



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RISCO E DESASTRE NA
AMAZÔNIA**

ANTÔNIO CARLOS DA SILVA MIRANDA

**EROSÕES URBANAS PARA PERCEPÇÃO DE RISCO: O CASO DAS VOÇOROCAS
NA CIDADE DE AÇAILÂNDIA-MA**

Belém – PA
2019

ANTÔNIO CARLOS DA SILVA MIRANDA

**EROSÕES URBANAS PARA PERCEPÇÃO DE RISCO: O CASO DAS VOÇOROCAS
NA CIDADE DE AÇAILÂNDIA-MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação – (Stricto Sensu) Mestrado Profissional em Gestão de Risco e Desastre na Amazônia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

Área de Concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Aline Maria Meiguins de Lima

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

M672e Miranda, Antonio Carlos da Silva
 Erosões urbanas para percepção de risco: O caso das voçorocas
 na cidade de Açailândia-MA / Antonio Carlos da Silva Miranda. —
 2019.
 111 f.: il. color.

 Orientador (a): Prof^a. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima
 Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e
 Desastre na Amazônia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará,
 Belém, 2019.

 1. Erosões urbanas. 2. COBRADE. 3. Gestão de risco. 4.
 Açailândia – MA. I. Título.

CDD 551.372

ANTÔNIO CARLOS DA SILVA MIRANDA

**EROSÕES URBANAS PARA PERCEPÇÃO DE RISCO: O CASO DAS VOÇOROCAS
NA CIDADE DE AÇAILÂNDIA-MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação – (Stricto Sensu) Mestrado Profissional em Gestão de Risco e Desastre na Amazônia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

Área de Concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Aline Maria Meiguins de Lima

DATA DE AVALIAÇÃO: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Aline Maria Meiguins de Lima
(Orientadora - PPGGRD/UFPA)

Prof. Dr. Roberto Vizeu Lima Pinheiro
(Membro Externo - UFPA)

Prof. Dr. João de Athaydes Silva Júnior
(Membro - PPGGRD/UFPA)

Prof^a. Dr^a. Milena Marília Nogueira de Andrade
(Membro – PPGGRD/UFRA)

Belém - PA
2019

A minha família por toda a compreensão em relação a minha ausência durante as minhas viagens a Belém/PA, para que esse sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu Deus Todo Poderoso, que sempre me iluminou e ajudou em todos os momentos de duração deste curso. A ELE TODA A HONRA E LOUVOR. Em Segundo lugar agradeço a minha companheira de todas as horas, **Jucélia Miranda**, que sempre me apoiou e ajudou desde o seletivo até a conclusão do trabalho. Obrigado Você foi o meu alicerce nestes dois anos, esteve sempre no meu lado me incentivando e me dando toda força. OBRIGADO MEU AMOR!

A minha orientadora Aline Maria Meiguins de Lima, pela dedicação e paciência e profissionalismo ao longo desse período de dois anos não só de monitoramento mais de ensinamento, segurança no domínio do conteúdo e ajuda, que apesar da distância sempre respondeu a altura sem deixar nada a desejar, principalmente no momento mais difícil, que foi na reta final.

Aos Professores e Professoras do PPGGRD pelo conhecimento difundido na construção metodológica e por todas as vezes que nos respondeu com dedicação e profissionalismo a resolver as dúvidas pertinentes durante a construção deste trabalho técnico.

Aos colegas da segunda turma do PPGGRD/2017 pelo companheirismo durante estes dois anos, e especial ao meu amigo Lino Vieira, por toda ajuda e dedicação a minha pessoa. Bem como, a ACSPMBMPA, pelo apoio logístico durante o período em que estive participando do programa.

Ao CBMMA na Pessoa do Comandante Geral Senhor CEL BM Célio **Roberto** Pinto de Araújo, ao CMT ADJ CEL BM **Izac** Muniz Matos, ao CEL BM Sandro Luís Silva Saraiva pela confiança e por terem acreditado no meu potencial. Bem como, ao 12º BBM na Pessoa do CMT MAJ BM **Isael** Aguiar Chaves e a todos os militares pelo apoio dado durante o desenvolvimento do trabalho e em Especial ao meu amigo 1º TEN BM Zenkner. Aos BMs CB BM Said e SD BM G Silva, aos Bombeiros Civis Antônio Carlos e Dalila pelas as vezes que foram comigo coletar os dados nas voçorocas. Pelo apoio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Açailândia que responde pela COMPDEC de Açailândia, ao o apoio durante o desenvolvimento do trabalho.

A minha família Miranda, onde estão os meus três importantíssimos filhos(a) Marina Miranda, Giovanna Miranda e Carlos Rafael Miranda, pela compreensão da minha ausência e pelo tempo dedicado ao programa ao em vez de vocês. Agradeço a minha mãe Maria Concebida, ao Meu pai Neuton Miranda e minhas três irmãs Nilva, Graça e Alanny, pela confiança, força que sempre me deu e por acreditar no meu potencial.

*³ Não só isso, mas também nos gloriamos nas tribulações,
porque sabemos que a tribulação produz perseverança;
⁴ A perseverança, um caráter aprovado; e o caráter aprovado,
esperança.*

(Romanos 5:3,4)

RESUMO

As formas de uso e ocupação do solo sem o devido planejamento tendem a gerar diversos problemas no processo de expansão das cidades, dentre estes, citam-se o surgimento e aceleração de processos erosivos, principalmente em locais com vulnerabilidade natural. Este estudo teve como objetivo a caracterização das erosões urbanas para a percepção dos riscos nas voçorocas em Açailândia (MA). A metodologia utilizou análises qualitativas e quantitativas, visando compreender a origem do processo erosivo urbano (natural e/ou antrópico); a evolução destes processos, através do uso de imagens de satélite no período de 12 anos; os efeitos erosivos decorrentes dos fenômenos naturais, fatores controladores e das ações antrópicas; a caracterização das feições erosivas existentes nas áreas das voçorocas; e sua classificação como desastre conforme a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Para desenvolvimento da metodologia foram escolhidas duas voçorocas localizadas em áreas com características distintas, sendo uma localizada no Bairro Barra Azul, zona de transição rural para urbana (periurbana) e a outra em uma área urbanizada no Centro de Açailândia. De acordo com os resultados encontrados as voçorocas analisadas são classificadas pelo COBRADE com o código 1.1.4.3.3; a origem das crateras está relacionada a interação de fatores antrópicos e naturais; quanto a forma a voçoroca do bairro Barra Azul é *ramificada* e a do bairro Centro é *irregular*; as duas voçorocas apresentam seus tamanhos classificados como *muito grande*; e os volumes erodidos estão acima de 40.000 m³. Como produto final foi elaborada uma proposta de Plano de Emergência ou de Contingência a Ocorrências de Desastres Geológicos (PLANECON) para a cidade de Açailândia (MA); seu objetivo é a execução de procedimentos e ações que deverão ser tomadas, em resposta a uma situação real de desastre, fazendo parte de um Sistema de Gestão de Riscos a Desastre Erosivos associado aos órgãos de gestão municipal de Açailândia (MA).

Palavras-chave: Erosões urbanas. COBRADE. Gestão de risco.

ABSTRACT

The land use and occupation without proper planning tend to generate several problems in the process of expansion of the cities, for example, the acceleration of erosive processes, especially where there is a natural vulnerability. This study aimed to characterize the urban erosions for the perception of the risks associated with gullies in Açailândia (MA). The methodology used qualitative and quantitative analyzes to understand the origin of the urban erosion process (natural and/or anthropic); the evolution of these processes, through the use of satellite images in the period of 12 years; the erosive effects resulting from natural phenomena and controlling by anthropic actions; the characterization of erosive features in the gully areas; and its classification as a disaster according to the Brazilian Code of Disasters (COBRADE). For the development of the methodology, two gullies were chosen, located in areas with distinct characteristics, one being located in the Barra Azul neighborhood, a transition zone from rural to urban (peri-urban) and the other in an urbanized area in the Açailândia Center. According to the results found the gullies analyzed are classified by COBRADE with code 1.1.4.3.3; the origin of the craters is related to the interaction of anthropic and natural factors; related to shape the Barra Azul is *branched* and the Bairro Centro is *irregular*; the two gullies present their sizes classified as very large; and eroded volumes are above 40,000 m³. As final product, a proposal for an Emergency or Contingency Plan for Occurrences of Geological Disasters (PLANECON) was prepared for the Açailândia (MA); its objective is the execution of procedures and actions that must be taken in response to a real disaster situation, being part of an Erosive Disaster Risk Management System associated to the municipal management of Açailândia (MA).

Keywords: Urban erosion. COBRADE. Risk management.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Comprimento da encosta e perda do solo. _____	17
Tabela 02: Ações antrópica em ambiente urbano. _____	23
Tabela 03: Resumo das classificações de riscos e parâmetros de avaliação. _____	26
Tabela 04: Classificação adotada segundo a CPRM (2017). _____	58

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Tipologias associadas às feições erosivas em função dos processos de origem. _	16
Figura 02: Morfologia de sulcos e voçorocas. _____	18
Figura 03: Classificação dos graus de risco para deslizamentos. _____	26
Figura 04: Ciclo de Gestão em Defesa Civil. _____	27
Figura 05: Localização da Área de estudo. _____	29
Figura 06: Padrão de ocupação do espaço urbano de Açailândia. _____	30
Figura 07: Cenários de expansão urbana na sede municipal de Açailândia (1983 a 2015). _	32
Figura 08: Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA). _____	33
Figura 09: Fluxograma dos principais procedimentos adotados. _____	39
Figura 10: Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA). _____	41
Tabela 11: Terminologia de classificação adotada para identificação de feições formadoras das voçorocas. _____	43
Tabela 12: Terminologia adotada para identificação de feições formadoras das voçorocas. _	44
Figura 13: Localização da Voçoroca do Bairro Barra Azul. _____	46
Figura 13 (<i>cont.</i>): Localização da Voçoroca do Bairro Barra Azul. _____	47
Figura 14: Divisão e evolução da Voçoroca do Bairro Barra Azul. _____	48
Figura 15: Voçoroca do Bairro Barra Azul. Visão geral: Área 01 (Cabeceira); Área 02 (Intermediário); Área 03 (Cauda); Área 04 (Várzea) _____	51
Figura 16: Voçoroca do Bairro Barra Azul - Área 01 de Cabeceira ou crista, características. _____	52
Figura 17: Precipitação na região (Estação: 82564. Imperatriz - MA. INMET) no ano de 2017 e segundo a Normal Climatológica. _____	54
Figura 18: Voçoroca do Bairro Barra Azul. (a), (b), (c), (d) Área 02. _____	56
Figura 19: Localização e principais aspectos da Voçoroca do Bairro Centro. _____	59
Figura 20: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (01) Área mais a montante e ocorrências da urbanização em (02), (03) e (04). _____	61
Figura 21: Área de ramificação recuperada da Voçoroca do Bairro Centro. (04) Visão geral da Área 01, região urbanizada. _____	62
Figura 22: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (05) Área intermediária; (06), (07) e (08) antropismo. _____	64
Figura 23: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (08) Visão Geral da Área 02. _____	65
Figura 24: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (09) Região terminal da voçoroca (Área 03), com presença de canal com água (10). (11) Visão geral desta porção da voçoroca e o comprometimento das moradias do entorno. _____	66
Figura 25: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (12) Visão geral da Área 03). _____	67

