

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ALEXANDRE JOSÉ ALVES SILVA

**ANÁLISES DOS RISCOS DE DESASTRES NATURAIS EM ARACAJU:
PROPOSIÇÕES DE SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA MITIGA-LOS**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2017

ALEXANDRE JOSÉ ALVES SILVA

**ANÁLISES DOS RISCOS DE DESASTRES NATURAIS EM ARACAJU:
PROPOSIÇÃO DAS SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA MITIGA-LOS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof. Me. Luiz Alberto Cardoso dos Santos

ARACAJU

2017

Silva, Alexandre José Alves.

S586a Análise dos riscos de desastres naturais em Aracaju: proposição das soluções de engenharia para mitiga-los / Alexandre José Alves Silva. – Aracaju, 2017. 123 f.

Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS. Coordenação do Curso de Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Luiz Alberto Cardoso dos Santos.

1. Alagamento 2. Escorregamento de massa 3. Gestão de riscos 4 . Desastre natural I. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS II. Santos, Luiz Alberto Cardoso dos Santos. III. Título.

CDU 627.512

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS ARACAJU**

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 66

**ANÁLISES DOS RISCOS DE DESASTRES NATURAIS EM ARACAJU:
PROPOSIÇÃO DAS SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA MITIGA-LOS**

ALEXANDRE JOSÉ ALVES SILVA

Esta monografia foi apresentada às 15h30min do dia 03 de julho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Engº. Gilfran Marceliocopete Santos
Mateus
(COMPDEC - Aracaju)

Profª. Ma. Emiliana de Souza Resende
Guedes
(IFS – Campus Aracaju)

Prof. Me. Luiz Alberto Cardoso dos
Santos (IFS – Campus Aracaju)
Orientador

Profª. Ma. Belaniza Gaspar Santos
Neta
(IFS – Campus Estância)

Profº. Me. Rodolfo Santos da Conceição
Coordenador(a) da COEC

À minha mãe Veroncia Alves, minha irmã Elaine Alves, minha esposa Alessandra Alves, meus filhos Ana Clara Alves e João Arthur Alves que, com muito carinho e apoio, me incentivaram para que eu finalizasse mais esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, o Senhor de todas as coisas pelas dádivas e bênçãos que se renovam a cada dia em nossas vidas.

Aos meus familiares, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao Instituto Federal de Sergipe, seu corpo docente e à COEC que oportunizaram o conhecimento na área da Engenharia Civil, eivados de transparência e ética.

Ao meu Professor e Orientador, Luiz Alberto, pelo apoio, disponibilidade e colaboração, que indubitavelmente, foram primordiais na elaboração e no êxito do presente estudo.

E a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para minha formação.

Meus sinceros agradecimentos.

“Hoje é essencial que todos conheçam os perigos, calculáveis ou não, que ameaçam o ser humano. Sejam eles naturais ou provocados pela ação do homem, os desafios ao combate dos riscos demandam grande atenção da sociedade”

(Yvette Veyret, francesa, professora de Geografia)

RESUMO

SILVA, Alexandre J. Alves. **Análise dos riscos de desastres naturais em Aracaju: proposições de soluções de engenharia para mitiga-los.** 123 páginas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2017.

Os desastres naturais têm se tornado cada vez mais frequentes com consequências igualmente severas em nosso país. Como Aracaju está inserida nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar proposições de engenharia para mitigar os principais desastres naturais na cidade advindos das precipitações hídricas. A revisão da literatura apresenta conteúdos sobre gestão de riscos de desastres, centradas à aplicação na capital aracajuana. As principais temáticas pesquisadas foram: contexto internacional e nacional, principais conceitos, classificação brasileira de desastres, resiliência das cidades, atuação municipal em gestão de riscos, ameaças naturais relacionadas ao incremento das chuvas. Discorreu-se também dos registros históricos de desastres, bem como da catalogação das áreas de riscos elaborados por órgãos oficiais. A pesquisa reafirma a necessidade e relevância dos estudos de possibilidades de desastres naturais em Aracaju, tanto pelos registros de ocorrências como pela carência de estudos recentes na área. Seguindo a atual tendência de intervenções recomendada pela literatura, foram feitas proposições de intervenção estruturantes para escorregamento de massa, inundações e alagamentos para o município que foram pautadas nas peculiaridades de cada situação.

Palavras-chave: Desastres Naturais. Gestão de Riscos. Escorregamento de massa. Inundações. Alagamentos.

ABSTRACT

SILVA, Alexandre J. Alves. **Análise dos riscos de desastres naturais em Aracaju: proposições de soluções de engenharia para mitiga-los.** 123 páginas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2017.

Natural disasters have become increasingly frequent with equally severe consequences in our country. As Aracaju is inserted in this context, the present work had as objective to present engineering propositions to mitigate the main natural disasters in the city coming from the water precipitations. The literature review presents contents on disaster risk management, focused on the application in Aracaju. The main themes researched were: International and national context, main concepts, Brazilian classification of disasters, city resilience, municipal action in risk management, natural threats related to the increase of rainfall. There was also talk of historical records of disasters, as well as the cataloging of risk areas prepared by official bodies. The research reaffirms the need and relevance of studies of possibilities of natural disasters in Aracaju, both for the records of occurrences and the lack of recent studies in the area. Following the current trend of interventions recommended by the literature, proposals were made for structuring intervention for mass slipping, inundation and floods for the city that were based on the peculiarities of each situation.

Keywords: Natural disasters. Risk management. Slippage of mass. Inundation. Floods.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Quadros

Quadro 1 – Competências dos entes federativos.....	27
Quadro 2 – Conceitos das ações de Proteção e Defesa Civil.....	29
Quadro 3 – 10 passos essenciais para a construção de cidades mais resilientes a desastres.....	38
Quadro 4 – Prejuízos econômicos causados por desastres	41
Quadro 5 – Tipos de Desastres em Aracaju	59
Quadro 6 – Períodos de ocorrência de desastres em Aracaju.....	60
Quadro 7 – Tipos de muro de arrimo	97

Lista de Figuras

Figura 1 – Metro de Londres sendo usado como abrigo durante a 2ª Guerra, 1940.	22
Figura 2 – Abertura da III Conferência Mundial das Nações Unidas sobre a Redução do Risco de Desastres, 2015	24
Figura 3 – A evolução da Gestão de Risco – do foco nos desastres ao foco na gestão no risco	25
Figura 4 – Gestão integrada em Proteção e Defesa Civil	29
Figura 5 – Desastre é resultado de um evento adverso que ocorre sobre um cenário vulnerável.....	31
Figura 6 – Relação entre a resiliência e a capacidade de aprendizado e adaptação de uma sociedade.....	33
Figura 7 – Relação entre risco, elementos vulneráveis e áreas com ameaça	33
Figura 8 – Relação entre resiliência e gestão de riscos de desastres.....	35
Figura 9 – Áreas de contribuição para a resiliência.....	36
Figura 10 – Representação esquemática dos 10 Passos Para Resiliência	37
Figura 11 – Porcentagem de Ocorrências de desastres naturais por tipo de desastres	39
Figura 12 – Número de mortes por tipos de desastres	40
Figura 13 – Prejuízos econômicos por tipos de desastres	40
Figura 14 – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID.....	42
Figura 15 – Cartão de Pagamento de Proteção e Defesa Civil.....	43
Figura 16 – Questões relevantes para estruturação de um plano de contingência...	47

Figura 17 – Principais tipos de movimentos de massa	49
Figura 18 – Simbologia Brasileira de Desastres – SEDEC/MI	51
Figura 19 – Ilustração de Inundação	51
Figura 20 – Simbologia Brasileira de Desastres – SEDEC/MI	52
Figura 21 – Ilustração de Enxurrada	53
Figura 22 – Simbologia Brasileira de Desastres – SEDEC/MI	53
Figura 23 – Mapa Geomofológico de Aracaju.....	56
Figura 24 – Mapa de Geologia de Aracaju.....	57
Figura 25 – Isoetas Totais Médias – 1977 a 2006.....	57
Figura 26 – Tabuleiros Dissecados inserido no Grupo Barreiras.....	58
Figura 27 – Ocorrências no período de 01/01/1980 a 23/04/2017	59
Figura 28 – Setor 1.....	61
Figura 29 – a) Processos erosivos - Ravinamento b) Árvore inclinada com raízes expostas.....	62
Figura 30 – a) Árvore inclinada com raízes expostas b) Ravinamento obstruído por lixo e entulhos	62
Figura 31 – Proximidade da edificação a borda do talude	62
Figura 32 – Setor 2.....	63
Figura 33 – a) Casas situadas no topo e base do talude b) Exposição de talude a processos erosivos	63
Figura 34 – Despejo de águas servidas na encosta.....	64
Figura 35 – Desabamento pontual do muro de uma escola.....	64
Figura 36 – Setor 3.....	65
Figura 37 – a) Lateral de uma obra de contenção sem intervenção b) Local onde houve deslizamento, atingindo duas residências e ferindo uma pessoa.....	65
Figura 38 – Residências na base do talude	65
Figura 39 – a) Ausência de drenagem pluvial b) Presença de lixo na base e no topo do talude	66
Figura 40 – Ausência de drenagem pluvial e presença de lixo na base e no topo do talude	66
Figura 41 – Rua E á base da encosta	67
Figura 42 – a)Corte realizado na base do talude b) Corte realizado no topo do talude	67
Figura 43 – Bairro Soledade/ Loteamento Senhor do Bom Fim/Av. Principal	68
Figura 44 – Residência com rachadura.....	68
Figura 45 – a) Despejo direto de lixo e águas servidas no solo b) Esgoto in natura no Rio do Sal.....	68
Figura 46 – Rua Curitiba - Bairro: Industrial	69

Figura 47 – Encosta convexa com povoação bem consolidada.....	70
Figura 48 – a) Proximidade das casas em relação à base e ao topo do talude b) Presença de árvores inclinadas	70
Figura 49 – Bairro Industrial/ Rua Manoel Preto e Travessa Belas Artes	71
Figura 50 – a e b) Conjunto de casas construídas próximas à base do talude	71
Figura 51 – Cicatrizes de escorregamento, ainda que cobertas pela vegetação	71
Figura 52 – a) Despejo direto de águas servidas no talude b) Muro de uma emissora de TV.....	72
Figura 53 – Rua Manoel Preto - Bairro: Santo Antônio	72
Figura 54 – a) Linhas de drenagem, intensificando a erosão linear b) Moradias no caminho preferencial da drenagem	73
Figura 55 – a) Ocupação desordenada a base do talude b) Insurgência de água na base do talude	73
Figura 56 – Bairro Porto Dantas/ Condomínio Jaime Norberto da Silva	74
Figura 57 – a e b) Processos erosivos	74
Figura 58 – a) Caixa D'água e casa de gás b) Valeta escavada sem impermeabilização	74
Figura 59 – Rua D- Bairro: Porto Dantas	75
Figura 60 – a) Processos erosivos com linhas preferenciais de drenagem; b) Base do talude – Rua D	75
Figura 61 – a) Encosta com mais de 8m de altura com sedimentos frágeis na base e mais resistentes no topo; b) Bloco de arenito com possibilidade de rolar e atingir residências.	76
Figura 62 – Bairro Cidade Nova/ Loteamento Alto da Jaqueira	77
Figura 63 – a) Conjunto de casa instaladas em talude com declividade variada; b) Cicatriz de escorregamento coberta pela vegetação	77
Figura 64 – a) Indícios de escorregamento de massa a partir das rachaduras e trincas; b) Risco de deslizamento.....	77
Figura 65 – Pequeno deslizamento atingindo via de acesso às residências.....	78
Figura 66 – Rua D- Bairro: Cidade Nova, Lot. Caçula.....	78
Figura 67 – a) Encosta convexa; b) Rua D, base da encosta	79
Figura 68 – a) Moradias próximas à base do talude; b) Diferente composição de material sedimentar e ausência de drenagem.....	79
Figura 69 – Possibilidade de alcance dos sedimentos das residências à jusante a encosta.....	79
Figura 70 – Bairro Jabotiana/ Condomínio Palmeiras Verdes.....	80
Figura 71 – a e b) sulcos e ravinamentos de grande porte	80
Figura 72 – Deslizamento associado a processo erosivo	81

Figura 73 – a) Valeta de proteção não impermeabilizada; b) Via de acesso não pavimentado, recebendo material remobilizado	81
Figura 74 – Rua do Morro/Gasoduto da Petrobrás- Bairro: Santa Maria	82
Figura 75 – a) Ocupação irregular com baixo padrão construtivo; b) Forte processo erosivo.....	82
Figura 76 – a) Casas localizadas na linha preferencial de drenagem; b) Casas localizadas a base do talude	82
Figura 77 – Bairro Santa Maria/ Rua Contorno 1	83
Figura 78 – a e b) Casas edificadas próximas à base do talude.....	83
Figura 79 – a) Talude com altura considerável; b) Área de atingimento do material sedimentar.....	84
Figura 80 – Bairro Jabutiana, São Conrado, Inácio Barbosa e Farolândia	85
Figura 81 – a) Área inundável resultante da cheia gradual do Rio Poxim; b) Retirada de vegetação de manguezal e aterro	85
Figura 82 – a e b) Casas de baixo padrão construtivo localizadas as margens do rio	85
Figura 83 – Casas de baixo padrão construtivo localizadas as margens do rio	86
Figura 84 – Bairros Porto Dantas, Cidade Nova e Bugio	87
Figura 85 – a) Planície do Rio do Sal sujeita a inundação; b) Margem direita do Rio do Sal (Aracaju), modificada por aterros	87
Figura 86 – Em alguns pontos do rio preservados, dando espaço para atividade de maricultura e atividade pesqueira.....	87
Figura 87 – a) Comunidade instalada na mesma cota do rio; b) Ocupação de baixo nível construtivo ocupando a planície de inundação	88
Figura 88 – Locação dos pontos de deslizamentos no Google My Maps	90
Figura 89 – Locação dos pontos de alagamentos no Google My Maps.....	93
Figura 90 – Locação dos pontos de inundação (Rio Poxim) no Google My Maps	94
Figura 91 – Locação dos pontos de inundação (Rio do Sal) no Google My Maps	94
Figura 92 – Locação dos pontos de inundação (Canal Santa Maria) no Google My Maps	95
Figura 93 – Imagem de um muro de pedra seca.....	98
Figura 94 – Imagem de um muro de pedra argamassada	98
Figura 95 – Imagem de um muro de gabião.....	98
Figura 96 – Imagem de um muro de concreto armado	98
Figura 97 – Imagem de um muro de pneus.....	98
Figura 98 – Imagem de obra contenção realizada com uso de atirantamentos	99
Figura 99 – Encosta da Av. Desembargador Maynard no Bairro América em 2009.....	99
Figura 100 – Encosta da Av. Desembargador Maynard no Bairro América após a obra de contenção em 2012.....	100

Figura 101 – Alagamento na Av. Euclides Figueiredo.....	100
Figura 102 – Alagamento na Av. Hermes Fontes.....	100
Figura 103 – Ilustração esquemática dos conceitos reservação e canalização.....	102
Figura 104 – Bacias de percolação	103
Figura 105 – Adaptado pavimento poroso Parque Ibirapuera, São Paulo, 1996	104
Figura 106 – Pavimentos porosos – exemplos e corte típico	104
Figura 107 – Bacia de retenção na cidade de Lagord, região de Poitou-Charentes, França	105
Figura 108 – Bacia de detenção em Santiago, Chile.	105
Figura 109 – Efeito do Reservatório.....	108
Figura 110 – Efeito do Reservatório	108
Figura 111 – Impacto da construção do dique	109
Figura 112 – Níveis operacionais de uma barragem.....	110
Figura 113 – Dique - Drenagem da bacia lateral.....	110
Figura 114 – Modificações no rio.	111
Figura 115 – Barragem do Rio Poxim Mirim	112
Figura 116 – Canal Santa Maria – Prainha	113
Figura 117 – Canal Santa Maria – Av. Alexandro Alcino.....	113

LISTA DE SIGLAS

CADRI	Iniciativa para Fortalecimento de Capacidades para Redução de Riscos de Desastres
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CNM	Confederação Nacional de Municípios
COBRADE	Classificação Brasileira de Desastres
COMPDEC	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
COP1	Primeira Conferência sobre Mudanças Climáticas
CPDC	Cartão de Pagamento de Defesa Civil
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRED	Centro Belga de Pesquisas de Epidemiologia em Desastres
DESO	Companhia de Saneamento de Sergipe
DIRDN	Década Internacional para a Redução dos Desastres Naturais
EIRD	Estratégia Internacional para Redução de Desastres
EMURB	Empresa Municipal de Obras e Urbanização
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FPA	Frente Polar Atlântico
GRID	Grupo de Gestão de Risco de Desastres
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IN	Instrução Normativa
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
OCHA	Escritório da ONU de Coordenação de Assuntos Humanitários
ONU	Organização das Nações Unidas

OPAS/OMS	Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde
PLACON	Plano de Contingência
PMRR	Planos Municipais de Redução de Riscos
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPA	Plano Plurianual
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SEA	Sistema Equatorial Amazônico
SEDEC/MI	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
UNISDR	Secretariado da Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	JUSTIFICATIVA E SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA	19
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
1.3	OBJETIVOS.....	20
1.3.1	Geral.....	20
1.3.2	Específicos	20
2	GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES	21
2.1	CONTEXTO GERAL.....	21
2.2	CONTEXTO NACIONAL.....	26
2.3	PRINCIPAIS CONCEITOS	28
2.4	CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES – COBRADE	34
2.5	RESILIÊNCIA NO CONTEXTO DE GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES	34
2.6	DESASTRES EM NÚMEROS.....	38
2.7	ATUAÇÃO MUNICIPAL EM GESTÃO DE RISCOS	41
2.7.1	Ações de gestão de risco no planejamento municipal	43
2.7.2	Identificar e mapear as áreas de risco de desastres	45
2.7.3	Elaboração de plano de contingência.....	46
2.8	AMEAÇAS NATURAIS RELACIONADAS ÀS PRECIPITAÇÕES HÍDRICAS... ..	48
2.8.1	Movimento de Massa.....	48
2.8.2	Inundações	51
2.8.3	Enxurradas	52
3	METODOLOGIA	54
4	ÁREA DE ESTUDO	55
4.1	CARACTERÍSTICAS DA CIDADE DE ARACAJU	55
4.1.1	O Clima.....	55
4.1.2	Condição Geológica	56
5	DESASTRES EM ARACAJU	59
5.1	SÉRIE HISTÓRICA.....	59
5.2	ÁREAS DE RISCOS CATALOGADOS EM ARACAJU.....	60
5.2.1	Áreas de Riscos - CPRM.....	60
5.2.2	Áreas de Riscos – PLACON da Defesa Civil Aracaju.....	88
6	DISCUSSÃO E PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS MITIGADORAS	96
6.1	PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS PARA OS RISCOS DE ESCORREGAMENTO DE MASSA/DESLIZAMENTOS.....	96

6.2	PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS PARA OS RISCOS DE ALAGAMENTOS .	100
6.3	PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS PARA OS RISCOS DE INUNDAÇÕES.....	105
7	CONCLUSÕES	114
	REFERÊNCIAS	115
	ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES – COBRADE	119

1 INTRODUÇÃO

Os Desastres Naturais no Brasil, que desde longas datas vem atingindo-o, tem se tornado cada vez mais presente no cotidiano das populações. Tem-se constatado um aumento considerável não apenas na frequência e na intensidade, mas também nos impactos gerados, causando danos e prejuízos cada vez mais severos.

A urbanização brasileira ocorreu de forma acelerada e desigual. A oportunidade de viver com qualidade nas cidades não está disposta da mesma forma para todos, o que leva grande parte das pessoas menos favorecidas a ocupar áreas impróprias para a moradia, que oferecem, por sua vez, riscos à vida, especialmente nas encostas e margens de rios. Como consequência, temos uma grande parte da população vulnerável à ocorrência de acidentes envolvendo danos materiais e vítimas fatais.

1.1 JUSTIFICATIVA E SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

Os principais fenômenos relacionados a desastres naturais no Brasil são os deslizamentos de encostas e as inundações, que estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, repetindo-se a cada período chuvoso mais severo. Apesar das inundações serem os processos que produzem as maiores perdas econômicas e os impactos mais significativos na saúde pública, são os deslizamentos que geram o maior número de perda de vidas humanas.

Assim, enumeram-se os eventos decorrentes de desastres naturais que ocorrem anualmente por todo o país, a exemplo das inundações de Alagoas e Pernambuco em 2010, Santa Catarina em 2011 e das chuvas torrenciais ocorridas na região serrana do Rio de Janeiro no início de 2011, bem como as fortes chuvas em janeiro de 2012 nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo e em fevereiro de 2012 no Acre.

Os fenômenos citados justificam a concepção deste estudo que é realizar uma análise dos riscos de desastres naturais em Aracaju com proposições de soluções de engenharia para mitigá-los.

Além de responder ao seguinte questionamento: **Há intervenções de engenharia capazes de mitigar os efeitos danosos oriundos do incremento das**

precipitações hídricas na capital de Aracaju, mais especificamente nas áreas identificadas como sendo de risco?

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho compreende sete capítulos, incluindo esta introdução, no segundo capítulo discorre-se sobre gestão de riscos de desastres, ameaças naturais relacionadas às precipitações hídricas. No seguinte explica-se a metodologia com a qual se realizou uma extensa pesquisa bibliográfica, no quarto capítulo descreve-se as características de Aracaju, foco do estudo. Já o quinto capítulo foi intitulado de “Desastres em Aracaju”, nele relata-se sobre a série histórica de registros oficiais de desastres na capital sergipana, além da apresentação das áreas de riscos. No sexto fez-se as discussões e as proposições de estruturas mitigadoras de desastres, finalizando com as conclusões.

1.3 OBJETIVOS

Segundo Vergara (2005, p. 25), “Se o problema é uma questão a investigar, o objetivo é um resultado a alcançar. O objetivo final, se alcançado dá resposta aos problemas”.

1.3.1 Geral

Apresentar possíveis intervenções de engenharia para mitigar os principais desastres naturais em Aracaju, advindos de precipitações hídricas.

1.3.2 Específicos

Identificar os principais desastres naturais em Aracaju, advindos de precipitações hídricas.

Diagnosticar as vulnerabilidades das áreas de riscos quanto a eventos adversos e desastres naturais em Aracaju.

2 GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES

De acordo com o Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD/ONU, 2009), a gestão de risco de desastres caracteriza-se pelo conjunto de decisões administrativas, de organização e de conhecimentos operacionais desenvolvidos por sociedades e comunidades para estabelecer políticas, estratégias e fortalecer suas capacidades e resiliência a fim de reduzir os impactos de ameaças e, conseqüentemente, a ocorrência de possíveis desastres. Em outras palavras, a gestão de riscos consiste na adoção de medidas para reduzir os danos e prejuízos ocasionados por desastres, antes que estes ocorram.

O gerenciamento de desastres, por outro lado, contempla a organização e gestão de recursos e responsabilidades para o manejo de emergências quando o desastre se concretiza. Essa etapa, também denominada como gestão de emergências ou gestão de desastres, inclui planos, estruturas e acordos que permitem coordenar os esforços do governo, de entidades voluntárias e privadas para responder as necessidades associadas às emergências (EIRD/ONU, 2009).

2.1 CONTEXTO GERAL

Conforme registrado no Módulo de formação noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos (BRASIL, 2017a), a década de 1940 marcou o surgimento das instituições de proteção e defesa civil pelo mundo em razão da 2ª Grande Guerra (Figura 1), que aos poucos foram incorporando atribuições. O processo de gestão de risco, entretanto, é hoje considerado muito mais amplo, sendo função não apenas das próprias instituições de proteção e defesa civil, mas da gestão pública em geral, e sempre com a participação de toda a sociedade.

Figura 1 – Metrô de Londres sendo usado como abrigo durante a 2ª Guerra, 1940



Fonte: Wikipedia, 2017

Assim, se até a década de 1970, as instituições dedicavam-se quase exclusivamente a responder e a reduzir os efeitos do desastre. O processo de gestão de risco começou a evoluir quando, na década seguinte, percebeu-se, primeiro, que o investimento em ações de preparação poderia reduzir os impactos de desastres e, depois, que alguns deles poderiam ser evitados com ações de prevenção.

Marcando a transição do foco nos desastres para o foco no risco, as ações de prevenção, preparação e resposta dominou as discussões internacionais durante toda a década de 1990.

A Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu, já em 1987, um importante marco no histórico da gestão de risco internacional, ao definir a Década Internacional para a Redução dos Desastres Naturais (DIRDN) para o período de 1990 a 1999. Durante esse período, o compromisso de seus Estados-Membros, eram de prestar especial atenção ao fomento da cooperação internacional no âmbito da redução de desastres.

O Brasil já participava dessas discussões, marcando presença, por exemplo, na Reunião de Países Latino-americanos sobre a Década Internacional para a Redução dos Desastres Naturais, realizada na Guatemala em setembro de 1991.

Em maio de 1994, ocorreu na cidade de Yokohama, Japão, a primeira Conferência Mundial sobre a Redução de Desastres Naturais, promovida pelas Nações Unidas.

