



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**ISABEL DE ARAÚJO MENESES**

**AVALIAÇÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS DA ZONA OESTE DA  
CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB**

**CAMPINA GRANDE  
2016**

**ISABEL DE ARAÚJO MENESES**

**AVALIAÇÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS DA ZONA OESTE DA  
CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

**Orientador:** MEng. Igor Souza Ogata

**CAMPINA GRANDE  
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

M543a Meneses, Isabel de Araújo.

Avaliação de risco de desastres naturais da zona oeste da cidade de Campina Grande-PB [manuscrito] / Isabel de Araújo Meneses. - 2016.

69 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Prof. Me. Igor Souza Ogata, Departamento de Engenharia Civil".

1. Desastres naturais. 2. Desastre ambiental. 3. Áreas de risco. 4. Avaliação de risco. I. Título.

21. ed. CDD 363.7


ISABEL DE ARAÚJO MENESES

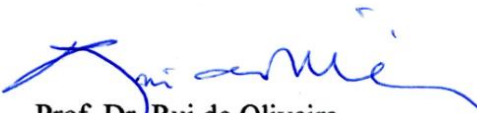
AVALIAÇÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS DA ZONA OESTE DA CIDADE  
DE CAMPINA GRANDE-PB

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Aprovada em: 25/10/2016.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. MEng. Igor Souza Ogata (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof. Dr. Rui de Oliveira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof.ª Dr.ª Ligia Maria Ribeiro Lima  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha família, pela dedicação, companheirismo e amor, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter sido comigo todo esse tempo e nunca me desamparado.

Aos meus pais Nuccia Nadja e Davi André, por todo amor e esforço que fizeram para que eu tivesse condições para me formar, por terem sido fundamentais desde o início da minha caminhada, sempre acreditado na minha capacidade.

Aos meus familiares por me incentivarem e me apoiarem, especialmente minha avó Niedja por toda ajuda e exemplo de vida.

Ao meu namorado Gerson Farias, por todo carinho e amor dedicado.

Aos meus amigos Luana, Danielle, Iana, Ticiano, Tuana, Gabriel, Larissa, Cecília, Amanda, Marina, Antônio, por todo companheirismo, incentivo e por fazer meus dias mais alegres.

Aos meus orientadores Howard Pearson, Lígia e Igor Ogata, por todo empenho e paciência em me indicar os melhores caminhos para serem seguidos na minha vida acadêmica.

Aos professores do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, pelos ensinamentos que tornaram possível a minha formação como engenheira sanitária e ambiental.

À empresa Empatech, pois pude compreender na prática a importância da minha profissão e da aplicação daquilo que aprendi, além de toda amizade, companheirismo e direcionamentos recebidos de cada um deles.

À equipe participante do FMEA, professor Rui de Oliveira, professor Igor Ogata, Danielle Lucena e os amigos da Defesa Civil, Ruiteir, Jonatas e Kleiton, que acreditaram neste trabalho e não mediram esforços para me ajudar.

A todos que de alguma forma ajudaram, agradeço por acreditarem no meu potencial, nas minhas ideias, os quais muitas vezes foram minha válvula de escape e também se mostraram como família.

## RESUMO

As intensidades dos desastres naturais são cada vez maiores devido ao crescimento dos centros urbanos e às vulnerabilidades associadas a ocupações irregulares por parte de populações menos favorecidas. Diante de um embate entre o desenvolvimento econômico-industrial e uma realidade socioambiental com padrões distintos de crescimento, observam-se degradações do meio ambiente, acarretando danos diretos sobre a população e os bens materiais, além de prejuízos à capacidade de recuperação da natureza, pois questões como ocupações irregulares, são consequências da expansão desordenada da malha urbana e, até mesmo, resultado da desigualdade social e acesso aos recursos naturais. Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar o risco de áreas susceptíveis a desastres de origem natural ou mista, avaliando as vulnerabilidades locais e o histórico de ocorrências segundo da Defesa Civil. O trabalho avaliou os desastres naturais na Zona Oeste da Cidade de Campina Grande-PB, a qual possui, essencialmente, três áreas de risco delimitadas pelo CPRM, dentro de um contexto de onze setores de risco municipais. Na avaliação do risco foi utilizada a metodologia Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), desenvolvida segundo as etapas de planejamento, elaboração, discussão, preenchimento do formulário e hierarquização dos perigos. Ressalta-se que os riscos foram subdivididos em riscos humanos, materiais e ambientais. Segundo a hierarquização dos perigos com maiores riscos associados, o Setor 11 apresentou os maiores valores de risco dentro do contexto da Zona Oeste, principalmente nos riscos humanos e materiais associados aos desastres de enxurradas e inundações, o Setor 1 apresentou-se como de maiores riscos para desastres associados a inundações e o Setor 2 teve os menores riscos para os desastres estudados.

**Palavras-Chave:** Avaliação de risco. Desastres naturais. FMEA.

## ABSTRACT

The intensity of natural disasters is increasing due to the growth of the urban centers and to the vulnerabilities associated with illegal occupation of areas by disadvantaged groups. Faced with a conflict between the economic-industrial development and a socio-environmental reality with a distinct development standard, one can observe environmental degradation, with direct damage to the population and material possessions, along with harm to the resilience of nature. Issues such as illegal occupations are consequence of the uncontrolled expansion of the urban area and even a result of social inequality and inequalities in access to natural resources. In this context, the present study aims to evaluate the risk of areas susceptible to disasters of natural or mixed origin, assessing the local vulnerabilities and the history of events according to the Civil Defense. The study object was the West Zone of the city of Campina Grande, which has essentially three areas of risk defined by the CPRM (Brazilian Geological Service) within a context of eleven municipal risk sectors. In the risk assessment the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methodology was used, developed according to the phases of planning, preparation, discussion, filling the form and classification of the hazards. It is noteworthy that the risks were divided into human, material and environmental risks. According to the ranking of the hazards associated with greater risks, Sector 11 presented the highest risk values within the West Zone context, particularly in the human and material risks associated with flood and flash flood disasters. Sector 1 presented the highest risk of disasters associated with floods and Sector 2 had the lowest risk for the studied disasters.

**Keywords:** Risk assessment. Natural disasters. FMEA.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1	Composição do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil .....	19
Figura 3.2	Percentuais de municípios afetados regionalmente por desastres naturais ..	24
Quadro 4.1	Formulário FMEA .....	32
Figura 5.1	Percentual de desastres ocorridos no município de Campina Grande relatados pelo S2ID 1980 – 2015 .....	35
Figura 5.2	Registros de ocorrências anuais da Defesa Civil da cidade de Campina Grande/Zona Oeste .....	36
Figura 5.3	Levantamento de ocorrências por bairros na Zona Oeste da cidade de Campina Grande – PB .....	37
Figura 5.4	Principais danos causados na Zona Oeste da cidade de Campina Grande no ano de 2008 .....	37
Quadro 5.1	Formulário preenchido FMEA – Setor 1 .....	47
Quadro 5.2	Formulário preenchido FMEA – Setor 2 .....	19
Quadro 5.3	Formulário preenchido FMEA – Setor 11 .....	51

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 5.1 Perigos Hierarquizados..... 53

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2.0 OBJETIVOS</b>	14
<b>2.1 Objetivo geral</b>	14
<b>2.2 Objetivos específicos</b>	14
<b>3.0 REVISÃO DE LITERATURA</b>	15
<b>3.1 Histórico da Defesa Civil</b>	15
<b>3.2 Conceito e atuação da defesa civil</b>	17
<b>3.2.1 Política nacional de proteção e defesa civil</b>	17
<b>3.2.2 Organização</b>	18
<b>3.3 Conceitos fundamentais</b>	20
<b>3.3.1 Risco</b>	20
<b>3.3.2 Dano</b>	20
<b><u>3.3.2.1 Danos humanos</u></b>	20
<b><u>3.3.2.2 Danos materiais</u></b>	21
<b><u>3.3.2.3 Danos ambientais</u></b>	21
<b>3.3.3 Vulnerabilidade</b>	21
<b>3.3.4 Desastres</b>	22
<b><u>3.3.4.1 Classificação quanto à origem</u></b>	23
<b><u>3.3.4.1.1 Desastres naturais</u></b>	23
<b><u>3.3.4.1.2 Desastres antropogênicos</u></b>	24
<b><u>3.3.4.1.3 Desastres mistos</u></b>	24
<b><u>3.3.4.2 Classificação quanto à intensidade</u></b>	24
<b><u>3.3.4.3 Classificação quanto à evolução</u></b>	25
<b><u>3.3.4.3.1 Desastres súbitos ou de evolução aguda</u></b>	25
<b><u>3.3.4.3.2 Desastres graduais ou de evolução crônica</u></b>	25
<b><u>3.3.4.3.3 Desastres por somação de efeitos parciais</u></b>	26
<b>3.4 Análise de risco</b>	26
<b>3.4.1 Análise dos modos e efeitos de falhas (FMEA)</b>	28
<b>4.0 METODOLOGIA</b>	30
<b>4.1 Levantamento bibliográfico</b>	30
<b>4.2 Objeto de estudo</b>	30
<b>4.2.1 Descrição do Setor 1 – Açude de Bodocongó</b>	30
<b>4.2.2 Descrição do Setor 2 – Canal de Bodocongó</b>	31
<b>4.2.3 Descrição do Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira</b>	31
<b>4.3 Metodologia FMEA</b>	31
<b>5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	35
<b>5.1 Contextualização dos desastres no município de Campina Grande</b>	35
<b>5.2 Resultado do formulário FMEA</b>	38
<b>5.2.1 Movimento de massa</b>	38
<b>5.2.2 Inundações</b>	39
<b><u>5.2.2.1 Setor 1 – Açude de Bodocongó</u></b>	39
<b><u>5.2.2.2 Setor 2 – Canal de Bodocongó</u></b>	40
<b><u>5.2.2.3 Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira</u></b>	41
<b>5.2.3 Enxurradas</b>	42
<b><u>5.2.3.1 Setor 1 – Açude de Bodocongó</u></b>	42
<b><u>5.2.3.2 Setor 2 – Canal de Bodocongó</u></b>	43
<b><u>5.2.3.3 Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira</u></b>	44
<b>5.2.4 Alagamentos</b>	44

<u>5.2.4.1 Setor 1 – Açude de Bodocongó</u>	45
<u>5.2.4.2 Setor 2 – Canal de Bodocongó</u>	45
<u>5.2.4.3 Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira</u>	46
<u>5.2.5 Hierarquização dos perigos e discussões</u>	53
<u>5.2.5.1 Discussões setoriais</u>	54
<b>6.0 CONCLUSÃO</b>	56
<b>REFERÊNCIAS</b>	57
<b>APÊNDICE A – TABELAS DE ESCORES</b>	62
<b>ANEXO A – SETOR 1</b>	70
<b>ANEXO B – SETOR 2</b>	67
<b>ANEXO C – SETOR 11</b>	69

## 1.0 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades, decorrente do desenvolvimento socioeconômico desatento aos padrões de segurança, tem acarretado em impactos ao meio ambiente e contribuído para o agravamento dos cenários de vulnerabilidade nos municípios brasileiros.

Diante das contradições expostas pelo sistema de produção capitalista, em que há um modelo de desenvolvimento econômico-industrial e uma realidade socioambiental com padrões distintos de crescimento, é possível verificar a crescente degradação do meio ambiente, acarretando prejuízos à capacidade de recuperação da natureza. Questões como ocupações irregulares de áreas de preservação permanente são consequências da expansão desordenada da malha urbana e, até mesmo, resultado da desigualdade social e do acesso aos recursos naturais. Dessa forma, os cenários de vulnerabilidade dos municípios brasileiros são marcados por questões éticas, políticas, econômicas e técnicas que conformam a distribuição dos riscos nos territórios e a capacidade das populações de enfrentá-los (FRAGOSO, 2013).

Segundo Miranda e Tambellini (2014), a vulnerabilidade é um conceito polissêmico, utilizado em diversos campos do conhecimento, em que dentro da análise das engenharias, trata-se de uma abordagem funcionalista, cujo universo considera apenas a perda da função do sistema técnico; entretanto após a Segunda Guerra Mundial, o conceito avançou ao transformar sistemas técnicos em sociotécnicos, relacionando a confiabilidade técnica a humana. Dessa forma, a vulnerabilidade pode ser conceituada segundo aspectos da proteção e defesa civil, como à redução da capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se dos impactos decorrentes dos desastres e pode estar relacionada a riscos físicos, naturais, biológicos ou aos desastres tecnológicos (PORTO, 2007 apud FRAGOSO, 2013).

Nesse contexto, para realização de diagnóstico dos cenários vulneráveis crescentes no país, principalmente aqueles susceptíveis a desastres de origem natural ou mista (origem antropogênica e natural), assim como, para a determinação dos principais eventos adversos e da intensidade sobre as regiões, estados e municípios foram elaborados diversos estudos na última década.

A região Nordeste, de acordo com o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (2013) (CENAD, 2014), apresenta extensão territorial de 1.809.084 km<sup>2</sup>, correspondendo a 21,25% do território nacional. Essa região é marcada por secas frequentes e intensas, gerando impactos em todas as esferas da sociedade e meio ambiente. Entretanto, comumente, a região é acometida por inundações, enxurradas, deslizamentos e alagamentos; tendo em vista a grande variabilidade das chuvas, com consequências significativas para as populações,

principalmente aqueles que se estabelecem em áreas vulneráveis tanto em áreas urbanas quanto rurais.

Vale salientar que no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais correspondente ao volume Paraíba (1991-2010) (CEPED, 2011), os desastres relativos à inundação brusca e alagamentos apresentaram-se como o segundo mais recorrente do estado, com o equivalente a 11% dos desastres, e o município que apresentou os maiores registros desse evento foi Campina Grande. Além disso, os desastres relativos às inundações graduais tiveram o menor percentual, com 4% das ocorrências dentro do período analisado, entretanto os danos humanos relacionados às inundações graduais no Estado da Paraíba afetaram mais de 230 mil pessoas e mais de 2.500 desabrigadas entre os anos de 1991 e 2010, o que pode ser reflexo das ocupações irregulares junto às margens de corpos hídricos.

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) que integra o Programa Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres do Governo Federal, nos anos de 2012 e 2015, mapeou as áreas vulneráveis, ou assim denominadas de áreas de risco geológico, relacionadas principalmente com movimentos de massa, enxurradas e inundações, em 821 municípios brasileiros prioritários. Como resultado, foi gerado um relatório, o qual identificou dentro dos municípios avaliados setores de graus diferentes de probabilidade da ocorrência de desastres naturais, além de diversas medidas de prevenção e respostas aos desastres identificados. Diante disso, a cidade de Campina Grande apresentou 11 setores de risco que abrigam 721 edificações e, cerca de 2800 habitantes, vale salientar que a Zona Oeste apresentou 4 áreas com alta vulnerabilidade às ocorrências de desastres relacionados com o incremento das precipitações hídricas (CPRM, 2014).