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Geral	14
1.1.2	Específicos	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Processos erosivos	15
2.1.1	Feições erosivas	16
2.1.2	Erosividade e Erodibilidade	20
2.1.3	Erosão em ambiente urbano	22
2.2	Percepção de risco de processos erosivos em voçorocas urbanas	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Área de estudo: voçorocas da cidade de Açailândia - MA	29
3.1.1	Aspectos da evolução urbana de Açailândia	30
3.1.2	Aspectos físicos e de cobertura vegetal	31
3.2	Procedimentos adotados na avaliação da evolução dos processos erosivos	38
3.2.1	Descrição das voçorocas	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1	Feições decorrentes do processo erosivo encontradas nas áreas de estudo	42
4.2	Voçoroca do Bairro Barra Azul	45
4.3	Voçoroca do Bairro Centro	58
4.4	Dinâmica e condicionantes dos processos erosivos em Açailândia	68
4.5	Gestão de Risco a Desastre (GRD) em Açailândia (MA)	69
5	CONCLUSÃO	71
	REFERÊNCIAS	72
	APÊNDICE 01	78
	APÊNDICE 02	82

1. INTRODUÇÃO

Durante o desenvolvimento dos grandes centros urbanos ao longo da história, surgiu um novo ciclo, “a urbanização”, este, provocado pela migração da população rural para os centros urbanos atraídas pelas expansões do comércio, serviços públicos e industriais; necessitando de planejamento do parcelamento do espaço físico para o uso e ocupação do solo atendendo este novo modelo urbano. Neste contexto, no Brasil, a partir da década de 70 este ciclo expandiu-se, principalmente, com a migração das populações vinda do norte e nordeste brasileiro, e trouxe consigo muitos problemas, refletindo em novo modelo de ocupação urbana, passando estes a ocuparem as áreas de risco a desastres geológicos nas zonas periféricas desses centros urbanos e agravando com a inexistência e/ou ineficiência de política pública de planejamento urbano para atender este inchaço urbano (CHRISTOFOLETTI, 2007; MARQUES; SOUZA, 2017).

O histórico de ocorrências dos desastres geológicos ocorridos nos centros urbanos brasileiros tem e vem provocando danos físicos, socioeconômico e ambiental, tornando manchetes dos principais meios de comunicações. Zamparoni (2012) destaca que as ocorrências de desastres erosivos em ambiente urbano, ocorrem devido à relação não harmônica entre os homens e modos de apropriação e uso dos recursos naturais, mostrando vínculos com os desastres naturais com relevantes impactos na sociedade. Dentro dessa ótica dos desastres, surge a necessidade do uso de políticas públicas para hierarquizar os riscos na identificação e caracterização dos processos erosivos em ambiente urbano.

Este estudo traz uma abordagem a respeito do processo erosivo urbano no município de Açailândia localizado no interior do Maranhão, fundado na década de 1960, durante a construção da BR-010, durante o seu desenvolvimento urbano ocorreu o desmatamento da vegetação nativa para exploração madeireira, implantações agropastoris e obras de infraestruturas urbanas, favorecendo as ocorrências erosivas de voçorocas. A CPRM (2017) destaca que essa urbanização crescente na sede municipal e entorno vem potencializando e desencadeando o surgimento de processos erosivos com intensidades e dimensões preocupantes, que se iniciam em pequenos sulcos, que se transformam em ravinas e terminam em grandes voçorocas.

Neste contexto, procurou-se desenvolver uma pesquisa no intuito de compreender o desenvolvimento de duas voçorocas ativas no ambiente urbano de Açailândia (MA), sendo uma localizada em área de loteamento e a outra totalmente urbanizada. Para que isso fosse possível

buscou-se investigar: Como a caracterização das erosões urbanas pode contribuir na percepção de riscos das voçorocas em Açailândia (MA).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar as erosões urbanas, tipo voçoroca, associando os fatores de percepção e preventivo e/ou de contingência para redução do seu grau de risco em Açailândia (MA).

1.1.2 Específicos

- Discutir a origem e evolução dos processos erosivos para o desenvolvimento das voçorocas.
- Caracterizar as feições erosivas que definem as áreas dos Bairros Barra Azul e Centro.
- Propor um Plano Preventivo e/ou de Contingência a Desastre Geológico de Voçoroca em Açailândia (MA).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROCESSOS EROSIVOS

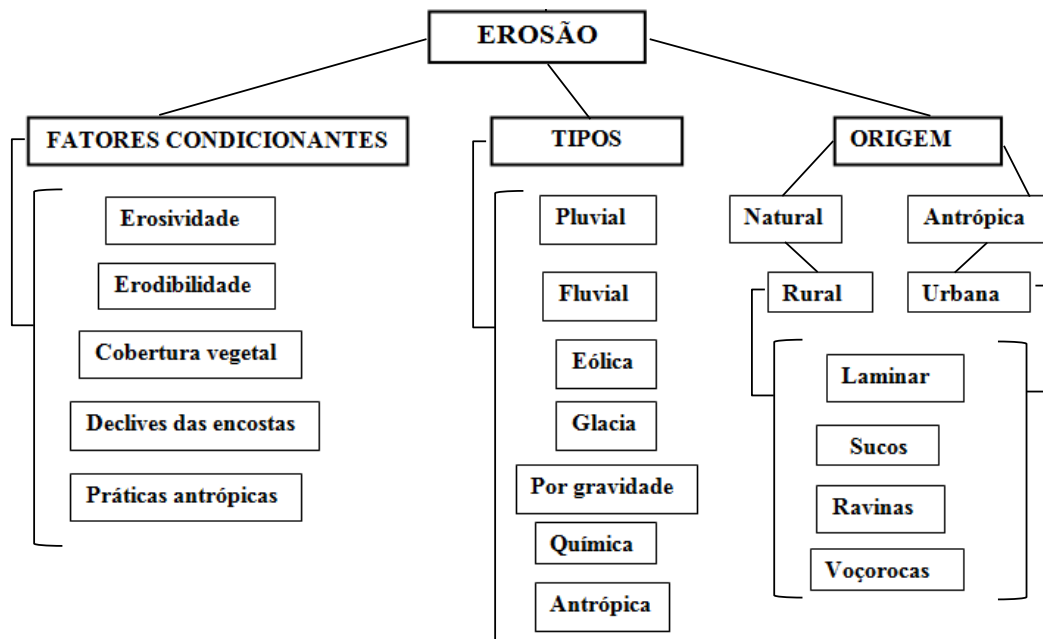
O termo Erosão segundo IPT (1989) vem do latim “*erodere*”, que significa corroer e/ou devorar, sendo o efeito combinado de todos os processos degradacionais terrestres, (incluindo intemperismo, transporte, ação mecânica e química da água corrente, vento, gelo etc.), podendo ser classificada como “normal” ou geológica, desenvolvendo em condições de equilíbrio com a intensidade de formação do solo “acelerado” ou antrópico, cuja intensidade é superior à da formação do solo, não permitindo a sua recuperação natural.

Bertoni e Lombardi Neto (2008) conceituam erosão como um processo de desprendimento arraste e deposição de partículas do solo causado pela ação da água e do vento, através da desagregação das partículas do solo ocasionadas pelo impacto direto das gotas de chuva no solo (efeito de *splash*), pelas águas dos escoamentos superficiais das partículas do solo desagregadas, transportadas de forma seletiva pelas águas do escoamento e depositadas em fundos de vales e mananciais hídricos a jusantes.

Mortari (1994) destaca que qualquer que seja o agente, a erosão se processa em três fases, nem sempre muito distintas uma das outras: desagregação, transporte e sedimentação. Dentro deste raciocínio Bueno (2011) entende que a erosão de solos é um processo de dinâmica natural, podendo ser acelerado pelas formas de uso do solo e ocupação do relevo, ocorrendo nos espaços urbanos dos tipos (laminar ou linear), e intensidades (sulcos, ravinamentos e voçorocamentos).

Os processos erosivos representam um ciclo natural de evolução modelador do relevo, acentuado e/ou alterado pela atividade humana através do desflorestamento, retirada das camadas superficiais do solo e de sua compactação, dentre outros (MENDONÇA, 2011). Quanto as feições erosivas estas podem ser vinculados aos processos de origem: pluvial (ação das chuvas), fluvial (ação das águas dos rios), de gravidade (movimentação de rochas pela força da gravidade), eólicos (ação dos ventos), glacial (ação das geleiras), química (alterações químicas no solo), geológicos (ou natural, devida ao processo natural de denudação e evolução da superfície terrestre) e antrópicos (processo rápido e destrutivo, induzido principalmente pela ação humana) (GUERRA et al., 2007; MENDES, 2014). (Figura 01)

Figura 01: Tipologias associadas às feições erosivas em função dos processos de origem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dener et al. (2010) descrevem que a ação antrópica é apontada de forma quase unânime como acelerador e até catalisador da dinâmica de alguns processos erosivos, por meio do uso e ocupação do solo na retirada de cobertura vegetal (primeiros impactos) alterando a paisagem natural e contribuindo para a fragilidade pedológica aos processos erosivos.

Para Arraes et al. (2010) estes processos erosivos são condicionados basicamente por alterações do meio ambiente, provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o desmatamento e a agricultura, até obras urbanas e viárias, que, de alguma forma, propiciam a concentração das águas de escoamento superficial. Para Frota Filho (2016) o surgimento do processo erosivo está relacionado ao resultado das combinações de vários fatores no âmbito natural tais como: encostas íngremes, características físicas do solo e precipitação elevada (FROTA FILHO, 2016).

2.1.1 Feições erosivas

No entendimento de Silva (2016) as formas do relevo expressam o estágio de equilíbrio entre os processos naturais exógenos e os tipos de materiais expostos às transformações; em regiões com características de climas quentes e úmidos, os relevos maduros (estáveis) mostram formas sinuosas com colinas arredondadas e vales abertos em forma de “U”; enquanto regiões com relevos imaturos (instáveis, ainda em construção), mostram tabuleiros com vales verticalizados em forma de “V” e cabeceiras de drenagem ativas.

Guerra (2008) destaca a importância de analisar os parâmetros em conjunto com outros aspectos, tais como declividade, formas da encosta e propriedades do solo e o comprimento da encosta aos riscos de perda de solo através das ações das forças dos fluxos de água (potencial de lavagem) e da força gravitacional através do movimento de massa (Tabela 01).

Tabela 01: Parâmetro da relação do comprimento da encosta com a perda do solo (toneladas métricas).

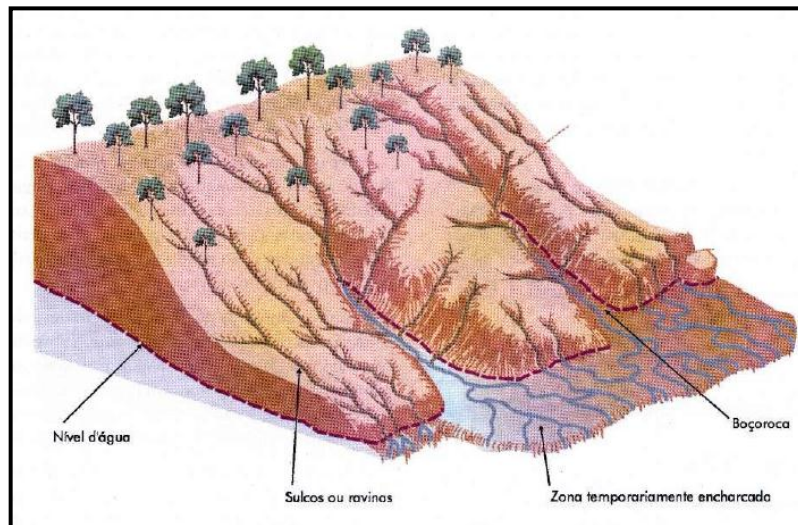
Comprimento da encosta (metros)	Perda relativa de solo por unidade de superfície (toneladas métricas)
0-23	0,91
23-46	1,65
46-69	2,13
69-92	2,52
Média para 0 – 92 m	1,80

Fonte: Vieira et al.(2008).