Em 1997 foi criado o Projeto Esfera com o objetivo de elaborar um conjunto de normas mínimas universais para as ações de resposta humanitária. O grupo reuniu organizações não governamentais, o Movimento Internacional da Cruz Vermelha e a Meia-Lua Vermelha, todos interessados em melhorar a qualidade das respostas humanitárias em situações de desastre ou de conflito.

Hoje o grupo é responsável pela edição da **Carta Humanitária e Normas Mínimas de Resposta Humanitária em Situações de Desastre** que apresenta normas mínimas em cinco setores fundamentais: abastecimento de água e saneamento; nutrição; ajuda alimentar; abrigo; e planejamento de locais de alojamento e cuidados médicos.

Já no final da década de 1990, as Nações Unidas estabeleceram a Estratégia Internacional para Redução de Desastres, por meio da qual foram organizadas diversas reuniões e promovidos importantes acordos internacionais.

Destes, destaca-se a II Conferência Mundial sobre a Redução de Desastres e a III Conferência Mundial das Nações Unidas sobre a Redução do Risco de Desastres. A II Conferência foi realizada em Kobe (Japão) em 2005, ano que coincidiu com o terremoto e tsunami no Sudeste Asiático. Como resultado do encontro estabeleceu-se o **Quadro de Ação de Hyogo**¹, cujas prioridades de ação alinhavam-se aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM. Já a III Conferência Mundial das Nações Unidas sobre a Redução do Risco de Desastres (figura 2), realizada em 2015 também no Japão, resultou na aprovação, pelos Estados-Membros das Nações Unidas, do atual **Quadro de Sendai**².

¹ Quadro de Ação de Hyogo: Teve como objetivo aumentar a resiliência das nações e comunidades diante dos desastres, visando para 2015 a redução considerável de perdas ocasionadas por desastres, de vidas humanas, bens sociais, econômicos e ambientais.

² Marco de Sendai: Tem o objetivo de reduzir substancialmente nos riscos de desastres e nas perdas de perdas de vidas humanas, meios de subsistência e saúde, bem como de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais, e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países no período de 2015-2030.

Figura 2 – Abertura da III Conferência Mundial das Nações Unidas sobre a Redução do Risco de Desastres, 2015



Fonte: SEDEC/MI, 2015

Percebe-se, nessa breve revisão do contexto geral, o importante papel exercido pelas Nações Unidas ao incentivar que os governos nacionais ampliem sua atuação na gestão de riscos. Ao longo dos anos, percebe-se também a evolução da terminologia utilizada. Se na década de 1990 a expressão “desastres naturais” era amplamente aplicada, vê-se uma propensão ao seu desuso a partir da década 2000 e posteriormente a incorporação do termo “risco” junto ao “desastre”. Pequenos detalhes, mas de significativa representação da tendência internacional que considera, a partir da perspectiva da construção social do risco, que se é o ser humano – e não a natureza– que o produz, ele próprio assume responsabilidade por evitá-lo.

Pode-se afirmar, portanto, que atualmente o contexto internacional da Gestão de Risco está estruturado a partir de um foco de gestão sistêmica. Ou seja, quando se traça uma linha do tempo, como se observa na figura 3, percebe-se que as ações de proteção e defesa civil iniciaram-se com foco em resposta e ao longo dos anos e décadas foram incorporando elementos de prevenção igualmente importantes, saindo do foco nos desastres, para o foco nos riscos.

Figura 3 – A evolução da Gestão de Risco – do foco nos desastres ao foco na gestão no risco



Fonte: SEDEC/MI e PNUD, 2014

Nessa visão de gestão sistêmica trabalha-se com a articulação de diferentes áreas do conhecimento, profissionais e sociedade. De forma direta, exerce forte representação internacional a Estratégia Internacional da ONU para Redução de Desastres – ISDR, na sigla em inglês. Fazem parte do Sistema ISDR: o Secretariado da Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres – UNISDR³, na sigla em inglês; o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD⁴; o Escritório da ONU de Coordenação de Assuntos Humanitários – OCHA, na sigla em inglês; e a iniciativa para fortalecimento de capacidades para redução de riscos de desastres –CADRI, em inglês.

O PNUD é a agência da ONU com mandato voltado à promoção do desenvolvimento humano sustentável e – considerando a estreita relação entre desenvolvimento e gestão de riscos de desastres – o PNUD coopera com diferentes países na realização de projetos voltados à redução de riscos de desastres e construção de resiliência. No Brasil, o PNUD vem atuando em parceria com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC/MI em ações voltadas ao fortalecimento da cultura de gestão de riscos de desastres no país.

³ UNISDR: Criada em 1999, em Genebra na Suíça através da resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas para servir como ponto focal das Nações Unidas para a coordenação da redução de desastres.

⁴ PNUD: Trabalha em aproximadamente 170 países e territórios, contribuindo com a erradicação da pobreza e a redução de desigualdades e da exclusão social.

Além disso, outras agências das Nações Unidas também discutem questões que implicam sobremaneira na gestão de risco. Associada a questões de saúde, por exemplo, está a Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde –OPAS/OMS; a questões de infância e educação a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO e o Fundo das Nações Unidas para a Infância – UNICEF; a questões de agricultura a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO; a questões de reconstrução a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL; e as questões ambientais o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, dentre outras.

2.2 CONTEXTO NACIONAL

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC é o marco doutrinário da proteção e defesa civil no Brasil, estabelecida pela lei federal 12.608, expresso pelas diretrizes e objetivos instituídos na política e que devem ser seguidos por todos os membros do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC. Norteia os programas, planos e projetos que tratam da temática e define as competências dos entes federados.

A PNPDEC deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável, dando indicações fundamentais das principais políticas que se relacionam com a **Gestão de Riscos**.

Estabelece ainda uma abordagem sistêmica para a gestão de risco, dentro das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Como abordagem sistêmica deve-se considerar que as ações possuem relação entre si, e jamais ocorrem de maneira isolada. Ou seja, mesmo em momentos de recuperação, por exemplo, a perspectiva da prevenção deve estar presente. É a isto que se refere o Marco de Sendai quando menciona a máxima “Reconstruir Melhor que Antes”.

A Lei 12.608/12 não define hierarquia nem estrutura mínima para esses órgãos, de maneira que Estados e Municípios possuem autonomia para definir como organizam sua área de proteção e defesa civil dentro da administração pública local. Assim, há locais em que esses órgãos se constituem em secretarias específicas, e

outros em que se integram à estrutura de outras secretarias ou ao gabinete do prefeito, por exemplo. Independente da forma, Estados e Municípios devem responder pelas competências definidas em lei.

A PNPDEC (Quadro 1) apresenta em seus artigos 6º, 7º, 8º, e 9º as competências da união, estados e municípios, as quais são organizadas sob o ponto de vista sistêmico no quadro a seguir.

Quadro 1 – Competências dos entes federativos

Ações/competências	União	Estado	Município
Sobre a Política Nacional de Proteção e defesa civil	Expedir normas para implementação e execução	Executar em âmbito territorial	Executar em âmbito local
Sobre o sistema Nacional de proteção e defesa civil	Coordenar em articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios;	Coordenar em articulação com a União e os Municípios;	Coordenar no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;
Sobre o Plano de Proteção e Defesa civil	Instituir em seu âmbito	Instituir em seu âmbito	Incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal
Sobre o Sistema de Informações de desastres	Instituir e manter. Fornecer dados e informações	Fornecer dados e informações	Informar ocorrências Fornecer dados e informações
Sobre áreas de risco	Apoiar mapeamento Estabelecer de segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em áreas de risco	Identificar e mapear Estabelecer segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em áreas de risco	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e mapear • Manter a população informada sobre áreas de risco • Elaborar plano de contingência • Realizar simulados • Promover a fiscalização • Vedar novas ocupações • Vistoriar • Quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação • Estabelecer segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em áreas de risco
Sobre a situação de emergência ou estado de calamidade pública	Instituir e manter sistema para declaração. Estabelecer critérios e condições Reconhecer	Apoiar a União, quando solicitado, no Reconhecimento. Declarar, quando for o caso,	<ul style="list-style-type: none"> • Declarar • Organizar e administrar abrigos provisórios • Promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre • Prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres • Avaliar danos e prejuízos
Sobre o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico	Realizar em articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios Instituir e manter cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis	Realizar monitoramento em articulação com a União e os Municípios;	<ul style="list-style-type: none"> • Manter a população informada sobre a ocorrência de eventos extremos

Ações/competências	União	Estado	Município
Sobre a promoção de Estudos e Capacitação	Oferecer capacitação Incentivar a instalação de centros de ensino e pesquisa Promover estudos Fomentar Pesquisa Apoiar comunidade docente no desenvolvimento de material	Oferecer capacitação	Oferecer capacitação Mobilizar e capacitar os radioamadores
Sobre a cultura nacional de prevenção de desastres	Desenvolver Estimular comportamentos preventivos	Desenvolver Estimular Comportamentos preventivos	Desenvolver Estimular comportamentos preventivos

Fonte: Elaboração SEDEC/MI, 2017.

Há ainda a Lei 12.340/10 para dispor sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios, no que diz respeito à execução de ações de prevenção em áreas de risco, e de resposta e recuperação em áreas atingidas por desastres.

2.3 PRINCIPAIS CONCEITOS

Os conceitos sobre o tema abordado são inúmeros e organizados por diversas instituições, tanto nacionais quanto internacionais. Não há, entretanto, unidade de interpretação e as divergências conceituais ainda estão presentes, tanto no meio acadêmico, quanto na legislação e nos órgãos de gestão, pela adoção de diferentes correntes. Trata-se de um processo natural de construção do conhecimento, principalmente quando se considera que a gestão de risco é uma área ainda recente na prática e tanto mais na ciência.

Sobretudo destaca-se que a busca por um marco conceitual bem definido auxilia diretamente os processos de gestão, pois permitem a realização de análises comparativas e de evolução, favorecendo, portanto, ações de planejamento. Assim, quando se fala em estatísticas de desastres e históricos de ocorrência, por exemplo, esses dados ainda tendem a sofrer distorções pela falta de unidade nacional e internacional na interpretação e denominação dos desastres. O mesmo pode ocorrer nas análises de risco, quando conceitos de vulnerabilidade, ameaça e risco não estão bem definidos.

No entanto, não é o objetivo deste trabalho abordar o debate teórico e conceitual de maneira aprofundada, mas sim o de delimitar um campo mínimo de conhecimento.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) estabelece que a proteção e defesa civil em todo o território nacional abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. O conjunto dessas ações é um processo contínuo, integrado, permanente e interdependente, configurando uma gestão integrada em proteção e defesa civil. Há várias formas de representar esse processo, conforme demonstrado na figura 4 a seguir:

Figura 4 – Gestão integrada em Proteção e Defesa Civil



Fonte: SEDEC/MI, 2017

Será utilizado, portanto, a conceituação das ações de proteção e defesa civil (Quadro 2), para então tratar com mais atenção os demais conceitos essenciais para o entendimento da temática abordada:

Quadro 2 – Conceitos das ações de Proteção e Defesa Civil

PREVENÇÃO	Medidas e atividades prioritárias, anteriores à ocorrência do desastre, destinadas a evitar ou reduzir a instalação de novos riscos de desastre.
MITIGAÇÃO	Medidas e atividades imediatamente adotadas para reduzir ou evitar as consequências do risco de desastre.
PREPARAÇÃO	Medidas e atividades, anteriores à ocorrência do desastre, destinadas a otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas decorrentes do desastre.
RESPOSTA	Medidas emergenciais, realizadas durante ou após o desastre, que visam ao socorro e à assistência da população atingida e ao retorno dos serviços essenciais.
RECUPERAÇÃO	Medidas desenvolvidas após o desastre para retornar à situação de normalidade, que abrangem a reconstrução de infraestrutura danificada ou destruída, e a reabilitação do meio ambiente e da economia, visando ao bem-estar social.

Fonte: SEDEC/MI, 2017

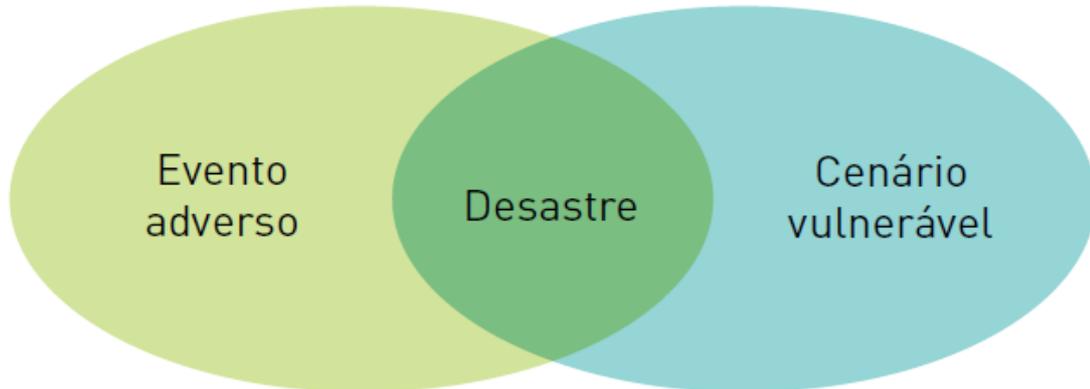
➤ **Ameaça:** Fenômeno natural, tecnológico ou de origem antrópica, com potencial de causar danos humanos, materiais e ambientais e perdas socioeconômicas públicas ou privadas. Pode ser um evento físico ou fenômeno de origem natural, assim como de origem tecnológica ou resultante das atividades humanas, que pode causar doenças ou agravos, óbitos, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação ambiental. As ameaças de origem natural envolvem os seguintes eventos: hidrológicos (inundações bruscas e graduais); climatológicos (estiagem e seca, granizo, geada, eventos de temperatura extrema e incêndios florestais); meteorológicos (ciclones tropicais e extratropicais, tornados, tempestades de raios, de neve e de areia); geofísico/geológico (terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, erosões e deslizamentos de terras e rochas); biológico (processos de origem orgânica ou transportados por vetores biológicos, incluindo a exposição a micro-organismos patógenos, toxinas e substâncias bioativas, resultando em infestações, pragas ou epidemias). As ameaças de origem tecnológica ou resultante das atividades humanas envolvem eventos como rompimentos de barragens; acidentes nos processos de extração, transporte, produção e armazenamento de produtos industriais; degradação ambiental. As ameaças podem ser individuais, combinadas ou sequenciais em sua origem e efeitos. Cada uma delas se caracteriza por sua localização, magnitude ou intensidade, frequência e probabilidade. (FIOCRUZ, 2017)

➤ **Assistência às vítimas:** ações imediatas destinadas a garantir condições de incolumidade e cidadania aos atingidos, incluindo o fornecimento de água potável, a provisão e meios de preparação de alimentos, o suprimento de material de abrigo, de vestuário, de limpeza e de higiene pessoal, a instalação de lavanderias, banheiros, o apoio logístico às equipes empenhadas no desenvolvimento dessas ações, a atenção integral à saúde, ao manejo de mortos, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (Decreto 7.257/10)

➤ **Dano:** resultado das perdas humanas, materiais ou ambientais infligidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um desastre. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016)

➤ **Desastre:** resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto a ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (BRASIL, 2017) (Figura 5).

Figura 5 – Desastre é resultado de um evento adverso que ocorre sobre um cenário vulnerável



Fonte: Capacitação em Gestão de Risco, UFRS, 2016.

➤ **Estado de calamidade pública:** situação anormal, provocada por desastre, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento substancial da capacidade de resposta do poder público do ente federativo atingido. (BRASIL, 2017)

➤ **Gestão do risco de desastres:** compreende o planejamento, a coordenação e a execução de ações e medidas preventivas destinadas a reduzir os riscos de desastres e evitar a instalação de novos riscos. (BRASIL, 2017)

➤ **Mitigação:** Medidas e atividades imediatamente adotadas para reduzir ou evitar as consequências do risco de desastre. (BRASIL, 2017)

➤ **Prejuízo:** medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial de um determinado bem, em circunstâncias de desastre (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016)

➤ **Preparação:** Medidas e atividades, anteriores à ocorrência do desastre, destinadas a otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas de correntes do desastre. (BRASIL, 2017)

➤ **Prevenção:** Medidas e atividades prioritárias, anteriores à ocorrência do desastre, destinadas a evitar ou reduzir a instalação de novos riscos de desastre. (BRASIL, 2017)

➤ **Reconstrução:** ações de caráter definitivo destinadas a restabelecer o cenário destruído pelo desastre, como a reconstrução ou recuperação de unidades

habitacionais, infraestrutura pública, sistema de abastecimento de água, açudes, pequenas barragens, estradas vicinais, prédios públicos e comunitários, cursos d'água, contenção de encostas, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (Decreto 7.257/10).

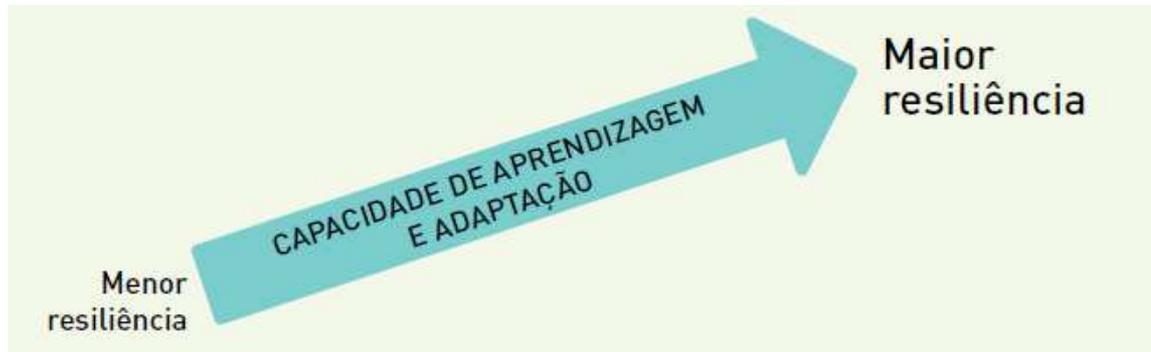
➤ **Recuperação:** medidas desenvolvidas após o desastre para retornar à situação de normalidade, que abrangem a reconstrução de infraestrutura danificada ou destruída e a reabilitação do meio ambiente e da economia, visando ao bem-estar social. (BRAISIL, 2017)

➤ **Recursos:** conjunto de bens materiais, humanos, institucionais e financeiros utilizáveis em caso de desastre e necessários para o restabelecimento da normalidade. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016)

➤ **Redução dos Riscos de Desastres – RRD:** marco conceitual de elementos que têm a função de minimizar vulnerabilidades e riscos em uma sociedade, para evitar (prevenção) ou limitar (mitigação e preparação) o impacto adverso de ameaças, dentro do amplo conceito de desenvolvimento sustentável. De acordo como Eird, o marco conceitual referente à redução de risco de desastres se compõe dos seguintes campos de ações: 1) avaliação de riscos, incluindo análise de vulnerabilidade, assim como análises e monitoramento de ameaças/perigos; 2) conscientização para modificar o comportamento; 3) desenvolvimento do conhecimento, incluindo informação, educação, capacitação e investigação; 4) compromisso político e estruturas institucionais, incluindo informação, política, legislação e ação comunitária; 5) aplicação de medidas incluindo gestão ambiental, práticas para o desenvolvimento social e econômico, medidas físicas e tecnológicas, ordenamento territorial e urbano, proteção de serviços básicos e formação de redes e alianças; 6) sistemas de detecção e alerta precoce, incluindo prognóstico, predição, difusão de alertas, medidas de preparação e capacidades de enfrentamento. (FIOCRUZ, 2017)

➤ **Resiliência:** A resiliência é a capacidade de uma cidade, comunidade ou sistema de suportar, adaptar-se ou se recuperar rapidamente de um desastre, mantendo ou retomando suas funções. Quanto maior for a resiliência de uma cidade, comunidade ou sistema, maior será a sua capacidade de reduzir ou se recuperar das perdas e danos causados pela ocorrência de desastres e voltar a funcionar e operar normalmente após um evento adverso (Figura 6). (FIOCRUZ, 2017)

Figura 6 – Relação entre a resiliência e a capacidade de aprendizado e adaptação de uma sociedade



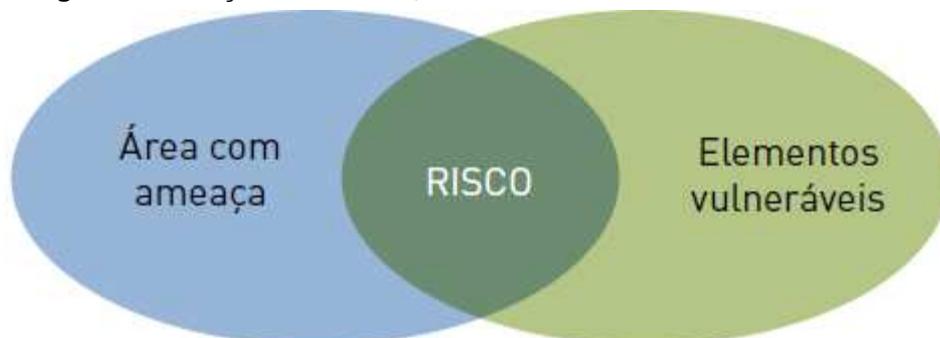
Fonte: Capacitação em Gestão de Risco, UFRS, 2016.

➤ **Resposta:** medidas emergenciais, realizadas durante ou após o desastre, que visam ao socorro e à assistência da população atingida e ao retorno dos serviços essenciais. (BRAISIL, 2017)

➤ **Restabelecimento de serviços essenciais:** ações de caráter emergencial destinadas ao restabelecimento das condições de segurança e habitabilidade da área atingida pelo desastre, incluindo a desmontagem de edificações e de obras-de-arte com estruturas comprometidas, o suprimento e distribuição de energia elétrica, água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem das águas pluviais, transporte coletivo, trafegabilidade, comunicações, abastecimento de água potável e desobstrução e remoção de escombros, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (Decreto 7.257/10)

➤ **Risco de desastre:** potencial de ocorrência de ameaça de desastre em um cenário sócio econômico e ambiental vulnerável (Figura 7). (BRAISIL, 2017)

Figura 7 – Relação entre risco, elementos vulneráveis e áreas com ameaça



Fonte: Capacitação em Gestão de Risco, UFRS, 2016.

➤ **Situação de emergência:** situação anormal, provocada por desastres, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento parcial da

capacidade de resposta do poder público do ente federativo atingido. (BRAISIL, 2017)

➤ **Socorro:** ações imediatas de resposta aos desastres com o objetivo de socorrer a população atingida, incluindo a busca e salvamento, os primeiros-socorros, o atendimento pré-hospitalar e o atendimento médico e cirúrgico de urgência, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (Decreto 7.257/10)

➤ **Vulnerabilidade:** exposição socioeconômica ou ambiental de cenário sujeito à ameaça natural, tecnológica ou de origem antrópica. (BRAISIL, 2017)

2.4 CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES – COBRADE

Em 20 de dezembro de 2016, o Ministro da Integração Nacional Helder Zabluth Barbalho editou a Instrução Normativa Nº 02 a qual 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.

O Art. 13 da referida Instrução Normativa – IN, diz que o Ministério da Integração Nacional através da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil adotará a classificação dos desastres constante da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), conforme o estabelecido no Anexo V da própria IN. **Anexo A** deste trabalho.

2.5 RESILIÊNCIA NO CONTEXTO DE GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES

Diferentes iniciativas internacionais têm advogado pelo aumento da resiliência como caminho para a redução de risco de desastres. Os estados membros da Organização das Nações Unidas, por exemplo, se comprometeram em adotar o Marco de Ação de Hyogo como instrumento balizador das iniciativas para redução do risco de desastres. O Marco indica quais são os aspectos e atividades que devem ser implementados para que comunidades e nações tornem-se mais resistentes às ameaças que põem em risco os benefícios do seu desenvolvimento e para enfrentá-las da melhor forma.