Diante do histórico de desastres, considerando o crescimento urbano, a degradação ambiental e o aquecimento global, que conseqüentemente aumentam a vulnerabilidade das comunidades, em especial as de menor capacidade financeira, é necessário reunir esforços mais efetivos para a redução dos riscos.

Nesse sentido, a Defesa Civil utiliza uma abordagem sistêmica de suas ações como prioridade a prevenção de desastres, em que o tema gestão de riscos de desastres tem tido tratamento prioritário por parte do Governo, da sociedade e da iniciativa privada (BRASIL, 2012).

Desta maneira, a análise de risco é um componente fundamental na prevenção de desastres, pois apenas através da identificação, avaliação e hierarquização das áreas prioritárias, ou até mesmo as que apresentam maiores contextos vulneráveis, que podem ser planejadas medidas mitigadoras e preventivas estruturais ou não estruturais. Portanto, este

trabalho objetivou através da utilização de uma proposta metodológica de avaliação de risco nos setores condizentes a Zona Oeste da cidade de Campina Grande, identificar os perigos, seus efeitos e até mesmo os danos causados ao homem, às infraestruturas e ao meio ambiente, como subsídio para a tomada de decisão e planejamento de ações preventivas e de resposta.

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o risco de áreas susceptíveis a desastres de origem natural ou mista dentro dos contextos de vulnerabilidades de cada área selecionada e de seu histórico de ocorrências.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar análise do banco de dados local e nacional da Defesa Civil correspondente às ocorrências da Zona Oeste da cidade de Campina Grande-PB.
- Aplicar a análise dos modos e efeitos de falhas (FMEA) para identificação dos riscos mais significativos para cada área selecionada, considerando suas singularidades, e avaliando-as segundo os danos humanos, materiais e ambientais, numa perspectiva abordada pela Defesa Civil.
- Hierarquizar os perigos prioritários e analisar os maiores impactos causados segundo cada tipo de dano estudado.
- Planejar ações preventivas e mitigadoras para subsidiar a tomada de decisão.



### **3.0 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Histórico da Defesa Civil**

O sistema de prevenção de desastres teve seus primeiros passos dados depois da Segunda Guerra Mundial, sendo a Inglaterra o país pioneiro em segurança populacional, que instituiu a Civil Defense (Defesa Civil) após bombardeios sobre as principais cidades industriais. Desde então, o sistema de gestão de emergências tem enfrentando reformas e melhorias significativas, devido ao aumento de ameaças de grandes catástrofes naturais, e, até mesmo, da possibilidade de atentados terroristas (ALLEY, 2005).

Com relação ao desenvolvimento de sistemas de defesa civil internacionais, a Espanha possui destaque como um dos países mais avançados, no qual o serviço público se estabelece como essencial ao cidadão e atua como instrumento da política de segurança pública que protege as pessoas e os bens, garantindo respostas adequadas aos diferentes tipos de emergências e desastres naturais ou resultantes de atividades humanas, seja acidental ou intencional. Além disso, o Sistema Nacional de Proteção Civil espanhol integra a atividade de proteção civil em todos os níveis de governo, no âmbito das suas competências, a fim de assegurar uma resposta coordenada e eficaz. O ciclo do sistema é composto pela interação entre antecipação, prevenção, planejamento, resposta imediata, recuperação, avaliação e inspeção (MINISTERIO DEL INTERIOR, 2013).

Dentre os sistemas de defesa civil internacionais, o sistema canadense merece destaque, tendo em vista que através de ações de segurança pública relacionadas a desastres e emergências, possui uma gama de investimentos em medidas de mitigação e prevenção de desastres. Como o a criação do Red River Floodway, em que foi investido US\$ 60 milhões para a construção de um canal de contenção das cheias do Red River, com o objetivo de proteger a cidade de Winnipeg e reduzir o impacto das inundações na bacia. É importante ressaltar que o Red River Floodway foi uma obra de engenharia construída em 1960 e foi diversas vezes utilizada, sendo que no ano de 1997, foi responsável por impedir impactos estimados em US\$ 6 bilhões à economia canadense (PUBLIC SAFETY CANADA, 2015).

No Brasil o conceito sobre proteção civil pode ser observado em todas as Cartas Magnas, de 1824 até 1937, em que foram abordados temas de proteção ao indivíduo, socorro público, calamidade pública, seca, desastres e perigos iminentes (CEPED, 2012). Entretanto apenas em 1942, concomitantemente às ocorrências globais ligadas a questões militares, após

afundamentos dos navios brasileiros e declaração de guerra contra a Alemanha e a Itália, é que foi criado o Serviço de Defesa Passiva Antiaérea, tendo sua denominação alterada no ano seguinte, para Serviço de Defesa Civil (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2012).

Durante os anos que se seguiram as ações governamentais de proteção civil, consistiram em medidas de mitigação de desastres, como em 1960 em decorrência da grave seca no Nordeste, em que foram disponibilizados recursos financeiros para populações menos favorecidas; e no ano de 1966, que diante de uma grande enchente que acometeu a região Sudeste, foi estabelecido o salário mínimo regional para atender as frentes de trabalho de proteção às comunidades afetadas. Dessa forma, a década de 1960 foi marcada por políticas assistencialistas com relação aos prejuízos oriundos de desastres, em que em 1967 diante do Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967, estabelecia entre as diretrizes de Reforma Administrativa, a criação do Ministério do Interior, com o propósito de atender as populações atingidas por calamidade pública. Além disso, 1969, através do Decreto-Lei nº950, de 13 de outubro de 1969, foi instituído o Fundo Especial para Calamidades Públicas (FUNCAP) (CEPED, 2012).

A década seguinte foi caracterizada pela tentativa de consolidação da organização da defesa civil, com a criação, em 1970, através do Decreto nº 67.347, do Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas (GEACAP), que, posteriormente, embasaria a criação da Secretaria Especial de Defesa Civil (SEDEC) no ano de 1979, responsável por coordenar atividades relativas às medidas preventivas, assistenciais e de recuperação dos efeitos produzidos por desastres, assim como o restabelecimento das comunidades atingidas (CEPED, 2012).

Somente em 1988, que a proteção e defesa civil no Brasil foi estabelecida como organização, através da criação do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC), o qual passou por alterações por meio de diversos decretos subsequentes, com o intuito de ampliar atribuições, atualizar a estrutura, a organização e as diretrizes para o funcionamento do sistema, além de dispor sobre a transferência de recursos para ações assistencialistas às vítimas de desastres.

Atualmente a Defesa Civil está organizada sob a forma de SINDEC, em que a Secretaria de Defesa Civil (SEDEC), no âmbito do Ministério da Integração Nacional, é o órgão central desse sistema, responsável pela coordenação das ações de defesa civil em todo território nacional.

### **3.2 Conceito e atuação de defesa civil**

A defesa civil é conceituada, segundo a Política Nacional de Defesa Civil (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2007), como “o conjunto de ações preventivas de socorro, assistenciais e reconstitutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social”. Tem como principal objetivo a redução dos desastres por meio da diminuição do número de ocorrências e da intensidade das mesmas, através da prevenção, preparação, resposta e reconstrução de situações desastrosas.

Desta maneira, tem como finalidade a promoção da defesa permanente contra desastres, prevenção ou minimização de danos, serviços de socorro e assistência de populações atingidas, reabilitação e recuperação de áreas deterioradas por desastres; intervenção na iminência ou em situações de desastres; promoção da articulação e a coordenação do SINPDEC (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2016).

#### ***3.2.1 Política nacional de proteção e defesa Civil***

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) substituiu a Política Nacional de Defesa Civil, através da Lei 12.608 de 10 de abril de 2012, a qual também dispõe sobre o SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; além de autorizar a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e dá outras providências.

A PNPDEC tem como objetivo a melhoria da gestão de riscos de desastres no Brasil, com o propósito de “assegurar condições sociais, econômicas e ambientais adequadas para garantir a dignidade da população e garantir a promoção do desenvolvimento sustentável” (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2016). Além disso, evidencia ações de prevenção, como pode ser visto no Art. 2º, o qual estabelece como dever da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios a adoção de medidas necessárias para a redução dos riscos de desastres mesmo diante da incerteza associada, além de abordar dentro do Art.4º inciso III, das diretrizes da PNPDEC, “a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres”. É importante compreender que, dentro das etapas de gestão de riscos, o conhecimento sobre as áreas vulneráveis e a avaliação destas são componentes primordiais para viabilizar medidas de prevenção, e embora a Lei instrua sobre a prioridade

de tais ações, considerando a incerteza associada aos desastres, tais atitudes são insuficientes dentro dos municípios brasileiros.

É importante destacar que a Lei nº 12.608/2012 extinguiu o formulário de Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED), que substituíra o formulário de Avaliação de Danos (AVADAN). Contudo, a Secretaria Nacional de Defesa Civil elaborou um novo documento para substituí-los, o Formulário de Informações do Desastre (FIDE), instaurado pela Instrução Normativa GM/MI nº1, de 24 de agosto de 2012, que, além disso, instituiu a Declaração Municipal de Atuação Emergencial (DMATE) e a Declaração Estadual de Atuação Emergencial (DEATE). Tais documentos serão informatizados para compor o banco de dados disponibilizado pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) (CEPED,2012).

### **3.2.2 Organização**

O SINPDEC é composto por órgãos e entidades da administração pública federal, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios e por entidades públicas e privadas de atuação na área de proteção e defesa civil, sob a coordenação da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, órgão do Ministério da Integração Nacional (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2016). Tem como objetivo, segundo a Lei 12.608/12 , “contribuir no processo de planejamento, articulação, coordenação e execução dos programas, projetos e ações de proteção e defesa civil” (Art.10º, parágrafo único).

A Figura 1 representa a composição do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, valendo salientar que em situações de emergência ou estado de calamidade pública poderá ainda haver a mobilização da sociedade civil para as ações de proteção e defesa civil.

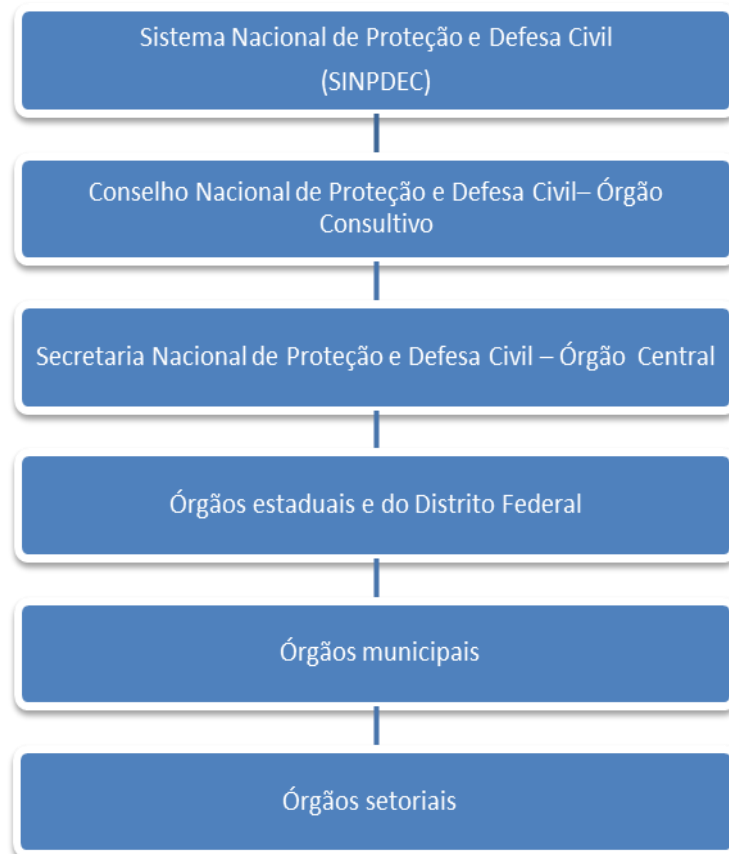
O CONPDEC é o órgão colegiado no Ministério da Integração Nacional, o qual conta com representantes da União, dos estados, do Distrito Federal, dos municípios e da sociedade civil; tem como finalidade auxiliar na formulação, implementação e execução do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil, propor normas para implementação, execução e monitoramento da PNPDEC, além de propor procedimentos para atendimento de grupos vulneráveis e o acompanhamento do cumprimento das legislações legais e regulamentares de proteção e defesa civil.

A SEDEC é o órgão central, ou seja, responsável por normatizar e coordenar a ação dos outros órgãos que compõem o sistema. Tem como objetivo a redução de riscos no território nacional, através de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e

recuperação e, da mesma maneira do CONPDEC, atua de maneira multissetorial e nos três níveis de governo, contando ainda com a participação civil.

De maneira geral, a atuação do SINPDEC é integrada entre os componentes do sistema; interagindo desde esferas mais altas até as mais baixas, no que diz respeito aos órgãos estaduais, municipais e setoriais. A importância da atuação dos órgãos municipais deve ser ressaltada, pois os desastres compreendem danos diretos ao município, exigindo, dessa forma, respostas rápidas do órgão, assim como da necessidade de capacitação dos agentes de defesa civil.

**Figura 3.1- Composição do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil**



**Fonte: Adaptado MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2012).**

### **3.3 Conceitos fundamentais**

A Defesa Civil brasileira possui conceitos e termos específicos para a caracterização de desastres, os quais podem diferir de outras áreas do conhecimento, entretanto foram selecionados com base na aplicabilidade do trabalho, no auxílio das atividades da Defesa Civil do município de Campina Grande.

#### **3.3.1 Risco**

No âmbito da defesa civil, o risco pode ser entendido como a probabilidade de um determinado fenômeno, ou de um perigo, devido à sua natureza ou intensidade e vulnerabilidade dos elementos expostos, causar efeitos nocivos sobre as pessoas, bens e/ou meio ambiente. De acordo com Pinheiro (2015) pode ser considerado em função da probabilidade de ocorrência e da magnitude das consequências.

Dessa maneira, o risco pode ser conceituado, segundo CEPED (2012), como a medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. Assim, sob a ótica da defesa civil, o risco é visto dentro de um cenário de interação entre a ameaça (perigo), ou evento, e as características de vulnerabilidade ou capacidades de enfrentamento da população, pois cada lugar, cada comunidade tem aspectos que fazem com que eles sofram mais ou menos impactos quando afetados por desastres, além de determinar a sua resiliência (CEPED, 2010).

#### **3.3.2 Dano**

De acordo com o Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres (CASTRO, 2005), o “dano” é definido como a medida que indica a severidade ou intensidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso, resultante da falta de controle sobre o risco. Os danos podem ser classificados em danos humanos, materiais, ambientais.