Ao relacionar as ocorrências pluviométricas em áreas de encostas sem cobertura vegetal, a água terá menos tempo para infiltrar no solo, a falta de obstáculos provoca menos resistências ao escoamento e assim favorecendo a uma maior velocidade do escoamento superficial. Também são destacados que as maiores incidências de voçorocamentos estão em estreita relação entre encostas côncavas e o escoamento subsuperficial (VIEIRA, et al., 2008).

Em áreas onde há vulnerabilidades geológicas e/ou condicionadas pelo uso do solo, o fluxo de água pode ser linear, concentrado, aumentando a velocidade dessa água e, conseqüentemente a profundidade (FUSHIMI, 2011). Karmann (2000) destaca que as elevadas ocorrências de precipitações pluviométricas sobre um ambiente vulnerável (erosividade), proporcionam erosão laminar pelo escoamento superficial do solo, evoluindo na formação de sulcos e ao se aprofundarem ainda mais com o fluxo escoado atingem o estágio de ravina e posteriormente o estágio de voçoroca (erodibilidade) conforme apresentada a Figura 02.

Figura 02: Morfologia de sulcos e voçorocas.



Fonte: Karmann (2000).

Para Santos et al. (2010) e Nascimento et al. (2015) a erosão laminar é formada pela combinação da ação desagregadora do impacto das gotas de chuva, com a força de arrasto, causada pelo escoamento superficial. Sendo destacado que este processo é contínuo, em razão pela qual a erosão não pode ser evidenciada por simples inspeção visual, mas é possível ser detectada pela coloração das águas dos corpos hídricos e pelo estado da cobertura do solo.

Lima et al. (2017) descreve que esse tipo de erosão ocorre de modo predominante em áreas rurais, mas pode ocorrer também em áreas urbanas, periurbanas e em vias não pavimentadas, onde:

Nas áreas rurais, elas levam ao empobrecimento do solo com a remoção da camada superficial geralmente mais fértil; favorece o assoreamento de cursos d'água. Já nos meios urbanos, ocorre devido a ocupação e uso não planejado do solo; provoca a obstrução de sistemas de drenagem também provoca o assoreamento de cursos d'água. Em vias não pavimentadas, elas são geralmente ocasionadas pela má execução das vias e dos sistemas de drenagem, sendo que um dos exemplos de má execução é o uso de materiais inapropriados para o revestimento primário (LIMA et al., (2017).

Segundo Santos et al. (2010) em áreas de clima tropical, como na região Nordeste, as chuvas ocorrem com grande intensidade e são concentradas em um curto período de tempo, o que agrava ainda mais o processo erosivo devido ao forte impacto das gotas de chuva. Em ambientes vulneráveis a esses processos erosivos, estes podem ocorrer de forma natural; e de forma lenta e gradual, mas são intensificados em virtude das ações antrópicas, tais como desmatamentos, atividades agropecuárias, uso e ocupação do solo (ARAGÃO et al., 2011).

Os sulcos (*rills*) são considerados a continuidade da erosão laminar, determinados pelo surgimento de pequenos canais, ou seja, novos caminhos formados no solo pelo escoamento superficial, com uma profundidade não superior a 30 cm, correspondendo a uma fase inicial da

erosão linear (SILVA; CARVALHO, 2002). Lima et al. (2017) descrevem que o volume de material erodido por unidade de superfície é muito maior na erosão em sulcos que na erosão laminar, podendo provocar rapidamente a formação de ravinas.

As ravinas são conceituadas por Francisco (2018) como sendo, uma formação do escoamento concentrado em fluxo turbulento nas vertentes, decorrentes de períodos chuvosos, ocasionando a geração de feições erosivas lineares; também levando em consideração os mecanismos de erosão que envolve movimentos de massa, representados pelos pequenos deslizamentos que provocam o alargamento da feição erosiva e também seu avanço remontante.

Para Lima et al. (2017) as ravinas são canais profundos e alongados que podem assumir grandes dimensões, apresentando profundidade que pode variar entre 0,5 a 1,5m podendo em alguns casos apresentar dimensões superiores a esta; seu desenvolvimento ocorre através das dimensões do raio hidráulico e do perímetro molhado dos sulcos pela ação progressiva da concentração do escoamento, bem como, do desprendimento de material no seu leito e talude.

Em Guerra (1997) e Leite et al. (2016) são descritas as ravinas como efêmeras ou permanentes, considerando os condicionamentos impostos às atividades agrícolas, morfológicos, padrões evolutivos, contexto topográfico e outras tipologias; sendo as efêmeras relativamente similares a sulcos, constituindo uma forma transitória ainda passível de ser eliminada por práticas tradicionais, embora quando se formam novamente tendam a desenvolver-se nos mesmos locais, contrariamente aos sulcos.

O significado do termo “Voçoroca ou Boçoroca” é originário do tupi-guarani “*ibi-çoroc*”, e tem o significado de “terra rasgada ou terra fendida”, bem como, de “*mbaê-çorogca*”, traduzível por “coisa rasgada”, a origem indígena da palavra vem de encontro ao fato de que essas feições são reconhecidas de longa data, tendo sido descritas pela primeira vez em 1868 (VIEIRA, 1978).

As voçorocas são consideradas feições geomorfológicas causadas em consequência das ações de vários processos erosivos, estas se alargam nas proximidades das cabeceiras devido à intensa atividade erosiva regressiva e se afunilam junto à foz do canal, cortando sedimentos arenosos de fraca coesão, sem apresentar forte declive longitudinal (VIEIRA, 2008). Na classificação utilizada pelo Instituto de Pesquisas e Tecnologia (IPT), as voçorocas se caracterizam, principalmente, pela queda em bloco e pelo afloramento do lençol freático e/ou surgência de água, não estando neste último caso sua definição ligada a parâmetros dimensionais, como comprimento, largura e profundidade (SÃO PAULO, 1990).

Segundo Albuquerque e Garozi (2008) e Rubira et al. (2016) são incisões erosivas que formam uma secção transversal em “U”, podendo as dimensões variam de 1 a 12m de profundidade, com largura que pode ultrapassar 30 m, onde aprofundamento dos sulcos e sucessivos desmoronamentos dos taludes e cabeceiras aumentam seu tamanho das voçorocas, o primeiro estágio é o aprofundamento dos sulcos em forma inicialmente em “V”, posteriormente em “U”. Conciani (2008) e Soares (2008) relatam que a voçoroca pode chegar a dimensões de alguns metros de largura e profundidade, até quilômetros de comprimento, sua expansão pode atingir edifícios, estradas e obras públicas.

Salomão (2009) e Francisco (2011) as caracterizam pelo seu alto poder destrutivo no local de ocorrência através dos diversos fenômenos de solapamentos, erosões internas, erosões superficiais, desabamentos e escorregamentos; diante do exposto ainda são destacadas as ameaças a estabilidade do solo e riscos à população que vive próxima a elas, devido a sua dinâmica catastrófica e muitas vezes imprevisível.

Albuquerque e Garozi (2008) destacam que, as consequências dos efeitos erosivos em áreas urbanas, ocorrem devido à dimensão da densidade demográfica e uso e ocupação do solo urbano, dificultando o processo de reabilitação dessas áreas degradadas. Para Rubira et al. (2016) o desenvolvimento das erosões de voçorocas com a implantação de núcleos urbanos, ocorrem quando:

Ocupam preferencialmente no topo das colinas, alterando completamente o meio físico, pois a pavimentação diminui a infiltração levando a um aumento de escoamento superficial, inclusive concentrando-o, desenvolvendo as erosões periurbanas, que se localizam na transição entre o rural e o urbano, onde normalmente se intensificam as voçorocas, a maioria, não coincidentemente, se localizam em áreas de fundos de vale (RUBIRA et al., 2016).

2.1.2 Erosividade e Erodibilidade

Costa et al. (2005) e Rubira et al. (2016) consideram como os principais fatores que contribuem para a ocorrência de voçorocas os relacionados a geologia, geomorfologia, aspectos climáticos e hidrológicos. Porém a conjugação destes com as alterações da cobertura vegetal podem interferir nos padrões de erosividade e erodibilidade.

Machado et al. (2008) descreve a erosividade como a capacidade da chuva em causar erosão, ou seja, é considerada como o fator mais ativo da erosão hídrica. Podendo ainda ser descrita como o processo que ocorre quando o solo perde a capacidade de absorver a água e esta passa a escoar sobre a superfície de forma laminar ou linear (JESUS et al., 2009).

Dentro deste contexto, Almeida et al. (2009) destacam que as chuvas só serão consideradas erosivas e individuais desde que sejam maiores ou iguais a 10 mm ou maiores ou

iguais a 6,0 mm, desde que ocorram em, no máximo, 15 minutos e separadas entre si por um período de no mínimo 6 horas com uma lâmina de chuva de 1,0 mm ou menos. Considerando ainda alguns aspectos importantes neste processo como: total e intensidade precipitada, momento, energia cinética e características das gotas da chuva no tamanho e velocidade sobre o solo desprotegido (VIEIRA, 2008).

Na desestruturação do solo por erosão hídrica, Bertoni e Lombardi Neto (2008) reforçam da importância da remoção de solo através das ações provocadas pelas gotas da chuva. Para Oliveira et al. (2018) um fator importante é a energia cinética com que as gotas d'água chegam à superfície, provocando os efeitos provenientes da dissipação de energia acumulada.

Comparando a intensidade do volume da chuva precipitada com o tempo de duração, Santos et al. (2010) destacam que, as precipitações pluviométricas de maior intensidade e com grande frequência elevam o risco de ocorrência da erosão. Já Carvalho Júnior et al. (2010) reforçam que essas características são mais significativas quando associadas às condições de relevo, características físico-hídricas do solo, uso e manejo inadequados. Estando assim, a intensidade da chuva influencia também as taxas de infiltração que pode gerar escoamento superficial quando a capacidade de infiltração é excedida.

Segundo Oliveira et al. (2018) a erodibilidade, reflete nas desestruturações das características fisiológicas do solo, tais como: textura, composição, estrutura, porosidade, etc. Já Neves et al. (2015) reforçam a importância do estudo da erodibilidade dos solos, para o prognóstico ou no diagnóstico de uma área, tendo em vista que é possível verificar o comportamento das partículas do solo, através de suas propriedades físicas e químicas.