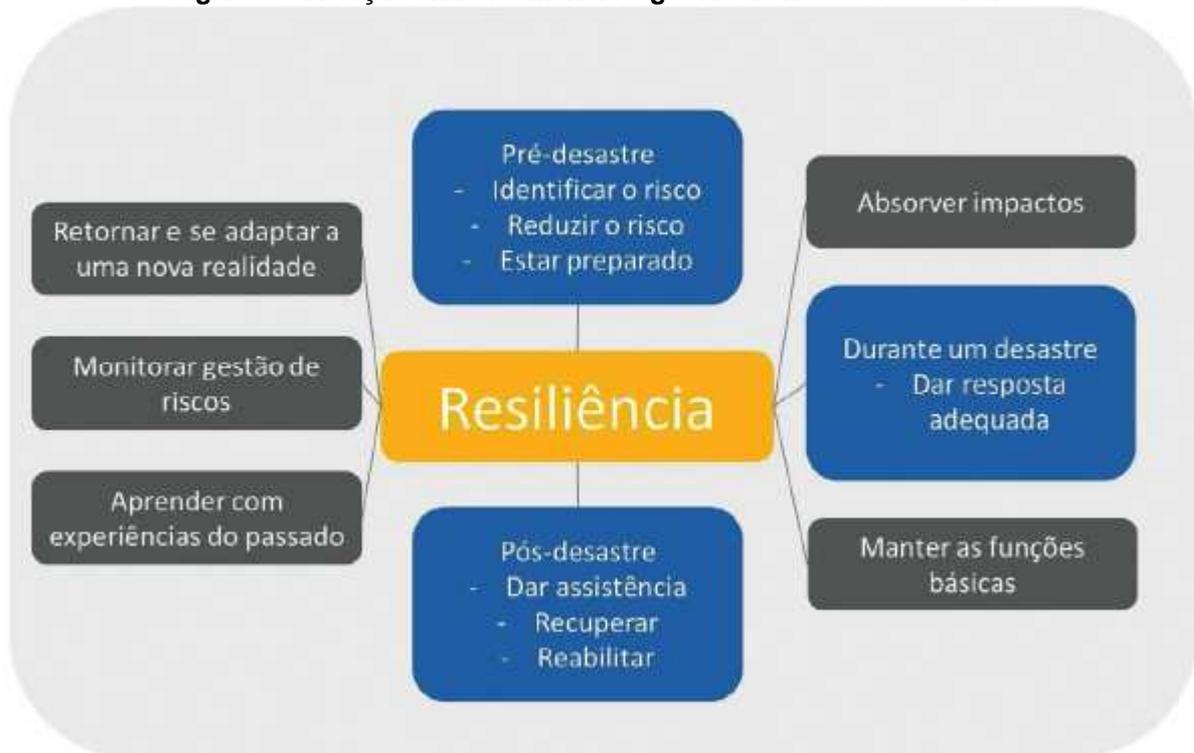
O Marco de Ação de Hyogo teve abrangência entre os anos de 2005 e 2014 e para o período de 2015 a 2030 está sendo adotado o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres.

O Marco de Sendai representa uma oportunidade dos estados reiterarem seu compromisso com a redução do risco e com o aumento da resiliência a desastres.

Conforme consta no Preâmbulo do documento, trata-se de “um tema a ser abordado com renovado senso de urgência no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e integrado em políticas, planos, programas e orçamentos de todos os níveis e considerado dentro dos quadros relevantes”.

A resiliência integra e complementa a gestão de risco de desastres (Figura 8):

Figura 8 – Relação entre resiliência e gestão de riscos de desastres



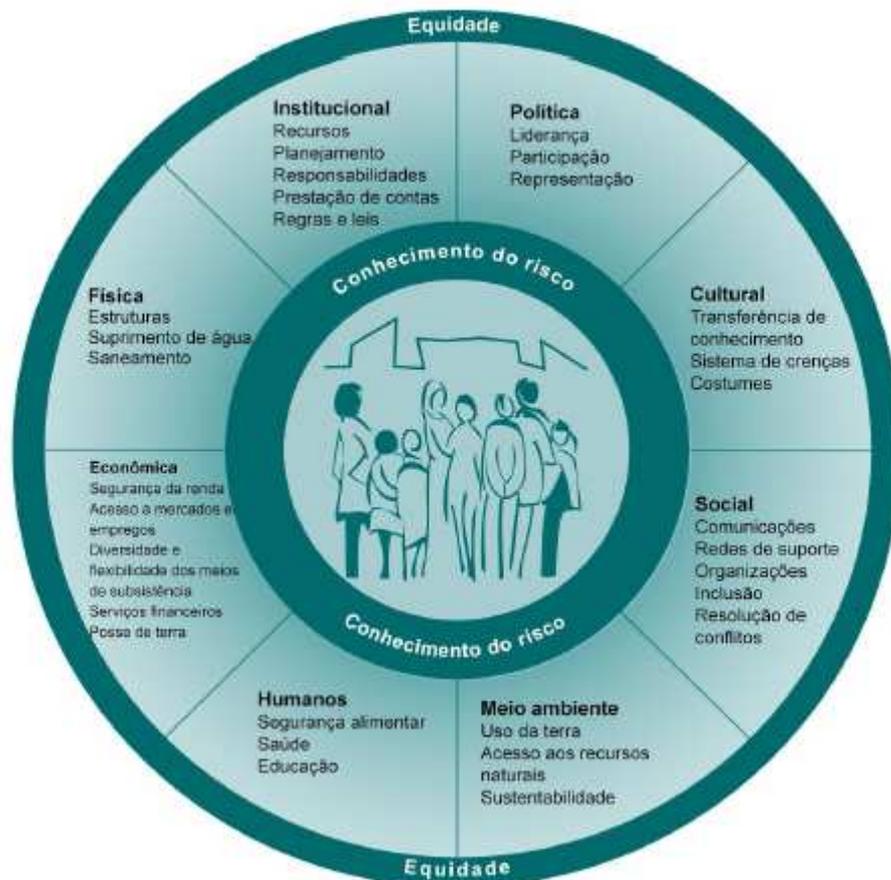
Fonte: Capacitação em Gestão de Risco, UFRS, 2016.

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), do Ministério da Integração Nacional, lançou no Brasil a Campanha Construindo Cidades Resilientes, da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD) e da Organização das Nações Unidas (ONU). A ação visa “aumentar o grau de consciência e compromisso em torno das práticas de desenvolvimento sustentável, como forma de diminuir as vulnerabilidades e propiciar o bem-estar e segurança dos cidadãos”.

A gestão de risco de desastres configura-se, desta maneira, uma parte importante para as cidades resilientes. Entende-se que o planejamento urbano e a gestão de risco sejam complementares e devam ser integrados.

Os desastres podem atingir qualquer cidade, mas suas intensidades podem ser maiores ou menores em função da maneira como autoridades lidam com as vulnerabilidades criadas pelo crescimento desordenado, pela rápida urbanização e pela degradação ambiental. A figura 9 mostra os fatores que interferem na resiliência:

Figura 9 – Áreas de contribuição para a resiliência



Fonte: adaptado de Turnbull et al. (2013).

Uma sociedade resiliente entende seus riscos e desenvolve um forte trabalho de educação com base nas ameaças e vulnerabilidades a que seus cidadãos estão expostos.

Uma cidade que é resiliente realiza investimentos necessários em redução de riscos e é capaz de se organizar antes, durante e depois de um desastre. Além disso, o oferecimento de serviços plenos à população, a preservação do meio ambiente e a incorporação da participação pública na gestão do território dão

condições para que as cidades possam conviver com os riscos de desastres, superá-los e reconstruírem-se de forma mais rápida e eficiente.

A partir da experiência com a implementação do Marco de Hyogo, o Marco de Sendai identifica a necessidade de focar em quatro áreas prioritárias para redução de risco de desastres e construção da resiliência:

1. compreensão do risco de desastres;
2. fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres;
3. investimento na redução do risco para resiliência;
4. melhoria na preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de Reconstruir Melhor em recuperação, reabilitação e reconstrução.

O guia para gestores públicos locais determina que os 10 Passos para a construção de cidades mais resilientes contem com a participação de todos os públicos de interesse para incluí-los nas atividades de desenvolvimento da cidade (UNISDR, 2012). Esses 10 Passos estão sistematizados na Figura 10, os quais estão descritos no Quadro 3.

Figura 10 – Representação esquemática dos 10 Passos Para Resiliência



Fonte: Grupo de Gestão de Risco de Desastres – GRID/UFRGS.

Quadro 3 – 10 passos essenciais para a construção de cidades mais resilientes a desastres

1. Coloque em prática ações de organização e coordenação para compreender e aplicar ferramentas de redução de riscos de desastres, com base na participação de grupos de cidadãos e da sociedade civil. Construa alianças locais. Assegure que todos os departamentos compreendam o seu papel na redução de risco de desastres e preparação.
2. Atribua um orçamento para a redução de riscos de desastres e forneça incentivos para proprietários em áreas de risco, famílias de baixa renda, comunidades, empresas e setor público para investir na redução dos riscos que enfrentam.
3. Mantenha os dados sobre os riscos e vulnerabilidades atualizados. Prepare as avaliações de risco e utilize-as como base para planos de desenvolvimento urbano e tomadas de decisão. Certifique-se de que esta informação e os planos para a resiliência da sua cidade estejam prontamente disponíveis ao público e totalmente discutido com eles.
4. Invista e mantenha uma infraestrutura para redução de risco, com enfoque estrutural, como, por exemplo, obras de drenagens para evitar inundações; e, conforme necessário, invista em ações de adaptação às mudanças climáticas.
5. Avalie a segurança de todas as escolas e centros de saúde e atualize tais avaliações conforme necessário.
6. Aplique e imponha regulamentos realistas, compatíveis com o risco de construção e princípios de planejamento do uso do solo. Identifique áreas seguras para cidadãos de baixa renda e desenvolva a urbanização dos assentamentos informais, sempre que possível.
7. Certifique-se de que programas de educação e treinamento sobre a redução de riscos de desastres estejam em vigor nas escolas e comunidades.
8. Proteja os ecossistemas e barreiras naturais para mitigar inundações, tempestades e outros perigos a que sua cidade seja vulnerável. Adapte-se à mudança climática por meio da construção de boas práticas de redução de risco.
9. Instale sistemas de alerta e alarme, e capacidades de gestão de emergências em seu município, e realize regularmente exercícios públicos de preparação.
10. Após qualquer desastre, assegure que as necessidades dos sobreviventes estejam no centro da reconstrução, por meio do apoio direto e por suas organizações comunitárias, de modo a projetar e ajudar a implementar ações de resposta e recuperação, incluindo a reconstrução de casas e de meios de subsistência.

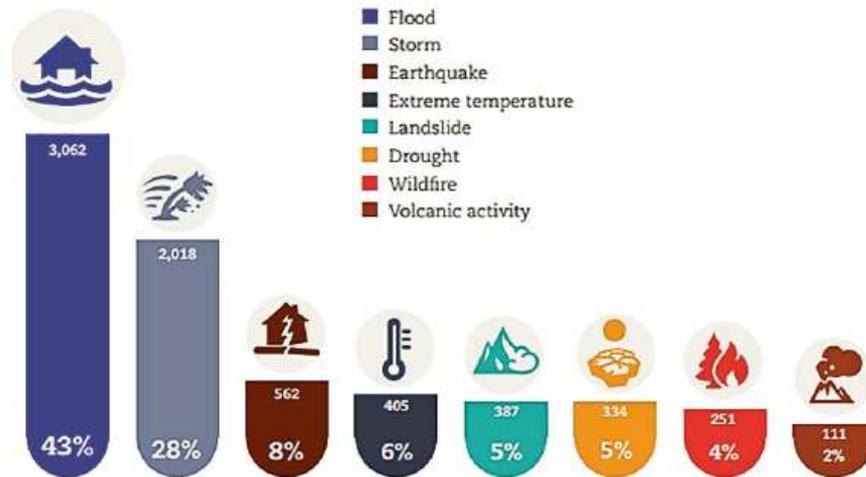
Fonte: UNISDR (2012).

2.6 DESASTRES EM NÚMEROS

As Nações Unidas, por meio do seu Escritório para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR), publicou em novembro de 2015 o seu relatório “*The Human Cost of Weather Related Disasters*”, o qual aponta que, das grandes catástrofes ocorridas pelo mundo no período de 1995 a 2015, 90% delas tiveram como causa

inundações, tempestades, ondas de calor, secas ou outros eventos relacionados às questões climáticas (Figura 11).

Figura 11 – Porcentagem de Ocorrências de desastres naturais por tipo de desastres



Fonte: The Human Cost of Weather-Related Disasters 1995-2015

Esse relatório, elaborado em parceria entre a UNISDR e o Centro Belga de Pesquisas de Epidemiologia em Desastres (CRED), mostra ainda que, desde a primeira Conferência sobre Mudanças Climáticas (COP1), em 1995, 606 mil vidas foram perdidas e 4,1 bilhões de pessoas foram feridas, desabrigadas ou necessitaram de assistência de emergência como resultado desses desastres.

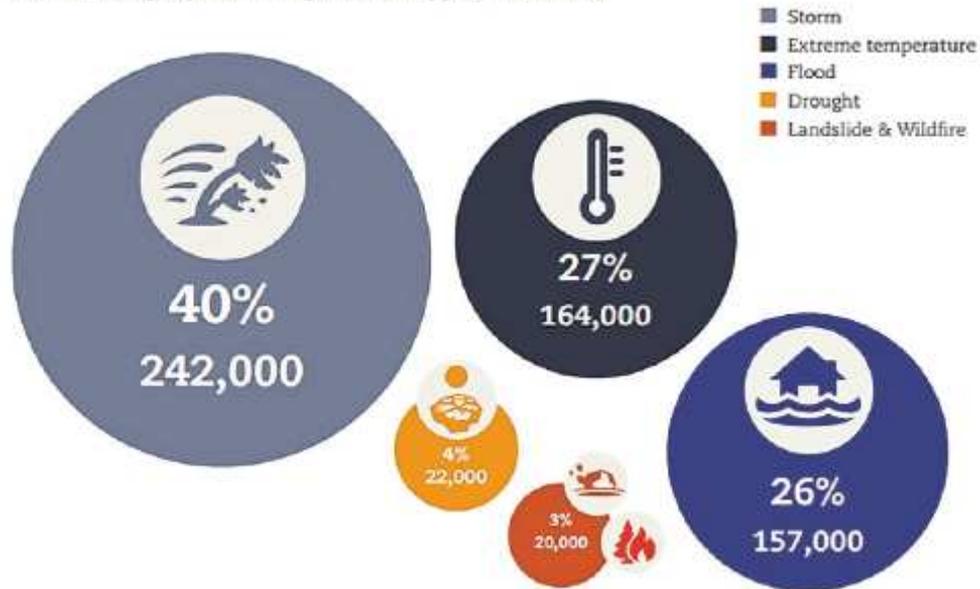
O Brasil está entre os 10 países com maior número absoluto de afetados por desastres nos últimos 20 anos (1995-2015), segundo notícia da ONU⁵. Nessas duas décadas, 51 milhões de brasileiros foram impactados por catástrofes, sendo que, no mesmo período, Estados Unidos, China, Índia, Filipinas e Indonésia aparecem como os cinco países com maior número de desastres relacionados ao clima.

O mesmo relatório traz em seu bojo a informação de que, no período de 20 anos, 2,3 bilhões de pessoas foram afetadas por inundações, 1,1 bilhão pela seca, 660 milhões por tempestades, 94 milhões por temperatura extrema e 8 milhões por escorregamentos e incêndios florestais.

No lado mais triste desta constatação, traz os números de mortos por esses eventos, sendo 242 mil mortes por tempestades, 164 mil em virtude de temperaturas extremas, 157 mil devido a inundações e alagamentos, 22 mil por secas e 20 mil por incêndios florestais e escorregamentos (Figura 12).

⁵ <https://nacoesunidas.org/onu-brasil-esta-entre-os-10-paises-com-maior-numero-de-afetados-por-desastres-nos-ultimos-20-anos/>

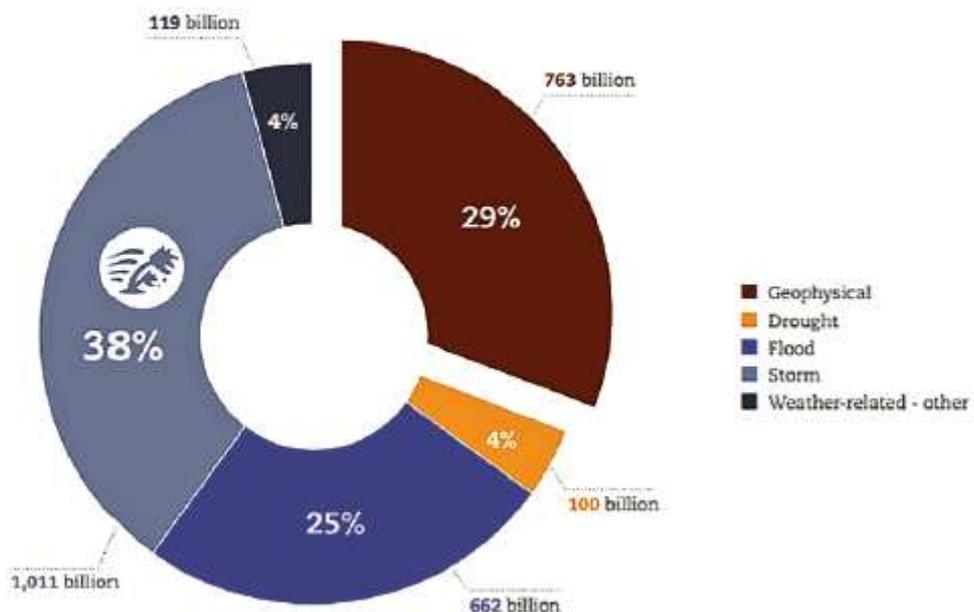
Figura 12 – Número de mortes por tipos de desastres (1995 – 2015)



Fonte: *The Human Cost of Weather-Related Disasters (1995-2015)*

Outro dado muito importante são as perdas econômicas associadas aos desastres climáticos. As Américas respondem por 46% dos prejuízos registrados, seguidas pela Ásia, Europa, Oceania e África, que juntas totalizam 1,891 trilhão de dólares (Figura 13).

Figura 13 – Prejuízos econômicos por tipos de desastres (1995 – 2015) – em US\$



Fonte: *The Human Cost of Weather-Related Disasters (1995-2015)*

Segundo consta no estudo técnico da Confederação Nacional de Municípios (CNM), os prejuízos causados pela seca e pelas chuvas ultrapassaram os R\$ 173,5 bilhões no período de 2012 a 2015.

Importante também é o Quadro 4 preparado neste mesmo estudo técnico, que mostra os prejuízos por ano e por região do país:

Quadro 4 – Prejuízos econômicos causados por desastres (2012 – 2015)

ANO	2012	2013	2014	2015
Centro-Oeste	8.127.500,00	570.833.745,98	1.039.380.416,41	44.998.455,05
Nordeste	513.708.761,74	40.781.016.477,29	50.230.962.590,61	14.170.903.448,01
Norte	1.900.798,00	1.556.720.728,08	1.259.320.106,04	1.936.473.050,96
Sudeste	106.620.554,65	27.033.235.938,00	24.590.914.187,56	3.444.241.590,33
Sul	78.184.800,00	1.635.856.053,92	3.454.989.793,75	1.069.955.948,02
TOTAL	708.542.414,39	71.577.662.943,27	80.575.567.094,37	20.666.572.492,37

Fonte: Estudo Técnico da CNM – Prejuízos causados por desastres naturais, 2016

2.7 ATUAÇÃO MUNICIPAL EM GESTÃO DE RISCOS

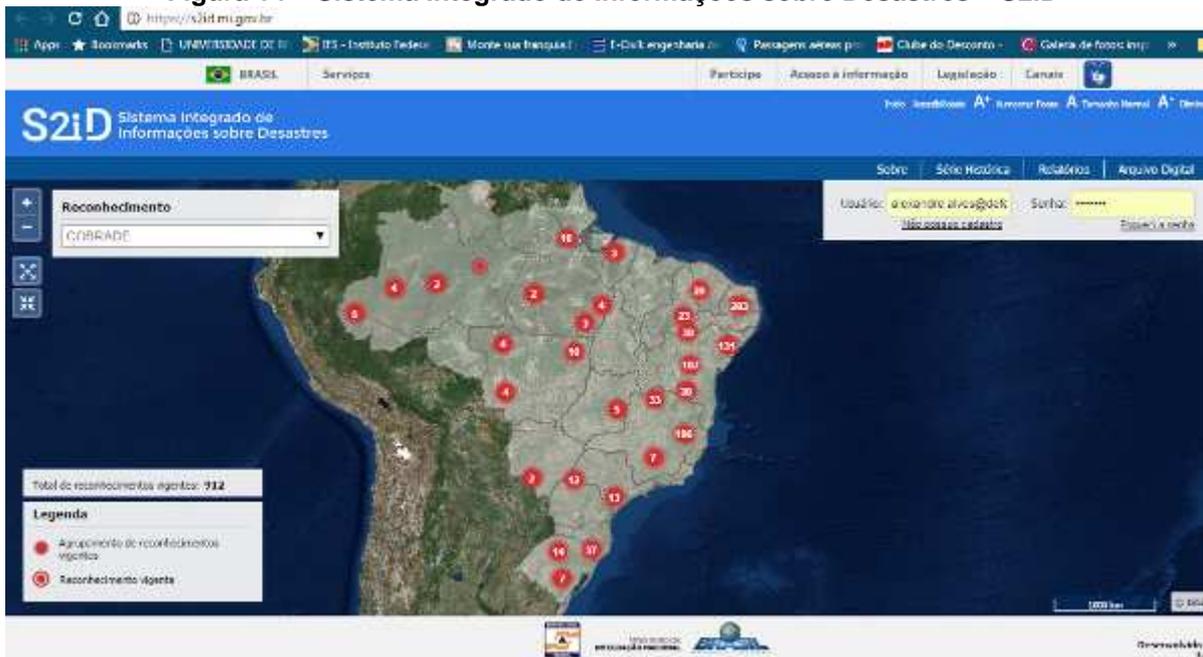
Na gestão de risco local cabe ao órgão central do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil gerenciar as demandas de proteção e defesa civil e articular-se aos órgãos setoriais, com o objetivo de planejar e definir sua atuação dentro das ações integradas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Para essas atividades, há diversos instrumentos disponíveis que auxiliam o trabalho, contribuindo para uma gestão de risco local bem articulada, conforme estabelece a lei 12.608/12.

Os municípios devem preocupar-se também em fazer parte dos cadastros e sistemas do governo federal (S2ID e CPDC) de forma que sua atuação seja permanente e integral, independentemente da existência ou não de ocorrências de desastres.

Conforme previsto na Portaria MI 526/2012, o poder executivo federal só reconhecerá a situação anormal decretada pelo Município, Distrito Federal ou Estado, se a solicitação e a caracterização do desastre forem enviadas por meio do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID (Figura 14).

O uso correto e permanente do S2ID também atende à competência compartilhada entre Municípios, Estados e União, prevista na PNPDEC como “fornecer dados e informações para o sistema nacional de informações e monitoramento de desastres”.

Figura 14 – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD



Fonte: S2iD, 2017

O Cartão de Pagamento de Defesa Civil - CPDC é a forma exclusiva para o pagamento de despesas com ações de resposta, que compreendem socorro, assistência às vítimas e restabelecimento de serviços essenciais, definidas no Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010, promovidas por governos estaduais, do Distrito Federal e municipais com recursos transferidos pela União (Figura 15).

O CPDC deve ser solicitado em situação de normalidade, ou seja, antes da ocorrência de um desastre. A depender do tamanho e do histórico de desastres do município, aconselha-se a abertura de mais de uma conta, para conferir agilidade aos processos de liberação de recursos, quando for o caso. O cartão foi concebido com dois grandes objetivos:

- ✓ Acelerar o repasse de recursos a municípios e estados em situação de emergência ou estado de calamidade pública reconhecidos pela Secretaria Nacional de Defesa Civil, com a finalidade de executar ações de resposta, socorro, assistência às vítimas e restabelecimento de serviços essenciais.

- ✓ Conferir transparência e controle social na utilização desses recursos. Atualmente, qualquer recurso federal transferido para ações de resposta só poderá ser utilizado por meio do CPDC. Além disso, para cada desastre haverá um cartão específico. Por isso, as contas do CPDC devem ser abertas previamente à ocorrência de um desastre e os portadores dos cartões cadastrados na agência de relacionamento do Banco do Brasil. Assim, no momento do desastre os gestores

estarão de posse do cartão e poderão utilizar os recursos imediatamente após sua liberação.

Todos os pagamentos são publicados em extratos detalhados no Portal da Transparência: quem gastou, onde gastou, quanto gastou. O responsável pelos recursos no município, o Ministério da Integração Nacional e a Controladoria Geral da União podem acompanhar os gastos em tempo real (*online*), e qualquer cidadão pode fazer um acompanhamento dos gastos mensais pelo Portal da Transparência do Governo Federal.

Figura 15 – Cartão de Pagamento de Proteção e Defesa Civil



Fonte: SEDEC/MI, 2017

2.7.1 Ações de gestão de risco no planejamento municipal

Outro dispositivo legal que merece atenção é a Lei Federal nº 10.257/01, que estabelece diretrizes gerais da política urbana, prevê em seu artigo 2º que a ordenação e controle do uso do solo e evite a exposição da população a riscos de desastres. Para tanto é fundamental uma articulação entre o órgão responsável pela gestão de risco no município e o de planejamento urbano. O trabalho conjunto pode envolver a troca de informações, como exemplo: mapas de setorização de riscos geológicos elaborados pela CPRM, quando houver; mapas de risco realizados localmente ou com apoio dos governos federal e estadual; estudos disponíveis sobre ameaças e vulnerabilidades.

Além disso, outros importantes instrumentos de incorporação das ações de gestão de riscos no planejamento municipal são: o Plano Diretor, previsto pela mesma Lei 10.257/01; os Planos Municipais de Redução de Riscos - PMRR, do programa de prevenção de riscos conduzido pelo Ministério das Cidades; e a execução de medidas estruturais, conforme descritos a seguir.