##### **3.3.2.1 Danos humanos**

Os danos humanos são dimensionados de acordo com o número de pessoas afetadas, ou seja, pessoas incapacitadas temporariamente ou definitivamente. Dessa forma, são inseridas nesse contexto pessoas desalojadas, desabrigadas, deslocadas, desaparecidas, feridas gravemente, feridas levemente, enfermas ou até mesmo mortas. Vale salientar que existem ainda as pessoas que sofrem um dano indireto, pois, de algum modo, tiveram suas rotinas alteradas devido ao desastre, contudo, é de difícil quantificação, dependendo do contexto estudado.

### **3.3.2.2 Danos materiais**

Os danos materiais são determinados em função do número total de edificações, instalações e outros bens danificados e destruídos, determinando também o grau de comprometimento dos imóveis ou estabelecimentos e do valor estimado para a reconstrução ou recuperação dos mesmos quando possível. Considera, dentro desse contexto, desde pequenas avarias até mesmo comprometimento da estrutura de um imóvel. É importante ressaltar a necessidade de identificação de imóveis ou estabelecimentos que fazem parte do patrimônio histórico e cultural da cidade e o grau de complexidade para recuperação ou reconstrução dos mesmos.

### **3.3.2.3 Danos ambientais**

Os danos ambientais são definidos diante da abrangência e severidade de impactos sobre os ecossistemas, compreendendo qualquer tipo de contaminação ou poluição do ar, água e/ou solo, além de aspectos ligados ao desmatamento de parques, áreas de proteção ambiental e áreas de preservação permanente nacionais, estaduais ou municipais. Contribuem, de forma significativa, para o agravamento dos desastres e possuem difícil quantificação dentro da Defesa Civil, pois muitas vezes, são necessárias análises mais complexas para avaliação do impacto ambiental causado.

### ***3.3.3 Vulnerabilidade***

A vulnerabilidade de uma comunidade é determinada por fatores físicos, socioeconômicos e ambientais, e está intimamente ligada a suscetibilidade de danos de um fenômeno perigoso. Com relação aos fatores socioeconômicos, deve-se destacar os grupos mais vulneráveis que segundo o Guidance for Emergency Planners and Responders (CIVIL CONTINGENCIES SECRETARIAT, 2008), são aqueles que, em circunstâncias de emergência, possuem uma reação deficiente diante o desastre, como, por exemplo, crianças, idosos, pessoas com mobilidade reduzida, função mental, cognitiva e/ou sensorial debilitada, pessoas temporariamente ou permanentemente doentes, moradores de rua, gestantes, pessoas com baixa escolaridade, turistas, entre outros.

Os centros urbanos brasileiros são marcados por áreas vulneráveis a desastres devido à ocupação irregular das terras, compreendendo desde apropriações de terras dentro de planícies de inundação à ocupação de áreas sem saneamento básico adequado, terrenos muito acidentados, sem infraestruturas. Fernandes *et al.* (1999) relacionam a evolução das moradias informais, favelas, em áreas que foram desprezadas pela urbanização formal, principalmente por serem áreas favoráveis a deslizamentos e ainda afirmaram que a própria dinâmica desta ocupação, envolvendo desmatamentos, produção de resíduos, alteração na dinâmica hídrica e ausência de planejamento adequado das construções, aumentam ainda mais o risco de movimentos de massa no local.

É possível verificar que há uma interação inerente entre os fatores supracitados, tendo em vista o modelo de ocupação, assim como o local e a estrutura em si, aumentando ou não a probabilidade de ocorrências de eventos adversos.

#### **3.3.4 Desastres**

De acordo com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, os desastres são definidos como resultado de eventos adversos, naturais ou devido às ações antropogênicas sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais, e, conseqüentemente, prejuízos econômicos. Para isso, deve ser considerado que todos os ambientes possuem graus diferentes de vulnerabilidades e que os efeitos adversos podem ou não se tornar um desastre, dependendo da intensidade dos danos causados (CEPED, 2012).

Os desastres são classificados segundo a origem ou causa primária do agente causador, intensidade e evolução. Contudo, a classificação segundo a origem, vem sendo contestada por autores modernos, pois, diante da categorização em naturais, humanos e mistos, tem sido levantada a hipótese de que todos os desastres são de origem mista, ou seja,



desastres associados a inundações só acontecem devido à ocupação irregular de áreas de planície de inundação e a criação de um cenário vulnerável, ou até mesmo ventanias, as quais só incorrem em dano caso as estruturas atingidas estejam fragilizadas, por exemplo.

É importante compreender que a classificação segundo a intensidade do desastre não depende apenas da magnitude do fenômeno adverso, mas, principalmente, do grau de vulnerabilidade do cenário do desastre e do grupo social atingido e que a classificação segundo a evolução do desastre é compreendida de maneira a classificar os desastres diante do tempo de desenvolvimento do mesmo.

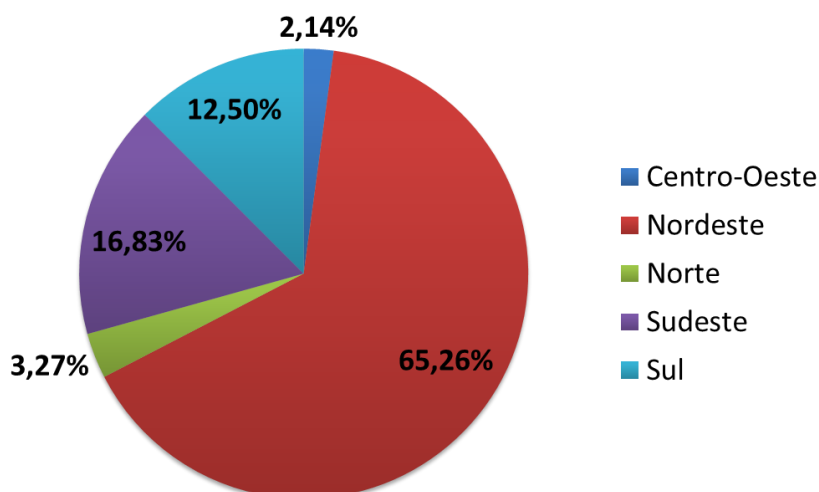
#### **3.3.4.1 Classificação quanto à origem**

##### **3.3.4.1.1 Desastres naturais**

Desastres Naturais são aqueles provocados por fenômenos e desequilíbrios da natureza e produzidos por fatores de origem externa independente da ação humana. Segundo Tominaga *et al.* (2009) podem ser ainda originados pela dinâmica interna (terremotos, maremotos, vulcanismos e tsunamis) e externa (tempestades, tornados, inundações, escorregamentos entre outros) da Terra.

Segundo o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (2013) (CENAD, 2014), os desastres apresentam significativo impacto na sociedade brasileira, tendo em vista que, no ano de 2013, foram 493 desastres naturais, os quais causaram 183 óbitos, afetando cerca de 18.557.233 pessoas. A região nordeste apresentou o maior percentual de municípios atingidos no Brasil (Figura 3.2), com cerca de 11.945.565 pessoas afetadas por desastres hidrológicos, em sua maioria, mais precisamente marcados pela seca e estiagem.

**Figura 3.2 - Percentuais de municípios afetados regionalmente por desastres naturais**



Fonte: Adaptado CENAD (2014).

#### 3.3.4.1.2 Desastres antropogênicos

São aqueles relacionados diretamente ou indiretamente com ações ou omissões humanas, os quais podem produzir danos à natureza, as infraestruturas e até mesmo ao próprio homem.

Os desastres de origem antropogênica são cada vez mais intensos, em função do desenvolvimento econômico e tecnológico desatento às questões de segurança, como por exemplo, os incêndios urbanos, acidentes de trânsito, acidentes estruturais, entre outros.

#### 3.3.4.1.3 Desastres mistos

Os desastres mistos são aqueles resultantes da soma de eventos naturais e de ações antrópicas, ou seja, caracterizados por ações humanas que agravam desastres naturais, por exemplo, chuvas ácidas, camadas de inversão térmica, ou até mesmo àqueles relacionados com a sismicidade induzida (indução de terremotos ou abalos sísmicos), a desertificação, a salinização do solo, entre outros.

#### 3.3.4.2 Classificação quanto à intensidade

Segundo o Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres (CASTRO, 2009), a classificação geral dos desastres pode ser estabelecida em termos absolutos ou em termos relativos, sendo essa considerada mais precisa, útil e racional. Dessa forma, está baseada na relação entre a necessidade de recursos para o restabelecimento da situação de normalidade e a disponibilidade desses recursos na área afetada pelo desastre.

A avaliação da intensidade dos desastres é de suma importância na análise de risco, pois é possível obter uma percepção da severidade e até mesmo da abrangência que o impacto pode causar, assim como as ações e os recursos necessários para socorro às vítimas, possibilitando o planejamento de respostas e recuperação das áreas atingidas.

#### **3.3.4.3 Classificação quanto à evolução**

Quanto à evolução, os desastres são classificados em desastres súbitos ou de evolução aguda, desastres graduais ou de evolução crônica e desastres por somação de efeitos parciais.

No Brasil embora os desastres súbitos ou de evolução aguda (erupções vulcânicas, terremotos catastróficos, ciclones tropicais, entre outros) sejam pouco frequentes, a seca do semiárido nordestino, em longo prazo, é caracterizada como um desastre muito mais importante que numerosos terremotos, ciclones, erupções vulcânicas, frequentes em outros países. O que permite a compreensão sobre a dificuldade dos gestores na tomada de decisão sobre medidas de prevenção e mitigação eficientes, tendo em vista a periodicidade das ocorrências de tais eventos.

##### **3.3.4.3.1 Desastres súbitos ou de evolução aguda**

São caracterizados pela subitaneidade, pela velocidade com que o processo evolui e, normalmente, pela violência dos efeitos dos eventos adversos, como por exemplo, os deslizamentos, as enxurradas, os vendavais, os terremotos, as erupções vulcânicas, as chuvas de granizo e outros.

##### **3.3.4.3.2 Desastres graduais ou de evolução crônica**

Caracterizam-se por serem frequentes e por evoluírem através de etapas de agravamento progressivo. São exemplos de desastres graduais: seca, erosão ou perda de solo, poluição ambiental e outros.

#### 3.3.4.3.3 Desastres por soma de efeitos parciais

São caracterizados por desastres por soma de numerosos acidentes (ou ocorrências) semelhantes, cujos danos são somados ao término de um determinado período, como por exemplo, epidemias, acidentes de trânsito, acidentes de trabalho e outros.

### **3.4 Análise de risco**

A análise de risco é uma metodologia flexível e passível de ser aplicada em várias áreas do conhecimento de maneira que pode ser adequada a diversas situações, considerando os eventos os quais se deseja prevenir ou controlar. De maneira geral, compreende três etapas desenvolvidas de forma sequencial, integrada e contínua, a avaliação de risco, o gerenciamento de risco e a comunicação de risco (PÁDUA, 2009 apud GUIMARÃES, 2011).

A avaliação de risco é a aplicação de um juízo de valor para quantificar e caracterizar os riscos, possibilitando uma melhor discussão sobre a importância destes e suas consequências sociais, econômicas e ambientais, além de fornecer um suporte técnico para a tomada de decisões sobre as incertezas (GUIMARÃES, 2011). Portanto, a avaliação de risco apresenta diversas metodologias consolidadas e bem estruturadas, das quais o contexto do estudo é quem determina a melhor abordagem (NASCIMENTO, 2015).

Existem vários métodos para avaliação do risco disponíveis na literatura, entre eles os índices de risco, diagramas de localização, causa e indicadores de falhas, análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA), análise por árvore de eventos e análise por árvore de falhas. métodos como índice de risco, os quais podem ser classificados em qualitativos, quantitativos e técnicas híbridas (MELO, 2014).

Os métodos de caráter qualitativo se baseiam na experiência e no conhecimento adquirido, pelos membros da equipe e dos especialistas no assunto (NASCIMENTO, 2015), de maneira que são discutidos segundo tabelas descritivas ou escalas de ordenação numérica

para descrever as grandezas de probabilidade e consequência. Os métodos de caráter quantitativo explicitam as incertezas com base em valores numéricos da probabilidade e consequência, ou seja, o risco pode ser estimado através de relações matemáticas, ou com o embasamento em dados numéricos sobre o objeto de estudo (MELO, 2014 apud VIANNA, 2015). As técnicas híbridas, por sua vez, apresentam grande complexidade e são utilizadas de maneira específica ou com o intuito de resolver problemas imediatos, com aplicação restrita para o ponto estudado (NASCIMENTO, 2015).

Para sua implementação dentro da proteção civil e defesa civil, deve ser assegurado o princípio de que todas as áreas possuem graus de vulnerabilidades diferentes as quais reagem de maneira diferente diante do impacto causado e o cenário avaliado. Dessa forma, o ecossistema pode ser comparado a um sistema industrial complexo que possui diversos mecanismos de suporte contra falhas, nesse caso, através de estruturas naturais ou não, que podem conter e evitar impactos, considerando a severidade com que um desastre pode causar. Desta maneira, a avaliação de risco compreende a ferramenta principal para tomada de decisão dentro da gestão do risco, pois serve como subsídio na tomada de decisão e planejamento de medidas de prevenção e mitigação.

Portanto, a avaliação do risco é de suma importância para a prevenção de desastres, pois se entende a necessidade da identificação, avaliação e hierarquização, tanto dos tipos de ameaças quanto dos elementos em risco e da composição dos cenários mais vulneráveis. Dessa maneira, são tomadas medidas para reduzir a probabilidade de que um evento adverso ocorra ou, ainda, para que a sua intensidade seja atenuada, as quais são divididas em medidas estruturais (obras de engenharia de forma planejada) e medidas não estruturais (medidas estratégicas e educativas) (DEFESA CIVIL SANTA CATARINA, 2012).

Um grande exemplo da utilização da análise de risco, foi o trabalho piloto desenvolvido pela SEDEC em parceria com a Universidade de Santa Catarina, o qual objetivou desenvolver uma metodologia para a avaliação da vulnerabilidade em áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações no município de Itajaí, visando a aplicação prática desta metodologia em outros municípios brasileiros, complementando as pesquisas realizadas pela equipe de geólogos do CPRM. A metodologia utilizada no trabalho foi subdividida em três partes, a elaboração da metodologia da avaliação em áreas suscetíveis a inundações e deslizamentos (definição de fatores e variáveis a serem consideradas, elaboração de instrumentos e metodologia para captação de dados, determinação dos pesos das variáveis propostas, construção de modelos de mapas a partir de indicadores), desenvolvimento de projeto piloto no município para aplicação da metodologia (formação de equipe de campo,

preparação do material de campo, sensibilização do município, visita técnica aos setores de risco para coleta de dados), análise das informações, elaboração dos produtos e revisão metodológica (CEPED, 2014). Vale salientar a complexidade do estudo, tendo em vista todas as condicionantes estudadas dentro dos relatórios emitidos, e difícil aplicação dos mesmos para novos setores vulneráveis dentro das áreas estudadas.

