalar e manter um sistema como esse que, apesar de carecer o emprego maior de capital, é um serviço que tem uma difusão simples com uma resposta rápida a eventos como inundações, podendo salvar muitas vidas.

Pode ser aliado aos sistemas supracitados, o sistema TerraMa², que é um software livre onde o operador tem na tela do computador os dados separados por região do município. No momento em que, algum item rastreado sai da normalidade, uma determinada cor dá o alerta, que é repassado para outros órgãos públicos. Esse sistema ainda permite o monitoramento e cruzamento de dados na área de meteorologia. Com essa tecnologia se pode ter previsão de risco com até 6 horas de antecedência e podem servir de base para planejar ações adequadas (SÃO PAULO, 2017).

Futuramente, com o desenvolvimento de algumas funcionalidades, o sistema possibilitará prenunciar ações em ruas e bairros que poderão ter alagamentos, sendo uma plataforma que possibilita que seus usuários desenvolvam a linguagem computacional e quais são os limites para o disparo de alerta. Para o manejo dessa ferramenta, poderia haver uma capacitação dos próprios funcionários da defesa civil, reduzindo os gastos em contratação

externa, tendo em vista que, os profissionais que trabalham nesse órgão já possuem uma bagagem de conhecimento de área de sistemas de alerta.

Essa capacitação poderia ficar à cargo do próprio INPE que poderia disponibilizar materiais informativos ou até aulas presenciais às equipes da defesa civil. Uma sala poderia ser reservada no próprio órgão para a gestão desse sistema, com provedores destinados para a processamento desses dados. Assim sendo, esse sistema se configura uma ferramenta que se aplicaria com facilidade ao município de João Pessoa dispondo de pouco recurso tanto para a instalação como para a manutenção.

Para o funcionamento adequado de todos esses sistemas é necessário que os indivíduos que residem em comunidades onde haveria a instalação desses sistemas, tenham responsabilidade e consciência para a preservação das estruturas instaladas, cuidando para evitar roubos e depredações, sabendo o quanto é difícil se conseguir recurso para este fim e que é para a saúde e segurança dos próprios habitantes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário das cidades brasileiras concernente a sistemas de alerta para desastres relacionados com fenômenos naturais, necessita de uma real transformação, algo que não deve partir só dos órgãos públicos. É primordial que a sociedade como um todo participe dessa transformação, de forma mais efetiva, principalmente aquelas populações que residem em comunidades vulneráveis a risco de desastres.

Infelizmente para muitas dessas comunidades vulneráveis e sem percepção de risco, as ações apenas paliativas, como colocar lonas pretas encobrendo as encostas mal conservadas em períodos de chuva intensas, para “evitar” movimentos de massas, é suficiente e traz certa tranquilidade e acomodação. Sabe-se que essas medidas paliativas não são as mais adequadas. Medidas mais eficazes deveriam ser implantadas nessas localidades, como sistemas de alerta, para que as pessoas possam ser informadas com máximo de antecedência de um possível desastre, ter a consciência do risco e saber como se comportar quando um ameaça natural se aproxima. Essas ações prezam pela saúde e pela preservação dos bens materiais das famílias, que boa parte das vezes, tem uma resiliência baixa, tornando o impacto negativo de um evento como um movimento de massa com uma magnitude ainda maior.

Como foi explanado, diversas são as opções de sistemas de alerta existentes e que algumas demandam muito recurso e pessoal qualificado. Todavia se observou que também existem outros mais simples, onde o investimento é menor e a manutenção e manipulação se

dão de maneira elementar, ou seja, o pontapé inicial para a implantação desses sistemas é a visão e a preocupação dos órgãos públicos e da sociedade frente a tal necessidade.

A cidade de João Pessoa não para de crescer e no atualmente possui uma população que é superior aos 800.00 habitantes. Porém, em se tratando de sistemas de alerta para risco de desastres ainda necessita de amadurecimento e investimento. Opções foram dadas para a melhoria desses sistemas, descentralizando unicamente da dependência de uma única fonte de alerta, a do CEMADEN. É necessário que mais sistemas entrem em funcionamento visando, tanto assessorar os existentes, como melhorar as previsões dos eventos, dando uma resposta mais rápida para a sociedade.