O Plano Diretor é um instrumento de planejamento do território que deve ser construído pelos municípios com ampla participação social e definir as propostas de desenvolvimento local. Segundo o Estatuto da Cidade, o plano diretor é obrigatório para municípios:

- I – com mais de vinte mil habitantes;
- II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
- III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal;
- IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;
- V – inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.
- VI - incluídos no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

A importância de trabalhar com esse instrumento de gestão para prevenção de desastres está diretamente relacionada à compreensão sobre os aspectos de construção social do risco e da necessidade de uma ocupação do solo mais atenta a ameaças e vulnerabilidades. A Lei 12.608/12, quando alterou o Estatuto da Cidade, incluiu os seguintes itens como conteúdo do Plano Diretor:

- I - parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e a contribuir para a geração de emprego e renda;
- II - mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;
- III - planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre;
- IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres;
- V - diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, e de mais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido.

No que diz respeito aos Planos Municipais de Redução de Riscos – PMRR, estes fazem parte do programa de Prevenção de Riscos conduzido pelo Ministério das Cidades com o objetivo de “melhorar as condições de habitabilidade de assentamentos humanos precários, reduzir riscos mediante sua urbanização e regularização fundiária, integrando-os ao tecido urbano da cidade”.

O PMRR pode ser elaborado – sempre em parceria com o Ministério das Cidades – por diferentes órgãos da prefeitura. Em geral, o próprio órgão de proteção e defesa civil é o que busca o financiamento e se articula a outras secretarias.

Conforme publicado no livro *Capacitação em Gestão de Riscos* (2015, p. 172-188), a respeito das medidas estruturais que, são em geral, relacionadas a projetos de engenharia para a execução de obras de contenção, drenagem, retenção hídrica, proteção superficial, reforço de infraestrutura existente, realocação de infraestrutura em risco, entre outras. O tipo de medida estrutural adotada está diretamente relacionado com as características do local em que será aplicada. Na seção 3.2.1, ainda neste capítulo, será abordado com mais detalhes sobre os principais tipos de medidas estruturais.

Cabe destacar outra ferramenta considerada pela Organização das Nações Unidas (ONU) como extremamente relevante para o continente americano para redução de riscos de desastres, é o mapa de ameaças múltiplas a qual pode incluir ameaças tecnológicas, além é claro, das ameaças naturais, classificadas de acordo com a origem e o contexto sociológico regional. Essa experiência pode ser constatada a partir da confecção do referido mapa no Estado do Rio de Janeiro.

2.7.2 Identificar e mapear as áreas de risco de desastres

Mapear riscos é o processo pelo qual os cenários de risco de uma localidade são identificados e representados graficamente, produzindo mapas de risco. Esse processo de diagnóstico pode ser tão complexo e detalhado quanto seja possível, ou simplificado a partir das condições limitantes para sua elaboração. De acordo com Alves et al. (2011, p. 55), deve haver o envolvimento de uma grande equipe multidisciplinar entre profissionais de assistência social, comunicação, engenharia, física, geologia, geotécnica, hidrologia, meteorologia, psicologia social e sociologia.

Entretanto, é possível realizar mapeamentos de risco mais simplificados, considerando que o mais importante é compreender que o planejamento de um órgão responsável pela gestão de risco municipal, deve ser estruturado a partir do conhecimento da realidade local e, por isso, este instrumento é de fundamental relevância. É a partir dele, por exemplo, que um plano de contingência é elaborado; que se definem os principais pontos de monitoramento e instalação de sistemas de alerta e alarme; e que se faz o planejamento de ações prioritárias dentro de uma área de atuação.

Duarte et al. (2011, pg. 42) diz que a elaboração de mapas de risco deve avaliar os fatores de ameaças e vulnerabilidades que compõem os riscos analisados em uma determinada área de risco. Há que se considerar ainda que o risco tem

características dinâmicas e diferenciadas, isto é, altera-se ao longo do tempo em função de diversas variáveis como ocupação do solo, percepção de risco, intervenções preventivas, etc.; e por isso é preciso mantê-lo sempre atualizado (ALVES et al, 2011).

No Livro Base de Noções Básicas em Proteção e Defesa Civil e em Gestão de Riscos (BRASIL, 2017a) aborda que não há um modelo padrão para um processo de mapeamento de risco, que deve ser adaptado à realidade local. Assim, pode-se definir as seguintes etapas como fundamentais:

Levantamento de dados históricos de recorrência de desastres: é preciso identificar quais foram, ao longo do tempo, os desastres que mais atingiram uma localidade, e quais foram os pontos mais afetados.

✓ **Reconhecimento de ameaças:** pelo reconhecimento histórico é possível determinar quais são as principais ameaças, seja de origem natural ou tecnológica e o período de ocorrência, e a partir daí determinar quais instrumentos de monitoramento são importantes para a localidade.

✓ **Reconhecimento de vulnerabilidades físicas:** trata-se de verificar como as condições das edificações, a geografia do terreno, o tipo de vegetação, a forma de ocupação do solo, as condições de mobilidade, de saneamento e de infraestrutura, ampliam ou reduzem a vulnerabilidade local.

✓ **Reconhecimento de vulnerabilidades sociais:** é importante para avaliar a aplicação de ações eficientes e deve considerar as condições de segurança, educação, saúde, conflitos e percepção de risco.

✓ **Reconhecimento de capacidades:** trata-se de identificar como ocorre a mobilização comunitária no local, e quais as estruturas comunitárias de apoio, como instituições religiosas, escolas e associações comunitárias.

✓ **Representação gráfica:** seja em um sistema informatizado, no Google Maps, ou em uma representação manual, as informações coletadas devem ser representadas em um mapa que facilite a identificação espacial das principais áreas de risco e suas ameaças, vulnerabilidades e capacidades.

2.7.3 Elaboração de plano de contingência

O livro base do módulo de formação – Plano de Contingência (2017), destaca que após identificar e mapear as áreas de riscos, o Plano de Contingência – PLACON deve funcionar como um planejamento da resposta e por isso, deve ser

elaborado na normalidade, quando são definidos os procedimentos, ações e decisões que devem ser tomadas na ocorrência do desastre. Por sua vez, na etapa de **resposta**, tem-se a operacionalização do plano de contingência, quando todo o planejamento feito anteriormente é adaptado à situação real do desastre.

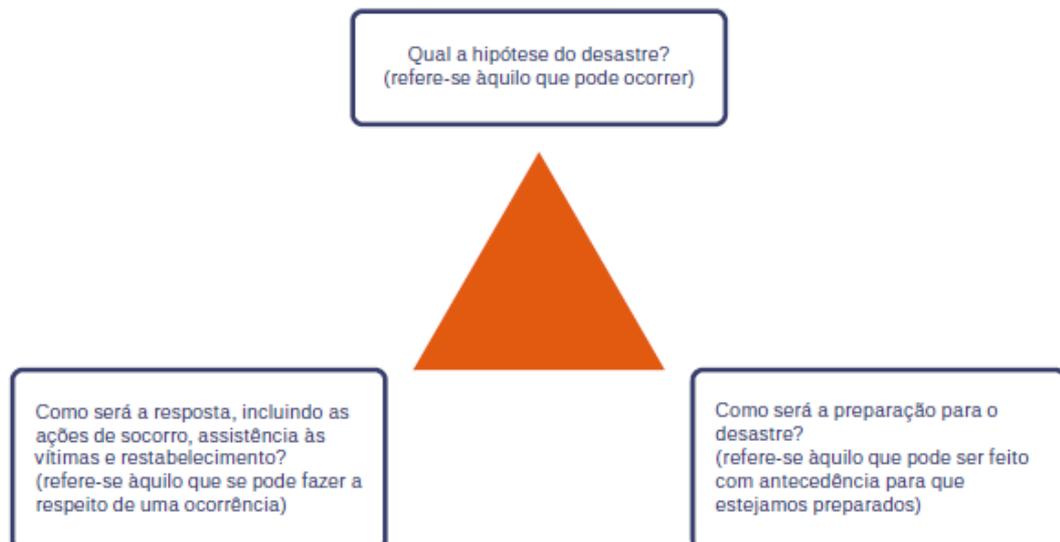
Contingência: é a situação de incerteza quanto a um determinado evento, fenômeno ou acidente, que pode se concretizar ou não, durante um período de tempo determinado. Os documentos podem incluir um ou mais tipos de riscos, devendo prever ações para cada cenário possível (CASTRO, 1999).

A Lei Federal No. 12.983/14 estipula os seguintes elementos a serem considerados em um Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil:

- ✓ Indicação das responsabilidades de cada órgão na gestão de desastres;
- ✓ Definição dos sistemas de alerta a desastres, em articulação com o sistema de monitoramento, com especial atenção dos radioamadores;
- ✓ Organização dos exercícios simulados, a serem realizados com a participação da população;
- ✓ Organização do sistema de atendimento emergencial à população, incluindo-se a localização das rotas de deslocamento e dos pontos seguros no momento do desastre, bem como dos pontos de abrigo após a ocorrência de desastre;
- ✓ Definição das ações de atendimento médico-hospitalar e psicológico;
- ✓ Cadastramento das equipes técnicas e de voluntários;
- ✓ Localização dos centros de recebimento e organização da estratégia de distribuição de doações e suprimentos.

Desta forma, Red Cross (2012) que os processos de elaboração de planos de contingência podem ser estruturados a partir de três questões básicas: Hipótese do desastre, a preparação para desastres e desenvolvimento da resposta, conforme a figura 16:

Figura 16 – Questões relevantes para estruturação de um plano de contingência



Fonte: Brasil. Elaboração de plano de contingência, 2017.

Assim, os planos de contingência devem ser elaborados para cenários de riscos específicos, ainda que não seja possível determinar com exatidão seus impactos. Para tanto, trabalha-se com cenários de riscos de forma a pensar em impactos potenciais, e planejar aspectos de resposta: recursos necessários, tarefas e responsáveis.

Além disso, um plano de contingência que não é testado e uma população que não é treinada para sua execução, é um plano incompleto. Portanto, um simulado que se realiza sem um plano de contingência formalmente estabelecido não garante o efetivo treinamento da população e das instituições de resposta.

Assim, um bom plano de contingência tem a função de preparar instituições, profissionais e a população para uma resposta efetiva, e seu desenvolvimento envolve a tomada de decisão de forma antecipada no que diz respeito à gestão de recursos humanos e financeiros, institucionais, materiais/equipamentos, aos procedimentos de coordenação e comunicação, e à preparação técnica e logística de resposta. Seu planejamento e execução devem envolver, portanto, diversos setores responsáveis por garantir uma resposta efetiva e em tempo adequado e a população.

2.8 AMEAÇAS NATURAIS RELACIONADAS ÀS PRECIPITAÇÕES HÍDRICAS

Nesta Seção, serão apresentadas as ameaças naturais mais comuns nas regiões metropolitanas no nordeste brasileiro relacionadas às precipitações hídricas.

2.8.1 Movimento de Massa

Movimento de Massa, também denominado como deslizamento, escorregamento, ruptura de talude, queda de barreiras, entre outros, se refere aos movimentos de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade, geralmente potencializado pela ação da água (CEMADEN, 2017).

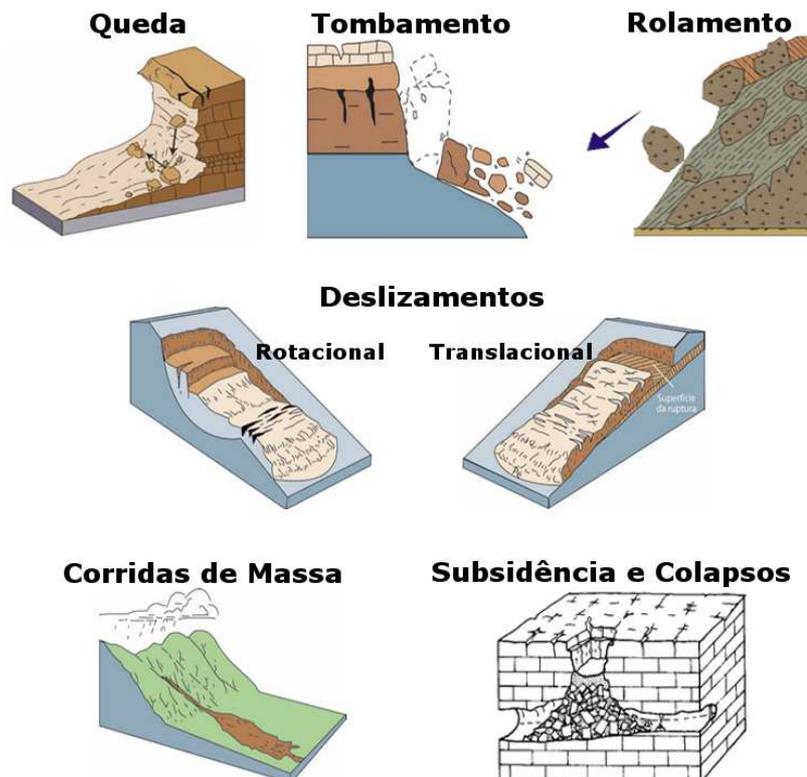
O Brasil é considerado muito suscetível aos movimentos de massa devido às condições climáticas marcadas por verões de chuvas intensas em regiões de grandes maciços montanhosos⁶. Nos centros urbanos os movimentos de massa

⁶ GUIMARÃES, R. F. et al. Movimentos de Massa. In: FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 6, p. 159 – 184.

têm tomado proporções catastróficas ⁷. Atividades humanas como cortes em talude, aterros, depósitos de lixo, modificações na drenagem, desmatamentos, entre outras, têm aumentado a vulnerabilidade das encostas para a formação desses processos⁸. Essa condição é agravada, principalmente, quando ocorrem ocupações irregulares, sem a infraestrutura adequada, em áreas de relevo íngreme.

Deste modo, considerando os mecanismos específicos e os diferentes materiais envolvidos, os movimentos de massa são classificados em quatro tipos principais: Quedas/Tombamentos/Rolamentos; Deslizamentos/Escoregamentos; Fluxo de Detritos e lama; e Subsidência e Colapsos (Figura 17) (⁹ e ¹⁰). Contudo, os deslizamentos constituem o principal tipo de movimento de massa.

Figura 17 – Principais tipos de movimentos de massa



Fonte: CEMADEN, 2017

⁷ SEPÚLVEDA, S. A.; PETLEY, D. N. Regional trends and controlling factors of fatal landslides in Latin America and the Caribbean. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 15, p. 1821-1833, 2015.

⁸ FERNANDES, N. F. et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 2, p. 51-71, 2001. ISSN 1.

⁹ HIGLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. *The landslide handbook – A guide to understanding landslides*. U.S. Geological Survey (USGS). Reston, Virginia, p. 129p. 2008. (Circular 1325).

¹⁰ IPT, I. D. P. T.-. *Ocupação de Encostas*. IPT. São Paulo. 1991. (n. 1831).

Quedas são movimentos em queda livre de fragmentos rochosos (de volumes variáveis) que se desprendem de taludes íngremes. Quando um bloco rochoso sofre um movimento de rotação frontal para fora do talude o movimento de massa é classificado como **Tombamento**. **Rolamentos** são movimentos de blocos rochosos ao longo de encostas que geralmente ocorrem devido aos descalçamentos.

Deslizamentos ou Escorregamentos são movimentos de solo e rocha que ocorrem em superfícies de ruptura. Quando a superfície de ruptura é curvada no sentido superior (em forma de colher) com movimento rotatório em materiais superficiais homogêneos, o movimento de massa é classificado como **Deslizamento Rotacional**. Quando o escorregamento ocorre em uma superfície relativamente plana e associada a solos mais rasos, é classificado como **Deslizamentos Translacionais**.

Os **Fluxos de Lama e Detritos**, também chamados **Corridas de Massa**, são movimentos de massa extremamente rápidos e desencadeados por um intenso fluxo de água na superfície, em decorrência de chuvas fortes, que liquefaz o material superficial que escoa encosta abaixo em forma de um material viscoso composto por lama e detritos rochosos. Esse tipo de movimento de massa se caracteriza por ter extenso raio de ação e alto poder destrutivo.

Subsidência e Colapsos são movimentos de massa caracterizados por afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.

A figura 18, abaixo apresenta os símbolos gráficos correspondentes aos desastres que ocorrem no Brasil, relacionados a escorregamento de massa. Os desastres simbolizados referem-se aos constantes no COBRADE (Anexos A).

Figura 18 – Simbologia Brasileira de Desastres – SEDEC/MI

Tipo	Simbologia
Quedas, tombamentos e rolamentos	
Deslizamentos	
Corridas de massa	
Subsidências e colapsos	

Fonte: SEDEC/MI, 2017

2.8.2 Inundações

Segundo a Portaria Conjunta nº 148 de 18 de dezembro de 2013, publicada no D. O. U. nº 249 em 24 de dezembro de 2013, **Inundação** é o processo em que ocorre 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 em áreas de planície, geralmente ocasionado por chuvas distribuídas e alto volume acumulado na bacia de contribuição (Figura 19).

Figura 19 – Ilustração de Inundação



Fonte: CEMADEN, 2017

Assentamentos urbanos encontram-se geralmente localizados em áreas de planícies de inundação e, com o crescimento desordenado das cidades, têm sido observados um aumento progressivo da intensidade e alcance dos eventos de inundação, assim como o impacto destes na população. Somado à impermeabilização dos solos nas cidades está à falta de infraestrutura das cidades e o desmatamento da mata ciliar, ambos favorecem o aumento volumes de vazão e a velocidade de propagação da onda de inundação, que chegam as regiões onde os eventos hidrológicos constituem um risco de desastre natural para a população.

A figura 20, abaixo apresenta os símbolos gráficos correspondentes aos desastres que ocorrem no Brasil, relacionados a inundações e alagamentos.

Figura 20 – Simbologia Brasileira de Desastres – SEDEC/MI

Tipo	Simbologia
Inundações	
Alagamentos	

Fonte: SEDEC/MI, 2017

2.8.3 Enxurradas

A **enxurrada** pode ser identificada pelo escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (do rio). Provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado¹¹. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Este processo apresenta grande poder destrutivo (Figura 21).

¹¹ **Diário Oficial da União**. No 249, terça-feira, 24 de dezembro de 2013, ISSN 1677-7042, p58.

Figura 21 – Ilustração de Enxurrada



Fonte: CEMADEN, 2017

Enxurradas são geralmente causadas por tempestades intensas (nuvens muito grandes e carregadas) com trovoadas. Estes eventos podem durar minutos ou horas, dependendo da intensidade e da duração da chuva, da topografia, das condições do solo e da cobertura do solo. Nas cidades, quando a chuva é muito forte e os bueiros e as tubulações não têm capacidade para transportar toda a água, pode ocorrer uma enxurrada em poucos minutos. As enxurradas podem arrastar veículos, pessoas, animais e móveis por vários quilômetros. A força das águas pode ainda provocar o rolamento de blocos de pedras, arrancar árvores, destruir edificações e causar corrida de massa.

A figura 22 apresenta o símbolos gráfico correspondentes aos desastres que ocorrem no Brasil, relacionados a enxurradas.

Figura 22 – Simbologia Brasileira de Desastres – SEDEC/MI

Tipo	Simbologia
Enxurradas	

Fonte: SEDEC/MI, 2017

3 METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2010, p. 166) a pesquisa bibliográfica abrange:

(...) toda bibliografia tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc, até meios de comunicação oral: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas.

O presente trabalho buscou, através de uma pesquisa bibliográfica, apresentar intervenções de engenharia para mitigar os principais desastres naturais em Aracaju através da identificação a suscetibilidade de ocorrências desastrosas, bem como diagnosticar as vulnerabilidades das áreas tidas como de risco na capital.

Conforme Marconi e Lakatos (2010), a metodologia é o estudo dos métodos, especialmente dos métodos das ciências. É um processo utilizado para dirigir uma investigação da verdade, no estudo de uma ciência ou estudo de casos.

Para tanto foram associados dissertações, artigos científicos, teses, sites especializados, livros e textos técnicos relacionados à temática de gestão de riscos, criando subsídios para a apresentação das proposições de engenharia estruturantes para mitigar riscos de desastres naturais.

A aplicabilidade dos conceitos obtidos foi possível através da disponibilização das informações do CPRM e COMPDEC-Aracaju das áreas catalogadas em Aracaju como sendo de riscos.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 CARACTERÍSTICAS DA CIDADE DE ARACAJU

Abrangendo uma área de 181,8km², o município de Aracaju, localizado no estado de Sergipe (região nordeste do Brasil), e com uma população estimada (2016) de 641.523 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2017), com uma densidade demográfica de 3.528,53 hab/km², está inserido na mesorregião do Leste Sergipano entre as coordenadas geográficas de 10° 55' 56" de latitude sul e 37° 04' 23" de longitude oeste.

Devido às interações de atuação dos sistemas meteorológicos durante o ano, a posição geográfica do município e sua proximidade em relação à área marítima resulta, para Aracaju, o domínio do clima úmido, com regime pluviométrico do tipo mediterrâneo, definindo-se um período seco de primavera-verão e um período chuvoso de outono inverno. Com dados normais de temperatura, Aracaju acusa máximas absolutas elevadas com 34,2°C registrados no mês de março e 39,9°C em fevereiro.

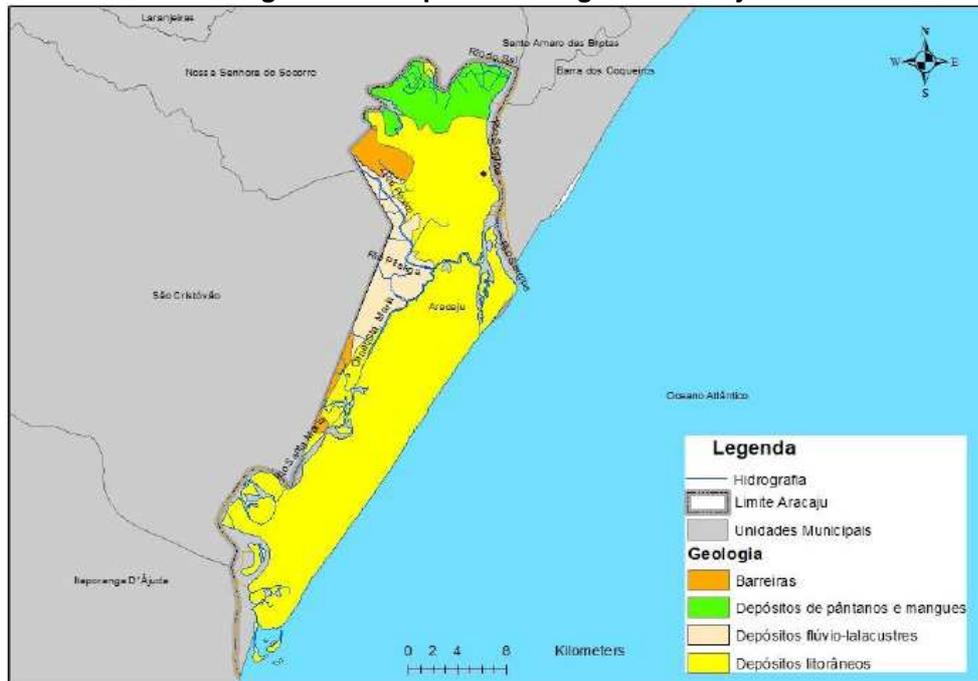
4.1.1 O Clima

Conforme Hélio et al. (2010), o município de Aracaju como todo Estado de Sergipe, está afeito à mesma circulação atmosférica regional que gira em torno de quatro sistemas meteorológicos (Alísios de SE, – Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, Sistema Equatorial Amazônico – SEA e Frente Polar Atlântico - FPA) os quais, em atuação e ao inteirar-se com outros fatores locais, como a posição geográfica e proximidade em relação ao mar, fazem predominar no referido município um tipo climático quente que varia do úmido ao sub-úmido, considerado o mais úmido da classificação climática de Thornthwaite (1948). Apresenta regime pluviométrico definido por um período seco de primavera-verão e chuvoso de outono-inverno, cujas características enumeradas permitem enquadrá-los no clima mediterrâneo.

Esta marcha estacional da precipitação vincula-se ao fato de a área permanecer sob ação contínua dos Alísios de sudeste, os quais se configuram como o sistema mais atuante originados no Anticiclone Subtropical Semi-fixo do Atlântico Sul, cujas propriedades acarretam estabilidade, gerando estados de tempo bons e secos, dificilmente modificados pela morfologia regional. A estabilidade por vezes desaparece com a interferência das correntes perturbadas provenientes dos demais

Além disso, a figura 24 apresenta os diferentes compartimentos litológicos, também de baixa suscetibilidade a eventos gravitacionais, composta pelo Grupo Barreiras e os depósitos quaternários marinhos, flúvio-lacustre e depósitos de pântanos e mangues.

Figura 24 – Mapa de Geologia de Aracaju



Fonte: CPRM, 2013.

Essa fitopaisagem, quando combinado à distribuição pluviométrica da região (Figura 25) em torno de 1500mm anuais (CPRM, Atlas Pluviométrico, 2006) aliada a substancial aceleração da ocupação urbana em áreas muito próxima às margens dos rios e bordas de tabuleiros (Figura 26), resulta em áreas de potencial risco geológico.

Figura 25 – Isoetas Totais Médias – 1977 a 2006



Fonte: CPRM, Atlas Pluviométrico, 2006 (Adaptado).