Assim, tanto a erosividade quanto a erodibilidade, vão depender das variações da cobertura vegetal. Stefanoski et al. (2013) consideram que esta atua como proteção, amortecendo e interceptando a água da chuva e preservando a sua estrutura, desta forma controlando os processos erosivos. Já Pinese Junior et al. (2008) afirmam que a cobertura vegetal tem a função inicial de contribuir para que não ocorra o efeito *splash*¹, o que poderia desagregar as partículas e provocar a compactação da camada superficial do solo (SIMONETT et al., 2018).

Seguindo esse raciocínio, Lima et al. (2013) as descrevem, como fator passivo de proteção do solo, pois, possui grande participação na redução da erosão hídrica; onde a retirada

¹Efeito *splash* tem como resultado a ruptura dos agregados quando golpeados pelo contato com a gota d'água da chuva, e o transporte das partículas a partir do lançamento destas, tanto na direção para baixo como para cima da encosta (SIMONETT et al., 2018).

da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo produzem alterações no escoamento superficial capazes de provocar danos, como no caso da erosão urbana.

2.1.3 Erosão em ambiente urbano

Sobre este tema, Rodrigues e Gouveia (2013) descrevem que quaisquer mudanças na cobertura pedológica implicam em ruptura dos processos originais. Portanto, mesmo sendo em áreas aonde as atividades antrópicas não deram origem às feições erosivas, as pressões antropogênicas são um dos principais fatores de evolução das incisões erosivas, na medida em que o ser humano modifica e altera a paisagem ao longo do tempo (CUNHA et al., 1991; CASTILLO; GÓMEZ, 2016).

Francisco (2011) descreve a ocorrência de processos erosivos como algo natural que atua na dinâmica de formação do relevo; porém, o uso e a ocupação do solo podem mudar a intensidade desta intervenção, ou seja, o homem, como agente transformador de ambientes, atua na aceleração dos processos erosivos e, conseqüentemente, no ritmo de transformação da paisagem. No entanto, as taxas erosivas em áreas recém desmatadas para a construção de cidades podem ser maiores em apenas um ano, quando comparadas a taxas erosivas equivalentes a décadas nos solos agrícolas.

Em estudos realizados em ambiente urbano por Viera (2008) e Frota Filho (2016) apontam que, a alteração geomorfológica em ambiente urbano está associada à forma de ocupação, em geral sem o devido planejamento, tendem a desenvolver mais feições erosivas lineares e com maior intensidade, gerando voçorocas de grandes proporções e que conseqüentemente desencadeiam outros impactos ambientais, através destas incisões erosivas. Tendo ainda o fator potencializador no desenvolvimento erosivo através da energia do escoamento, provocado pelas características de relevos irregulares em áreas urbanas e a presença de rupturas topográficas condicionadas pelo avanço dos taludes da voçoroca (MATHIAS, 2011).

Segundo Mendes (2014) as erosões têm provocado vários problemas, socioambientais para o homem nas áreas urbanas brasileiras como: deslizamentos, enchentes, assoreamento dos rios, soterramento de casa, fechamento de rodovias, ferrovias e outras vias de transportes, danos econômicos, entre tantos outros. Já Sena (2008) destaca a ação humana como o principal fator desencadeador do processo erosivo acelerado, seja ele rural ou urbano refletindo em desequilíbrio natural ocasionado no início do processo e potencializando os pré-existentes na modificação do relevo através do uso do solo com obras de engenharia, desmatamento e ocupação do solo.

As ações antrópicas na exploração inadequada dos recursos naturais em diversas atividades (Tabela 02) têm ocasionado o surgimento de áreas degradadas que destoam claramente de suas características originais de solo, relevo, biodiversidade e hídricas.

Tabela 02: Ações antrópica em ambiente urbano.

	Uso e ocupação	Intervenção	Impactos	Consequência
URBANA	Loteamento	Remoção da cobertura vegetal Terraplenagem, cortes e aterros	Erosão Modificação da paisagem	Assoreamento Inundação Enchentes
	Área Industrial	Remoção da cobertura vegetal Terraplenagem, cortes e aterros	Erosão localizada, poluição do ar, solo e água.	Assoreamento Contaminação do ar, solo e água
	Sistema Viário	Desmatamentos Terraplenagem, cortes e aterros Sistemas de drenagem.	Erosão e Escorregamentos de massa	Assoreamento
	Infraestrutura Urbana	Escavação, sistemas de drenagem, corte e aterros	Erosão e Escorregamentos de massa	Assoreamento Inundação Enchentes

Fonte: Adaptado por Ornela et al. (2014).

2.2 PERCEPÇÃO DOS RISCOS AOS PROCESSOS EROSIVOS EM VOÇOROCAS URBANAS

Gonzalez et al. (2016) descrevem a necessidade de primeiro compreender a percepção dos riscos das pessoas aos perigos e sua experiência na compreensão da dimensão dos riscos envolvidos. Esta percepção deve ser intuitiva, imediata e é por isso que, com relação à maioria dos perigos, as pessoas não passam da sua percepção, pois não chegam a refletir ou elaborá-los da probabilidade da ocorrência do desastre ocorrer.

Para Gullo (2015) esta percepção de risco é a impressão ou juízo intuitivo sobre a natureza e a magnitude de uma determinada importância ou gravidade de um determinado risco, com base no conhecimento que o indivíduo acumulou. Os riscos vão além da perspectiva puramente técnica, incluindo os aspectos sociais e culturais da comunidade no compreender dos fenômenos e cenários como sendo de risco ou não. Os mesmos aumentam, quando há falta de dados e informações confiáveis que possibilitem uma representação cartográfica da ampliação da densidade habitacional, das áreas com maior suscetibilidade a ocorrências de desastres (geológicos e/ou hidrológicos) e uma estimativa da quantidade de pessoas em risco (CASTRO, 2003).

Quanto aos desastres erosivos em ambiente urbano, Zamparoni (2012) o descreve como sendo derivado da combinação entre as características físicas do lugar, que refletem suas suscetibilidades e fragilidades; a resiliência na capacidade de resposta e recuperação da sociedade, expresso por sua vulnerabilidade; podendo ainda o desastre ser o resultado da interação dos eventos adversos naturais e tecnológicos sobre um cenário vulnerável exposto a ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Diante do exposto, há necessidade de diretrizes para nortear as ações de Proteção e Defesa Civil em conjunto pelas esferas federais, estadual e municipal no atendimento nas áreas afetadas conforme a Lei n. 12.608 de 10 de abril de 2012.

A Lei n. 12.608, apresenta em seu Capítulo I (Arts 1º e 2º) “As Disposições Gerais que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC”, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC). Tendo no Parágrafo único “As definições técnicas para aplicação desta Lei serão estabelecidas em ato do Poder Executivo Federais”.

Já no seu Capítulo II (Arts 3º a 9º) “Trata da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil– PNPDEC”, onde na Seção I dispõe sobre as Diretrizes e Objetivos. Seu parágrafo único designa que 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.

Já na Seção II destaca as Competências dos Entes Federados (união, estados e municípios). Institui nos Arts. 6º 7º e 8º as competências da união, estados e municípios, onde nos I a V, os mesmos devem implementar, coordenar, promover e executar a PNPDEC e o SINPDEC para identificar o agente propulsor a causador do desastre, os graus de ameaças e as vulnerabilidades aos riscos no âmbito social, meio ambiente e materiais diante das agressividades dos eventos adversos (SEDEC/MI, 2007).

No Capítulo III (Arts 10º a 12º) “Dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC”. Tendo na Seção I as “Disposições Gerais”, sendo que, no Parágrafo único, o SINPDEC tem por finalidade contribuir no processo de planejamento, articulação, coordenação e execução dos programas, projetos e ações de proteção e defesa civil.

Portanto as ações de Proteção e Defesa Civil no Brasil, estão organizadas sob a forma do SINPDEC, Furtado et al. (2014) destaca que, a PNPDEC tem a finalidade de contribuir no processo de planejamento, articulação, coordenação e execução de programas, projetos e ações de Proteção e Defesa Civil. Bem como, em conforme com o Decreto Nº 7.257/2010, o Sistema

tem como objetivo: planejar e promover ações de prevenção de desastres naturais e tecnológicos de maior prevalência no país; realizar estudos, avaliar e reduzir riscos de desastres; atuar na iminência e em circunstâncias de desastres; e prevenir ou minimizar danos, socorrer e assistir populações afetadas, e restabelecer os cenários atingidos por desastres.

Os mecanismos de controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas suscetíveis à ocorrência erosivas devem passar pela Carta de aptidão à urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do solo e para o aproveitamento de agregados para a construção civil, onde de acordo com CPRM (2017) a classificação do grau de risco seria definida conforme o aparecimento de determinadas características em campo, podendo variar de risco baixo (**R1**) até risco muito alto (**R4**), mas somente setores com risco alto (**R3**) e muito alto (**R4**) são mapeados em campo (Figura 03, Tabela 03).

Já Furtado et al. (2014) destaca que, os desafios da administração de riscos e de desastres exigem a construção de um caminho que incorpore a Gestão de Riscos a Desastres (GRD) ao 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.

No envolvimento da comunidade para a percepção de risco a desastres erosivos de deslizamento Gullo et al. (2015) destaca que a comunidades vulnerável quanto conhecem os riscos existentes, passam a envolver-se nas ações de redução aos impactos do desastre diminuindo sua vulnerabilidade, aumentando sua resiliência e confiabilidade nos processos de gestão de risco de deslizamentos. Esta percepção passa a construir um sistema GRD, para a realocação de moradores, implantação de sistemas de monitoramento/alarme, evacuação emergencial, atividades educativas na redução das ações antrópicas que favoreça o avanço erosivo.

Figura 03: Classificação dos graus de risco para deslizamentos.

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.
R2 Médio	Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R3 Alto	Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R4 Muito Alto	As evidências de instabilidades (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas e prolongadas.

Fonte: CPRM (2017).

Tabela 03: Resumo das classificações de riscos e parâmetros de avaliação.

Aspectos de Análise	R1 (Baixo)	R2 (Médio)	R3 (Alto)	R4 (Muito Alto)
Condicionantes	Baixo ou nenhum	Média Potencialidade	Alta Potencialidade	Muito Alta Potencialidade
Nível de Intervenção antrópica	Baixo ou nenhum	Incipiente ou média	Alta	Muito Alta
Sinais de Instabilidade	Nenhum	Estágio Inicial	Bem significativos, porém é possível monitorar	Estágio Avançado impossível monitorar
Magnitude do Dano, considerando a densidade de ocupação	Baixo, ou improvável	Reduzida, porém possível	Alta e com grande concentração de população	Muito alta, com grande concentração de população
Tempo estimado para desastre (Estação Chuvosa)	> 1 ano	1 ano	1 ano	< 1 ano

Fonte: CPRM (2017).

Para Estratégia (2009) as etapas do processo de gestão de riscos de desastre devem enfatizar ainda a inclusão neste processo: a identificação e a avaliação de áreas suscetíveis, as quais devem ser revistas periodicamente; a análise sobre quais os processos envolvidos na produção desses riscos; o envolvimento das pessoas que precisam se tornar responsáveis pelo processo de gestão, para que ele seja contínuo e participativo; o desenvolvimento de ações

preventivas, corretivas e prospectivas; e avaliação constante nas diferentes etapas e sobre os resultados alcançados.