### ***3.4.1 Análise dos modos e efeitos de falhas (FMEA)***

O FMEA é uma técnica de análise norte-americana desenvolvida na década de 1950, como um padrão para as operações militares, a qual foi utilizada originalmente, como uma técnica de avaliação da confiabilidade para determinar os efeitos nos sistemas e falhas em equipamentos (SAKURADA, 2001). Há algumas décadas, tem sido largamente utilizada em sistemas de engenharia, na análise de sistemas hidráulicos, indústrias, como a nuclear, aeroespacial, química, petrolífera, automobilística e, mais recentemente, na engenharia de barragens, além disso, foi citada por Martins (2009) como uma das metodologias passíveis de utilização na análise de riscos para prevenção, socorro e reabilitação em Proteção Civil.

Segundo Sakurada (2001), o FMEA é um sumário do conhecimento do engenheiro/equipe de como um produto ou processo é desenvolvido; esta abordagem sistemática confronta e formaliza a disciplina mental em que um engenheiro passa em processos de planejamento. Consiste, em um método qualitativo, podendo ainda estender-se à análises semiquantitativas com a incorporação da criticalidade; dessa forma, é considerada uma técnica indutiva e descritiva que promove, sem recorrer a formulações matemáticas, o conhecimento fundamentado da importância dos vários riscos através do raciocínio sistemático e lógico. A avaliação de risco pelo método FMEA é realizada através dos índices por classe, e que cada autor utiliza uma classificação própria para pontuar os índices, existindo, portanto, diferentes tabelas (VIANNA, 2015).

De acordo com Rodrigues (2010), o FMEA é fundamentado por cinco princípios o apoio à gerência, abordagem de equipe (grupo multidisciplinar, que conheça o processo ou sistema em análise), relação causa e efeito, definição do cliente ou até mesmo comunidade em estudo, e o método como ferramenta para “melhoria contínua” (deve ser realizada periodicamente).

A utilização do FMEA dentro da perspectiva da defesa civil, surge como uma maneira de identificar “os modos de falha com maiores probabilidades de ocorrência e as intensidades das consequências, dirigindo os recursos para as situações onde sejam mais

eficazes (custo-benefício)” (MARTINS, 2009). Dessa maneira, através de uma abordagem simplificada, proporciona a priorização de áreas de riscos, e o planejamento de medidas de prevenção e mitigação diante dos fatores expostos nas reuniões FMEA.

## **4.0 METODOLOGIA**

### **4.1 Levantamento bibliográfico**

Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória através da revisão da literatura especializada abordando os temas relacionados à defesa civil e a análise de risco, com a finalidade de suprir o conhecimento técnico necessário à realização dos objetivos de trabalho.

Além disso, foi feito um levantamento do arquivo digital do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que contém diversos produtos da SEDEC; e do banco de dados local da Defesa Civil de Campina Grande correspondente aos anos de 2004 - 2015.

Para uma melhor contextualização e escolha das áreas em estudo, foi utilizada a setorização contida no Relatório 1762-R4-14: Município de Campina Grande, PB – Lote 03 (2014), elaborada pelo CPRM, realizado pelo Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, através da empresa Pangea Geologia e Estudos Ambientais (Anexos A, B e C).

### **4.2 Objeto de estudo**

A cidade de Campina Grande possui 11 setores de risco, subdivididos em 44 subsetores, que abrangem uma área total de 0,71 km<sup>2</sup> e contém 721 edificações e cerca de 2.800 habitantes afetados. Vale salientar que a Zona Oeste da cidade apresentou 4 setores com elevada vulnerabilidade para eventos relacionados com precipitações intensas ou vultuosas, contudo apenas 3 setores serão analisados, segundo a metodologia deste trabalho, tendo em vista que a falta de informações sobre o Setor 5, impossibilitou a identificação dos reais riscos atrelados a ele. Dessa forma, foram analisadas as áreas, identificadas através de coordenadas UTM, correspondentes ao Açude de Bodocongó (0176937E 9201960S), a Avenida Eduardo Magalhães - Canal de Bodocongó (178082E 9200120S) e a Travessa Cecília Nunes de Oliveira no Bairro Dinamérica 3 (0177607E 9199432S).

#### ***4.2.1 Descrição do Setor 1 – Açude de Bodocongó***

O Setor 1 corresponde ao Açude de Bodocongó, construído em 1917, na confluência do Rio Bodocongó com o Rio Caracóis com o objetivo de aumentar a disponibilidade hídrica



para abastecimento do município na época de sua criação (CARVALHO, 2009). A degradação ambiental pode ser vista em diversos pontos do açude, desde a contaminação das águas por efluentes sanitários e industriais, como também depósito de resíduos sólidos domiciliares, além de ocupações irregulares na planície de inundação do mesmo, promovendo a supressão vegetal do que deveriam ser áreas de preservação permanente, segundo a Lei 12.651/2012.

#### ***4.2.2 Descrição do Setor 2 – Canal de Bodocongó***

O Setor 2 corresponde ao Canal de Bodocongó (Avenida Eduardo Magalhães), construído por volta do ano de 2002, consiste em um canal aberto que dá suporte à macrodrenagem e microdrenagem local. O canal está localizado na zona urbana, a qual é servida por coleta de resíduos sólidos, possui drenagem urbana, e em sua maior parte, possui coleta de efluentes sanitários. De maneira geral, possui boa manutenção e boas condições para o escoamento das águas.

#### ***4.2.3 Descrição do Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira***

O Setor 11 corresponde à Travessa Cecília Nunes de Oliveira, a qual segundo os agentes da Defesa Civil, é uma das principais áreas de risco da cidade de Campina Grande devido ao grau de vulnerabilidade das construções, da dificuldade do acesso, e, principalmente, a ocupação inadequada das margens do Riacho Bodocongó. Nos últimos anos, os registros de ocorrências da Defesa Civil retrataram principalmente situações de perigo de desmoronamento das residências.

### **4.3 Metodologia FMEA**

A metodologia FMEA utilizada neste trabalho seguiu as mesmas etapas sugeridas por Guimarães (2011), ou seja, através da condensação de algumas etapas propostas por Sakurada (2001), foi desenvolvido um planejamento, seguido pelas etapas de preparação de documentos, reunião FMEA e revisão do formulário.

Na fase do planejamento, os desastres (falhas) elencados foram selecionados com base na análise do banco de dados da Defesa Civil do município de Campina Grande-PB, em

que os critérios utilizados foram os dados da análise histórica de ocorrências e da associação entre o número de ocorrências e a relação com períodos de precipitação. Em seguida, foi formada uma equipe multidisciplinar composta por profissionais da área social e da engenharia sanitária e ambiental, com a presença de funcionários da Defesa Civil, professores da UEPB e alunos da instituição. Com a equipe formada foi exposto o propósito do trabalho e marcada a reunião para discussão e preenchimento do formulário FMEA.

A preparação de documentos consistiu na elaboração do formulário FMEA, conforme o Quadro 4.1, o qual foi construído com base em formulários padrões de FMEA, ou seja, utilizando informações básicas sobre perigo, causa, efeito, detecção, ocorrência, severidade, abrangência e medidas mitigadoras. Além disso, os aspectos severidade, abrangência e risco foram subdivididos em três categorias, para análise dos danos humanos, materiais e ambientais, tendo em vista a classificação de danos utilizados pela Defesa Civil.

**Quadro 4.1 – Formulário FMEA**

CAMPINA GRANDE - ZONA OESTE													
SETOR PARTICIPANTE													
P	COBRADE	Causas			Efeitos			D	O	S	A	R	Medidas Mitigadoras
	Danos Humanos		Danos Materiais		Danos Ambientais								

Fonte: Autor (2016).

As colunas deste formulário possuem o seguinte significado:

- **P (Perigo):** Consiste na falha ou no evento adverso, proposto através do levantamento do banco de dados da Defesa Civil do município de Campina Grande, considerando o maior número de ocorrências. Dessa forma, foi constatado o aumento do número de ocorrências diante de períodos chuvosos, e com desastres vinculados ao incremento de precipitações, que permitiu a escolha dos movimentos de massa, enxurradas, inundações e alagamentos.
- **COBRADE:** Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, fundamental para uniformização das definições de desastres;
- **Causas:** As causas dos desastres são descritas de maneira geral e com uso de termos comuns à Defesa Civil, as quais foram definidas segundo a COBRADE e informações do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais;

- Efeitos: Os efeitos de um desastre dependem das vulnerabilidades locais, no entanto podem ser estimados diante da natureza do evento adverso.
- As colunas “D”, “O”, “S”, “A” e “R” representam “detecção”, “ocorrência”, “severidade”, “abrangência” e o “risco”;
- Medidas mitigadoras: Nesta coluna são descritas as ações, identificadas na revisão bibliográfica, que deveriam ser adotadas para eliminar ou reduzir os efeitos adversos.

Para pontuar os índices de detecção, ocorrência, severidade e abrangência foram desenvolvidas tabelas de escores as quais podem ser encontradas no Apêndice A.

O índice de severidade indica o quão sério é o efeito do modo de falha potencial, dessa forma há uma relação direta entre o efeito e a severidade, ou seja, quanto mais grave é o efeito maior é o índice de severidade (SAKURADA, 2001). Portanto, o índice de severidade e de abrangência utilizado neste trabalho foi desenvolvido a partir da classificação dos danos e desastres para a Defesa Civil, segundo o Glossário de Defesa Civil Estudos de Risco e Medicina de Desastres, e da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, bem como a utilização da instrução normativa nº 1 de agosto de 2012, que estabelece os procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos municípios, estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências.

A ocorrência se refere à probabilidade com que o perigo ocorre atualmente durante o processo (NASCIMENTO, 2015). Portanto, consiste na periodicidade com que eventos adversos acometem os setores estudados.

Quanto à detecção, é necessário considerar a capacidade e o tempo de percepção do evento adverso, dessa forma foi caracterizado sobre a ocorrência de eventos sazonais com fácil detecção e previsão, ocorrência de eventos de média detecção que se agravam com o passar do tempo, e a ocorrência de eventos súbitos de difícil detecção ou previsão.

O número de prioridade de risco (NPR), ou risco (R), é o índice resultado do produto dos aspectos da detecção, ocorrência, severidade e detecção. Este valor define a prioridade da falha e é utilizado na hierarquização dos principais danos para cada evento adverso em estudo. Vale salientar que, com o intuito de uma melhor sistematização para a análise dos danos que acometem os setores estudados, os componentes de severidade, abrangência e risco foram subdivididos segundo a tipologia dos impactos causados, ou seja, humanos, materiais e ambientais, resultando, dessa forma, em análise específica dos desastres e a probabilidade de incidências sobre os seres humanos, as infraestruturas e o meio ambiente.

Antes do início da reunião, todos receberam o material para reflexão sobre a metodologia abordada e o sistema de preenchimento do formulário. Posteriormente, foram lidas todas as informações da tabela, isto é, os perigos, as causas, os efeitos e as medidas mitigadoras, de maneira a propiciar melhor entendimento dos perigos selecionados. Além disso, com o objetivo de proporcionar um melhor entendimento sobre os setores, foram analisados os estudos elaborados pela CPRM (2013) sobre cada área, além da visualização dos mapas formulados. Dessa forma, o debate foi iniciado sobre os perigos escolhidos e qual a classificação mais adequada segundo os critérios de classificação do dano e para cada índice de detecção, ocorrência, severidade e abrangência. A pontuação de cada índice foi atribuída consensualmente entre os membros da equipe, com base nos argumentos que cada um expunha para classificação, diante de cada cenário vulnerável apresentado.

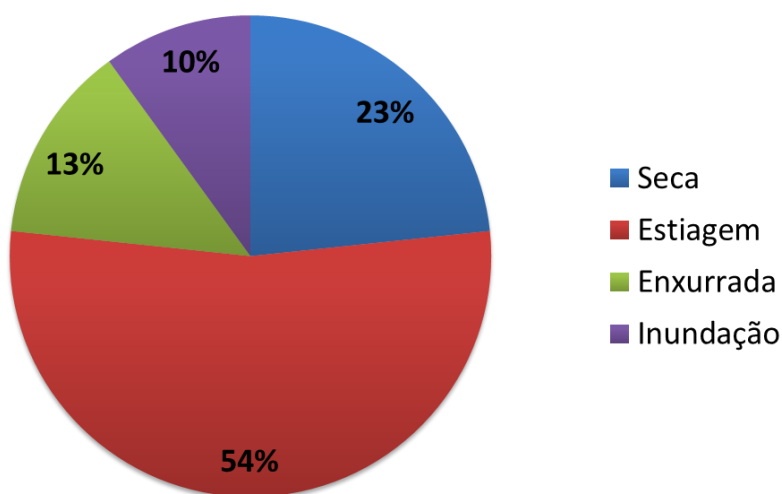
Após o preenchimento do formulário o resultado foi analisado criteriosamente para avaliar a consistência do risco obtido, e, através do NPR houve a hierarquização, a fim de tornar o gerenciamento o mais efetivo possível (GUIMARÃES, 2011). Além disso, a análise serviu para subsidiar propostas de melhorias sobre as áreas e a priorização das mesmas ante os perigos.

## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Contextualização dos desastres no município de Campina Grande

Foi analisado o banco de dados do S2ID, correspondente aos registros realizados durante a execução do Plano Nacional para Gestão de Riscos, que utilizou dados nacionais dos anos de 1940 a 2015. Especificamente no município de Campina Grande, os dados de alimentação do S2ID são provenientes de registros do ano de 1980 até o ano de 2015. Sendo assim, a Figura 5.1 representa o percentual de desastres ocorridos dentro do período supracitado.

**Figura 5.1 – Percentual de desastres ocorridos no município de Campina Grande relatados pelo S2ID 1980 - 2015**



Fonte: Autor (2016).

A estiagem e a seca são recorrentes na Paraíba e estão relacionados a múltiplos fatores condicionados pela geodinâmica terrestre em seus aspectos climáticos e meteorológicos (CEPED, 2011). Cerca de 77% dos desastres relatados correspondiam a estiagem e seca no município de Campina Grande, levando muitas vezes a situações de emergência e até mesmo ao reconhecimento de situação de calamidade pública.