Diversos problemas relacionados à micro e macrodrenagem podem ser solucionados sem haver a necessidade de intervenções de grande porte. Como, por exemplo, a limpeza da vegetação e dos resíduos sólidos presentes do entorno dos corpos hídricos e reparos pequenos nas estruturas dos componentes da microdrenagem. Na verdade, o passo inicial é a conscientização dos moradores que tem um papel fundamental na preservação dessas estruturas. Dessa forma, os gastos seriam menores, assim como os prejuízos decorrentes pós evento.

Outras ações se fazem imprescindíveis em pontos específicos, principalmente como as regiões com risco a desastres relacionados com fenômenos naturais, Alto e Muito alto. Algumas intervenções sugeridas no documento de diagnóstico e mapeamento do Ministério de Minas e Energia foram: cadastramento da população vivendo dentro de setores de risco por representantes da assistência social do município; a remoção das famílias em situação irregular e de áreas sem infraestrutura consolidada e/ou em Áreas de Preservação Permanentes dos rios Jaguaribe e Paraíba; campanhas de educação ambiental para a população, promovendo o entendimento dos prejuízos causados pelo descarte irregular e o acúmulo de lixo nas encostas; e, drenagens e vistorias por profissionais da área de engenharia e/ou geotecnia, para monitorar os sinais de movimentação dos setores com riscos de solapamento de margem ou escorregamentos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. P. M. **Previsão hidrometeorológica visando sistema de alerta antecipado de cheias em bacias urbanas**. Dissertação de mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

BANDEIRA, A. P. N. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragipe**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2003.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Arquivo digital Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID. 2018**. Disponível em: < <https://cdn.labtrans.ufsc.br/s2id/PB/PB-A-2510808-12200-20090414.pdf> >. Acesso em: Abril de 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. In: CARVALHO, C. S., MACEDO, E. S., OGURA, A. T. (Orgs.). Brasília: Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**. João Pessoa. 2013. Disponível em: <<http://cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos---Paraiba-4882.html>>. Acesso em: Abril de 2018.

CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções. In: Inter-American dialogue on water management, 4., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001.

CEMADEN. Centro Nacional De Monitoramento e Alertas De Desastres Naturais. O alerta. 2017. São José dos Campos, SP: Cemaden, (2017). Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/o-alerta/>>. Acesso em: Setembro de 2017.

CEMADEN. Centro Nacional De Monitoramento E Alertas De Desastres Naturais. **Cemaden organiza Banco de Dados de ocorrência de desastres para aprimorar emissão de alertas**. 2018. São José dos Campos, SP: Cemaden. Disponível em: <<https://www.cemaden.gov.br/cemaden-organiza-banco-de-dados-de-ocorrencia-de-desastres-para-aprimorar-emissao-de-alertas/>>. Acesso em: Maio de 2018.

COMISSÃO EUROPÉIA. **Investigação da UE cria alertas de inundações mais rápidos e exatos**. Bruxelas, 2014. Disponível em: <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-950_pt.htm>. Acesso em: Novembro de 2017.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Setorização de risco geológico**. 2018. Disponível em: <<http://cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-4138.html>>. Acesso em: Abril de 2018.

DEFESA CIVIL DE SÃO BERNARDO DO CAMPO-SP. **Enchente, inundação, alagamento ou enxurrada?** 2011. Disponível em: <<http://dcsbcsp.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>>. Acesso em: Abril de 2018.

FILDES, N. Mobile phones and AI vie to update early disaster warning systems. Financial Times, 2018. Disponível em: <<https://www.ft.com/content/4949829c-1293-11e8-a765-993b2440bd73>>. Acesso: Abril de 2018.

FILGUEIRA, H. J. A. **Os desastres relacionados com fenômenos naturais no contexto dos sistemas organizacionais.** In: GARCIA, J. P. M. (Org.). Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência. João Pessoa, PB: Editora Universitária da UFPB, 2013. p. 53-63. ISBN: 978.85.237.0590-9.

FRAGA, F. Sistema de alerta de risco de desastre natural por mensagem será ampliado. **Agência Brasil.** Brasília, 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-09/sistema-de-alerta-de-riscos-de-desastres-naturais-por-mensagens-sera-ampliado>>. Acesso em: Março de 2018.