Furtado et al. (2014) destaca que, a GDR não pode mais ser caracterizada como se estivesse à margem do desenvolvimento. O uso do solo em ambiente urbano para implantações de obras de urbanismos (ruas, saneamento e construção civil) necessitam de planejamento da GDR prospectiva ou corretiva para garantir um desenvolvimento sustentável e seguro, visando segundo Estratégia (2009): “a **gestão corretiva do risco** de desastre como qualquer atividade gestão que aborda e busca corrigir ou reduzir o risco de desastre que já existe; e A **gestão prospectiva do risco** de desastre, como qualquer atividade de gestão que aborda ou busca evitar o aumento ou o desenvolvimento de novos riscos de desastres”. (Figura 04).

Figura 04: Ciclo de Gestão em Defesa Civil.



Fonte: Furtado et al. (2014).

Lavell (2010) destaca que, a Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD) identifica cinco estratégias para que as políticas de desenvolvimento reduzam fatores de risco, facilitem a adaptação às mudanças climáticas e favoreçam o desenvolvimento sustentável: 1- Os planos de manejo ambiental, recuperação e cuidados ambientais dos ecossistemas; 2- A capacitação básica em Proteção e Defesa Civil; 3- Ordenamento territorial e planejamento do uso do solo; 4- Fortalecimento dos meios de vida e condições sociais em zonas urbanas e rurais; e 5- A governança e governabilidade em todos os níveis de governo (nacional, estadual, municipal) com ampla participação da sociedade.

Considerando os Decretos da Defesa Civil (ESTRATÉGIA, 2009) que conceituam a Defesa Civil, prevenção, mitigação, preparação (não estruturais), resposta e recuperação/reconstrução (estruturais), além do uso das medidas não estruturais² e/ou estruturais³ têm-se que:

- **Defesa Civil** - conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas destinadas a evitar desastres e minimizar seus impactos para a população e restabelecer a normalidade social.
- **Prevenção** - atividades que tendem a evitar o impacto adverso de ameaças; tendo a conscientização e a educação pública como veículos para promover uma “cultura de prevenção”.
- **Mitigação**- o uso das medidas estruturais e não estruturais empreendidas para limitar o impacto adverso das ameaças naturais e tecnológicas e da degradação ambiental.
- **Preparação** - atividades e medidas tomadas antecipadamente para assegurar uma resposta eficaz ante o impacto de ameaças, incluindo a emissão oportuna e efetiva de sistemas de alerta antecipado e a evacuação temporal da população, e propriedades da área ameaçada.
- **Resposta** - prestação de serviços de emergência e de assistência pública durante ou imediatamente após a ocorrência de um desastre, com o propósito de salvar vidas, reduzir impactos sobre a saúde, garantir a segurança pública e satisfazer necessidades básicas de subsistência da população afetada.
- **Reconstrução /Recuperação** - ações de caráter definitivo destinadas a restabelecer o cenário destruído pelo desastre.

Diante da necessidade da GRD nos processos erosivos de voçorocamentos em ambiente urbano, Castro (2003) descreve que para a utilização de ações de defesa civil na prevenção, redução e percepção dos riscos em ambiente urbanizados e vulneráveis aos riscos erosivos, o poder público municipal precisa desenvolver um sistema de políticas públicas no planejamento urbano, interagindo em conjunto com a comunidade vulnerável, na construção de um ambiente social, econômico e ambiental sustentável.

²**Medidas não estruturais** - são consideradas aquelas medidas que não envolvem uma construção física e que utilizem o conhecimento, as práticas ou os acordos existentes para reduzir o risco e seus impactos, especialmente por meio de políticas e de legislação, para uma maior conscientização pública, mediante capacitação e educação.

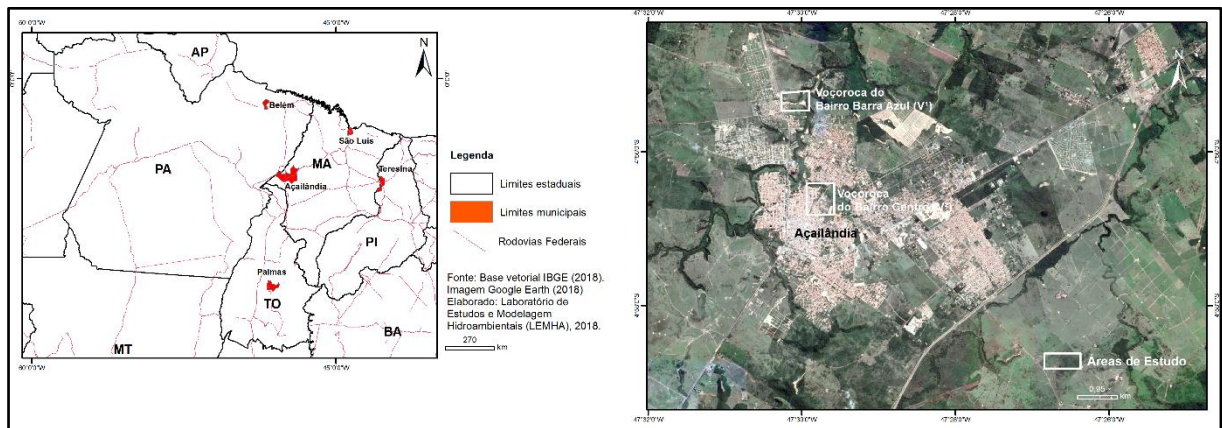
³**Medidas estruturais** - são compreendidas aquelas decorrentes da engenharia civil (infraestrutura construída pelo homem), tais como diques, barragens, obras de contenção de erosão e deslizamentos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO: VOÇOROCAS NA CIDADE DE AÇAILÂNDIA - MA

O município de Açailândia (MA) pertence à Mesorregião Oeste Maranhense e a Microrregião Imperatriz, limitando-se ao Norte com o município de Bom Jardim, ao Sul com os municípios de São Francisco do Brejão e Cidelândia, a Leste com os municípios Bom Jesus da Selva, Amarante do Maranhão e João Lisboa e a Oeste com o município de Itinga do Maranhão e o estado do Pará. Sua área territorial é de 5.806.307 km², com população de 110.543 hab. e densidade de 19,04 hab./km² (IBGE, 2018). (Figura 05)

Figura 05: Localização da Área de estudo.



Fonte: LEMHA (2018).

A cidade de Açailândia apresenta uma altitude média de 240 m acima do nível do mar e está distante 568 km da capital São Luís (e a 68 km da segunda maior cidade maranhense, Imperatriz/MA); surgiu na década de 60 em função da construção da rodovia BR-010 e desenvolveu pela exploração madeireira e nas décadas de 70 e 80 com o desenvolvimento agropastoril principal contribuinte para sua expansão econômica, devido a sua localização estratégica formada por entroncamentos rodo-ferroviário, que tem favorecido o desenvolvimento comercial e industrial, através das BR-010 (liga Belém a Brasília) e BR-222 (liga a BR-316) principal elo de escoamento rodoviário regional e nacional, além de um pólo metalúrgico que beneficiam a matéria-prima (minério de ferro), transportada através das ferrovias Carajás/São Luís e Norte-Sul (ainda não concluída) também utilizadas para escoamento de produtos agrícolas produzidos em grandes escalas na região a serem exportados através do Porto de Itaqui-São Luís (IBGE/CIDADES, 2018).

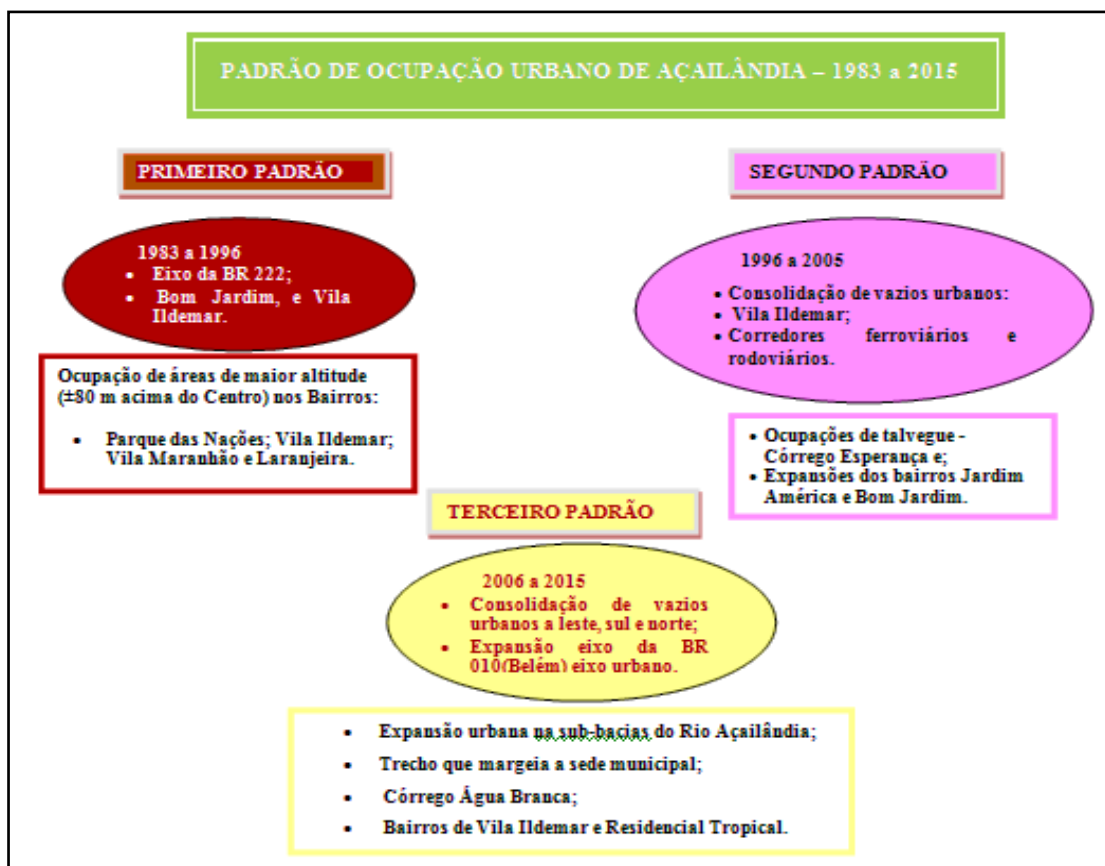
O ecossistema terrestre original caracterizava-se por cobertura vegetal do tipo amazônico, que se subdividia em dois tipos principais que eram a mata aberta com palmeiras e a mata aberta sem palmeiras. Sendo que, no município há a presença de três ecossistemas potenciais capazes de suportar cobertura vegetal arbórea como: a planície de inundação do Rio Pindaré (mata de várzea estacional); os baixios e margens de córregos (mata de várzea); e a terra firme (mata aberta). Apesar do desmatamento ocorrido na região ainda existe a presença de vegetação típica de margens de córregos e baixios, bem como de vegetação de pequeno porte do tipo capoeiras com cipós e pastagens (MARANHÃO, 2011; AÇAILÂNDIA, 2017).

Para análise dos processos erosivos foram caracterizados a partir da literatura os aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, tipos de solos, além da evolução urbana do município. Estes são apresentados de forma sistematizada a seguir.

3.1.1 Aspectos da evolução urbana de Açailândia

Açailândia (2017) descreve que a Região Pré-Amazônica tornou exposta a colonização intensa e desenvolvimento econômico somente a partir da construção da rodovia Belém-Brasília e posteriormente com a implantação da Ferrovia Carajás (Figura 06).

Figura 06: Padrão de ocupação do espaço urbano de Açailândia.