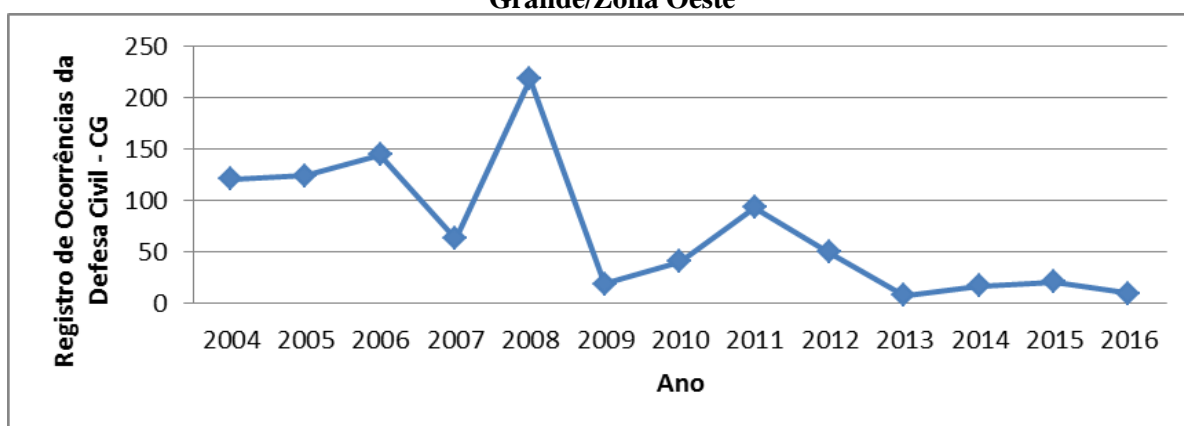
Por sua vez, 13% das ocorrências estavam relacionadas a enxurradas, as quais foram relatadas, nos anos de 1985 e 1991, como situações de emergência e nos anos de 1994 e 2004 foram reconhecidas como situações de calamidade pública, em que cerca de 2.445 pessoas foram afetadas diretamente, além de danos a edificações, infraestruturas públicas e ao meio

ambiente, devido à grande intensidade e duração de precipitações pluviométricas no ano de 2004, por exemplo.

Com relação às inundações, foi o desastre que obteve o menor percentual de ocorrências, cerca de 10% do total, entretanto no ano de 2008, 9.698 pessoas foram afetadas e 103 residências populares, devido a chuvas de grande intensidade não só no município de Campina Grande, mas em todo o estado da Paraíba. Ainda no ano de 2011 foram registradas duas ocorrências de inundação no município, em que no mês de junho foi reconhecida situação de emergência devido a enchentes ou inundações.

Além do preenchimento do S2ID, a Defesa Civil do município de Campina Grande possui um banco de dados com ocorrências e vistorias locais realizadas desde o ano de 2003. Diante disso, foram sintetizados os dados correspondentes à Zona Oeste, como ilustrado na Figura 5.2.

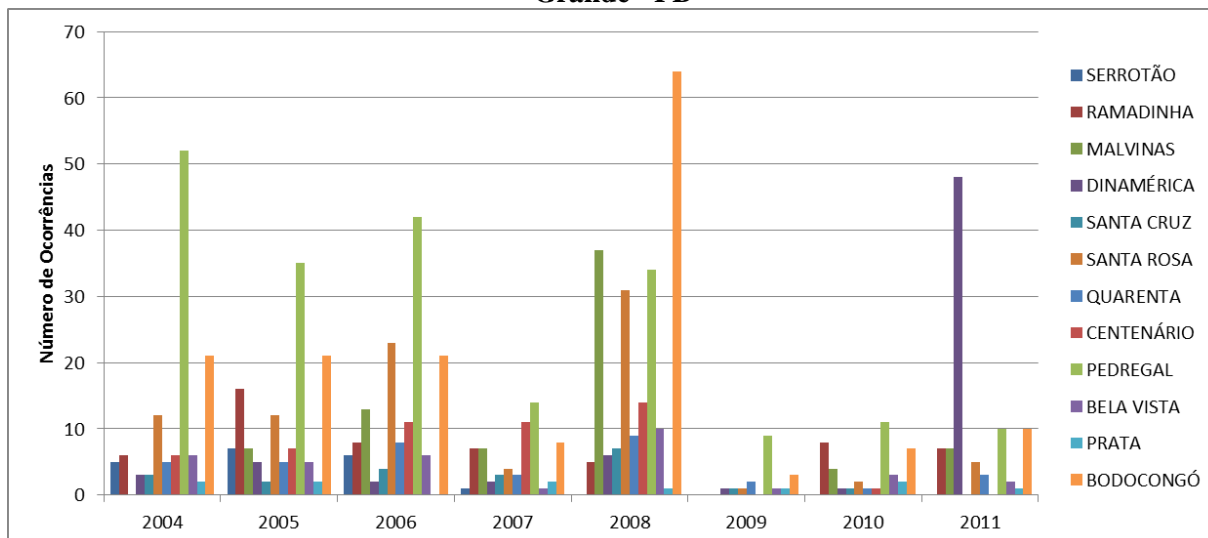
**Figura 5.2 – Registros de ocorrências anuais da Defesa Civil da cidade de Campina Grande/Zona Oeste**



Fonte: Autor (2016).

Nota-se que 2008 foi o ano com mais ocorrências dentro da Zona Oeste da cidade, com 218 casos, e que o bairro de Bodocongó foi responsável por 64 casos de acionamento da Defesa Civil. A partir do ano de 2011, houve um decréscimo considerável das ocorrências, o que pode ser explicado pelo enfrentamento de períodos de grande estiagem no município. As Figuras 5.3 e 5.4 demonstram os principais bairros afetados durante os anos de 2004 a 2011 e proporcionam uma maior percepção sobre os principais enfrentamentos da Defesa Civil em toda a Zona Oeste no ano de 2008, respectivamente.

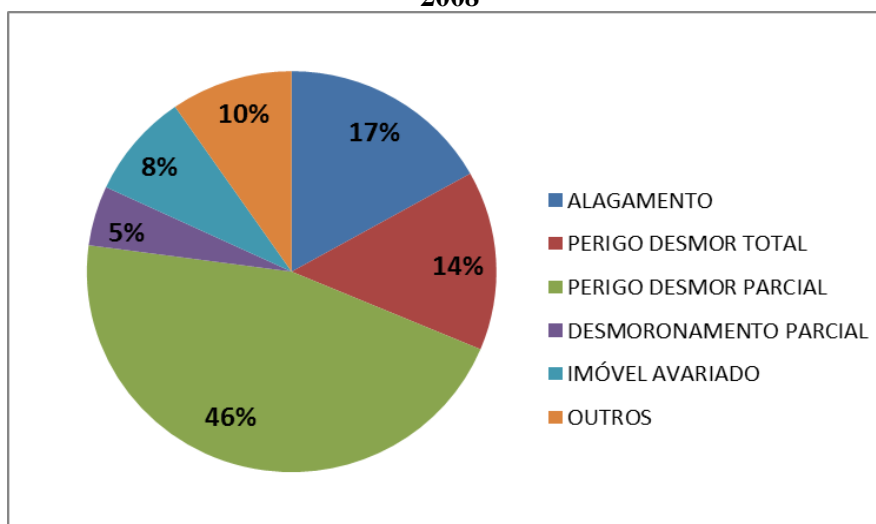
**Figura 5.3 – Levantamento de ocorrências por bairros na Zona Oeste da cidade de Campina Grande - PB**



Fonte: Autor (2016).

Como supracitado o bairro que apresentou o maior número de ocorrências, entre os anos de 2004 e 2011, foi o bairro de Bodocongó, enquanto que o Pedregal apresentou o maior número de ocorrências durante os anos de 2004, 2005, 2006, 2007, 2009 e 2010, o que pode ser compreendido devido à falta de infraestrutura e contextos de vulnerabilidades diversos na área. Ressalta-se, ainda, no ano de 2011, que o bairro Dinamérica foi responsável por 48 ocorrências, maior número de ocorrências do período.

**Figura 5.4 – Principais danos causados na Zona Oeste da cidade de Campina Grande no ano de 2008**



Fonte: Autor (2016).

Foi verificado que dentro de um contexto geral as ocorrências da Defesa Civil no município são em grande parte referentes à verificação estrutural de residências,

principalmente aquelas localizadas em áreas vulneráveis ou em aglomerados subnormais. No ano de 2008 a Zona Oeste foi marcada principalmente por perigo de desmoronamento total e parcial de residências com 60% dos casos, valendo salientar que houve quatro casos de desmoronamentos parciais de residências, principalmente devido ao incremento de pluviosidade e à falta de infraestrutura das mesmas.

Analisando criticamente o banco de dados do S2ID e o banco de dados municipal, é possível notar a inconsistência de informações, pois o S2ID é alimentado apenas com dados (em sua maioria) relacionados à estiagem e seca, deixando a desejar sobre as ocorrências pontuais no município. O banco de dados local é alimentado apenas com dados de ocorrências pontuais, sem a descrição dos trabalhos realizados pelo órgão municipal sobre os problemas relacionados à estiagem e seca. Contudo, a implementação do S2ID tem como função o registro de ocorrências de desastres, mesmo aqueles que não são considerados tão sérios ao ponto de precisarem de recursos financeiros estaduais, permitindo o acompanhamento sobre a evolução de pequenos eventos (CEPED, 2012).

## **5.2 Resultado do formulário FMEA**

As discussões sobre o preenchimento do formulário FMEA foram transcritas e sintetizadas através dos tópicos subsequentes, enquanto que os resultados dos formulários preenchidos para os setores podem ser analisados através dos Quadros 5.1, 5.2, 5.3.

### ***5.2.1 Movimento de massa***

O movimento de massa pode ser definido como o processo pelo qual o material rochoso se move, sob a ação da gravidade, necessariamente sob efeito de rupturas de solo/e ou rochas, geralmente potencializado pela ação da água (CENAD, 2014). Na zona urbana os movimentos de massa têm sido cada vez mais frequentes, devido às atividades humanas como cortes em taludes, aterros, depósito inadequado de resíduos sólidos, ausência de sistema de drenagem e desmatamentos, além do agravo determinado pela ocupação irregular de encostas de rios ou, até mesmo, áreas sem infraestrutura e áreas de relevo acidentado. Considerando os mecanismos específicos e os diferentes materiais envolvidos, os movimentos de massa podem ser classificados em quedas/tombamentos/rolamentos; deslizamentos/escorregamentos; fluxo de detritos e lama; e subsidência e colapsos (CEMADEN, 2016).



Diante disso, todas as áreas selecionadas apresentaram as mesmas características, em que sob a ocorrência de um movimento de massa, seria um desastre de fácil detecção, tendo em vista que as condicionantes, relacionadas com as áreas de estudo, podem ser verificadas através de inspeção visual do agente de Defesa Civil.

Com relação à ocorrência, foi classificado como raro, diante dos históricos dos setores. Contudo, foi ressaltado pelos agentes da Defesa Civil, a probabilidade de ocorrências de movimento de massa nos bairros do Pedregal e Monte Santo.

Foi verificado que o Setor 1, diante da topografia local, assim como o tipo de solo caracterizaria uma severidade mínima do desastre. Além disso, foi verificado que tal evento poderia abranger a população e às infraestruturas de maneira a afetar indiretamente e provocar avarias simples respectivamente, e, por fim, qualquer dano ao meio ambiente seria recuperável e em curto prazo. As mesmas características expostas para o Setor 1, podem ser visualizadas dentro do Setor 11, em que os mesmos fatores acarretariam em danos menos severos e pouco abrangentes.

No Setor 2 a probabilidade desse desastre, seria ainda menor do que nos outros setores, tendo em vista a infraestrutura local, pois toda a área é urbanizada, pavimentada e o relevo é praticamente plano em toda a área, contribuindo para os valores semelhantes aos expostos, com severidades e abrangências mínimas.

### ***5.2.2 Inundações***

As inundações representam o transbordamento das águas da calha de escoamento, ocupando a planície de inundação ou área de várzea (LICCO, 2015). O transbordamento ocorre de modo gradual em áreas de planície, frequentemente ocasionado por chuvas distribuídas e alto volume acumulado na bacia de contribuição. Vale salientar, que o crescimento desordenado das cidades, a ocupação de áreas de planícies de inundação, somadas à impermeabilização dos solos, bem como a falta de infraestrutura e desmatamento da mata ciliar, agravam os cenários de vulnerabilidade de áreas susceptíveis ao desastre natural (CEMADEN, 2016). Diante disso, os setores foram analisados segundo suas particularidades e descritos nos subtópicos seguintes.

#### **5.2.2.1 Setor 1 – Açude de Bodocongó**

A área que corresponde ao Setor 1 é marcada por desastres de inundações frequentes durante os anos, tendo em vista a ocupação da planície de inundação por parte da comunidade local (Vila dos Teimosos). Dessa forma, o desastre foi caracterizado como de detecção média, pois evolui através de etapas de agravamento progressivo e em períodos de grande pluviosidade, sendo esperadas ocorrências anuais, ou até mesmo semestrais.

No que diz respeito à severidade, com relação aos danos humanos, esse perigo poderia deixar pessoas desalojadas, desabrigadas ou até mesmo com agravos à saúde agudos e sem sequelas, pois de acordo com o histórico da região, pessoas que tiveram seus imóveis inundados foram obrigadas a se deslocarem temporariamente. Dessa forma, quanto aos danos materiais, a vulnerabilidade das estruturas está na composição das mesmas, pois é possível encontrar casas com composição mista (taipa e alvenaria), além da localização nas margens do açude. Quanto aos danos ao meio ambiente, foi discutido que o ambiente necessitaria da intervenção humana para restabelecimento das condições normais, tendo em vista que o desastre carrearia sedimentos dos pavimentos e resíduos sólidos dispersos nos logradouros públicos para dentro da coleção de águas.

Por fim, a abrangência sobre a população foi baseada em atendimentos anteriores da Defesa Civil, por volta dos anos de 2011 e 2012, em que cerca de 50 pessoas foram afetadas diretamente pelo evento adverso. Concordando com as afirmações anteriores, os danos materiais, corresponderiam a uma maior abrangência, ou seja, de dez ou mais infraestruturas danificadas ou destruídas, contudo com os programas habitacionais desenvolvidos pelo governo, e, ainda, o próprio desenvolvimento local, foi considerado que de uma a nove infraestruturas poderiam ser danificadas ou destruídas. A respeito dos danos ambientais, a poluição ou contaminação do meio ambiente seria local e recuperável ou mitigável em curto prazo.

#### **5.2.2.2 Setor 2 – Canal de Bodocongó**

Segundo a descrição da CPRM (2014) sobre as características do Setor 2, o canal foi identificado como sujeito a aumentos repentinos do volume de água, evoluindo para um fluxo de alta energia com capacidade de causar danos estruturais, principalmente nas curvas. Dessa forma, no que diz respeito ao desastre de inundação, seria de detecção média, pois, como discutido anteriormente, indicaria através das etapas de agravamento, ou seja, através do aumento do nível progressivo da água dentro do canal. Entretanto, a ocorrência de tal situação

é remota, pois o dimensionamento do canal, assim como a manutenção do mesmo e a infraestrutura local diminuem a vulnerabilidade.