GIDDENS, A. **As conseqüências da modernidade.** São Paulo: UNESP, 1991.

GONÇALVES, M.; BARROS, M. V. F. Risco de alagamentos no Estado do Paraná: análise da periculosidade e da vulnerabilidade. **Confins [Online]**, nº 27 | 2016, postado em 29 de julho/2016. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/10974>>. Acesso em: Maio de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. **João Pessoa.** 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>> Acesso em: Junho de 2018.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Plataforma de monitoramento, análise e alerta a extremos ambientais.** TerraMa². São José dos Campos, SP, 2018. Disponível em: <<http://www.terrama2.dpi.inpe.br/>>. Acesso em: Maio de 2018.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Sistema do INPE irá monitorar desastres naturais em 39 municípios paulistas.** Notícia INPE. São José dos Campos, 2009. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2062>. Acesso em: Fevereiro de 2018.

JHA, A. K. *et al.* **Cidades e inundações:** Um guia para a Gestão Integrada do Risco de Inundação Urbana para o século XXI, 2012. Washington DC. Banco Mundial. Disponível em: <http://mi.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=3c3b9a72-9358-415f-9efe-89fad4cbb381&groupId=10157>. Acesso em: Novembro de 2017.

JORNAL DA PARAÍBA. **Paraíba passa a contar com o sistema de alerta de desastres naturais por SMS.** Notícias. 2018. Disponível em: <http://www.jornaldaparaiba.com.br/vida_urbana/paraiba-passa-contar-com-sistema-de-alertas-de-desastres-naturais-por-sms.html>. Acesso em: Maio de 2018.

LEE, W. **San Francisco chronicle**. 2017. Disponível em: <<http://www.sfchronicle.com/business/article/Radio-wireless-alerts-can-warn-of-disaster-but-12239283.php>>. Acesso em: Janeiro de 2018.

MARCHEZINI, V. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). **Dimensões socioculturais de sistemas de alerta**: percepções, representações e práticas de resiliência frente ao risco de desastres. São José dos Campos, SP: Cemaden, 2016. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/dimensoes-socioculturais-de-sistemas-de-alerta-percepcoes-representacoes-e-praticas-de-resiliencia-frente-ao-risco-de-desastres/>>. Acesso em: Maio de 2018.

MENDES, R. M. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). **Monitoramento de variáveis geotécnicas e climáticas para a implantação de sistema de alerta a movimentos de massa**. São José dos Campos, SP: Cemaden, 2016. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/dimensoes-socioculturais-de-sistemas-de-alerta-percepcoes-representacoes-e-praticas-de-resiliencia-frente-ao-risco-de-desastres/>>. Acesso em: Novembro de 2017.

NACIONES UNIDAS. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. **Vivir con el riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Versión 2004**. Ciudad Panamá, Panamá: ONU/EIRD, Oficina Regional para las Américas, Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Disponível em: <<http://www.eird.org/vivir-con-el-riesgo/index2.htm>>. Acesso em: 23 Mai. 2018.

NOBRE, N. **Comissão quer regulamentação de lei de prevenção e monitoramento de desastres**. Rádio Câmara. 2017. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/RADIOAGENCIA/535573-COMISSAO-QUER-REGULAMENTACAO-DE-LEI-DE-PREVENCAO-E-MONITORAMENTO-DE-DESASTRES.html>>. Acesso em: Maio de 2018.

OLIVETO, P. Novo sistema é capaz de identificar tsunamis cinco minutos após terremoto. **Correio Braziliense. Notícias**. 2011. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2011/01/19/interna_ciencia_saude,233071/novo-sistema-e-capaz-de-identificar-tsunamis-cinco-minutos-apos-terremoto.shtml>. Acesso em: Abril de 2018.

PALU JÚNIOR, A. & LONGO O. C. Análise dos movimentos de massa em área urbana: o caso do bairro Dom Giocondo. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 6. **Anais**. Rio de Janeiro. Pág 8 e 9, 2010. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T10_0240_1200.pdf>. Acesso em: Outubro de 2017.

PARAÍBA. Plano Municipal de Saneamento básico de João Pessoa – PMSB-JP. **Semanário Oficial**. N° 1509 (Especial). João Pessoa, 2015.