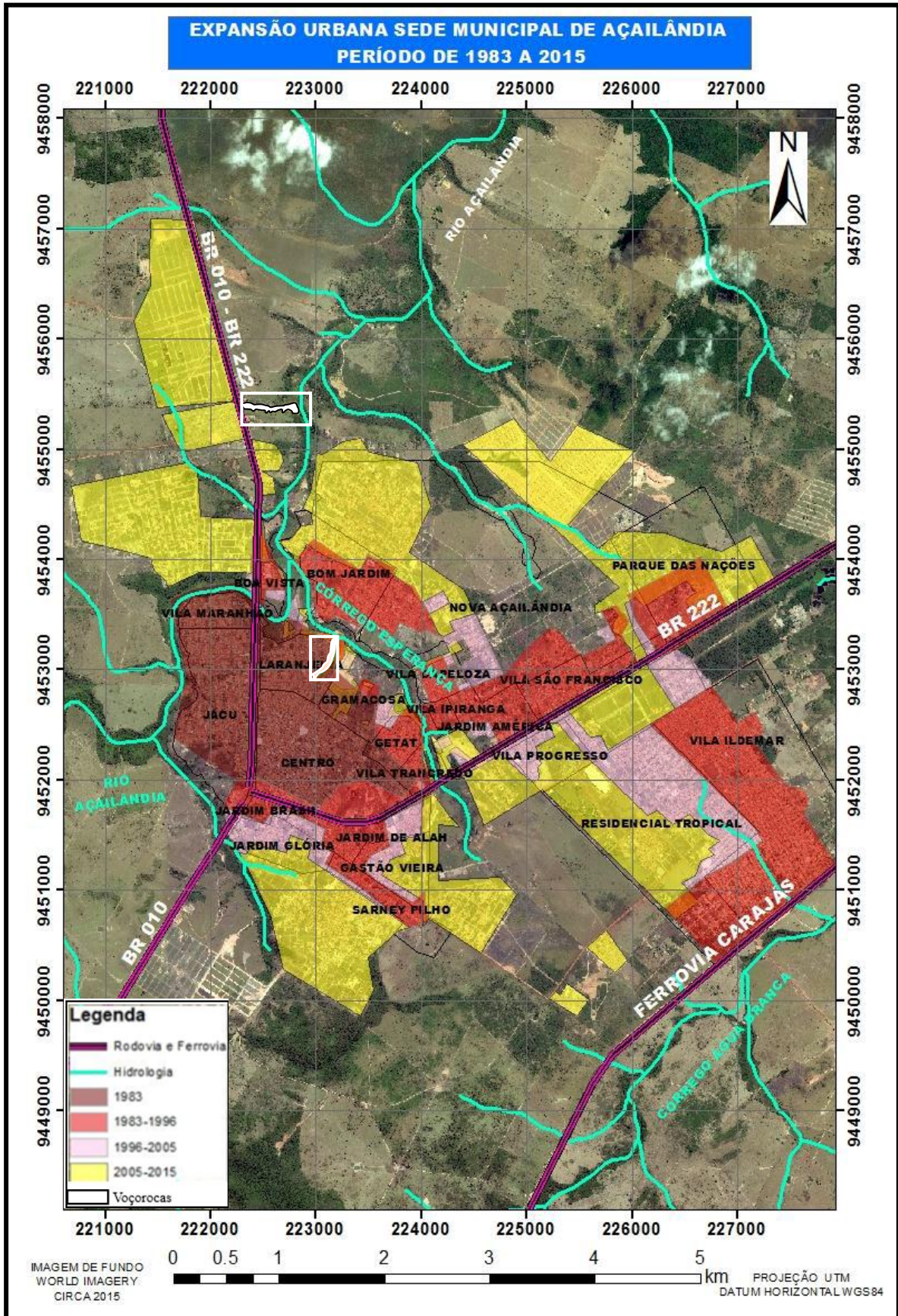
Fonte: Açailândia (2017). Adaptado pelo Autor (2018).

Considerando as fases de sua evolução, podem-se citar os seguintes marcos históricos nas décadas de: 50 com a construção da BR-010; 60 diante da exploração agrícola; 70 através da exploração madeireira; 80 através da construção das Ferrovias Carajás e Norte Sul; 90 pelas instalações do Polo Metalúrgico e/ou Industrial; e 00 na implantação e desenvolvimento do reflorestamento, pecuária, agricultura de monocultura e comércio. A Figura 07 resume expansão ocupacional e demográfica na sede do município nos últimos 32 anos.

3.1.2 Aspectos físicos e de cobertura vegetal

A Figura 08 resume as principais características físicas de Açailândia com base na literatura pesquisada. Esta concentra todos os conceitos que traduzem uma vulnerabilidade natural a erosão: elevadas topografias associadas a uma rede de drenagem com comportamento aproximadamente radial, o que implica em uma forte atuação do escoamento superficial; boa pluviometria em parte do ano; e com características de um espesso perfil tipicamente sedimentar (AÇAILÂNDIA, 2017).

Figura 07: Cenários de expansão urbana na sede municipal de Açailândia (1983 a 2015).



Fonte: Açailândia (2017).

Figura 08: Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA).

Característica/ Autores base	Descrição
<p>- Hidrografia</p> <p>Açailândia (2017)</p> <p>Filho et al. (2011)</p>	<p>A hidrografia é formada de cursos de águas pequenos portes geralmente intermitentes, em consequência da posição municipal como divisor de águas para as bacias hidrográficas dos rios Capim, Gurupi e Pindaré e cursos de água permanentes formados pelos rios Ararandeuá (Bacia Rio Capim), Itinga/Açailândia (Bacia Rio Gurupi) e o Pindaré. A sede do município, é cortada por vários córregos contribuintes do rio Açailândia, sendo os mais importantes os Córregos Água Branca e Esperança.</p>

Carta com a rede de drenagem e a altimetria, sede municipal de Açailândia (MA)

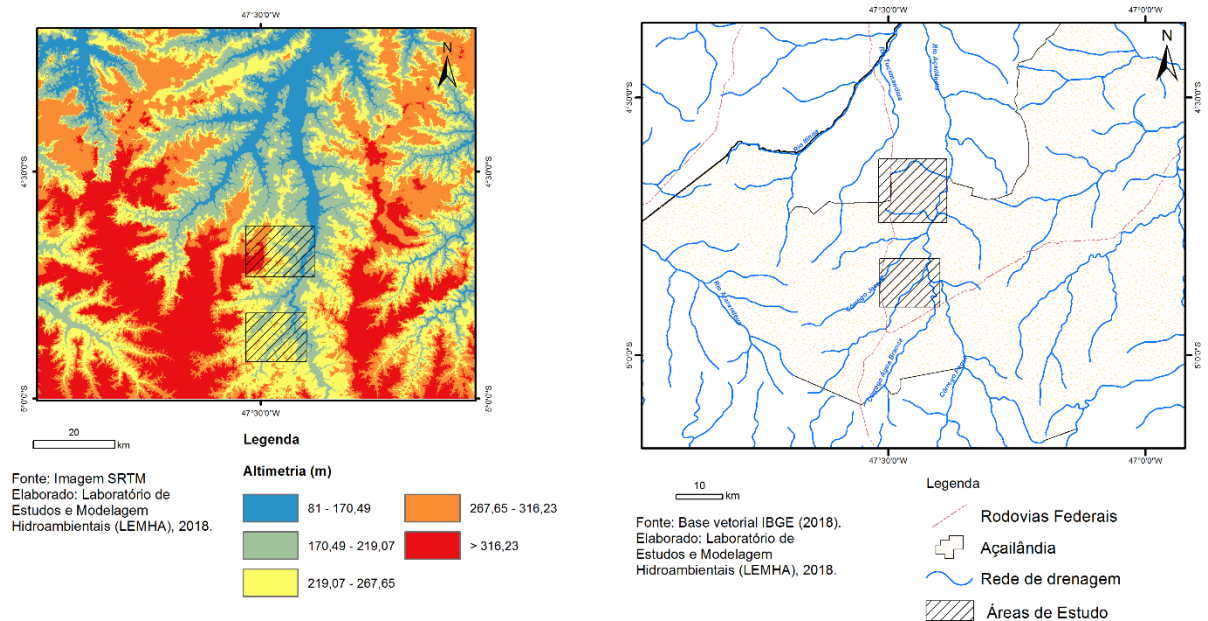
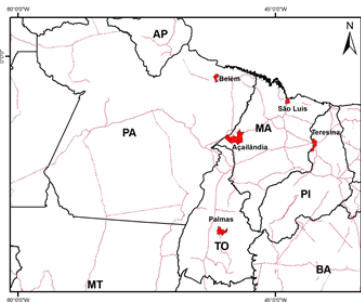
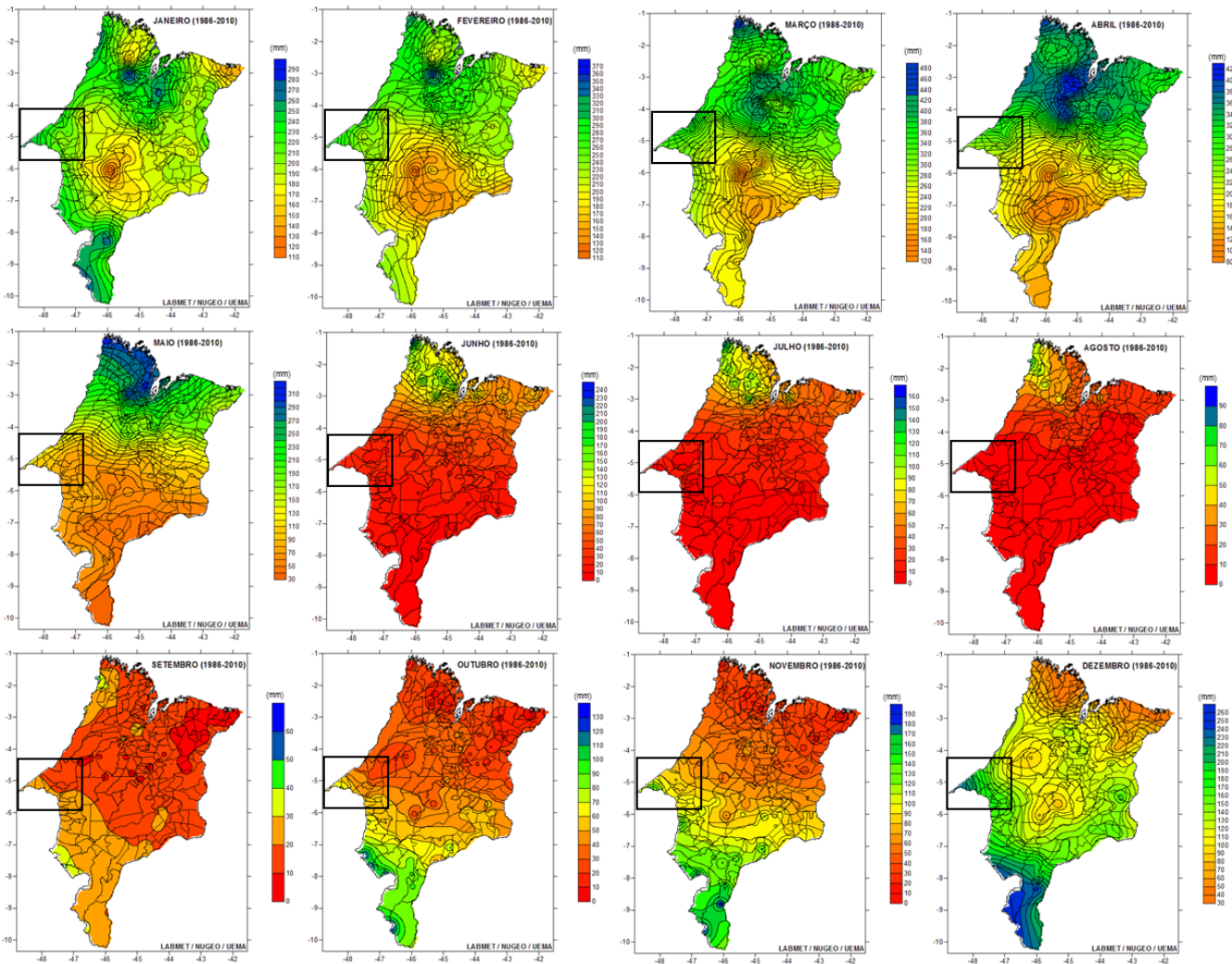


Figura 08 (cont.): Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA).