Figura 26 – Tabuleiros Dissecados inserido no Grupo Barreiras



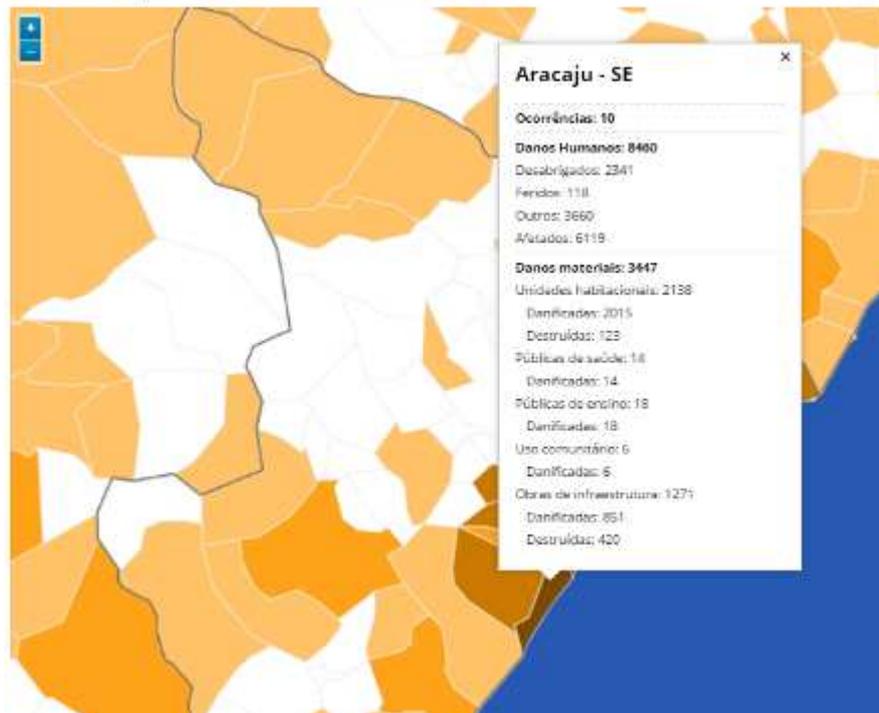
Fonte: CPRM, 2013

5 DESASTRES EM ARACAJU

5.1 SÉRIE HISTÓRICA

Após uma pesquisa criteriosa no Sistema de Informações de Desastres – S2ID já mencionado neste trabalho a respeito da Série histórica de desastres em Aracaju, compreendido entre 01/01/1980 e 23/04/2017, encontrou-se as seguintes informações (Figura 27) e Quadro 5:

Figura 27 – Ocorrências no período de 01/01/1980 a 23/04/2017
Ocorrências no período de 01/01/1980 até 23/04/2017



Fonte: S2ID, 2017

Quadro 5 – Tipos de Desastres em Aracaju

Estado	Município	Desastre	COBRADE	Número de Ocorrências
SE	Aracaju	Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas	13214	1
SE	Aracaju	Alagamentos	12300	2
SE	Aracaju	Enxurradas	12200	7

Fonte: S2ID, 2017- Adaptado

Complementarmente as informações acima, também no Portal do S2ID no menu “Arquivo Digital”, encontra-se informações adicionais, particularizando o disposto anteriormente (Quadro 6):

Quadro 6 – Períodos de ocorrência de desastres em Aracaju

Data do Evento	Município	Estado	Documento	Evento
06/05/1986	Aracaju	Sergipe	Portaria	Enxurradas
03/07/1987			Decreto	Enxurradas
26/04/1989			Decreto	Enxurradas
28/05/1991			Portaria	Enxurradas
31/12/1991			Portaria	Enxurradas
27/08/1993			Decreto	Ciclones - Marés de Tempestade (Ressacas)
04/06/1997			Portaria	Enxurradas
08/04/2010			Avadan	Alagamentos
24/05/2011			Portaria	Enxurradas
05/11/2013			Fide	Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas

Fonte: S2ID, 2017 – Adaptado

Através do levantamento realizado, os desastres/eventos adversos ocorridos em Aracaju compõem o grupo de desastres naturais relacionados com o incremento das precipitações hídricas. São provocadas por chuvas intensas e concentradas em locais 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.

No período de quase quarenta anos, foram 10 registros oficiais de desastres por enxurradas, ciclones – marés de tempestades, alagamentos e tempestades local/convectiva – chuvas intensas na capital sergipana.

5.2 ÁREAS DE RISCOS CATALOGADOS EM ARACAJU

Este pesquisador encontrou duas fontes oficiais que trata das áreas de risco da capital sergipana: Uma delas foi concebida pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2013) e a outra em forma de Plano de Contingência (2017), da Prefeitura Municipal de Aracaju.

5.2.1 Áreas de Riscos - CPRM

O CPRM integrou o Programa Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres do Governo Federal (PLANO PLURIANUAL – PPA 2012-2015), tendo como atribuição mapear áreas de risco geológico, classificadas como de muito alto e alto, relacionadas principalmente com movimentos de massa e inundações, em 821 municípios brasileiros prioritários dos quais **Aracaju** está entre eles.

As informações levantadas pela Estatal foram disponibilizadas para o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN (MCTI), a fim de subsidiar a emissão de avisos e alertas meteorológicos; e para o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD (MI), para a emissão de alertas às Defesas Civas estaduais e municipais, visando ações de prevenção e resposta frente aos desastres naturais.

O trabalho resultou na seleção de **17** (dezesete) áreas, consideradas de risco alto em função de sua ocupação e de fenômenos naturais que ocorrem, conforme abaixo:

✓ **Setor 1 - Bairro América/ UTM 24 L 709919 E 8791932 S (Figura 28)**

Características: constituído por casas situadas no topo e base de encosta, evidenciando processos erosivos importantes, que localmente se traduzem por ravinamentos (Figura 29a), com árvores inclinadas e raízes expostas (Figura 29b), além de residências ocupando os caminhos preferenciais de drenagem. A atuação da erosão linear em toda a encosta, que muitas vezes é potencializada pelo despejo de águas servidas (Figura 30a) e o fato de toda a área estar situada no contato entre duas litologias diferentes, a Formação Barreiras e depósitos quaternários, pode ocasionar deslizamentos planares pontuais e risco de atingimento de residências por material remobilizado. Em alguns pontos, os ravinamentos estão obstruídos por lixo e entulho (Figura 30b). O risco é induzido e varia de acordo com a altura e declividade do talude e com a proximidade das residências à sua borda (Figura 31).

Figura 28 – Setor 1



Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 29 – a) Processos erosivos - Ravinamento b) Árvore inclinada com raízes expostas



Fonte: CPRM, 2013

Figura 30 – a) Despejo de águas servidas; b) Ravinamento obstruído por lixo e entulhos



Fonte: CPRM, 2013

Figura 31 – Proximidade da edificação a borda do talude



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Escorregamento planar; processos erosivos

✓ **Setor 2 - Av. Tancredo Neves/ Ass. dos Taxistas - Bairro: América/ UTM 24 L 709919 E 8791932 S (Figura 32)**

Características: Encosta convexa, de declividade e espessura de material variada (Figura 33a), apresenta cortes, ora suaves ora subverticais. Embora alguns segmentos do talude apresente declividade amena, a exposição do talude a processos erosivos (Figura 33b), a deficiência de escoamento da água pluvial, o despejo de água servida direto na encosta (Figuras 34a e 34b), tende a induzir a ocorrência de deslizamentos pontuais, principalmente nos pontos de maior declividade. Além disso, a constante exposição aos processos erosivos pode levar ao comprometimento da estrutura de algumas moradias, fato esse já ocorrido que danificou um muro de uma escola, resultando no desabamento pontual do muro (Figura 35).



Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 33 – a) Casas situadas no topo e base do talude b) Exposição de talude a processos erosivos



Fonte: CPRM, 2013

Figura 34 – Despejo de águas servidas na encosta



Fonte: CPRM, 2013

Figura 35 – Desabamento pontual do muro de uma escola



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Escorregamento planar; processos erosivos
- ✓ **Setor 3 – Bairro América/ Ruas U, I, G / UTM 24 L 709419 E 8792378 S (Figura 36)**

Características: Setor constituído por área atingida por deslizamento planar de talude instalado na Formação Barreiras, que constitui a vertente lateral de uma grande obra de contenção, na qual não foi feita nenhuma intervenção (Figura 37a). O deslizamento remobilizou grande quantidade de material, atingindo duas residências e ferindo uma pessoa (Figura 37b). Algumas residências foram edificadas bem próximas a base do talude, podendo também futuramente serem atingidas por deslizamentos planares (Figura 38). Nota-se a total ausência de drenagem pluvial no talude, bem como nas vias próximas, assim como grande

Figura 39 – a) Ausência de drenagem pluvial b) Presença de lixo na base e no topo do talude
a) b)



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Escorregamento planar

✓ **Setor 4 – Rua E - Bairro: América /UTM 24 L 709348 E 8792455 S (Figura 40)**

Características: Encosta convexa de povoação consolidada apresenta cortes subverticais de 90°, para a implantação de moradias, e é composta de material espesso tendo na sua base a Rua E (Figura 41). A falta de drenagem do escoamento da água pluvial, a ocorrência de possíveis vazamentos nas tubulações, associada com o tipo de corte realizado com casas bem próximas a base e ao topo de talude (Figuras 42a e 42b), potencializa a ocorrência de deslizamentos pontuais.

Figura 40 – Ausência de drenagem pluvial e presença de lixo na base e no topo do talude



Fonte: Google maps, 2017

Figura 41 – Rua E á base da encosta



Fonte: CPRM, 2013

Figura 42 – a) Corte realizado na base do talude b) Corte realizado no topo do talude



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Escorregamento planar

- ✓ **Setor 5 – Bairro Soledade/ Loteamento Senhor do Bom Fim/Av. Principal / UTM 24 L 708198 E 8796696 S (Figura 43)**

Características: Setor constituído por área inserida em uma colina suave, circundada por sedimentação palustre (mangues) onde foi construído um loteamento em cima de um antigo lixão da cidade. As residências foram edificadas em terreno instável, sujeito a acomodações, deslizamentos pontuais, contaminação de lençol freático e vazamento de gás metano. Alguns pontos do loteamento apresentam degraus de abatimento no solo, que chegam a formar grandes patamares, e várias residências mostram trincas e rachaduras em seu interior, a ponto de algumas já terem sido abandonadas (Figuras 44). Há relatos de pelo menos dois desabamentos de residências no local. As edificações são de baixo padrão, mistas e há despejo

direto de lixo e águas servidas no solo e esgoto in natura no Rio do Sal (Figuras 45a e 45b)

Figura 43 – Bairro Soledade/ Loteamento Senhor do Bom Fim/Av. Principal



Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 44 – Residência com rachadura



Fonte: CPRM, 2013

Figura 45 – a) Despejo direto de lixo e águas servidas no solo b) Esgoto in natura no Rio do Sal



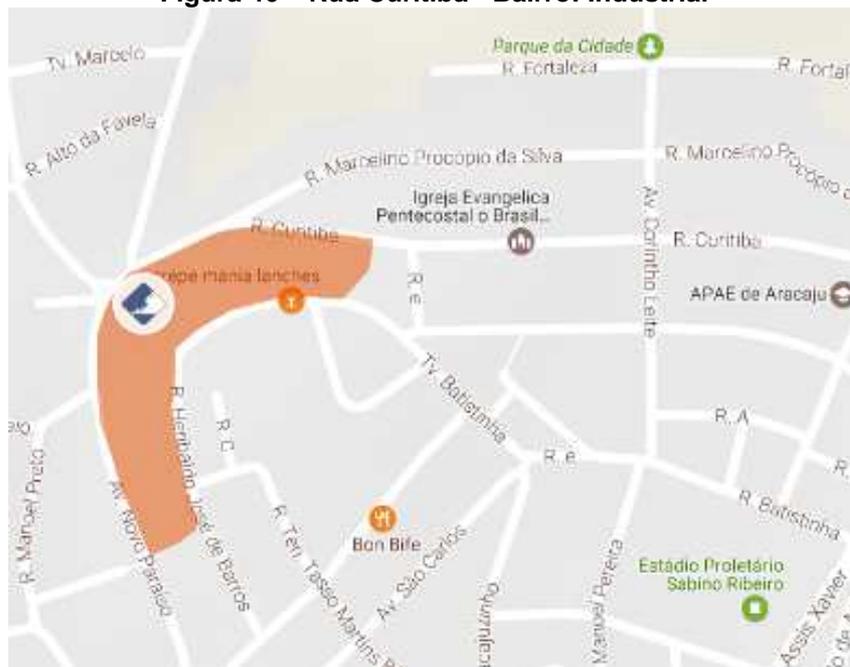
Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Acomodação de terreno; deslizamentos pontuais; contaminação de solo e lençol freático.

✓ **Setor 6 – Rua Curitiba - Bairro: Industrial / UTM 24 L 712487 E 8795315 S (Figura 46)**

Características: Encosta convexa com povoação bem consolidada (Figura 47), composta de casas de alvenaria, que teve início com o Loteamento Duque de Caxias, na Rua Marcelino Procópio e se expandiu para a borda da encosta de forma desordenada. É formada por material espesso e apresenta vários cortes subverticais de 90° na sua base, para a implantação de residências. O grau de risco é bem distribuído ao longo da vertente, variando de acordo com a declividade e a proximidade das casas em relação à base e ao topo do talude (Figura 48a). Esses fatos associados com a exposição a processos erosivos, a deficiência do escoamento da água pluvial e a possíveis vazamentos em tubulações, induz a ocorrência de deslizamentos pontuais, com atingimentos na base e desmoronamentos no topo. Há registro de movimentação da encosta como pode ser evidenciado pela presença de árvores inclinadas (Figura 48b) e pela interdição de uma moradia no topo do talude, que apresentava trincas ao longo da casa, comprometendo a sua estrutura, e gerando o risco de desabamento.

Figura 46 – Rua Curitiba - Bairro: Industrial



Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 47 – Encosta convexa com povoação bem consolidada



Fonte: CPRM, 2013

Figura 48 – a) Proximidade das casas em relação à base e ao topo do talude b) Presença de árvores inclinadas



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos planares
- ✓ **Setor 7 – Bairro Industrial/ Rua Manoel Preto e Travessa Belas Artes / UTM 24 L 712146 E 8795095 S (Figura 49)**

Características: Setor formado por conjunto de casas construídas próximas a base de talude, constituído por litologia areno-argilosa, correspondente à Formação Barreiras (Figuras 50a e 50b). Cicatrizes de escorregamento anteriores podem ser notadas, ainda que parcialmente cobertas pela vegetação (Figura 51). O risco consiste na área a ser atingida por deslizamentos planares pontuais, considerando-se a declividade, o terreno de pouca coesão e o despejo direto de águas servidas no talude (Figura 52a). Existem algumas canaletas de drenagem pluvial no talude,

porém algumas delas estão sendo direcionadas para a encosta. Um muro de emissora de TV apresenta-se com rachaduras, resultantes de uma erosão hídrica na base de forma contínua, o que pode levar a perda de sua estabilidade, fazendo com que o seu tombamento possa vir a atingir algumas residências. (Figura 52b).

Figura 49 – Bairro Industrial/ Rua Manoel Preto e Travessa Belas Artes



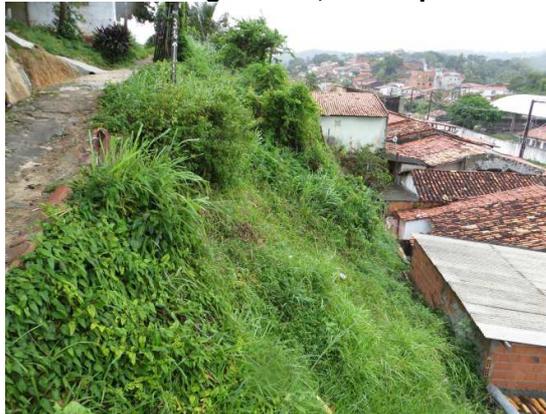
Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 50 – a e b) Conjunto de casas construídas próximas à base do talude



Fonte: CPRM, 2013

Figura 51 – Cicatrizes de escorregamento, ainda que cobertas pela vegetação



Fonte: CPRM, 2013

Figura 54 – a) Linhas de drenagem, intensificando a erosão linear b) Moradias no caminho preferencial da drenagem



Fonte: CPRM, 2013

Figura 55 – a) Ocupação desordenada a base do talude b) Insurgência de água na base do talude



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos planares, erosão linear e enxurradas.

✓ **Setor 9 – Bairro Porto Dantas/ Condomínio Jaime Norberto da Silva / UTM 24 L 708198 E 8796696 S (Figura 56)**

Características: Setor constituído por exposição da Formação Barreiras a processos erosivos, gerando ravinamentos de grande porte, com capacidade de remobilização de quantidade de material sedimentar considerável e blocos/crostras lateríticas, próxima a um condomínio de dezoito torres, com cerca de 200 apartamentos. A ação dos processos erosivos pode gerar deslizamentos pontuais. Já ocorreu um deslizamento que derrubou parte do muro do condomínio, sem vítimas (Figuras 57a e 57b). O local abriga prédios próximos à área fonte, além de estacionamento, caixas d'água e tubulações de gás, sendo grande o fluxo de

peças (Figura 58a). Em terreno baldio ao lado do condomínio, foi escavada uma valeta, sem impermeabilização, com o objetivo de conter o fluxo de material remobilizado (Figura 58b).

Figura 56 – Bairro Porto Dantas/ Condomínio Jaime Norberto da Silva



Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 57 – a e b) Processos erosivos

a)



b)



Fonte: CPRM, 2013

Figura 58 – a) Caixa D'água e casa de gás b) Valeta escavada sem impermeabilização

a)



b)



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos de solo, processos erosivos.

✓ **Setor 10 – Rua D- Bairro: Porto Dantas / UTM 24 L 712805 E 8796996 S (Figura 59)**

Características: Área marcada pela mudança de patamar na paisagem, correspondente a uma região de borda de contato de litologias diferentes, exposta a processos erosivos, na qual a inserção de duas linhas preferencias de drenagem (Figura 60a) vem intensificando a erosão linear, e individualizando um segmento da encosta, contribuindo para a sua movimentação, fato esse comprovado pela formação de um pequeno patamar na sua parte central. Na sua base está localizada a Rua D (Figura 60b), que em virtude da sua proximidade está sujeita a atingimento de sedimentos. A diferente composição da encosta, de mais de 8m de altura, com sedimentos mais friáveis na base e mais resistentes no topo (Figura 61a), pode levar a rompimento do topo e deslocamento de massa em direção a Rua D. Além disso, esses sedimentos mais resistentes, arenitos – formando blocos (Figura 61b), podem rolar e atingir as residências com alto poder ofensivo.

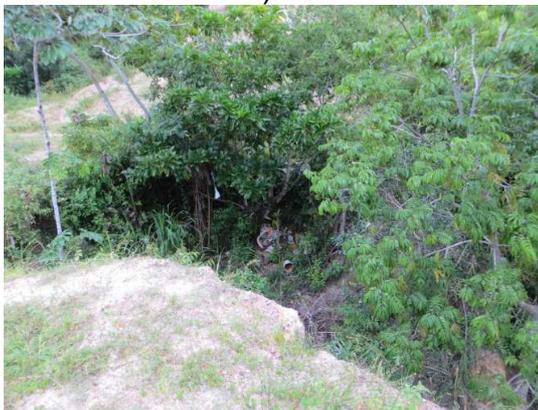
Figura 59 – Rua D- Bairro: Porto Dantas



Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 60 – a) Processos erosivos com linhas preferenciais de drenagem; b) Base do talude – Rua D

a)



b)



Fonte: CPRM, 2013

Figura 61 – a) Encosta com mais de 8m de altura com sedimentos frágeis na base e mais resistentes no topo; b) Bloco de arenito com possibilidade de rolar e atingir residências.



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos de solo, processos erosivos.
- ✓ **Setor 11 – Bairro Cidade Nova/ Loteamento Alto da Jaqueira / UTM 24 L 711523 E 8795914 S (Figura 62)**

Características: Setor constituído por um conjunto de casas instaladas em talude de declividade variada, com litologia correspondente à Formação Barreiras, onde houve deslizamento planar localizado há cerca de quatro anos, com a destruição de uma residência (Figura 63a). A cicatriz de escorregamento hoje está totalmente coberta por vegetação (Figura 63b). Notam-se indícios de movimento de massa no local, tal como rachaduras e trincas em algumas moradias (Figura 64a). Algumas residências foram edificadas bem próximas a base do talude, podendo também futuramente serem atingidas por deslizamentos planares (Figura 64b). O risco é induzido pelo tipo de corte subvertical, ausência de drenagem pluvial e despejo direto de águas servidas no talude. Em um ponto do setor, onde os cortes formam dois patamares no talude, um pequeno deslizamento planar já atinge a via de acesso às residências situadas na base (Figura 65).

Figura 62 – Bairro Cidade Nova/ Loteamento Alto da Jaqueira



Fonte: Google maps, 2017

Figura 63 – a) Conjunto de casa instaladas em talude com declividade variada; b) Cicatriz de escorregamento coberta pela vegetação

a)

b)



Fonte: CPRM, 2013

Figura 64 – a) Indícios de movimento de massa a partir das rachaduras e trincas; b) Risco de deslizamento

a)

b)



Fonte: CPRM, 2013

Figura 65 – Pequeno deslizamento atingindo via de acesso às residências

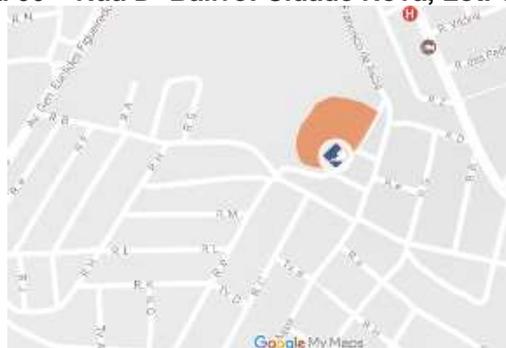


Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Escorregamento planar.
- ✓ **Setor 12 – Rua D- Bairro: Cidade Nova, Lot. Caçula/ UTM 24 L 710330 E 8796537 S (Figura 66)**

Características: Encosta convexa, de espessura variável ao longo de sua borda, composta por materiais de diferente resistência a erosão (Figura 67a), tendo na sua base a Rua D (Figura 67b). A proximidade dessas moradias em relação à base do talude (Figuras 68a), a diferente composição do material sedimentar, a total falta de drenagem na encosta e a exposição dela a infiltração e a processos erosivos (Figura 68b), aumentando a frente de umedecimento, remobiliza grande quantidade de sedimentos que atingem as casas e se expande para as ruas próximas (Figura 69). Esses fatores, quando associado à declividade e a eventos de alta pluviosidade, potencializa a evolução de processos erosivos, tipo ravinamentos, para deslizamentos pontuais, podendo alcançar os fundos das residências mais próximas, que são poucas, pois, o processo de ocupação está pouco consolidado.

Figura 66 – Rua D- Bairro: Cidade Nova, Lot. Caçula



Fonte: Google maps, 2017

Figura 67 – a) Encosta convexa; b) Rua D, base da encosta



Fonte: CPRM, 2013

Figura 68 – a) Moradias próximas à base do talude; b) Diferente composição de material sedimentar e ausência de drenagem



Fonte: CPRM, 2013

Figura 69 – Possibilidade de alcance dos sedimentos das residências à jusante a encosta



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos planares e processos erosivos.

✓ **Setor 13 – Bairro Jabotiana/ Condomínio Palmeiras Verdes/ UTM 24 L 708792 E 8790159 S (Figura 70)**

Características: Setor constituído por exposição da Formação Barreiras a processos erosivos, gerando sulcos e ravinamentos de grande porte, com capacidade de remobilização de quantidade de material sedimentar considerável e blocos/crostras lateríticas (Figuras 71a e 71b). A ação dos processos erosivos pode gerar degraus de abatimento no terreno e deslizamentos pontuais. O pacote sedimentar é heterogêneo, caracterizado por competências diferentes, e mostra vários pontos onde já ocorreram deslizamentos, associado a processo erosivos (Figura 72). O local porém abriga um condomínio de cinco prédios, com cerca de 80 apartamentos, próximos a área fonte, sendo grande o fluxo de pessoas. Um novo condomínio está sendo construído ao lado, sem nenhum tipo de contenção. Margeando o muro do condomínio, foi escavada uma valeta de proteção, não impermeabilizada, e as vias de acesso não estão pavimentadas, recebendo o material remobilizado da encosta em ocasião de fortes chuvas (Figuras 73a e 73b).

Figura 70 – Bairro Jabotiana/ Condomínio Palmeiras Verdes



Fonte: O autor, 2017 (Google maps)

Figura 71 – a e b) sulcos e ravinamentos de grande porte

a)

b)



Fonte: CPRM, 2013

Figura 72 – Deslizamento associado a processo erosivo



Fonte: CPRM, 2013

Figura 73 – a) Valeta de proteção não impermeabilizada; b) Via de acesso não pavimentado, recebendo material remobilizado



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos de solo, processos erosivos.
- ✓ **Setor 14 – Rua do Morro/Gasoduto da Petrobrás- Bairro: Santa Maria/ UTM 24 L 706768 E 8784109 S (Figura 74)**

Características: Encosta convexa, de espessura variável ao longo de sua borda, composta pelo grupo Barreiras, que está sendo pontualmente ocupada de forma irregular e com casas de baixo padrão construtivo na sua base (Figura 75a). A exposição da encosta a fortes processos erosivos, formando ravinamentos (Figura 75b), onde está localizada uma linha preferencial de drenagem, que em eventos de alta pluviosidade, remobiliza com grande força, considerável quantidade de sedimentos e algumas plantas, como bananeira e macaxeira, expondo as casas localizadas no direcionamento dessa linha (Figura 76a) a enxurradas, além de deslizamentos pontuais, numa possível evolução de processos erosivos para

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos planares, enxurradas e processos erosivos.