A severidade associada ao desastre e o setor estudado, com relação aos danos humanos poderia afetar apenas indiretamente a população, contudo por ser uma via de acesso a outros municípios abrangeiria ainda mais pessoas do que apenas as residentes do setor. Enquanto que analisando os possíveis prejuízos às infraestruturas, causaria o mínimo de danos aos imóveis e empreendimentos em geral, devido à distância dos imóveis do canal e ao sistema de microdrenagem eficiente na área. Por fim, a recuperação do meio ambiente seria natural, ou seja, sem necessidade de intervenção humana, tendo em vista que as águas naturalmente escoariam pelos sistemas de drenagem existentes.

A abrangência dos danos humanos corresponderia apenas às pessoas afetadas indiretamente, como relatado anteriormente, enquanto que, no que tange aos danos materiais e ambientais, é necessário considerar que, devido à extensão do canal, há possibilidade de danificar, no mínimo, uma infraestrutura domiciliar, comercial, industrial ou pública e qualquer contaminação ou poluição do meio ambiente seria recuperável ou mitigável em curto prazo.

#### **5.2.2.3 Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira**

De acordo com o CPRM (2014), durante eventos de grande pluviosidade ocorre a enchente do Riacho Bodocongó, somando a falta de infraestrutura e o despejo de resíduos sólidos domiciliares nos logradouros, acarretando no represamento do rio, dessa forma há inundação das casas construídas em áreas irregulares, chegando a até 1,5 metros de altura dentro das residências, na última enchente que ocorreu no ano de 2008. Além disso, continuamente, a Defesa Civil atende ocorrências nessa área, tendo em vista a vulnerabilidade social e estrutural, como por exemplo, no mês de julho do ano de 2016, em que uma precipitação de pouca intensidade causou o desabamento parcial de uma residência. Salienta-se que estão sendo tomadas medidas de mitigação por parte da Prefeitura Municipal, em que, paulatinamente, pessoas estão sendo realocadas para outras moradias. Diante disso, a inundação da área possui uma dificuldade média para detecção ou previsão do desastre, tendo em vista a natureza do evento, como relatado nos outros setores, e por ser uma área com pouca visibilidade física e, principalmente social, entretanto as ocorrências são frequentes na área, acontecendo anualmente de acordo com os registros da Defesa Civil.

A área é considerada como uma das mais críticas do município, diante das vulnerabilidades apresentadas e do número de ocorrências enfrentadas nos últimos anos. Dessa forma, a severidade apresenta um valor máximo no escore para danos humanos e materiais, ou seja, com possibilidade de que em decorrência do desastre, existam pessoas desaparecidas, com agravos sérios à saúde ou casos, até mesmo, de óbito. Com relação às infraestruturas, os danos causados podem provocar comprometimento total da estrutura, como já registrado pela Defesa Civil. No que diz respeito aos danos ao meio ambiente, diante do evento adverso em estudo, para a recuperação da área haveria a necessidade de intervenção humana, tendo em vista que as águas carreariam sedimentos e resíduos sólidos dispersos nos logradouros públicos para o riacho.

A abrangência do desastre corresponderia aos dados gerados pelo CPRM, compreendendo, mais de cem pessoas e mais de dez imóveis vulneráveis. No que diz respeito à contaminação ou poluição do meio ambiente a recuperação seria em curto prazo e apenas afetaria a localidade em estudo.

### ***5.2.3 Enxurradas***

A enxurrada ou inundação brusca é conceituada como escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (CEMADEN, 2016). É provocada por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado ou mesmo em áreas planas, caracterizando-se por rápidas e violentas elevações dos níveis das águas, as quais escoam de forma rápida e intensa (CEPED, 2011).

#### **5.2.3.1 Setor 1 – Açude de Bodocongó**

Diante do perigo de uma enxurrada no setor analisado, classificou-se como de difícil detecção, tendo em vista que é um evento extremo ocasionado essencialmente pelo aumento da intensidade das chuvas. A ocorrência de uma enxurrada na área em análise foi classificada como rara, levando em consideração o histórico da região.

Foi relatado pelos agentes da Defesa Civil que a área presenciou ocorrências que levaram a danos humanos, resultando em pessoas desalojadas, desabrigadas e, até mesmo, levemente feridas. Com relação à fragilidade das infraestruturas do setor, os impactos

causados pelo desastre poderiam causar o comprometimento parcial da estrutura, pois o setor foi marcado por desabamentos parciais de algumas residências devido à ocorrência de enxurrada. Complementarmente, com relação aos danos ou impactos ao meio ambiente, devido ao potencial de arraste das enxurradas, há possibilidade de assoreamento do açude, e/ou, até mesmo, o transporte de resíduos sólidos ou outros poluentes, necessitando de uma intervenção humana para recuperação da área.

A respeito da severidade do desastre, teria capacidade de afetar diretamente parte da população, entretanto a abrangência não ultrapassaria um montante de cem pessoas, além da possibilidade de danificar de uma a nove infraestruturas, como relatado em ocorrências. É importante ressaltar que pessoas foram removidas pelo Estado, entretanto existe uma parcela da população que permanece em condições de risco, pois se sente culturalmente ligada à terra. Com relação aos danos ambientais, a poluição ou contaminação do ar, da água ou do solo seria recuperável ou mitigável, em curto prazo.

#### **5.2.3.2 Setor 2 – Canal de Bodocongó**

Durante enxurradas o nível de água é contido pelo canal e pelo sistema de microdrenagem na região, diminuindo consideravelmente os impactos de tal evento. Diante disso, a enxurrada, devido à natureza do desastre e levando em consideração a urbanização da área, foi considerada como de difícil detecção ou previsibilidade; com raras ocorrências.

A severidade sobre os danos humanos, foi avaliada como mínima, pois as pessoas seriam apenas afetadas indiretamente diante da infraestrutura dos domicílios locais, até mesmo levando em consideração a infraestrutura urbana de contenção, a topografia, a distância entre o canal e os domicílios, e o histórico do setor. Entretanto os danos materiais corresponderiam a um escore maior, tendo em vista que o próprio canal está passível de deterioração do concreto armado do revestimento e a rodovia marginal se encontra avariada. Por fim, os danos causados ao meio ambiente poderiam ser recuperados pelo próprio ambiente, pois não haveria carreamento de resíduos sólidos considerando o asseio da população local e a frequência de coleta de resíduos sólidos.

Quanto à abrangência do desastre em estudo, percebe-se que possivelmente nenhuma pessoa seria afetada diretamente, enquanto que considerando a possibilidade de danos ao canal, classifica-se como de escore (2) compreendendo a possibilidade de avarias na estrutura,

e, no que tange ao meio ambiente, a poluição ou contaminação da água, ar e/ou solo seria recuperável ou mitigável em curto prazo, com impactos locais.

### **5.2.3.3 Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira**

Diante da natureza do desastre, a enxurrada no Setor 11 foi classificada como de difícil detecção, enquanto que sobre sua ocorrência foi estimado que em períodos normais de pluviosidade, semestralmente há o acionamento da Defesa Civil para atendimento da comunidade local.

Quanto à severidade e abrangência, apresentaram valores máximos para danos humanos e materiais, tendo em vista a possibilidade de que o evento adverso acarrete em pessoas desaparecidas, agravos à saúde crônicos ou com sequelas, ou, até mesmo, casos de óbito. Historicamente, a área sofre com enxurradas e, dada a vulnerabilidade estrutural dos domicílios e a força das águas, já ocorreram casos de desabamento de casas ou, até mesmo, comprometimento total de infraestruturas, ocasionando em danos humanos elevados.

Além disso, estima-se que mais de cem pessoas podem ser afetadas diretamente e até mais de dez casas sejam danificadas ou destruídas, com base no relatório do CPRM que quantificou cerca de 50 imóveis e 200 pessoas em risco. Por fim, com relação ao meio ambiente, a severidade corresponderia a um escore (2), pois analogamente a inundação há o carreamento de sedimentos e de resíduos sólidos para o riacho, fazendo necessária a intervenção do homem para a mitigação do impacto causado. A abrangência seria mínima, pois os danos causados seriam passíveis de recuperação ou mitigação em curto prazo.

### **5.2.4 Alagamentos**

Os alagamentos são caracterizados pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas, em decorrência de precipitações intensas (CEMADEN, 2016). Portanto, está relacionado diretamente com a falta de infraestrutura das cidades, tendo em vista que projetos de drenagem são, comumente, ignorados dentro dos planejamentos de pavimentação das vias. Em locais acidentados, quando há ocorrência de precipitações intensas, frequentemente há combinação entre fenômenos de enxurradas e alagamentos, o que reflete diretamente no registro de ocorrências da Defesa Civil do município de Campina Grande, em que há

necessidade de entendimento conceitual sobre o desastre analisado e também dar maior importância ao problema, pois os efeitos compreendem desde veiculação de doenças a população a degradação de infraestruturas.

#### **5.2.4.1 Setor 1 – Açude de Bodocongó**

A deficiência do sistema de drenagem, tanto natural como estrutural, do Setor 1 é detectada rapidamente através de uma simples vistoria, sendo a região marcada por pontos de relevo acidentado caracterizando fundos de vale, os quais não possuem intervenção através de sistemas de drenagem e, dessa forma, casos de alagamentos ocorrem semestralmente nessa área.

No que diz respeito à severidade dos alagamentos, é possível que afete diretamente as pessoas que estão em áreas propícias, podendo incorrer até mesmo em desocupação das casas, acarretando em desalojados e até desabrigados, como já aconteceu, segundo os agentes da Defesa Civil. Devido à vulnerabilidade de algumas residências de composição mista (taipa e alvenaria), há possibilidade de comprometimento parcial da estrutura. Com relação ao meio ambiente, no caso de contaminação ou poluição do local, a área pode ser recuperada pelo próprio ambiente, ou seja, através da drenagem natural, no entanto, considerando a necessidade local, é recomendável a construção de sistemas de microdrenagem para evitar inconvenientes para a população.

A abrangência dos alagamentos na área afeta diretamente pessoas que tiveram seus imóveis comprometidos, portanto remetendo ao escore (2) da tabela, em que se estabelecem de 1 a 99 pessoas, assim como há possibilidade de comprometimento estrutural de uma a nove infraestruturas. Entretanto o impacto sobre o meio ambiente apresenta menor escore, tendo em vista que é recuperável em menos de um ano e apresentam apenas impactos locais.

#### **5.2.4.2 Setor 2 – Canal de Bodocongó**

O perigo de alagamento foi analisado como de fácil detecção e rara ocorrência, pois a região possui o sistema de microdrenagem eficiente na captação das águas pluviais, além da topografia do setor não possuir muitas elevações e não formar pontos propícios para alagamento. A severidade e abrangência afetariam apenas indiretamente as pessoas, além de

abranger pontualmente locais e não propiciar maiores prejuízos, com relação aos danos humanos e sobre as infraestruturas, e o meio ambiente.

#### **5.2.4.3 Setor 11 – Travessa Cecília Nunes de Oliveira**

O alagamento no Setor 11 é de fácil detecção, pois, devido à falta de sistemas de microdrenagem e à topografia acidentada da área, caracterizando fundos de vale, pode-se indicar facilmente possíveis locais de acumulação de águas.

Diante de precipitações é comum o aparecimento de tais ocorrências, verificando uma incidência de alagamentos semestralmente na área, os quais atingem imóveis ao ponto de afetar parcialmente a estrutura dos domicílios, ocasionando em pessoas desalojadas, desabrigadas e, até mesmo, agravos à saúde agudos sem seqüela. A respeito do meio ambiente, naturalmente as águas escoariam ou percolariam no solo, entretanto visando as necessidades da comunidade local, é necessária a intervenção humana, com projetos de drenagem.

Com relação à abrangência, devido à quantidade de pessoas e imóveis vulneráveis, a abrangência poderia afetar até cem pessoas, e, até mesmo, danificar de uma a nove infraestruturas. Enquanto que sobre o meio ambiente, a recuperação seria em curto prazo e afetaria apenas a localidade.



Quadro 5.1 – Formulário preenchido FMEA – Setor 1

										Continua	
P	COBRADE	Causas	Efeitos	D	O	S	A	R	Medidas Mitigadoras		
Movimento de massa	1.1.3.0.0	Refere-se aos movimentos de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade, geralmente potencializado pela ação da água. São divididos em: quedas, tombamentos e rolamentos, deslizamentos, corridas de massa, subsidências e colapsos	Podem afetar diretamente infraestruturas de modo a causar até mesmo destruição total ou parcial de edificações dada as vulnerabilidades dos imóveis, além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. No tocante ao meio ambiente, ocasiona a degradação do relevo natural, podem afetar a flora e a fauna local, carreamento de sedimentos para coleções de águas	1	1	1	1	1	Remoção de casas localizadas em áreas de risco, aumento do controle urbano, promoção de obras de contenção adequadas de taludes, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além da recuperação e manutenção dos já existentes		
						1	1	1			
						1	1	1			
Inundações	1.2.1.0.0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície	Devido à ocupação irregular da planície de inundação, os danos podem afetar diretamente infraestruturas de modo a causar até mesmo destruição de edificações dada a vulnerabilidade dos imóveis, além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, doenças de veiculação hídrica e até mesmo devido a exposição a condições adversas, acidentes por animais peçonhentos, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. Com relação ao meio ambiente, pode levar ao assoreamento e/ ou contaminação de coleções de águas, podem afetar a flora e a fauna local	2	2	2	2	16	Remoção de casas localizadas na planície de inundação, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a manutenção e recuperação do sistema existente; aumentar as áreas verdes, delimitação de áreas de preservação permanente na Zona Urbana, promover obras de dragagem e desassoreamento periódico do leito e margens e retirar resíduos depositados, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população		
						2	2	16			
						2	1	8			

Fonte: Autor (2016).

Quadro 5.1 – Formulário preenchido FMEA – Setor 1

P	COBRADE	Causas	Efeitos	D	O	continuação			Medidas Mitigadoras
						S	A	R	
Enxurradas	1.2.2.0.0	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo	As enxurradas podem arrastar veículos, pessoas, animais e mobílias por vários quilômetros. A força das águas ainda pode provocar o rolamento de blocos de pedras, arrancar árvores, destruir edificações e causar corridas de massa. Além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, doenças pelo contato com a água, como resfriado e infecções, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. Com relação ao meio ambiente, pode levar ao assoreamento e/ ou contaminação de coleções de águas, podem afetar flora e a fauna local	3	1	2	2	12	Construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a manutenção e recuperação do sistema existente; aumentar as áreas verdes, delimitação de áreas de preservação permanente na Zona Urbana, promover obras de dragagem e desassoreamento periódico do leito e margens e retirar resíduos depositados, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população
						2	2	12	
						2	1	6	
Alagamentos	1.2.3.0.0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas	Podem causar perdas parciais e totais de veículos, móveis e bens residenciais, produtos no comércio e na indústria, interrupção das atividades normais da comunidade, atrasos e paralizações nos transportes. Além da possibilidade de causarem doenças por veiculação hídrica, atração de vetores patogênicos	1	2	2	2	8	Pavimentação e nivelamento de ruas, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a recuperação e manutenção de sistemas existentes, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população
						2	2	8	
						2	1	4	
		Danos Humanos		Danos Materiais		Danos Ambientais			

Fonte: Autor (2016).