- Clima, precipitação e temperatura médias mensais
 Villas Bôas et al. (1999)
 Lopes e Nechet (2006)
 NUGEO (2018)

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região, é tropical (Aw) úmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de novembro a abril, e outro seco, correspondente aos meses de maio a outubro. As deficiências hídricas na região se manifestam a partir do mês de maio quando a mesma deixa de ser influenciada pela convergência intertropical. O período seco se estende até o mês de outubro, apresentando o déficit hídrico mais críticos nos meses de junho a agosto. O período chuvoso inicia-se geralmente em novembro ou dezembro e se prolonga até maio, com valores superiores a 400 mm em abril.

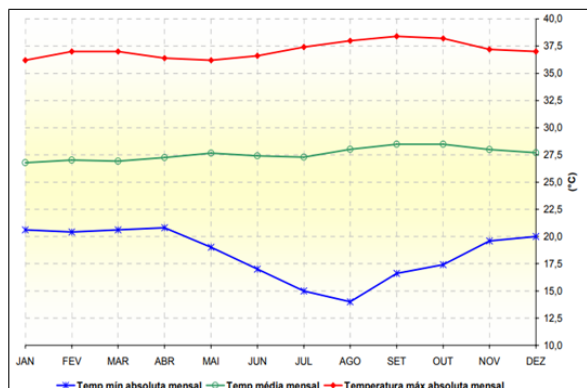
Distribuição mensal das chuvas - Maranhão



Distribuição da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de 1986 a 2010

Região marcando a área de influência sobre o município de Açailândia

Fonte: NUGEO - Núcleo Geoambiental. Laboratório de Meteorologia. Universidade do Estado do Maranhão - UEMA
 Ano: 2018



Estação Meteorológica de Superfície Classe 2 (histórico de 1987 a 2002) do Aeroporto de Imperatriz (MA). Distribuição mensal da temperatura média e temperaturas máximas e mínimas absolutas para Imperatriz (MA). Fonte: Lopes e Nechet (2006).

Figura 08 (cont.): Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA).

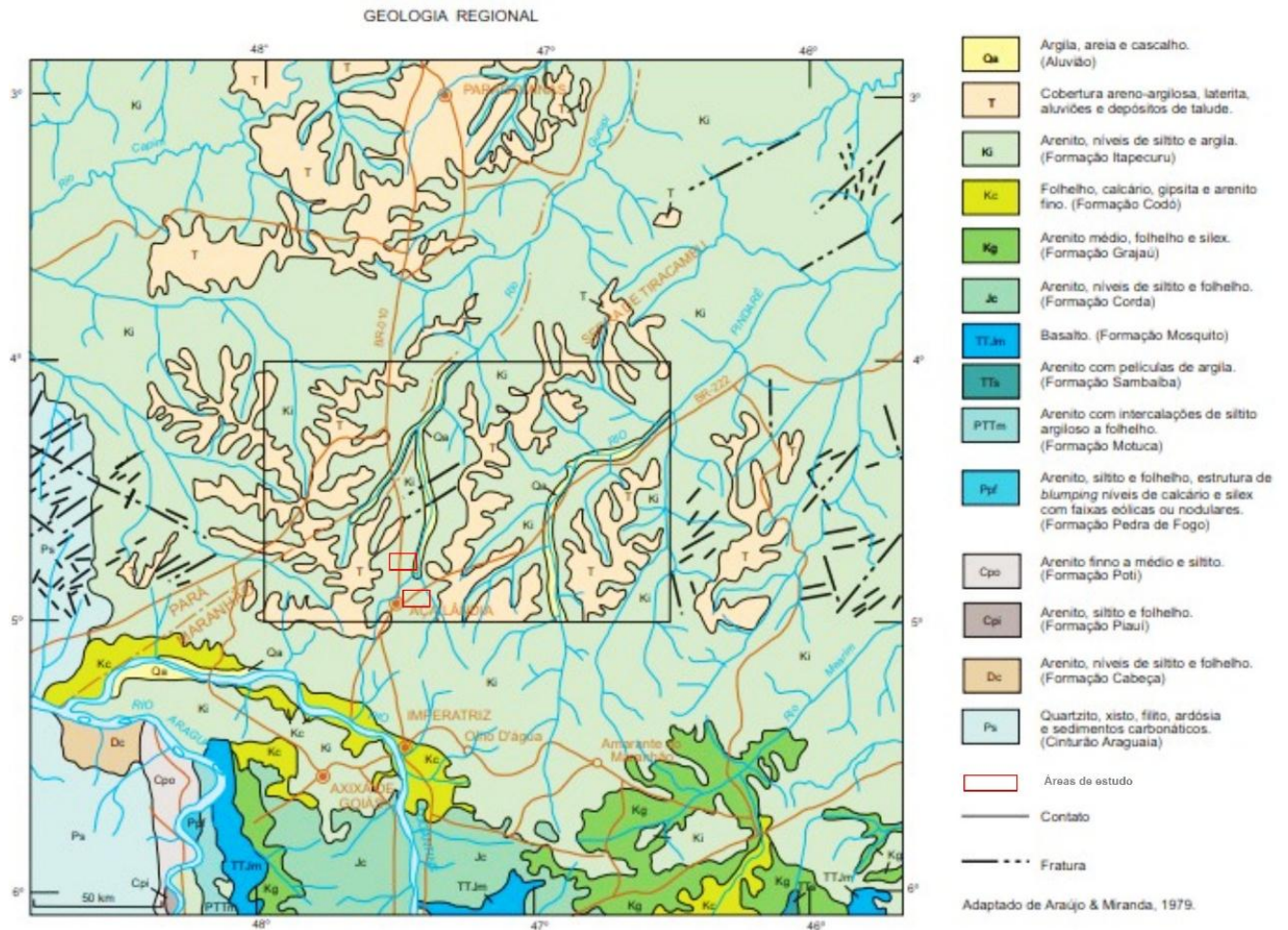
- Geologia

CPRM (1999)

Açailândia (2017)

As áreas de maior altitude apresentam depósitos detríticos e/ou lateríticos com sedimento arenoso, areno-argiloso e conglomerático; abaixo dos depósitos sedimentares terciários está a Formação Itapecuru (Cretácea Superior), formada por arenitos, siltitos e folhelhos depositados em ambiente fluvial e lacustre. A Formação Itapecuru é exposta nos fundos de vales e encostas escavadas.

Carta Geológica folha Açailândia: SB.23-V-A



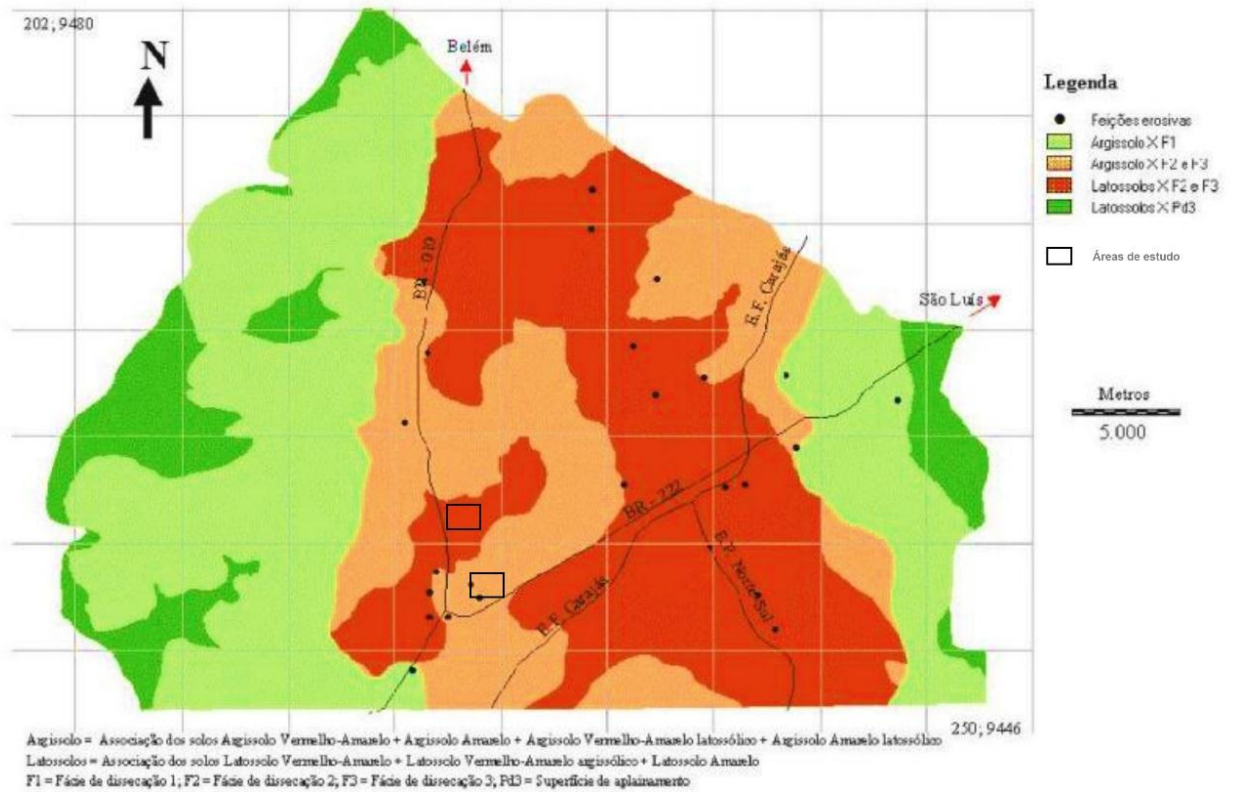
Fonte: CPRM (1999).

Figura 08 (cont.): Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA).

- **Cobertura de solos**
Marçal e Guerra
(2003)
CPRM (2017)

Os tipos de solos predominantes estão enquadrados no grupo das areias e argilas por serem essas as texturas que condicionam o comportamento erosivo, correspondendo ao Latossolo vermelho-amarelo e Argissolo vermelho-amarelo.

Carta de Cobertura de Solos: Açailândia



Fonte: Marçal e Guerra (2003); CPRM (2017)

Figura 08 (cont.): Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA).