PEREZ, F. R\$ 104 milhões, um radar que não funciona e 12 mil vítimas. **Revista ISTOÉ**. 29 de abril de 2015, ano 38, n° 2369.

PINA, S. A.; ALMEIDA, S. F.; PINA, J. H. A. Uma análise da qualidade de vida na cidade de João Pessoa-PB frente à questão ambiental mundial. **Revista Caminhos da Geografia**.

Uberlândia. v. 11, n. 33 março/2010 p. 168 – 178. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/16142/9085>>. Acesso em: Abril de 2018.

REIS, J. B. C. ; CORDEIRO, T. L. ; LOPES, E. S. S. **Utilização do sistema de monitoramento e alerta de desastres naturais aplicado a situações de escorregamentos – Caso de Angra dos Reis.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2012. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terrama2/lib/exe/fetch.php?media=docs:papers:escorregamentos_sismaden.pdf>. Acesso em: Setembro de 2017.

RIBEIRO, A. Efeitos do êxodo rural nos países subdesenvolvidos. **Brasil Escola.** Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/efeitos-exodo-rural.htm>>. Acesso em: Abril de 2018.

SAITO, S. M. A ; SOUZA, D. O. Sistema de monitoramento e alerta de desastres naturais: práticas e desafios. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Anais.** Porto Alegre: Evangraf, 2013. ISBN: 978-85-7727-619-6. Disponível em: <https://www.academia.edu/11848527/SISTEMA_DE_MONITORAMENTO_E_ALERTA_DE_DESASTRES_NATURAIS_PRA_TICAS_E_DESAFIOS._In_Eventos_Extremos_no_Rio_Grande_do_Sul_inundac_o_es_e_movimentos_de_massa._ISBN_978-85-7727-619-6>. Acesso em: Setembro de 2017.

SÃO PAULO. São Carlos restabelece parceria com INPE e CEMADEN. **Notícias.** 2017. Disponível em: <https://www.saocarlosocial.com.br/noticias/?n=Sao+Carlos+restabelece+parceria+com+INPE+e+CEMADEN_2TMICX5XNG> Acesso em: Junho de 2018.

SIGNALERT. Comunicado de imprensa nº 23. **Contribuez aux objectifs de développement durable et partagez vos témoignages sur les impacts des phénomènes extrêmes avec Signalert App V4.** A Preventionweb 2018. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/news/view/57633?&a=email&utm_source=pw_email>. Acesso em: Abril de 2018.

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E. **Percepção de riscos ambientais: teorias e aplicações.** Fortaleza: Edições UFC, 2009.

TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** 1.ed/2º reimpressão. São Paulo: Instituto Geológico, 2011. 196p.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. Volume Paraíba.** 2. ed. ver. ampl. Florianópolis, SC: UFSC/CEPED, 2013a. 105 p.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Capacitação básica em Defesa Civil. Florianópolis: UFSC, 2013b. 122 p.

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **2009 UNISDR Terminology on disaster risk reduction.** Geneva, Switzerland: UNISDR, 2009. 30 p.

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Milestones in the History of Disaster Risk Reduction.** 2013. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/who-we-are/history#idndr>>. Acesso em: Março de 2018.

VALENTE, O.F. Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. **Minha Cidade**. São Paulo, ano 10, n. 109.01, Vitruvius, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/10.109/1839>> Acesso em: Maio de 2018.

VASCONCELOS, Y. Alerta contra inundações. **Revista Pesquisa Fapesq**, n.263, 2018. p.74-75. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/01/16/alerta-contrainundacoes/?cat=tecnologia>>. Acesso em: Março de 2018.

VITAL, S. R. O. *et al.* Base cartográfica digital como instrumento para a identificação de áreas suscetíveis à erosão e movimentos de massa em João Pessoa (PB), Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, vol. 2, núm. 57, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/jatsRepo/4517/451748499011/html/index.html>> Acesso em: Junho de 2018.

WOLLMANN, C. A. Revisão teórico-conceitual do estudo das enchentes nas linhas de pesquisa da geografia física. **Revista Eletrônica Georaguaia**. Barra do Garças-MT. V 5, n.1, p 27 - 45. Janeiro/Julho. 2015.