✓ **Setor 15 – Bairro Santa Maria/ Rua Contorno 1/ UTM 24 L 706768 E 8784109 S (Figura 77)**

Características: Setor formado por conjunto de casas edificadas próximas a base de talude, constituído por litologia areno-argilosa, correspondente à Formação Barreiras e que apresenta sulcos e ravinamentos em toda a sua extensão (Figura 78a e 78b). O risco consiste na altura, no tipo de material constituinte muito friável (Figura 79a), nos cortes subverticais, canalizações irregulares e proximidade das edificações à base do talude. Todo o setor ocupa o leque de dejeção da encosta e a área de atingimento do material sedimentar vai até o muro da igreja local (Figura 79b). Em ocasião de fortes chuvas, a lama atinge todas as casas, pondo a população em risco e gerando prejuízos materiais.

Figura 77 – Bairro Santa Maria/ Rua Contorno 1



Fonte: Google maps, 2017

Figura 78 – a e b) Casas edificadas próximas à base do talude

a)

b)



Fonte: CPRM, 2013

Figura 79 – a) Talude com altura considerável; b) Área de atingimento do material sedimentar



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Deslizamentos de solo e processos erosivos.
- ✓ **Setor 16 – Bairro Jabutiana, São Conrado, Inácio Barbosa e Farolândia./ UTM 24 L 710141 E 8787785 S (Figura 80)**

Características: Área de inundação resultante de cheia gradual do Rio Poxim, originada pelo excesso de chuva a montante, na qual tem seu curso d'água extravasado para sua planície (Figura 81a), atingindo em alguns pontos, a população ribeirinha. Esta planície de inundação apresenta-se com ocupação consolidada e com modificação no seu raio de atingimento, com a retirada da vegetação de manguezal, e sucessivos aterros (Figura 81b), para a instalação de residências e estruturas urbanas. Esse fato associado com níveis de cota baixos, com as cheias respeitando a calha do rio, onde de acordo com informações de moradores mais antigos (já que há uma ausência de monitoramento hidrológico), em um período de 50 anos, o rio nunca subiu muito além do seu limite, restringe a zona de atuação da inundação nas áreas modificadas, não se tendo um registro nesse período, da invasão do rio ao seu leito maior. As áreas mais afetadas são as localidades sem modificação (sem aterro) e de baixo padrão construtivo (Figura 82a, 82b e 83), associadas a uma baixa topografia, em níveis equivalentes a cota do rio. Esse fato pode ser bem observado na invasão da Av. Pantanal, com mais de cem casas afetadas pela inundação. Embora, não haja registro de cheias, atingindo o seu leito maior, nada impede, que eventos de recorrência desconhecida, possam ocupar a planície de inundação, visto que as faixas marginais não são respeitadas.

Figura 80 – Bairro Jabutiana, São Conrado, Inácio Barbosa e Farolândia



Fonte: Google maps, 2017

Figura 81 – a) Área inundável resultante da cheia gradual do Rio Poxim; b) Retirada de vegetação de manguezal e aterro

a)



b)



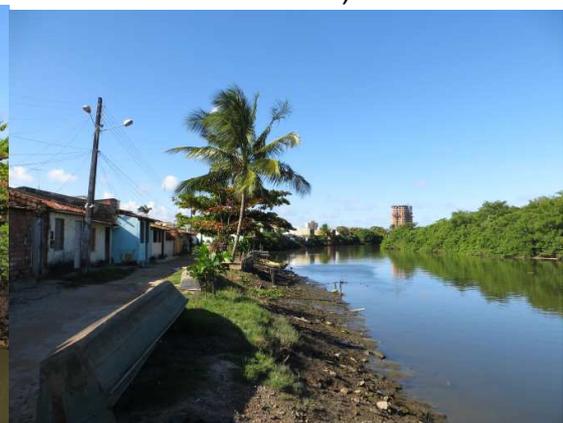
Fonte: CPRM, 2013

Figura 82 – a e b) Casas de baixo padrão construtivo localizadas as margens do rio

a)



b)



Fonte: CPRM, 2013

Figura 83 – Casas de baixo padrão construtivo localizadas as margens do rio

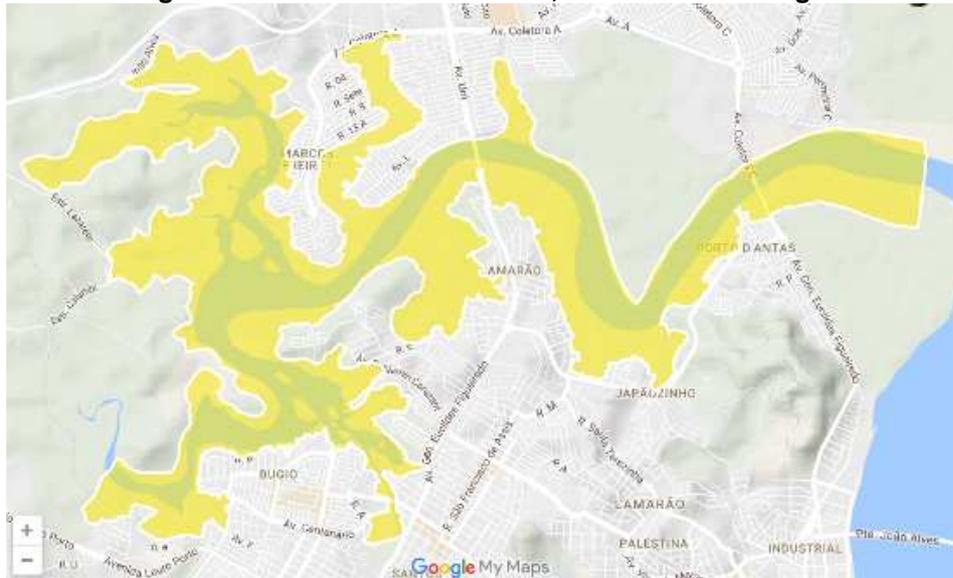


Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Inundação.
- ✓ **Setor 17 – Bairros Porto Dantas, Cidade Nova e Bugio./ UTM 24 L 708312 E 8795925 S (Figura 84)**

Características: Área de inundação resultante de cheia gradual do Rio do Sal, originada pelo excesso de chuva a montante, na qual tem seu curso d'água extravasado para sua planície podendo atingir a população ribeirinha em alguns locais (Figura 85a). A margem direita do Rio do Sal ocupa a cidade de Aracaju e se apresenta quase que totalmente modificada por aterros para a instalação de residências, pequenas indústrias e estruturas urbanas (Figura 85b). Em alguns pontos, a vegetação de mangue se encontra ainda bastante preservada e o leito do rio é usado para maricultura e atividade pesqueira (Figura 86). A ocupação em sua planície de inundação varia bastante de padrão construtivo, mas de acordo com a população, não há indícios de que o rio tenha atingido residências nos últimos 30 anos, apesar de ter seu nível frequentemente alterado pelas cheias e pela influência de maré. Porém, deve-se destacar o fato de algumas comunidades estarem instaladas praticamente em níveis de cota do rio (Figura 87a), com ocupação de baixíssimo poder construtivo, a exemplo do conjunto Estrela do Oriente, à rua Beira Rio, onde edificações de alta vulnerabilidade ocupam a planície de inundação, sem nenhuma estrutura de saneamento utilizando o rio para despejos domésticos bem como de lixo urbano (Figura 87b).

Figura 84 – Bairros Porto Dantas, Cidade Nova e Bugio



Fonte: Google maps, 2017

Figura 85 – a) Planície do Rio do Sal sujeita a inundação; b) Margem direita do Rio do Sal (Aracaju), modificada por aterros

a)



Fonte: CPRM, 2013

b)



Figura 86 – Em alguns pontos do rio preservados, dando espaço para atividade de maricultura e atividade pesqueira



Fonte: CPRM, 2013

Figura 87 – a) Comunidade instalada na mesma cota do rio; b) Ocupação de baixo nível construtivo ocupando a planície de inundação



Fonte: CPRM, 2013

- **Tipologia do Processo:** Inundação.

5.2.2 Áreas de Riscos – PLACON da Defesa Civil Aracaju

Como exposto anteriormente a outra fonte de informação a respeito das áreas de risco em Aracaju é o PLACON elaborado pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Aracaju – COMPDEC.

O PLACON atualizado em 07 de março de 2017 aborda as possibilidades de desastres naturais que estão relacionadas ao aumento de pluviosidade em curto espaço de tempo, somados ao movimento das marés. São eles: 1. Enchente; 2. Inundação; 3. Alagamento; 4. Enxurrada; 5. Vendaval; 6. Tempestade; e 7. Escorregamento/ Deslizamento.

O mesmo documento intitula Áreas de Riscos como sendo regiões onde não é recomendada a construção de casas ou instalações, pois são muito expostas a desastres naturais, como desmoronamentos e inundações.

É o capítulo 10 que aborda as localidades com risco de deslizamento, de alagamentos e de inundações em Aracaju, são eles:

✓ Risco de Deslizamentos (Figura 88)

- **Bairro América**

- Av. José da Silva Ribeiro Filho, trecho entre a Rua Peru e Conjunto Maria do Carmo;
- Av. José Zuckmam com Av. José Sampaio;
- Rua Peru com Argentina e Av. Tancredo Neves.
- Rua E

- **Bairro Cirurgia**
 - Rua Permínio de Souza com Rua Riachão;
 - Rua Ribeirópolis com Rua Porto da Folha;
 - Rua Riachão entre Av. Des. Maynard e Rua Permínio de Souza.
- **Bairro Cidade Nova**
 - Travessa São João;
 - Rua Santa Terezinha e adjacências;
 - Av. A, Trav.São João, Rua Santa Terezinha, fundo de casas, Ruas A, B, C, D e Rua Santa Isabel.
- **Bairro Industrial**
 - Tv. Manoel Preto, Rua Curitiba com Avenida Novo Paraíso, Tv. São Paulo e adjacências;
 - Rua Alto da Favela, Rua Vila Ana e adjacências.
- **Bairro Jabutiana**
 - Av. Esc. Herculano Ramos e adjacências;
 - Estrada do Aloque (Loteamento Jardim dos Coqueiros).
- **Bairro Jardim Centenário**
 - Rua Bela Vista com Rua H2.
- **Bairro Lamarão**
 - Loteamento Tia Caçula com Rua 2.
- **Bairro Olaria**
 - Rua 3, 6 e adjacências;
 - Conjunto Maria do Carmo e adjacências;
 - Avenida Chanceler Osvaldo Aranha com Rua Presidente Jânio Quadros.
- **Bairro Porto Dantas**
 - Coqueiral – Limites com Morro do Urubu.
- **Bairro Santo Antônio**
 - Rua Cel. José Pacheco de Lima entre Rua Maria Izabel, Rua C e Rua Claudio Batista.
- **Bairro Santa Maria**
 - Encosta do Morro do Avião.
- **Bairro Soledade**
 - Rua M, P e adjacências;
 - Rua 6, 7,8 e adjacências;
 - Loteamento Senhor do Bonfim.

Figura 88 – Localização dos pontos de deslizamentos no Google My Maps



Fonte: COMPDEC – Aracaju (Adaptado), 2017.

✓ **Risco de Alagamentos (Figura 89)**

1. Avenida Hermes Fontes com Nestor Sampaio;
2. Av. Edésio Vieira de Melo c/ Av. Hermes Fontes;
3. Av. Anízio Azevedo (fundo do ginásio de Esportes Constâncio Vieira);
4. Av. Adélia Franco (em frente à DEHOP);
5. Av. Ivo do Prado (Praça do Mini Golf);
6. Av. Heráclito Rollemberg c/ Tancredo Neves;
7. Sete de Setembro c/ Gentil Tavares;
8. Av. Beira Mar (acesso a UNIT – pista de baixo);

9. Av. Beira Mar com Rua Rosalina (pista de baixo);
10. Rua Acre c/ Rua Porto Alegre;
11. Rua Acre c/ Av. Desembargador Maynard;
12. Av. Desembargador Maynard c/ Rua Distrito Federal;
13. Rua Alagoas c/ Rua Fernando de Noronha;
14. Av. Edésio Vieira de Melo c/ Zaqueu Brandão;
15. Av. Augusto Maynard c/ Rua Vila Cristina;
16. Av. Beira Mar (acesso a Coroa do Meio);
17. Av. Francisco Porto com Av. Jorge Amado;
18. Av. Pedro Valadares c/ Av. Marieta Leite;
19. Av. Edésio Vieira de Melo c/ Rafael de Aguiar;
20. Rua Rafael de Aguiar c/ Pires Wine;
21. Av. Beira Mar c/ Av. Silvio Teixeira;
22. Av. Coelho e Campos c/ Av. Dr. Carlos Firpo;
23. Av. Augusto Franco;
24. Av. Heráclito Rollemberg (rótula do Conj. Orlando Dantas);
25. Av. Ivo do Prado c/ Av. Barão de Maruim;
26. Av. Airton Teles;
27. Av. Augusto Maynard c/ Rua Dom José Thomaz;
28. Rua Estância com Av. Pedro Calazans;
29. Rua Maruim c/ Av. Pedro Calazans;
30. Av. Visconde de Maracaju – Santos Dumont;
31. Av. Visconde de Maracaju – Palestina;
32. Av. Euclides Figueiredo – Santos Dumont;
33. Trav. Santo Antônio c/ Rua Luiz Gonzaga;
34. Conjunto Lourival Batista;
35. Rua Santa Catarina c/ Ruas Acre e Distrito federal;
36. Rua João de Croa;
37. Lamarão (invasão);
38. Goré;
39. Japãozinho;
40. Coqueiral;
41. Porto Dantas;
42. Loteamento Santa Tereza;

43. Av. Hermes Fontes (Mac Donald's);
44. Ruas Lagarto, Construtor João Alves e Campo do Brito;
45. Rua Cedro;
46. Praça da Imprensa;
47. Av. Hermes Fontes c/ Rua Moacir Lopes;
48. Av. Adélia Franco (próximo ao Asilo Rio Branco);
49. Rua Lourival Andrade (Parque dos Coqueiros);
50. Barroso (Farolândia) e Rua Tenente Aragão;
51. Rua Acrísio Fortes c/ Rua Moacir;
52. Rua Prof. José de Freitas Andrade;
53. Coroa do Meio;
54. Av. Oceânica;
55. Rua Auxiliar Z – Santa Maria;
56. Av. Canal 5 – Augusto Franco;
57. Av. São João Batista;
58. Rua Arauá c/ Rua Campos e Av. Gonçalo Prado;
59. Rua Eduardo Cruz, Rua Belém e Av. Confiança;
60. Rua Socorro c/ Av. Gonçalo Prado;
61. Av. Hermes Fontes (em frente ao Cond. Morada das Árvores).

Figura 89 – Localização dos pontos de alagamentos no Google My Maps



Fonte: COMPDEC – Aracaju (Adaptado), 2017.

✓ Risco de Inundações

- **Margens do Rio Poxim (Figura 90)**

- Inácio Barbosa da invasão do pantanal até o São Conrado
- Região da Jabotiana, envolvendo os Conj. JK, Sol Nascente, Santa Lúcia até o Largo da Aparecida.

6 DISCUSSÃO E PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS MITIGADORAS

Nesta seção serão discutidos os principais problemas já identificados no capítulo anterior com potencial de ocorrências de desastres naturais em Aracaju relacionadas ao incremento das precipitações hídricas com a apresentação das possibilidades de intervenções de engenharia para mitigação dos riscos identificados.

A palavra intervenção remete a sinônimos como modificar, alterar, assistir, ser ou estar presente, entre outros. Na visão da Gestão de Risco, a mesma está relacionada com a busca por mudanças da realidade física ou social de uma comunidade suscetível a eventos adversos e vulnerável aos impactos provocados por eles.

Assim, conforme vimos anteriormente, pôde-se certificar a existência de riscos de movimentos de massa, riscos de alagamentos e riscos de inundações como sendo as principais vulnerabilidades presentes na capital sergipana quando da ocorrência de fenômenos hidrometeorológicos¹² extremos.

6.1 PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS PARA OS RISCOS DE ESCORREGAMENTO DE MASSA/DESLIZAMENTOS

Verificou-se no item no item 5.2 os diversos pontos catalogados como sendo de risco de movimentos gravitacionais, tanto pelo CPRM quanto pela COMPDEC/Aracaju.

As obras de contenção de encostas e taludes estão relacionadas com a recuperação do equilíbrio estável de um maciço, que pode ser tanto uma encosta natural quanto um talude de corte ou aterro. Tais obras consistem na construção de estruturas de contenção ou reforço em encostas naturais ou taludes de corte/aterro e têm a finalidade de proporcionar maior segurança com relação à estabilidade dos mesmos.

Serão apresentadas as principais soluções de engenharia que em geral atende a maioria dos riscos urbanos de escorregamento como medidas estruturais de intervenção, cabendo a um especialista, propor a solução mais adequada, relacionado com o processo perigoso que deve ser contido ou mitigado.

¹² A hidrometeorologia é o ramo das ciências atmosféricas (meteorologia) e da hidrologia que estuda a transferência de água e energia entre a superfície e a atmosfera.

O muro de arrimo é um deles, também conhecidos como muros de gravidade, são estruturas de contenção que utilizam o seu peso próprio ou parte do peso do solo para suportar os esforços do maciço. De forma geral, são utilizados na contenção de taludes.

Dentre os tipos de muro de arrimo mais utilizados destacam-se: muro de pedra seca; muro de pedra argamassada; muro de gabião; muro de concreto armado; muro de pneus; muro de solo reforçado. O uso de cada um deles dependerá da avaliação técnica de um engenheiro geotécnico, que levará em consideração os aspectos relacionados ao talude (declividade, tipos de solos, altura) e ao custo da construção.

Quadro 7 – Tipos de muro de arrimo

Tipo	O que é	Característica
Muro de pedra seca	É uma estrutura formada pela união manual de blocos de rocha e sua resistência é dada pela forma de entrelaçamento das mesmas (Figura 93)	Uso intensivo de mão de obra, a versatilidade geométrica e o fato de o mesmo ser autodrenante, o que evita a ocorrência de pressões de água diretamente contra o muro.
Muro de pedra argamassada	Muito similar ao de pedra seca, porém seus vazios são preenchidos com argamassa (cimento + areia + água).	São as mesmas do muro de pedra seca, com exceção deste não ser autodrenante (Figura 94), devendo ser sempre incorporada uma drenagem com tubos conhecidos como “barbacãs”.
Muro de gabião	Constituído por gaiolas formadas por redes de aço preenchidas com pedras (Figura 95).	São a flexibilidade em relação ao local de aplicação, a rapidez de construção e a sua propriedade autodrenante.
Muro de concreto armado	Constituído deste material, pode ser construído utilizando formas geométricas mais elaboradas e, assim, ser adaptado para qualquer tipo de necessidade (Figura 96)	São o uso praticamente irrestrito, elevada rigidez e o custo de construção mais elevado.
Muro de pneus	Construído a partir do lançamento de camadas horizontais de pneus, amarrados entre si e preenchidos com solo compactado (Figura 97).	Precisam ser adequadamente projetados e construídos, especialmente em relação à drenagem interna do maciço.

Fonte: O autor, 2017

Figura 93 – Imagem de um muro de pedra seca



Fonte: UFRGS/CEPED/RS, 2015.

Figura 94 – Imagem de um muro de pedra argamassada



Fonte: UFRGS/CEPED/RS, 2015.

Figura 95 – Imagem de um muro de gabião



Fonte: UFRGS/CEPED/RS, 2015.

Figura 96 – Imagem de um muro de concreto armado



Fonte: UFRGS/CEPED/RS, 2015.

Figura 97 – Imagem de um muro de pneus



Fonte: UFRGS/CEPED/RS, 2015.

Já os sistemas de atirantamentos consistem em um grupo de obras para contenção de encostas e taludes que incluem a utilização tanto de tirantes isolados como de cortinas atirantadas (Figura 98). Os tirantes são fios, barras ou cordoalhas de aço que são usados para transferir cargas para o subsolo. As cortinas, formadas pelo conjunto de painéis de revestimento e tirantes, são aplicadas na contenção de grandes massas de solo ou rocha, formando paredes verticais de elevada rigidez.

Figura 98 – Imagem de obra contenção realizada com uso de tirantes



Fonte: UFRGS/CEPED/RS, 2015.

Há também outras opções para mitigar a possibilidade de escorregamentos, são as obras de proteção de taludes. Com a falta de vegetação e a remoção da camada superficial do solo deixam os taludes expostos à erosão superficial e a infiltração das águas provenientes das chuvas, pode contribuir para a ocorrência de movimento de massa.

Pode-se ter como referência o caso clássico de Aracaju, localizado na Av. Des. Maynard, no Barro América que por anos a fio trazia riscos a comunidade local (Figura 99). Para solucionar a problema o poder público municipal promoveu uma obra de contenção e proteção de talude na localidade com a construção de muretas de concreto em sua base, incluindo drenos subterrâneos e valetas de drenagem, além de revestimento do talude com biomassa (Figura 100).

Figura 99 – Encosta da Av. Desembargador Maynard no Bairro América em 2009



Fonte: Infonet, 2009

Figura 100 – Encosta da Av. Desembargador Maynard no Bairro América após a obra de contenção em 2012



Fonte: Prefeitura de Aracaju, 2012

6.2 PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS PARA OS RISCOS DE ALAGAMENTOS

A COMPDEC, conforme item 5.2.2, elencou 61 pontos de alagamentos na capital aracajuana. Dessa forma, serão abordadas as principais proposições estruturais, por se tratar de uma consequência das intensas precipitações hídricas e que irão mitigar os riscos na capital Sergipana (Figura 101 e 102).

Figura 101 – Alagamento na Av. Euclides Figueiredo



Fonte: A8SE, 2017

Figura 102 – Alagamento na Av. Hermes Fontes



Fonte: Infonet, 2013

Portanto, serão demonstradas as principais medidas estruturais de intervenção para mitigar os riscos de alagamentos na capital sergipana.

Mas antes é preciso ter a ciência de que Aracaju está cercada por águas, seja através da presença do rio Sergipe, do oceano Atlântico e as praias, do rio Vaza-Barris e os afluentes do rio Sergipe. Esta confluência deixa a cidade suscetível e, com as chuvas mais avolumadas, pode causar alagamentos. Convém destacar que outra determinante para esse fenômeno é o relevo da capital sergipana que apresenta morros, principalmente nos bairros da zona Norte e na área limítrofe com o município de São Cristóvão. Além dessas duas zonas mais expressivas, uma área

mais ou menos paralela ao rio Sergipe, exatamente nos domínios dos bairros Getúlio Vargas, Cirurgia e parte do Suíssa, apresenta elevações com altitudes máximas de 38 metros.

O crescimento significativo a partir da década de 60, com incrementos populacionais expressivos até o início da década de 90, é outro dado que incide sobre a dinâmica das águas urbanas. A ocupação se deu em áreas mais distantes do Centro e dos bairros mais tradicionais, a exemplo "boom imobiliário" da Zona de Expansão, Jabutiana, Santa Maria, Atalaia, entre outros. Coincidentemente, hoje são os locais que mais sofrem com alagamentos.

O agravante é o fato das regiões serem muito povoadas e próximas ao nível do mar. Quando coincide de cair uma chuva forte e o nível do mar estar alto, as galerias pluviais deixam de escoar, além é claro, do excesso de impermeabilização.

As medidas estruturais contra os alagamentos perpassam em soluções que ajam nas calhas das drenagens naturais com o objetivo de aumentar a sua capacidade de vazão através de: (CANHOLI, 2005)

- ✓ Canalização;
- ✓ Ampliação do sistema de drenagens construídas;
- ✓ Desassoreamento permanente de toda a rede de drenagem e;
- ✓ Reservação.

Outras proposições que merecem atenção para o aumento da capacidade de retenção de água das chuvas, são:

- ✓ Parques e bosques reflorestados;
- ✓ Calçadas, passeios e pátios drenantes;
- ✓ Valetas drenantes;
- ✓ Sarjetas drenantes e de reservação/infiltração;
- ✓ Tubulações drenantes;
- ✓ Poços e trincheiras de infiltração.