Quadro 5.2 – Formulário preenchido FMEA – Setor 2

										Continua	
P	COBRADE	Causas	Efeitos	D	O	S	A	R	Medidas Mitigadoras		
Movimento de massa	1.1.3.0.0	Refere-se aos movimentos de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade, geralmente potencializado pela ação da água. São divididos em: quedas, tombamentos e rolamentos, deslizamentos, corridas de massa, subsidências e colapsos	Podem afetar diretamente infraestruturas de modo a causar até mesmo destruição total ou parcial de edificações dada as vulnerabilidades dos imóveis, além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. No tocante ao meio ambiente, ocasiona a degradação do relevo natural, podem afetar a flora e a fauna local, carreamento de sedimentos para coleções de águas	1	1	1	1	1	Remoção de casas localizadas em áreas de risco, aumento do controle urbano, promoção de obras de contenção adequadas de taludes, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além da recuperação e manutenção dos já existentes		
						1	1	1			
						1	1	1			
Inundações	1.2.1.0.0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície	Devido à ocupação irregular da planície de inundação, os danos podem afetar diretamente infraestruturas de modo a causar até mesmo destruição de edificações dada a vulnerabilidade dos imóveis, além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, doenças de veiculação hídrica e até mesmo devido a exposição a condições adversas, acidentes por animais peçonhentos, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. Com relação ao meio ambiente, pode levar ao assoreamento e/ ou contaminação de coleções de águas, podem afetar a flora e a fauna local	2	1	1	1	2	Remoção de casas localizadas na planície de inundação, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a manutenção e recuperação do sistema existente; aumentar as áreas verdes, delimitação de áreas de preservação permanente na Zona Urbana, promover obras de dragagem e desassoreamento periódico do leito e margens e retirar resíduos depositados, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população		
						1	2	4			
						1	1	2			

Fonte: Autor (2016).

Quadro 5.2 – Formulário preenchido FMEA – Setor 2

P	COBRADE	Causas	Efeitos	D	O	continuação			Medidas Mitigadoras
						S	A	R	
Enxurradas	1.2.2.0.0	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo	As enxurradas podem arrastar veículos, pessoas, animais e mobílias por vários quilômetros. A força das águas ainda pode provocar o rolamento de blocos de pedras, arrancar árvores, destruir edificações e causar corridas de massa. Além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, doenças pelo contato com a água, como resfriado e infecções, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. Com relação ao meio ambiente, pode levar ao assoreamento e/ ou contaminação de coleções de águas, podem afetar flora e a fauna local	3	1	1	1	3	Construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a manutenção e recuperação do sistema existente; aumentar as áreas verdes, delimitação de áreas de preservação permanente na Zona Urbana, promover obras de dragagem e desassoreamento periódico do leito e margens e retirar resíduos depositados, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população
						2	2	12	
						1	1	3	
Alagamentos	1.2.3.0.0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas	Podem causar perdas parciais e totais de veículos, móveis e bens residenciais, produtos no comércio e na indústria, interrupção das atividades normais da comunidade, atrasos e paralizações nos transportes. Além da possibilidade de causarem doenças por veiculação hídrica, atração de vetores patogênicos	1	1	1	1	1	Pavimentação e nivelamento de ruas, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a recuperação e manutenção de sistemas existentes, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população
						1	1	1	
						1	1	1	
		Danos Humanos	Danos Materiais	Danos Ambientais					

Fonte: Autor (2016).

Quadro 5.3 – Formulário preenchido FMEA – Setor 11

										continua		
P	COBRADE	Causas	Efeitos	D	O	S	A	R	Medidas Mitigadoras			
Movimento de massa	1.1.3.0.0	Refere-se aos movimentos de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade, geralmente potencializado pela ação da água. São divididos em: quedas, tombamentos e rolamentos, deslizamentos, corridas de massa, subsidências e colapsos	Podem afetar diretamente infraestruturas de modo a causar até mesmo destruição total ou parcial de edificações dada as vulnerabilidades dos imóveis, além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. No tocante ao meio ambiente, ocasiona a degradação do relevo natural, podem afetar a flora e a fauna local, carreamento de sedimentos para coleções de águas	1	1	1	1	1	Remoção de casas localizadas em áreas de risco, aumento do controle urbano, promoção de obras de contenção adequadas de taludes, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além da recuperação e manutenção dos já existentes			
						1	1	1				
						1	1	1				
Inundações	1.2.1.0.0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície	Devido à ocupação irregular da planície de inundação, os danos podem afetar diretamente infraestruturas de modo a causar até mesmo destruição de edificações dada a vulnerabilidade dos imóveis, além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, doenças de veiculação hídrica e até mesmo devido a exposição a condições adversas, acidentes por animais peçonhentos, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. Com relação ao meio ambiente, pode levar ao assoreamento e/ ou contaminação de coleções de águas, podem afetar a flora e a fauna local	2	2	3	3	36	Remoção de casas localizadas na planície de inundação, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a manutenção e recuperação do sistema existente; aumentar as áreas verdes, delimitação de áreas de preservação permanente na Zona Urbana, promover obras de dragagem e desassoreamento periódico do leito e margens e retirar resíduos depositados, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população			
						3	3	36				
						2	1	8				

Fonte: Autor (2016).

Quadro 5.3 – Formulário preenchido FMEA – Setor 11

P	COBRADE	Causas	Efeitos	D	O	continuação			Medidas Mitigadoras
						S	A	R	
Enxurradas	1.2.2.0.0	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo	As enxurradas podem arrastar veículos, pessoas, animais e mobílias por vários quilômetros. A força das águas ainda pode provocar o rolamento de blocos de pedras, arrancar árvores, destruir edificações e causar corridas de massa. Além disso, podem causar ferimentos e perda de vida humana, doenças pelo contato com a água, como resfriado e infecções, perdas de objetos de valor sentimental, perda de patrimônio histórico ou cultural. Com relação ao meio ambiente, pode levar ao assoreamento e/ ou contaminação de coleções de águas, podem afetar flora e a fauna local	3	2	3	3	54	Construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a manutenção e recuperação do sistema existente; aumentar as áreas verdes, delimitação de áreas de preservação permanente na Zona Urbana, promover obras de dragagem e desassoreamento periódico do leito e margens e retirar resíduos depositados, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população
						3	3	54	
						2	1	12	
Alagamentos	1.2.3.0.0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas	Podem causar perdas parciais e totais de veículos, móveis e bens residenciais, produtos no comércio e na indústria, interrupção das atividades normais da comunidade, atrasos e paralizações nos transportes. Além da possibilidade de causarem doenças por veiculação hídrica, atração de vetores patogênicos	1	2	2	2	8	Pavimentação e nivelamento de ruas, construção de sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, além de promover a recuperação e manutenção de sistemas existentes, promover programas de educação ambiental e sensibilização da população
						2	2	8	
						2	1	4	
		Danos Humanos		Danos Materiais		Danos Ambientais			

Fonte: Autor (2016).

### 5.2.5 Hierarquização dos perigos e discussões

Após o resultado da avaliação de risco, foi realizada a hierarquização dos perigos, quanto aos riscos de danos humanos (RH), materiais (RM) e ambientais (RA), como pode ser observado na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1 – Perigos Hierarquizados**

<b>Perigos Hierarquizados - Setor 1</b>					
<b>Perigo</b>	<b>RH</b>	<b>Perigo</b>	<b>RM</b>	<b>Perigo</b>	<b>RA</b>
Inundação	16	Inundação	16	Inundação	8
Enxurrada	12	Enxurrada	12	Enxurrada	6
Alagamento	8	Alagamento	8	Alagamento	4
Movimento de Massa	1	Movimento de Massa	1	Movimento de Massa	1

<b>Perigos Hierarquizados - Setor 2</b>					
<b>Perigo</b>	<b>RH</b>	<b>Perigo</b>	<b>RM</b>	<b>Perigo</b>	<b>RA</b>
Enxurrada	3	Enxurrada	12	Enxurrada	3
Inundação	2	Inundação	4	Inundação	2
Alagamento/ Movimento de massa	1	Alagamento/ Movimento de massa	1	Alagamento/ Movimento de massa	1

<b>Perigos Hierarquizados - Setor 11</b>					
<b>Perigo</b>	<b>RH</b>	<b>Perigo</b>	<b>RM</b>	<b>Perigo</b>	<b>RA</b>
Enxurrada	54	Enxurrada	54	Enxurrada	12
Inundação	36	Inundação	36	Inundação	8
Alagamento	8	Alagamento	8	Alagamento	4
Movimento de Massa	1	Movimento de Massa	1	Movimento de Massa	1

Fonte: Autor (2016).

O movimento de massa foi analisado como o perigo que apresentou riscos mais baixos nas áreas analisadas, tendo em vista que os setores não apresentavam a maioria das condicionantes para o acontecimento de tal desastre, e nem tão pouco havia ocorrências nos últimos anos. Contudo, esse perigo foi estudado, devido à possibilidade de movimento de massa nas encostas do Riacho Bodocongó (Setor 11), assim como nas áreas próximas ao Açude de Bodocongó (Setor 1).

Os alagamentos não apresentaram riscos tão elevados, entretanto deve-se destacar sua ocorrência nos Setores 1 e 11 e a necessidade de planejamento de sistemas de drenagem

mais eficientes que diminuam a severidade e a abrangência, pois esse tipo de perigo, necessariamente, é de origem mista, em que não são apenas as características topográficas do ambiente, bem como a pluviosidade, que o originam, mas principalmente a falta de infraestrutura urbana, notadamente a ausência de sistemas de microdrenagem e macrodrenagem eficientes.

As enxurradas apresentaram os maiores valores de riscos em todas as esferas analisadas, em que foram encontrados riscos humanos (54), riscos materiais (54) e riscos ambientais (12), todos eles pertencentes ao Setor 11. Pode ser considerado o perigo que causaria maiores impactos sobre a Zona Leste da cidade de Campina Grande.

As inundações, comuns no Setor 1, apresentaram riscos maiores ao Setor 11, tendo em vista que a vulnerabilidade local é maior, e o número de pessoas em risco é consideravelmente elevado. Vale salientar que os riscos ambientais foram os mesmos nos dois setores, pois esse tipo de desastre causa impactos semelhantes sobre as coleções de água. Para o Setor 2, foi considerado o segundo principal perigo, porém com pouca expressão diante dos riscos encontrados.

#### **5.2.5.1 Discussões setoriais**

As inundações, historicamente, acometem a população ribeirinha do Açude Bodocongó, levando pessoas a ficarem desabrigadas, ou, até mesmo, terem seus imóveis comprometidos estruturalmente. Contudo, é necessário que a população compreenda que ela também é responsável por sua própria segurança e que não pode limitar-se a soluções governamentais, ressaltando, assim, a necessidade do uso de mecanismos que possam transformar os princípios da redução de desastres em atividades locais permanentes (UNISDR apud BRASIL, 2010).

As enxurradas acometem principalmente o Setor 11, de acordo com o “R” encontrado, o qual é marcado por vulnerabilidades estruturais, sociais e políticas. Dessa forma, os riscos capazes de causar danos humanos e materiais tiveram os maiores valores na análise hierárquica dos perigos, o que desperta a urgência na implementação de medidas mitigadoras associadas a esse tipo de desastre, como: construir sistemas de macrodrenagem e microdrenagem, aumentar as áreas verdes, delimitar áreas de preservação permanente, promover obras de dragagem e desassoreamento periódico do leito e margens do riacho e do açude, retirar resíduos depositados, realocar população que ocupa áreas irregulares e



vulneráveis, promover programas de educação ambiental e educação para a redução de desastres.

O Setor 2 apresentou riscos baixos comparados com os outros setores estudados, possuindo como principal perigo a enxurrada. Vale salientar que o resultado para o risco encontrado no trabalho entra em contradição com o documento apresentado pelo CPRM (2013) sobre o setor em análise, pois foi considerado com grau de risco alto diante de enxurradas. Contudo, é possível verificar que houve a generalização de um evento extremo, e que o canal não vem apresentando incidentes de extravasamento, com o passar dos anos.

## 6.0 CONCLUSÃO

Na caracterização dos desastres naturais que acometem a cidade de Campina Grande – PB, foi possível identificar os principais perigos, as causas, os efeitos e os riscos para cada área estudada. A avaliação de risco através da utilização do método FMEA se mostrou satisfatória, possibilitou identificar os maiores riscos e os principais perigos que afetam a Zona Oeste da cidade. Além disso, servirá como subsídio para a tomada de decisão sobre as medidas mitigadoras e de prevenção à serem tomadas pelos órgãos competentes.

É importante destacar, a necessidade de incorporação de dados sobre grupos vulneráveis nas áreas e distâncias de corporações/órgãos de resposta (Bombeiros, Defesa Civil), o que proporcionaria uma análise mais criteriosa sobre as condições dos setores. Inferindo, dessa maneira, sobre a utilização de novas técnicas ou métodos de avaliação de risco, que possam trazer resultados relevantes, rápidos, precisos e de baixo custo (CHEN, 2015 apud NASCIMENTO, 2015).

Na avaliação dos riscos, o Setor 11 que corresponde a Travessa Cecília Nunes de Oliveira apresentou maiores riscos, o que realça a necessidade do comprometimento do governo para implementação de medidas de mitigação e prevenção de desastres. O Setor 1, apresentou riscos maiores para inundação, contudo, há necessidade de realização de palestras com o intuito de sensibilizar a população sobre aspectos relativos ao meio ambiente e desastres e, posteriormente, a realização das medidas necessárias. Por fim, o Setor 2, apresentou menores riscos para os desastres abordados, apesar disso, existem trechos ao longo do canal, que se encontram avariados e necessitam de manutenção.

O levantamento dos registros históricos da Zona Oeste do município de Campina Grande despertou a necessidade do mapeamento de novas áreas de risco, para análise da vulnerabilidade e propensão a desastres naturais, como é o caso do Pedregal, que durante seis anos apresentou o maior número de ocorrências da Defesa Civil.

Dessa forma, entende-se que os desastres são resultantes das vulnerabilidades locais, e que possuem efeitos diversos sobre cada área analisada, já que cada setor apresenta diferentes condições sociais, políticas, econômicas, climáticas, geográficas e sanitárias; Necessitando de novos estudos, análises periódicas e de comprometimento nos registros do S2ID, bem como de uma capacitação dos agentes de Defesa Civil sobre análise de riscos e uso de banco de dados.