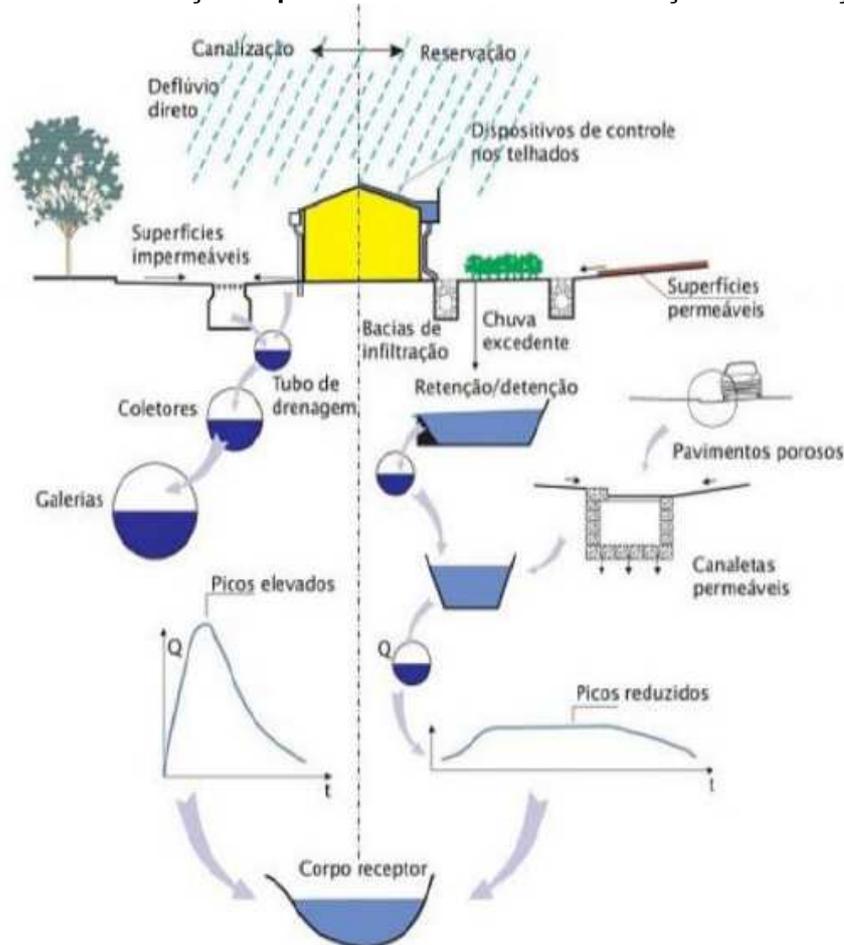
Porém, o principal fator a considerar são as várias informações para elaboração de um projeto de drenagem urbana como: dados da bacia hidrográfica, topografia do terreno, dados cartográficos e critérios gerais do projeto, manutenção e operação do mesmo.

Importante se faz o esclarecimento de duas importantes técnicas de drenagem urbana já mencionadas, ilustradas na figura 103. Segundo REZENDE, (2010):

✓ **Canalização:** é voltada a canalização convencional que inclui obras de canais de concreto, com aumento da declividade de fundo e afastamento rápido dos escoamentos;

✓ **Reservação:** utiliza dispositivos para o aumento do tempo de concentração e redução da vazão de pico e amortecimento da onda cheia.

Figura 103 – Ilustração esquemática dos conceitos reservação e canalização



Fonte: CANHOLI, 2005

Dispositivos de infiltração são bastante eficazes contra os alagamentos, vejamos: (CANHOLI, 2005)

1. **Superfícies de infiltração** - São superfícies cobertas por vegetação que permitem a percolação das águas superficiais em sua maioria oriundas de áreas impermeáveis como telhados e pátios;

2. **Valetas de infiltração aberta** - Dispositivos de drenagem laterais revestidas com vegetação, que ficam adjacentes a estradas e ruas que promovem o processo de infiltração no solo. A proteção das valetas com vegetação, normalmente com grama, é importante, pois contribui para que a camada permeável do solo permaneça. Eventuais limpezas são necessárias para que a capacidade de

infiltração no solo seja restabelecida, devido processo de colmatação, que é a decantação de partículas finas. O seu volume deve ser o suficiente para não ocorrer alagamentos principalmente após precipitação considerável, pois a capacidade de infiltração à medida que a água escoar se atenua. Em alguns pontos da valeta podem ser construídos dispositivos de infiltração chamados de trincheiras de percolação que são constituídos de camadas de areia e brita que auxiliam na infiltração da água para o subsolo;

3. **Lagoas de infiltração** - Pequenas bacias de retenção projetadas com nível d'água permanente e volume de espera, que facilitam a infiltração pela dilatação do tempo de residência das águas pluviais;

4. **Bacias de percolação** (Figura 104) - É construída por escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e a sua superfície posteriormente é reaterrada. A brita ou o cascalho que promovem a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para as camadas internas do solo;

Figura 104 – Bacias de percolação



Fonte: CANHOLI, 2005

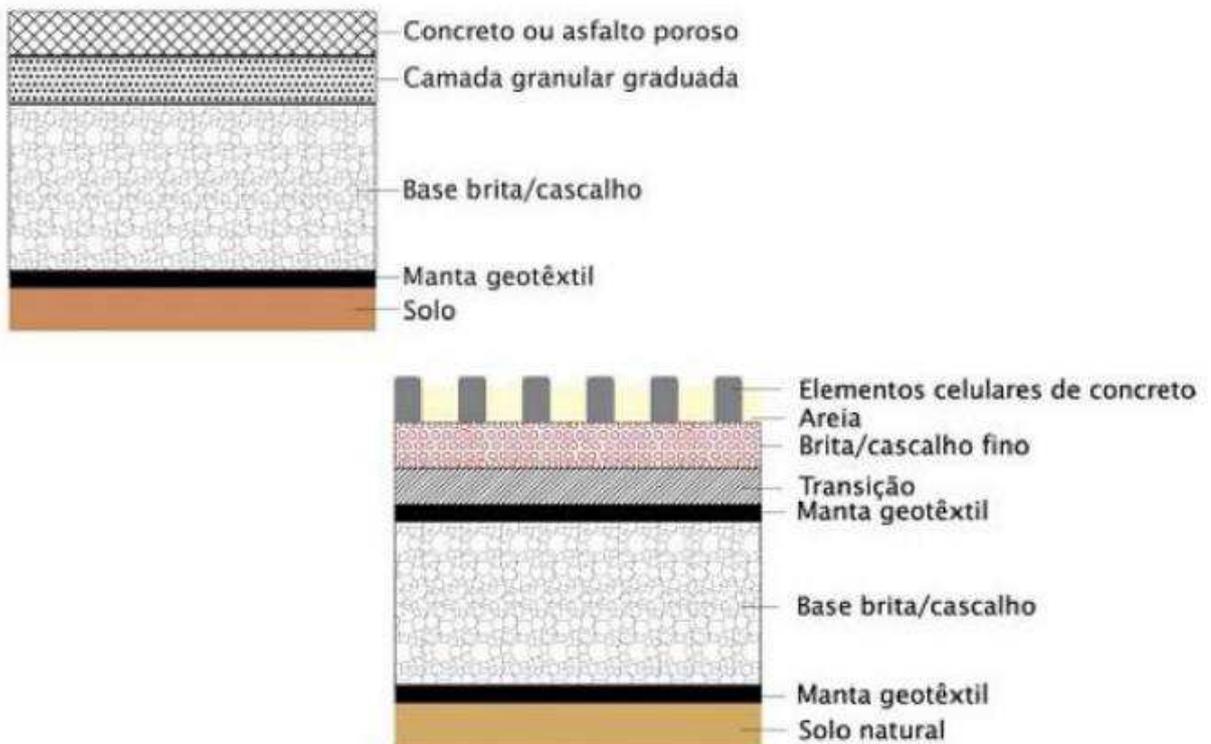
5. **Pavimentos porosos** (Figuras 105 e 106) - Elemento de retenção na fonte que contribui na redução os picos e volume dos deflúvios. Normalmente são constituídos de concreto ou asfalto convencionais sem as partículas mais finas desses compostos. São construídos sobre camadas permeáveis de material granular (brita). O pavimento poroso pode ser obtido também com módulos de blocos de concretos vazados.

Figura 105 – Adaptado pavimento poroso Parque Ibirapuera, São Paulo, 1996



Fonte: CANHOLI, 2005

Figura 106 – Pavimentos porosos – exemplos e corte típico



Fonte: CANHOLI, 2005

Outras intervenções igualmente importantes são as **detenções a jusantes**. Nada mais são do que reservatórios de maior porte que permitem o armazenamento de volumes significativos da bacia que através da reservação do volume escoado, permite o amortecimento dos picos das enchentes.

De acordo com Rezende (2010), são dispositivos de retenção:

1. **Bacias de retenção** (Figura 107): possuem lâmina de água permanente, que podem ser integradas ao espaço urbano como lagos;

Figura 107 – Bacia de retenção na cidade de Lagord, região de Poitou-Charentes, França



Fonte: REZENDE, 2010

2. **Bacias de retenção** (Figura 108): possuem água pluvial somente quando há precipitação, podendo possuir outros usos quando estão secas, como quadras esportivas e quadras de lazer;

Figura 108 – Bacia de retenção em Santiago, Chile.



Fonte: REZENDE, 2010

6.3 PROPOSIÇÕES ESTRUTURAIS PARA OS RISCOS DE INUNDAÇÕES

As áreas elencadas como sendo de riscos de inundação pelo CPRM e COMPDEC-Aracaju, são as localidades as margens do Rio do Sal, do Rio Poxim e do Canal Santa Maria.

Pelas características das ocorrências registradas em Aracaju, são conhecidas como inundações ribeirinhas, pois ocorre quando a precipitação é intensa e o solo não tem a capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoava para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso do volume

que não consegue ser drenado ocupa a várzea inundando de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios.

As áreas mais propícias à ocupação são as planas e mais baixas são justamente aquelas que apresentam alto risco de inundação, além da várzea de inundação de um rio crescer significativamente nos seus cursos médio e baixo, onde a declividade se reduz e aumenta a incidência de áreas planas, normalmente próximo ao litoral, é o caso de Aracaju.

Ocorre que o crescimento desordenado e acelerado da capital, principalmente a partir da década de 70, as áreas de risco considerável, como as várzeas inundáveis, foram ocupadas, trazendo como consequência prejuízos humanos e materiais de grande monta.

Ressalta-se que seria ingenuidade do homem imaginar que poderá controlar totalmente as inundações, as medidas propostas sempre visam minimizar as suas consequências, mesmo as estruturais.

Assim, serão abordadas as medidas estruturais para mitigar os efeitos das inundações em Aracaju, pois as mesmas modificam o sistema fluvial através de obras na bacia, a qual procura modificar as relações entre precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de enchente e controla a erosão da bacia, são as chamadas de medidas extensivas. Também tem as obras realizadas diretamente no rio, chamadas de medidas intensivas e podem acelerar, retardar ou desviar o escoamento com o intuito de evitar o extravasamento para o leito maior decorrentes das enchentes.

Tucci (1993) aborda com mais detalhes a respeito de ambas as medidas, as extensivas e as intensivas:

➤ **Medidas extensivas**

1. **Cobertura vegetal:** a cobertura vegetal tem capacidade de armazenar parte do volume de água precipitado pela interceptação vegetal, aumentar a evapotranspiração e de reduzir a velocidade do escoamento superficial pela bacia hidrográfica. Quando é retirada a cobertura vegetal a tendência é de aumentar o volume escoado, as cheias e redução das estiagens, aumentando a variabilidade das vazões. O aumento da cobertura é uma medida extensiva para redução das inundações, mas aplicável a pequenas bacias, onde tem mais efeito (< 10 km²). O efeito maior deste tipo de medida é sobre os eventos mais freqüentes de alto risco

de ocorrência. Para eventos raros de baixo risco o efeito da cobertura vegetal tende a ser pequeno.

2. **Controle da erosão do solo:** o aumento da erosão tem implicações ambientais pelo transporte de sedimentos e seus agregados, podendo contaminar os rios a jusante e diminuir a sua seção e alterando o balanço de carga e transporte dos rios. Um dos fatores é a redução da seção dos rios e o aumento da frequência das inundações em locais de maior sedimentação. O controle da erosão do solo pode ser realizado pelo reflorestamento, pequenos reservatórios, estabilização das margens e práticas agrícolas corretas. Esta medida contribui para a redução dos impactos das inundações.

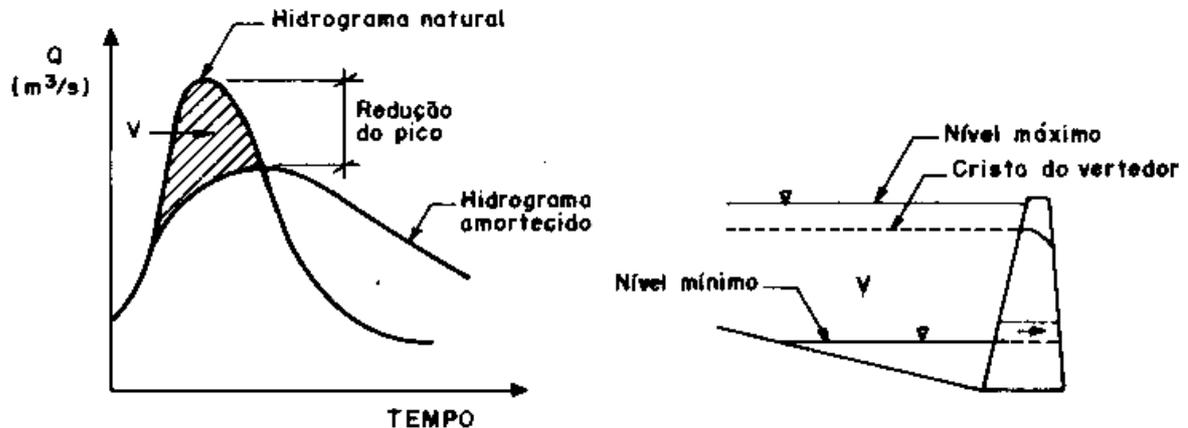
➤ **Medidas Intensivas**

1. **Reservatório:** O reservatório de controle de enchentes funciona retendo o volume do hidrograma durante as enchentes, reduzindo o pico e o impacto a jusante do barramento. Na figura 109 observa-se o hidrograma natural de um rio. Considerando um volume V do hidrograma capaz de ser retido por um reservatório, pode-se observar a redução da vazão máxima e o hidrograma resultante.

Os reservatórios para controle de inundações podem ser uso exclusivo para esta finalidade ou podem ser de usos múltiplos. O primeiro tem como objetivo somente minimizar as inundações, enquanto que o segundo tem mais de um objetivo, que são muitas vezes conflitantes.

Um reservatório sem controle de operação é aquele que não dispõe de comportas de vertedor ou de fundo e a cheia é regulada pelas condições do vertedor livre. Quando existem comportas é possível utilizar com mais eficiência o volume disponível para controle da enchente. No período chuvoso os primeiros hidrogramas tendem a ser de menor porte até que as perdas sejam atendidas e o solo saturado. Estes hidrogramas podem ocupar o volume disponível no reservatório, resultando pouco espaço para reduzir o pico das cheias maiores subsequentes (figura 110a).

Figura 109 – Efeito do Reservatório



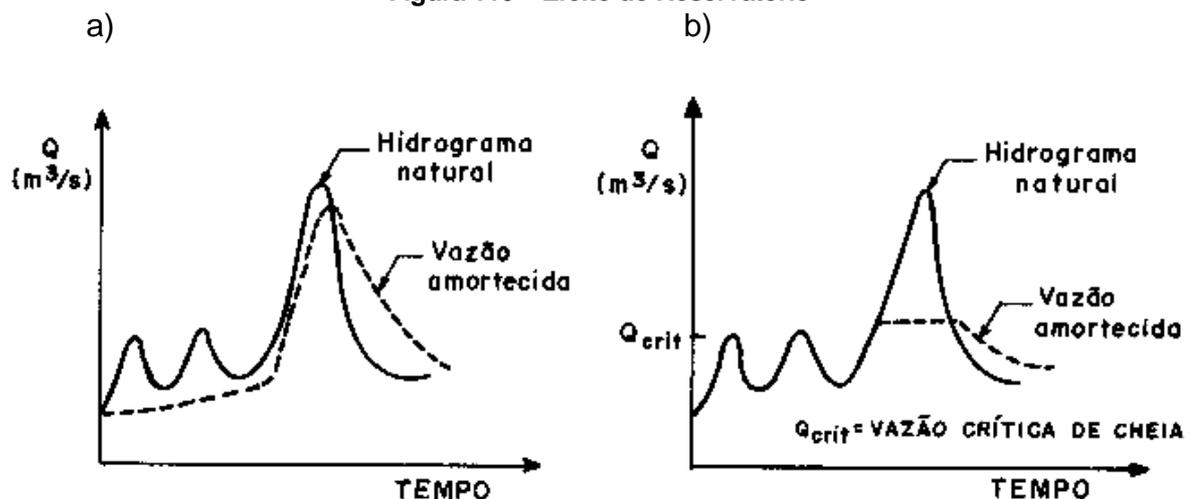
Fonte: TUCCI (1993)

A regra operacional pode ser a seguinte: (a) o reservatório deve procurar operar de tal forma a escoar a vazão natural até que a jusante seja atingida a cota limites (Q_{crit}); (b) a partir deste momento utilize o volume

do reservatório para manter ou reduzir a vazão (figura 110b). Estas condições operacionais dependem do projeto do reservatório e de seus órgãos extravasores. Para a busca das melhores condições de projeto e operação é necessário simular o escoamento no reservatório, identificando qual é a operação mais eficiente.

As barragens projetadas devem considerar os impactos que podem produzir para jusante e a montante do empreendimento.

Figura 110 – Efeito do Reservatório

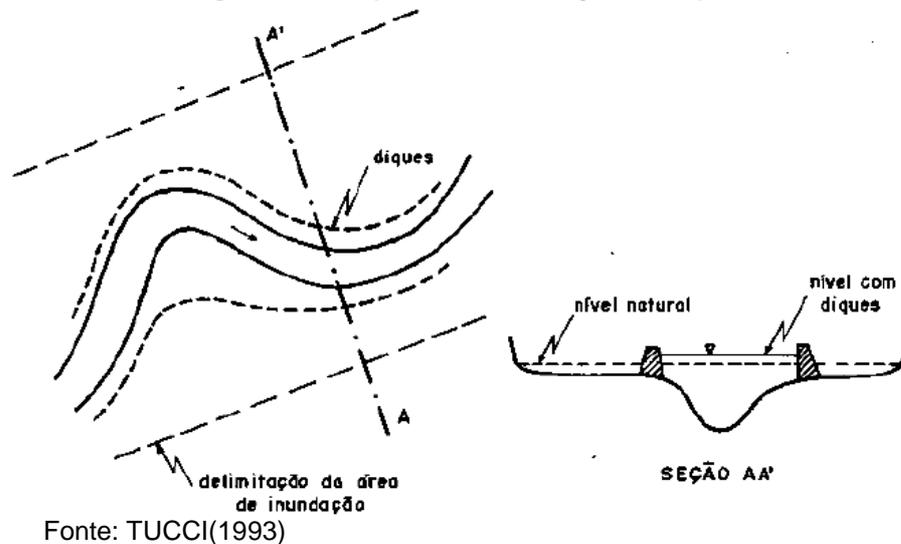


Fonte: TUCCI(1993)

2. **Diques ou polders:** São muros laterais de terra ou concreto, inclinados ou retos, construídos a uma certa distância das margens, que protegem as áreas

ribeirinhas contra o extravasamento. Os efeitos de redução da largura do escoamento confinando o fluxo são o aumento do nível de água na seção para a mesma vazão, aumento da velocidade e erosão das margens e da seção e redução do tempo de viagem da onda de cheia, agravando a situação dos outros locais a jusante. O maior risco existente na construção de um dique é a definição correta da enchente máxima provável, pois existirá sempre um risco de colapso, quando os danos serão piores se o mesmo não existisse (Figura 111).

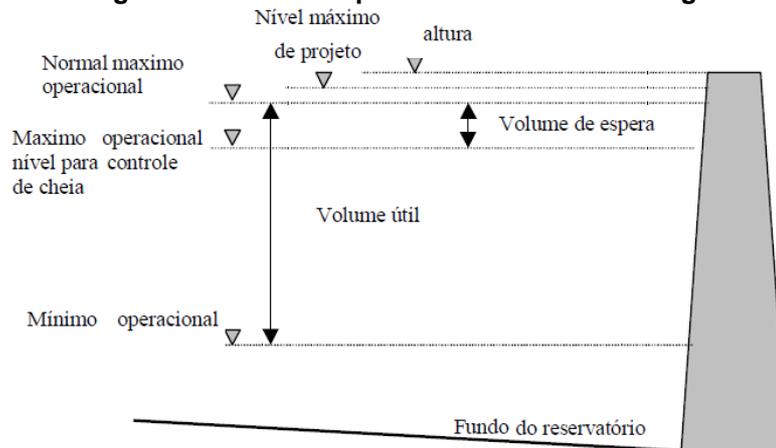
Figura 111 – Impacto da construção do dique



O dique permite proteção localizada para uma região ribeirinha. Deve-se evitar diques de grandes alturas, pois existe sempre o risco de rompimento para uma enchente maior do que a de projeto. No caso de rompimento, o impacto é maior do que se o mesmo não existisse.

Hidraulicamente o dique reduz a seção de escoamento e pode provocar aumento da velocidade e dos níveis de inundação (figura 112). Para que isso não ocorra as condições de fluxo não devem-se alterar após a construção do dique. Estas condições podem ser simuladas em condição de regime permanente para as vazões de projeto. Esta metodologia não deve ser usada para escoamento sujeito ao efeito de maré, pois resultará numa cota superdimensionada. Para tanto deve-se utilizar um modelo hidrodinâmico.

Figura 112 – Níveis operacionais de uma barragem

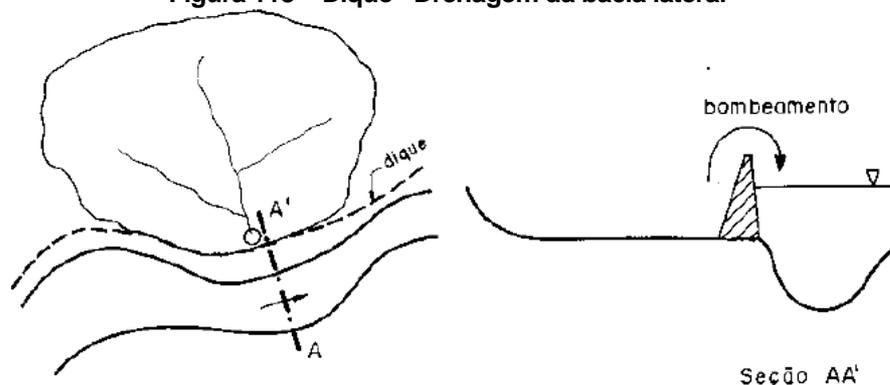


Fonte: TUCCI(1993)

Os diques são normalmente construídos de terra com enrocamento e de concreto, dependendo das condições locais.

Na construção de diques para a proteção de áreas agrícolas, o risco de colapso adotado pode ser mais alto que em áreas urbanas, sempre que os danos potenciais sejam somente econômicos. Quando o colapso pode produzir danos humanos o risco deve ser menor e a obra complementada por um sistema de previsão e alerta em tempo atual. Tanto em bacias rurais como urbanas é necessário planejar o bombeamento das áreas laterais contribuintes ao dique, caso contrário, chuvas sobre estas bacias laterais ficam represadas pela maior cota do rio principal ou acumuladas no seu interior, se não existirem drenos com comportas (figura 113).

Figura 113 – Dique - Drenagem da bacia lateral

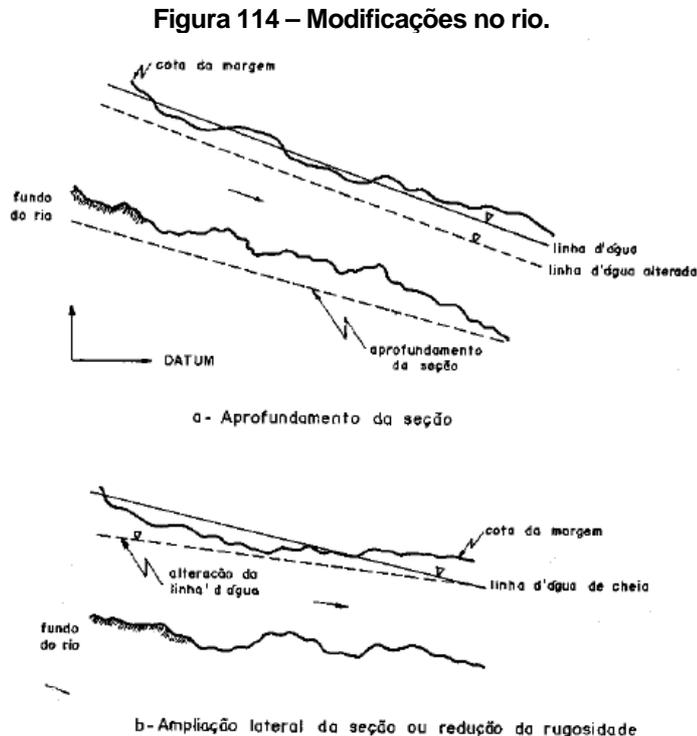


Fonte: TUCCI(1993)

3. Modificações do rio: As modificações na morfologia do rio visam aumentar a vazão para um mesmo nível, reduzindo a sua freqüência de ocorrência. Isto pode ser obtido pelo aumento da seção transversal ou pelo aumento da

velocidade. Para aumentar a velocidade é necessário reduzir a rugosidade, tirando obstruções ao escoamento, dragando o rio, aumentando a declividade pelo corte de meandros ou aprofundando o rio. Essas medidas, em geral, apresentam custos elevados.

Para a seção de um rio que escoar uma vazão Q , a cota resultante depende da área da seção, da rugosidade, raio hidráulico e da declividade. Para reduzir a cota devido a uma vazão pode-se atuar sobre as variáveis mencionadas. Para que a modificação seja efetiva é necessário modificar estas condições para o trecho que atua hidráulicamente sobre a área de interesse. Aprofundando o canal, a linha de água é rebaixada evitando inundação, mas as obras poderão envolver um trecho muito extenso para ser efetiva, o que aumenta o custo (figura 114a). A ampliação da seção de medição produz redução da declividade da linha de água e redução de níveis para montante (figura 114b). Estas obras devem ser examinadas quanto à alteração que podem provocar na energia do rio e na estabilidade do leito. Os trechos de montante e jusante das obras podem sofrer sedimentação ou erosão de acordo com alteração produzida.



Fonte: TUCCI(1993)

Diante do que foi apresentado, pode-se perceber que algumas soluções podem ser utilizadas para solucionar problemas já recorrentes nas bacias dos Rios do Sal e Poxim, como também no canal Santa Maria.

No Rio Poxim, por exemplo, já existe uma obra de reservação de água da sua bacia, cuja finalidade é acúmulo de água para abastecimento humano para a Grande Aracaju. Ela foi inaugurada em maio de 2013 pela Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO, porém com a sua construção, a ocorrência de inundações a jusante da barragem ainda persiste em épocas de fortes chuvas em pouco espaço de tempo.

A explicação para isso é que há dois afluentes que alimentam o Rio Poxim, são eles: o Poxim Açu e o Poxim Mirim. O que foi barrado foi o Poxim Mirim, conforme se vê na figura 115.

Figura 115 – Barragem do Rio Poxim Mirim



Fonte: COMPDEC – Aracaju (2017)

O Poxim Açu não há nenhuma intervenção de engenharia que possa barrar as águas desse afluente, afetando diretamente a comunidade que mora as margem do rio, nas imediações do bairro Jabutiana.

Uma das possíveis soluções seria também barrar o afluente com a finalidade de controle de cheias, ou até mesmo para múltiplas finalidades.

Já no Canal Santa Maria, em períodos chuvosos há recorrências de inundações a cada ano. Segundo o Jornal da Cidade (2007), a ocupação dos arredores do canal remonta a década de 30, de que ele foi navegável e limpo.

Foi veiculada no SETV 1ª. Edição, programa jornalístico da afiliada a Rede Globo de Televisão no dia 12/10/2013, matéria sobre as inundações naquela localidade, naquela ocasião a Empresa Municipal de Obras e Urbanização – EMURB já tinha um projeto para aquela localidade para dragar o canal, numa extensão de 4,2 km, a uma profundidade de 2 a 3 metros, com a perspectiva de retirar 180.000 m³ de sedimentos do seu leito com um custo estimado de 18 milhões de reais. Porém, até meados do ano em curso, não há registros de que a obra citada tenha sido executada (Figura 116 e 117).

Figura 116 – Canal Santa Maria – Prainha



Fonte: G1 – Sergipe (2013).

Figura 117 – Canal Santa Maria – Av. Alexandro Alcino



Fonte: COMPDEC – ARACAJU (2017)

Muitas outras soluções de engenharia podem ser estudadas e executadas nos diversos pontos de inundações já catalogados. Serão soluções específicas para cada caso, isoladamente.

7 CONCLUSÕES

Os desastres naturais relacionados às precipitações hídricas no Brasil têm ocorrido cada vez com mais frequência nas últimas décadas. A curiosidade é que também tem ocorrido com mais severidade, trazendo grandes transtornos às populações atingidas. Isso se dá, em grande parte, em razão da inter-relação complexa entre fenômenos naturais e a presença de desequilíbrio no ecossistema, influenciados principalmente pelas atividades humanas, o que justifica e valoriza o presente estudo.

Neste trabalho foram amplamente apresentadas questões relativas à gestão de riscos de desastres, mais aprofundadamente sobre os conceitos, codificação brasileira de desastres, resiliência das cidades, as ameaças naturais relacionadas precipitações hídricas em Aracaju, entre outros.

E com essas abordagens, apresentou-se também as áreas catalogadas como sendo de risco de escorregamento de massa/deslizamento, alagamentos e inundações em Aracaju.

A partir dessas premissas, pôde-se elencar as mais diversas proposições de medidas estruturantes para cada risco possíveis de serem aplicadas na capital sergipana. Porém, é importante frisar que não há solução barata para a questão, são grandes obras de engenharia para contenção e proteção de taludes, drenagem urbana e de gestão de cheias, as quais demandam quantidade vultosa de recursos, além de serem de longo prazo.

Por outro lado, as medidas não estruturais são altamente eficazes e complementares às medidas estruturantes. Elas contemplam, por exemplo, sistemas de alertas prévios ou planos de evacuação, minimizam ao invés de prevenir o risco. O uso das duas medidas combinadas devem necessariamente estar ligadas a políticas e práticas de gerenciamento e planejamento urbanos.

Como este trabalho não esgota as possibilidades de abordagens sobre a temática para a capital, e ainda traz um entendimento bem amplo das possíveis soluções de engenharia para mitigar os riscos de desastres naturais em Aracaju, futuros estudos podem ser realizados trazendo proposições específicas para cada caso nos lugares elencados como sendo de risco.

REFERÊNCIAS

A8SE. **Chuva forte causa alagamento em vários pontos de Aracaju.** Portal de notícias jornalísticas, 2017. Acesso em junho de 2017. Disponível em: <https://a8se.com/sergipe/noticia/2017/02/112530-chuva-forte-causa-alagamento-em-variados-pontos-de-aracaju.html>

ALVES, A; SANTOS, J; CARTAGENA, S. **Capacitação básica em defesa civil:** livro texto para educação a distância. Florianópolis, CEPED UFSC: 2011. Acesso em abril de 2012. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Capacita%-C3%A7%C3%A3o-B%C3%A1sica-em-Defesa-Civil-livro-texto.pdf>

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** 2005. São Paulo – Oficina de Textos.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL – ARACAJU. **Plano de Contingência – Períodos Chuvosos.** Aracaju, 2017.

BRASIL. **Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010.** Regulamenta a Medida Provisória no 494 de 2 de julho de 2010, para dispor sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre. Brasília, 2010.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.** Acesso em maio de 2017. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/se/aracaju/panorama>.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 02, de 20 de Dezembro de 2016.** Acesso em abril de 2017. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/web/guest/defesacivil/legislações>.

BRASIL. **Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001.** Brasília, página do planalto, 2001. Acesso em fevereiro de 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm

BRASIL. **Lei nº 12.340, de 01 de dezembro de 2010.** Brasília: página do Planalto, 2012. Acesso em abril de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12340.htm

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Brasília: página do Planalto, 2012. Acesso em abril de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm

BRASIL. **Lei nº 12.983, de 02 de junho de 2014.** Brasília: página do Planalto, 2012. Acesso em abril de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L12983.htm

BRASIL. **Manual cartão de pagamento de defesa civil.** Acesso em junho de 2016. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=990ccc44-fe98-4675-558-e9c1558d86fb&groupId=10157

Brasil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. **Módulo de Formação: noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos**: Livro base/ Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Minimização de Desastres. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017a.

Brasil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres. **Módulo de formação: elaboração de plano de contingência**: livro base / Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Minimização de Desastres. - Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017b.

CASTRO, A.L.C. **Manual de planejamento em defesa civil**. Volume I. Brasília: MI, 1999.

CEMADEN. **Enxurradas**. Página oficial. Acesso em maio de 2017. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/cemaden-enxurrada.jpg>

CEMADEN. **Inundação**. Página oficial. Acesso em maio de 2017. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/cemaden-inundacao.jpg>

CEMADEN. **Movimento de Massa**. Página oficial. Acesso em maio de 2017. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/deslizamentos/>

CNM. Confederação Nacional de Municípios. **Estudo Técnico da confederação nacional dos municípios, 2016**. Acesso em março de 2017. Disponível em [http://www.cnm.org.br/portal/dmdocuments/Preju%C3%ADzos%20causados%20por%20desastres%20naturais%20-%202012%20a%202015%20\(2016\).pdf](http://www.cnm.org.br/portal/dmdocuments/Preju%C3%ADzos%20causados%20por%20desastres%20naturais%20-%202012%20a%202015%20(2016).pdf).

CPRM. **Setorização de Riscos Geológicos**. Acesso em março de 2017. Disponível em: http://geowebapp.cprm.gov.br/Riscos/index_downloads.html

DUARTE, L. R.; MARGARIDA, C.; NASCIMENTO, C. **Os CONSEGs e a redução de riscos**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2008. Acesso em maio de 2012. Disponível em: <http://www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/LivroCONSEGsReducaodeRiscos.pdf>

EIRD. **Página oficial da Plataforma Regional para La Reducción Del Riesgo de Desastres**. Acesso em abril de 2017. Disponível em: <http://eird.org/pr14/index.html>

EIRD/ONU, Estratégia Internacional para Redução de desastres da Organização das Nações Unidas. **Terminologia sobre reducción Del riesgo de desastres**. Suíça: ONU: 2009. Acesso em 30 abr. 2017. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf.

EIRD/ONU, ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUÇÃO DE DESASTRES. **Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres**. Acesso em março de 2017. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/cidadesresilientes/pdf/mah_ptb_brochura.pdf.

FIOCRUZ. **Terminologia**. Rio de Janeiro: página do centro de conhecimento em saúde pública e desastres, sem data. Acesso em março de 2016. Disponível em: <http://andromeda.ensp.fiocruz.br/desastres/content/terminologia>.

G1 – SERGIPE. **Santa Maria é um dos bairros que mais sofre com a temporada de chuvas em Aracaju**. Portal de notícias jornalísticas, 2013. Acesso em junho de 2017. Disponível em: <http://g1.globo.com/se/sergipe/setv-1edicao/videos/v/santa-maria-e-um-dos-bairros-que-mais-sofre-com-a-temporada-de-chuvas-em-aracaju/2884829/>

Hélio M. de Araújo; Acássia C. Souza; Jailton de J. Costa; Genésio J. dos Santos. **O clima de Aracaju na interface com a geomorfologia de encostas**. São Cristóvão, Departamento de Geografia, UFS. 2010. Acesso em abril de 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/123456789/524/1/ClimaAracajuGeomorfologia.pdf>

INFONET. **Área de encosta oferece risco constante**. Portal de matérias jornalísticas em Sergipe, 2009. Acesso em junho de 2017. Disponível em: <http://www.infonet.com.br/noticias/cidade/ler.asp?id=83061>

INFONET. **Chuvas deixam ruas alagadas e trânsito lento em Aracaju**. Portal de matérias jornalísticas em Sergipe, 2013. Acesso em junho de 2017. Disponível em: <http://www.infonet.com.br/noticias/cidade//ler.asp?id=152642>

ONU-BR. Organização das Nações Unidas no Brasil. ONU: **Brasil está entre os 10 países com maior número de afetados por desastres nos últimos 20 anos, 2015**. Acesso em março de 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-brasil-esta-entre-os-10-paises-com-maior-numero-de-afetados-por-desastres-nos-ultimos-20-anos>

PINTO J. E. S. S. de. **Condições de tempo e clima**. In: Atlas Escolar Sergipe: espaço geo-histórico e cultural (Coords. FRANÇA V. L. A. e CRUZ M. T. S.) João Pessoa: Grafset, p. 48-54. 2007.

PREFEITURA DE ARACAJU. **Aracaju quer acabar com áreas de risco**. Portal da Prefeitura Municipal de Aracaju, 2012. Acesso em junho de 2017. Disponível em: <http://www.aracaju.se.gov.br/index.php?act=leitura&codigo=49667>

MARCONI, M.A., LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**, 7ª Ed. - Editora Atlas S.A. 2010. São Paulo.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Portaria Conjunta nº148**, de 18 de dezembro de 2013. s.l. :Diário Oficial da União, 2013

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Portaria nº526**, de 6 de setembro de 2012. s.l. :Diário Oficial da União, 2012.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Simbologia Brasileira de Desastres – SEDEC/MI**. Acesso em maio de 2017. Disponível em: http://www.mi.gov.br/image/image_gallery?uuid=e4517b53-a626-422f-9c4a-88a3db615316&groupId=10157&t=1391187764472

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Sistema Integrado e Informações sobre Desastres – S2ID**. Acesso em abril 2017. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>.

RED CROSS. **Contingency planning guide**. 2012. Acesso em abril de 2017. Disponível em: <http://www.ifrc.org/PageFiles/40825/1220900-CPG%202012-ENLR.pdf>

REZENDE, Osvaldo Moura. Manejo De Águas Pluviais – **Uso De Passagens Multifuncionais: Em Drenagem Urbana Para Controle Das Inundações**. 104 f. Obtenção do título de Especialista em Engenharia Urbana – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2010.

TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993.

TURNBULL, M.; STERRETT, C. L.; AMY, H. Toward Resilience: **A Guide to Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation**. Warwickshire: PracticalActionPublishing, 2013.

UFRGS; CEPED/RS. **Capacitação em Gestão de Riscos**. Porto Alegre, 2015.

UNISDR. **Como Construir Cidades Mais Resilientes: um Guia para Gestores Públicos Locais**. Genebra, 2012. Acesso em março de 2017. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf

UNISDR. **Marco de Sendai**: Acesso em março de 2017. Disponível em: [http://unisdr-cerrd.wikispaces.com/file/view/Sendai_Framework_for_Disaster_Risk_Reduction_2015-2030+\(Portugues\)+Versao+31MAI2015.pdf](http://unisdr-cerrd.wikispaces.com/file/view/Sendai_Framework_for_Disaster_Risk_Reduction_2015-2030+(Portugues)+Versao+31MAI2015.pdf)

VERGARA, S. C. **Projeto e Relatório de Pesquisa em Administração**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

WIKIPEDIA. **Metropolitano de Londres**: Transporte de Londres. Acesso em: maio/2017. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Metropolitano_de_Londres.

ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES – COBRADE

GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO	COBRADE	SIMBOLOGIA	
1. NATURAIS	1. Geológico	1. Terremoto	1. Tremor de terra	0	Vibrações do terreno que provocam oscilações verticais e horizontais na superfície da Terra (ondas sísmicas). Pode ser natural (tectônica) ou induzido (explosões, injeção profunda de líquidos e gás, extração de fluidos, alívio de carga de minas, enchimento de lagos artificiais).	1.1.1.1.0	
			2. Tsunami	0	Série de ondas geradas por deslocamento de um grande volume de água causado geralmente por terremotos, erupções vulcânicas ou movimentos de massa.	1.1.1.2.0	
		2. Emissão vulcânica	0	0	Produtos/materiais vulcânicos lançados na atmosfera a partir de erupções vulcânicas.	1.1.2.0.0	
	3. Movimento de massa	1. Quedas, tombamentos e rolamentos	1. Blocos	1. Blocos	As quedas de blocos são movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre. Os tombamentos de blocos são movimentos de massa em que ocorre rotação de um bloco de solo ou rocha em torno de um ponto ou abaixo do centro de gravidade da massa desprendida. Rolamentos de blocos são movimentos de blocos rochosos ao longo de encostas, que ocorrem geralmente pela perda de apoio (descolamento).	1.1.3.1.1	
				2. Lascas	As quedas de lascas são movimentos rápidos e acontecem quando fatias delgadas formadas pelos fragmentos de rochas se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre.	1.1.3.1.2	
				3. Matacões	Os rolamentos de matacões são caracterizados por movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas e movimentam-se num plano inclinado.	1.1.3.1.3	
				4. Lajes	As quedas de lajes são movimentos rápidos e acontecem quando fragmentos de rochas extensas de superfície mais ou menos plana e de pouca espessura se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre.	1.1.3.1.4	
			2. Deslizamentos	1. Deslizamentos de solo e/ou rocha	São movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Frequentemente, os primeiros sinais desses movimentos são a presença de fissuras.	1.1.3.2.1	

GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO	COBRADE	SIMBOLOGIA	
1. NATURAIS	1. Geológico	3. Corridos de massa	1. Solo/Lama	Ocorrem quando, por índices pluviométricos excepcionais, o solo/lama, misturado com a água, tem comportamento de líquido viscoso, de extenso raio de ação e alto poder destrutivo.	1.1.3.3.1		
			2. Rocha/ Detrito	Ocorrem quando, por índices pluviométricos excepcionais, rocha/detrito, misturado com a água, tem comportamento de líquido viscoso, de extenso raio de ação e alto poder destrutivo.	1.1.3.3.2		
		4. Subsídências e colapsos	0	Afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.	1.1.3.4.0		
		4. Erosão	1. Erosão costeira/Marinha	0	Processo de desgaste (mecânico ou químico) que ocorre ao longo da linha da costa (rochosa ou praia) e se deve à ação das ondas, correntes marinhas e marés.	1.1.4.1.0	
			2. Erosão de margem fluvial	0	Desgaste das encostas dos rios que provoca desmoronamento de barrancos.	1.1.4.2.0	
			3. Erosão continental	1. Laminar	Remoção de uma camada delgada e uniforme do solo superficial provocada por fluxo hídrico não concentrado.	1.1.4.3.1	
				2. Ravinas	Evolução, em tamanho e profundidade, da desagregação e remoção das partículas do solo de sulcos provocada por escoamento hídrico superficial concentrado.	1.1.4.3.2	
		3. Boçorocas		Evolução do processo de ravinamento, em tamanho e profundidade, em que a desagregação e remoção das partículas do solo são provocadas por escoamento hídrico superficial e subsuperficial (escoamento freático) concentrado.	1.1.4.3.3		
		2. Hidrológico	1. Inundações	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.	1.2.1.0.0
	2. Enxurradas		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.	1.2.2.0.0	
	3. Alagamentos		0	0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	1.2.3.0.0	

1. NATURAIS							
GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO	COBRADE	SIMBOLOGIA	
3. Meteorológico		2. Onda de frio	1. Friagem	Período de tempo que dura, no mínimo, de três a quatro dias, e os valores de temperatura mínima do ar ficam abaixo dos valores esperados para determinada região em um período do ano.	1.3.3.2.1		
			2. Geadas	Formação de uma camada de cristais de gelo na superfície ou na folhagem exposta.	1.3.3.2.2		
4. Climatológico	1. Seca	1. Estiagem	0	Período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição.	1.4.1.1.0		
			2. Seca	0	A seca é uma estiagem prolongada, durante o período de tempo suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico.	1.4.1.2.0	
		3. Incêndio florestal	1. Incêndios em parques, áreas de proteção ambiental e áreas de preservação permanente nacionais, estaduais ou municipais	Propagação de fogo sem controle, em qualquer tipo de vegetação situada em áreas legalmente protegidas.	1.4.1.3.1		
			2. Incêndios em áreas não protegidas, com reflexos na qualidade do ar	Propagação de fogo sem controle, em qualquer tipo de vegetação que não se encontre em áreas sob proteção legal, acarretando queda da qualidade do ar.	1.4.1.3.2		
		4. Baixa umidade do ar	0	Queda da taxa de vapor de água suspensa na atmosfera para níveis abaixo de 20%.	1.4.1.4.0		
5. Biológico	1. Epidemias	1. Doenças infecciosas virais	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por vírus.	1.5.1.1.0		
			2. Doenças infecciosas bacterianas	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por bactérias.		1.5.1.2.0
			3. Doenças infecciosas parasíticas	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por parasitas.		1.5.1.3.0
			4. Doenças infecciosas fúngicas	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por fungos.		1.5.1.4.0

	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO	COBRADE	SIMBOLOGIA	
1. NATURAIS	5. Biológico	2. Infestações/ Pragas	1. Infestações de animais	0	Infestações por animais que alterem o equilíbrio ecológico de uma região, bacia hidrográfica ou bioma afetado por suas ações predatórias.	1.5.2.1.0		
			2. Infestações de algas	1. Marés vermelhas	Aglomeração de microalgas em água doce ou em água salgada suficiente para causar alterações físicas, químicas ou biológicas em sua composição, caracterizada por uma mudança de cor, tornando-se amarela, laranja, vermelha ou marrom.	1.5.2.2.1		
			2. Cianobactérias em reservatórios	0	Aglomeração de cianobactérias em reservatórios receptores de descargas de dejetos domésticos, industriais e/ou agrícolas, provocando alterações das propriedades físicas, químicas ou biológicas da água.	1.5.2.2.2		
			3. Outras infestações	0	Infestações que alterem o equilíbrio ecológico de uma região, bacia hidrográfica ou bioma afetado por suas ações predatórias.	1.5.2.3.0		
2. TECNOLÓGICOS	1. Desastres relacionados a substâncias radioativas	1. Desastres siderais com riscos radioativos	1. Queda de satélite (radionuclídeos)	0	Queda de satélites que possuem, na sua composição, motores ou corpos radioativos, podendo ocasionar a liberação deste material.	2.1.1.1.0		
			2. Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares	1. Fontes radioativas em processos de produção	0	Escapamento acidental de radiação que excede os níveis de segurança estabelecidos na norma NN 3.01/006:2011 da CNEN.	2.1.2.1.0	
			3. Desastres relacionados com riscos de intensa poluição ambiental provocada por resíduos radioativos	1. Outras fontes de liberação de radionuclídeos para o meio ambiente	0	Escapamento acidental ou não acidental de radiação originária de fontes radioativas diversas e que excede os níveis de segurança estabelecidos na norma NN 3.01/006:2011 e NN 3.01/011:2011 da CNEN.	2.1.3.1.0	
2. Desastres relacionados a produtos perigosos	1. Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos	1. Liberação de produtos químicos para a atmosfera causada por explosão ou incêndio	0	Liberação de produtos químicos diversos para o ambiente, provocada por explosão/incêndio em plantas industriais ou outros sítios.	2.2.1.1.0			

GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO	COBRADE	SIMBOLOGIA	
2. TECNOLÓGICOS	2. Desastres relacionados a produtos perigosos	2. Desastres relacionados à contaminação da água	1. Liberação de produtos químicos nos sistemas de água potável	0	Derramamento de produtos químicos diversos em um sistema de abastecimento de água potável, que pode causar alterações nas qualidades físicas, químicas, biológicas.	2.2.2.1.0	
			2. Derramamento de produtos químicos em ambiente lacustre, fluvial, marinho e aquífero	0	Derramamento de produtos químicos diversos em lagos, rios, mar e reservatórios subterrâneos de água, que pode causar alterações nas qualidades físicas, químicas e biológicas.	2.2.2.2.0	
		3. Desastres relacionados a conflitos bélicos	1. Liberação de produtos químicos e contaminação como consequência de ações militares	0	Agente de natureza nuclear ou radiológica, química ou biológica, considerado como perigoso, e que pode ser utilizado intencionalmente por terroristas ou grupos militares em atentados ou em caso de guerra.	2.2.3.1.0	
		4. Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos	1. Transporte rodoviário	0	Extravasamento de produtos perigosos transportados no modal rodoviário.	2.2.4.1.0	
			2. Transporte ferroviário	0	Extravasamento de produtos perigosos transportados no modal ferroviário.	2.2.4.2.0	
			3. Transporte aéreo	0	Extravasamento de produtos perigosos transportados no modal aéreo.	2.2.4.3.0	
	4. Transporte dutoviário		0	Extravasamento de produtos perigosos transportados no modal dutoviário.	2.2.4.4.0		
	5. Transporte marítimo		0	Extravasamento de produtos perigosos transportados no modal marítimo.	2.2.4.5.0		
	6. Transporte aquaviário		0	Extravasamento de produtos perigosos transportados no modal aquaviário.	2.2.4.6.0		
	3. Desastres relacionados a incêndios urbanos	1. Incêndios urbanos	1. Incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos	0	Propagação descontrolada do fogo em plantas e distritos industriais, parques e depósitos.	2.3.1.1.0	
			2. Incêndios em aglomerados residenciais	0	Propagação descontrolada do fogo em conjuntos habitacionais de grande densidade.	2.3.1.2.0	

GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO	COBRADE	SIMBOLOGIA	
2. TECNOLÓGICOS	4. Desastres relacionados a obras civis	1	0	0	Queda de estrutura civil.	2.4.1.0.0	
		2.	0	0	Rompimento ou colapso de barragens.	2.4.2.0.0	
	5. Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas	1. Transporte rodoviário	0	0	Acidente no modal rodoviário envolvendo o transporte de passageiros ou cargas não perigosas.	2.5.1.0.0	
		2. Transporte ferroviário	0	0	Acidente com a participação direta de veículo ferroviário de transporte de passageiros ou cargas não perigosas.	2.5.2.0.0	
		3. Transporte aéreo	0	0	Acidente no modal aéreo envolvendo o transporte de passageiros ou cargas não perigosas.	2.5.3.0.0	
		4. Transporte marítimo	0	0	Acidente com embarcações marítimas destinadas ao transporte de passageiros e cargas não perigosas.	2.5.4.0.0	
		5. Transporte aquaviário	0	0	Acidente com embarcações destinadas ao transporte de passageiros e cargas não perigosas.	2.5.5.0.0	