## REFERÊNCIAS

ALLEY, E. et al. **A Brief History of Civil Defence**. Disponível em: <  
<http://www.civildefenceassociation.org.uk/>> . Acesso em : 28 de agosto de 2016.

BRASIL. **Ministério da Integração Nacional. Manual de Gerenciamento de Desastres: Sistema de Comando em Operações**. Florianópolis, 2010.

BRASIL. Lei nº 6.208, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, 2012.

BRASIL. Decreto-Lei nº200, de 25 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. Brasília, 1967.

BRASIL. Decreto-Lei nº950, de 13 de outubro de 1969. Institui no Ministério do Interior o Fundo Especial para Calamidades Públicas (FUNCAP) e dá outras providências. Brasília, 1969.

BRASIL. Decreto nº 67.347, de 5 de outubro de 1970. Estabelece diretrizes e normas de ação para defesa permanente contra as calamidades públicas, cria Grupo Especial e dá outras providências. Brasília, 1970.

BRASIL. Instrução normativa nº, de 24 de agosto de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRASIL. Understanding Risk. Relatorias do Fórum Understang Risk Brasil. 2012

CARVALHO, A.P. et al. **Estudo da degradação ambiental no Açude de Bodocongó em Campina Grande – PB**. In: Engenharia Ambiental, Espírito Santo, 2009.

CASTRO, A.L C. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília, 2009.

CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES (CENAD). **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2013. Brasília, 2014.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Manual de Gerenciamento de Desastres: Sistema de Comando em Operações**. Florianópolis, 2010.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010**: volume Paraíba. Florianópolis, 2011.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Política Nacional de Defesa Civil**. Florianópolis, 2012.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Curso de Capacitação dos Gestores de Defesa Civil para uso do Sistema Integrado de Informações sobre desastre (S2ID)**. Florianópolis, 2012.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Capacitação básica em Defesa Civil**. Florianópolis, 2012.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Relatório de vulnerabilidade dos setores de risco – município de Itajaí**. Florianópolis, mai, 2014.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Inundação. 2016. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/inundacao/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2016.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Movimento de Massa. 2016. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/deslizamentos/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2016.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Enxurrada. 2016. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/enxurrada/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2016.

CHEN, J. et al. Open-pit mining geomorphic feature characterisation. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 42, p. 76-86, 2015.

CIVIL CONTINGENCIES SECRETARIAT. **Identifying people who are vulnerable in a crisis:** Guidance for Emergency Planners and Responders. 2008. Disponível em: < [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/61228/vulnerable\\_guidance.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61228/vulnerable_guidance.pdf)>. Acesso em: 10 de setembro de 2016.

CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE). 2012. Disponível em: < [http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f9cdf8bf-e31e-4902-984e-a859f54dae43&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f9cdf8bf-e31e-4902-984e-a859f54dae43&groupId=10157)>. Acesso em: 7 de agosto de 2016.

DEFESA CIVIL SANTA CATARINA. **Gestão de Risco.** 2012. Disponível em: < <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/gestao-de-risco-2013/gestao-de-risco-2013.html>>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

FERNANDES, M.C. et al. **O processo de ocupação por favelas e sua relação com os eventos de deslizamentos no maciço da Tijuca/RJ.** Rio de Janeiro, 1999.  
FRAGOSO, M.L.C. **Desastre, risco e vulnerabilidade socioambiental no território de Mata Sul de Pernambuco/Brasil.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

GUIMARÃES, P.L.F. **Indústria Sucroalcooleira – Análise de Risco Ambiental.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

RODRIGUES, D.M. et al. **Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial – FMEA :** Apostila e Tabelas Recomendadas para Severidade, Ocorrência e Detecção. São Leopoldo, 2010.

LICCO, E.A., DOWELL, S.F.M. **Alagamentos, Enchentes, Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança.** São Paulo, 2015.

MARTINS, J.A.L., LOURENÇO, L. **Os riscos em proteção civil:** importância da análise e gestão de riscos para a prevenção, o socorro e reabilitação. In: I Congresso Internacional de Riscos, Coimbra, 2009.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Política Nacional de Defesa Civil.** 2007. Disponível em: < [http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157)>. Acesso em : 10 de agosto de 2016.

MELO, A. V. **Análises de Risco Aplicadas a Barragens de Terra e Entrocamento: Estudo de Caso de Barragens da CEMIG GT:** Estudo de caso de Barragens da CEMIG GT. Belo Horizonte: Geotecnia e Transportes/UFMG, (Dissertação), 2014.

MIRANDA, A.C., TAMBELLINI, A, T. Uma ecologia política dos riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Trabalho, Educação e Saúde, Rio de Janeiro, jan, 2014.

MINISTERIO DEL INTERIOR. **El sistema nacional de protección civil**. 2013. Disponível em: < <http://www.proteccioncivil.org/sistema-proteccion-civil-espanol>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **História da Defesa Civil**. 2012. Disponível em:< <http://www.mi.gov.br/historico-sedec>>. Acesso em: 15 de setembro de 2016.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Organização**. 2012. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/guest/defesa-civil/sinpdec/organizacao>>. Acesso em: 04 de setembro de 2016.

NASCIMENTO, E. M. N. **Avaliação de risco de exploração e beneficiamento de quartzito em Várzea – PB**. Campina Grande: Ciência e Tecnologia Ambiental/UEPB, 2015.

PINHEIRO, R.L.P.V.K. **Aplicação de metodologia FMEA e FMECA para análise de risco**. Trabalho de Conclusão de Curso, João Monlevade, 2015.

PUBLIC SAFETY CANADA. **About disaster mitigation**. 2015. Disponível em: < <https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/dsstr-prvntn-mtgn/bt-dsstr-mtgn-eng.aspx>>. Acesso em: 21 de setembro de 2016.

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de Análise do Modo de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, (Dissertação Mestrado), 2001.

SERVIÇOS GEOLÓGICOS DO BRASIL (CPRM). **Relatório 1762-R4-14: Município de Campina Grande, PB – Lote 3**. São Paulo, out, 2014.

SERVIÇOS GEOLÓGICOS DO BRASIL (CPRM). **Setorização de Riscos Geológicos**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-4138.html>>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.

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

VIANA, D. B. **Avaliação de Riscos Ambientais em Áreas Contaminadas: uma proposta metodológica**. Rio de Janeiro: Eng. Em Planejamento Energético/UFRJ, (Dissertação), 2010.

VIANNA, L.F.V. **Metodologias de Análise de Risco Aplicadas em Planos de Ação de Emergência de Barragens**: Auxílio ao processo de tomada de decisão. Belo Horizonte: Geotecnia e Transportes/UFMG, (Dissertação), 2015.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES (S2ID). **Arquivo Digital**. Disponível em: <<http://150.162.127.14:8080/bdrd/bdrd.html>>. Acesso em: 30 de agosto de 2016.

## APÊNDICE



**APÊNDICE A – TABELAS DE ESCORES**

Classes de Severidade	CONSEQUÊNCIAS			
	Danos Humanos	Danos Materiais	Danos Ambientais	Situação
<b>1</b>	Pessoas indiretamente afetadas devido transtornos gerados por eventos adversos	Danos a infraestrutura domiciliar, comercial, industrial ou pública, de maneira a provocar avarias simples	Degradação da água, solo ou ar, de maneira que a recuperação da área pode ser realizada pelo próprio ambiente	Danos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos e, por estes motivos, são mais facilmente suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições, a situação de normalidade é facilmente reestabelecida com os recursos existentes e disponíveis na área (município) afetada e sem necessidade de grandes mobilizações
<b>2</b>	Pessoas desalojadas, desabrigadas ou agravos a saúde agudos sem seqüela	Danos a infraestrutura domiciliar, comercial, industrial ou pública, de maneira a provocar comprometimento parcial da estrutura	Degradação da água, solo ou ar, de maneira que a recuperação da área deve ser realizada através de intervenção humana	Danos causados são importantes, e os prejuízos pouco vultosos e, por estes motivos são suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições, a situação de normalidade é reestabelecida através de recursos existentes e disponíveis no município afetado e/ou complementados com o aporte de recursos estaduais e federais
<b>3</b>	Pessoas desaparecidas, agravos a saúde crônicos ou com seqüela, ou casos de óbito	Danos a infraestrutura domiciliar, comercial, industrial ou pública, de maneira a provocar comprometimento total da estrutura ou total e parcial em patrimônio histórico ou cultural	Degradação da água, solo ou ar, de maneira que o dano seja irreversível	Danos causados são importantes, e os prejuízos vultuosos e, por estes motivos não são superáveis e suportáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições a situação de normalidade é restabelecida através de recursos que dependem da mobilização e da ação coordenada das três esferas do Sistema Nacional de Defesa Civil e em alguns casos de ajuda internacional

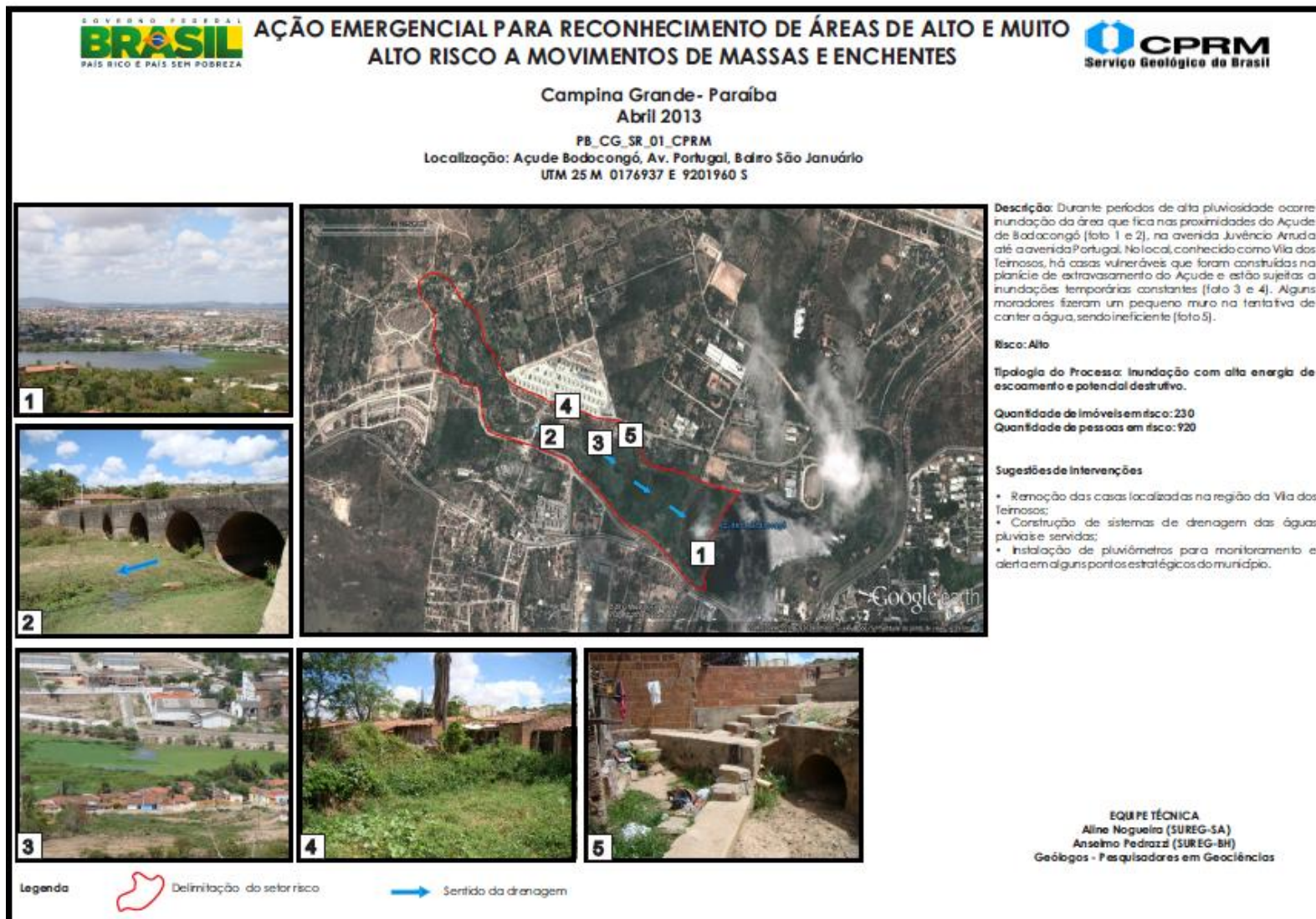
<b>Classes de Ocorrências</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>1</b>	Com ocorrências raras
<b>2</b>	Ocorre semestralmente ou anualmente
<b>3</b>	Desastre mensalmente ou trimestralmente recorrente

<b>Classes de Detecção</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>1</b>	De fácil detecção ou previsão, como por exemplo, desastres cíclicos ou sazonais aqueles que ocorrem periodicamente e guardam relação com as estações do ano e os fenômenos associados
<b>2</b>	De detecção média, pois são desastres graduais ou de evolução crônica, que evoluem através de etapas de agravamento progressivo
<b>3</b>	De difícil detecção, são caracterizados por desastres esporádicos aqueles que ocorrem raramente, em eventos extremos, com possibilidade limitada de previsão

Classes de Abrangência	CONSEQUÊNCIAS		
	Danos Humanos	Danos Materiais	Danos Ambientais
<b>1</b>	Nenhuma pessoa afetada diretamente	Nenhuma infraestrutura domiciliar, comercial, industrial ou pública afetada diretamente	Poluição ou contaminação do ar, da água ou do solo ao ambiente recuperável ou mitigável em curto prazo (menor que um ano) e/ou com impactos locais
<b>2</b>	De um a nove mortos ou até 99 pessoas afetadas diretamente	De uma a nove infraestruturas domiciliar, comercial, industrial ou pública danificadas ou destruídas	Poluição ou contaminação do ar, da água ou do solo ao ambiente recuperável ou mitigável em médio prazo (entre um e cinco anos) e/ou com impactos a nível municipal Destruição de até 40% de parques, áreas de proteção ambiental e áreas de preservação permanente nacionais, estaduais ou municipais
<b>3</b>	De dez ou mais mortos ou cem ou mais pessoas afetadas diretamente	Dez ou mais infraestruturas domiciliar, comercial, industrial ou pública danificadas ou destruídas	Poluição ou contaminação do ar, da água ou do solo ao ambiente recuperável ou mitigável em longo prazo (maior que cinco anos) e/ou com impactos regionais Destruição de mais de 40% de parques, áreas de proteção ambiental e áreas de preservação permanente nacionais, estaduais ou municipais

## **ANEXOS**

## ANEXO A – SETOR 1





## ANEXO B – SETOR 2



## ANEXO C – SETOR 11