- Geomorfologia

Villas Bôas e Araújo (1999)

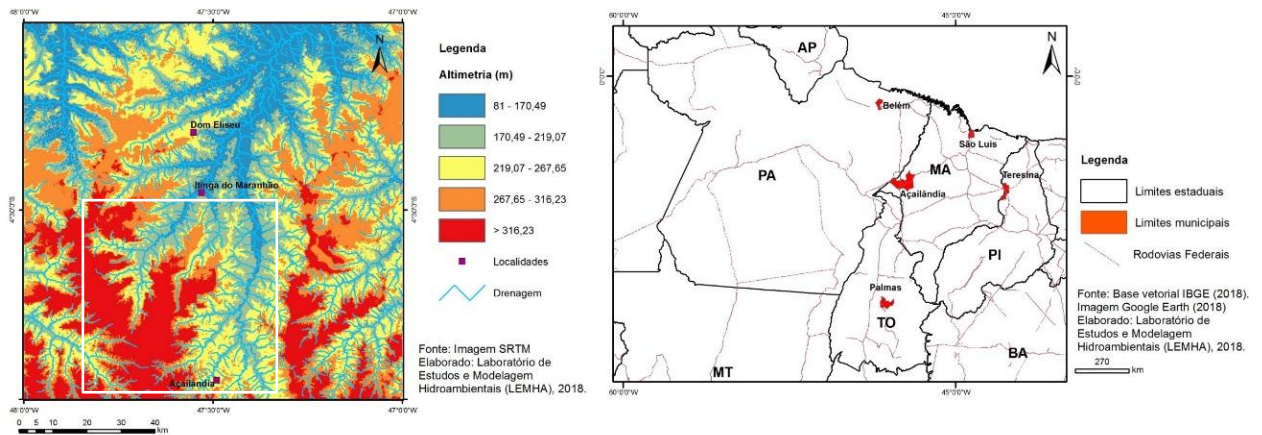
Marçal e Guerra (2003)

Filho et al. (2011)

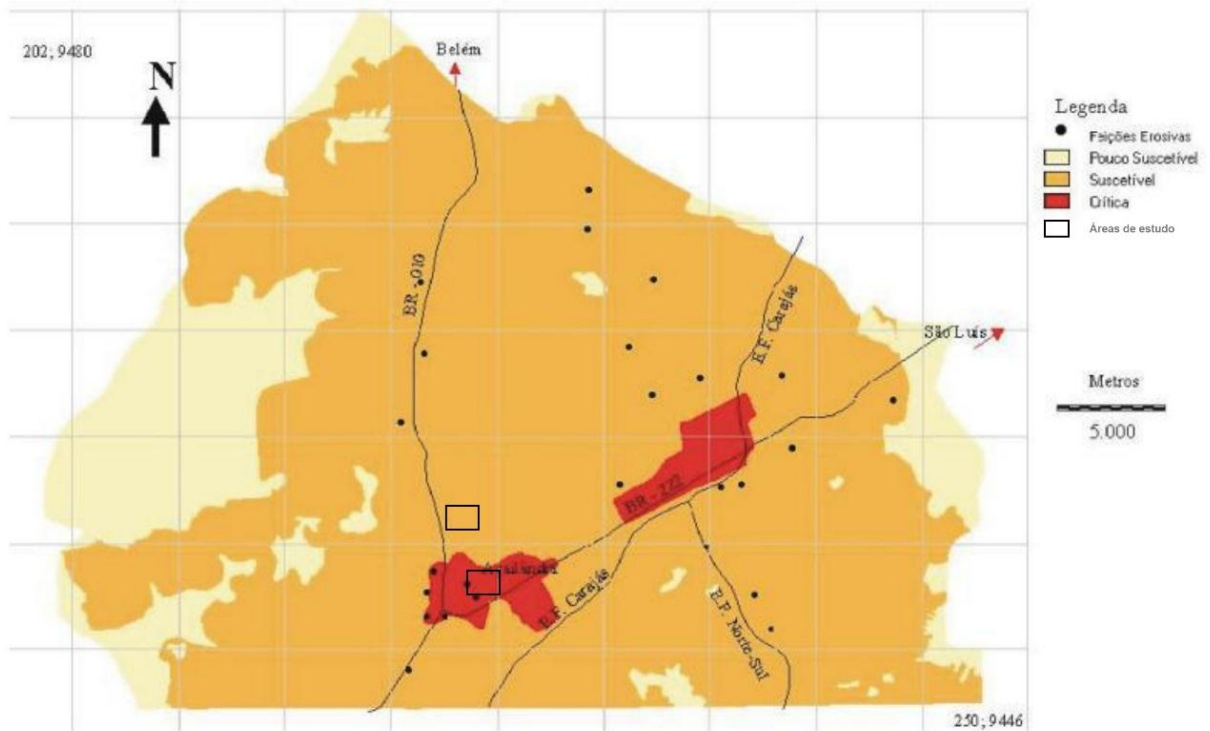
Açailândia (2017)

Distribuem-se inúmeros platôs (áreas mais elevadas do relevo de uma região, com extensões variadas e declividades baixas, circundadas normalmente por escarpas e encostas) fragmentados e separados pela rede de drenagem, com altitudes máximas atingem 390 m; o município está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, e morfologicamente, apresentam-se como capeamentos de platô, encontradas nos mais diferentes níveis topográficos e aflora na sede municipal, onde as maiores elevações encontram-se nas proximidades da cidade de Açailândia. Existem superfícies dissecadas em escarpas erosivas, relacionadas às ravinas e encostas de vales encaixados, que representam áreas de elevada susceptibilidade erosiva. Em (a) observa-se que a região é bem encaixada entre um conjunto de vales que marcam uma rede de escoamento com controle forte N-S e variações NW-SE e NE-SW, com altimetria maior que 80 m. (b) Apresenta uma reinterpretção indicando as áreas mais altas como de alta susceptibilidade a erosão, tanto o topo quanto as demais vinculadas as encostas.

(a) Em destaque na carta altimétrica a região no entorno da sede municipal de Açailândia



(b) Áreas de susceptibilidade a erosão segundo Açailândia (2017) .



Fonte: (a) LEMHA (2018). (b) Marçal e Guerra (2003). Açailândia (2017).

3.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS NA AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS

Na necessidade de identificar a origem das ocorrências dos desastres erosivos de voçorocas na cidade de Açailândia, utilizou-se o raciocínio de Bueno (2011) que considera a erosão de solos um processo de dinâmica natural, podendo ser acelerado pelas formas de uso do solo e ocupação do relevo, ocorridos nos espaços urbanos dos tipos (laminar ou linear), e intensidades (sulcos, ravinamentos e voçorocamentos).

Os conceitos adotados para as principais categorias foram: “*risco*” que implica na exposição a eventos externos (perigos) em relação aos quais se têm um controle limitado; a “*vulnerabilidade*” que mede a capacidade de responder a determinado evento, onde qualquer alteração em um dos termos envolvidos pode aumentar ou diminuir a vulnerabilidade (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2005; PNUD, 2007)

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas análises qualitativas e quantitativas, objetivando sistematicamente compreender: a origem do processo erosivo urbano (natural e/ou antrópico); a evolução destes processos, através da alteração da paisagem natural; os efeitos erosivos decorrentes das ocorrências dos fenômenos naturais, fatores controladores e das ações antrópicas; e caracterização das feições erosivas existentes nas áreas das voçorocas (Figura 09).

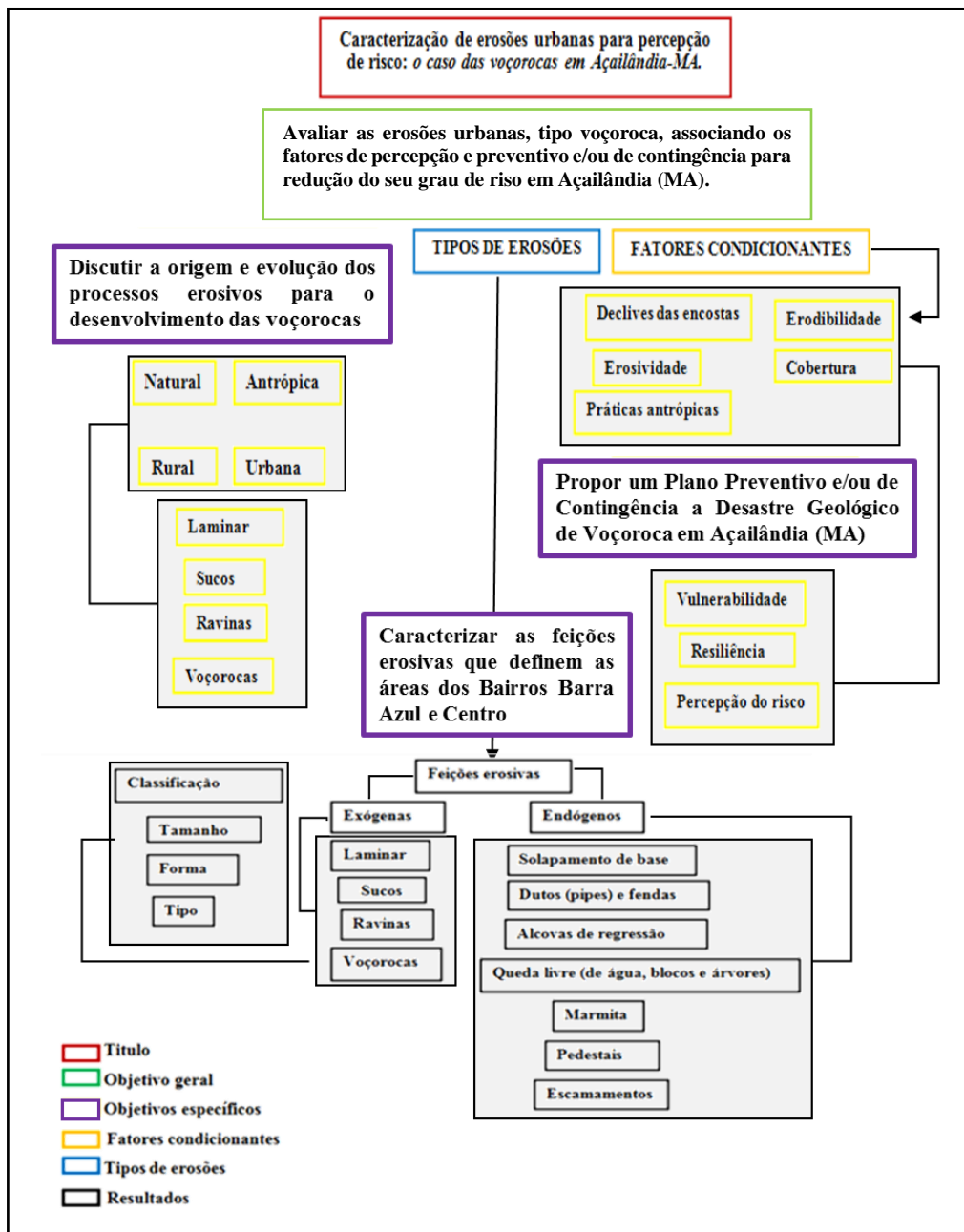
Na construção do contexto teórico foram consultados os trabalhos do IPT (1989), Bertoni e Lombardi Neto (2008), Mortari (1994), Bueno (2011) e Mendonça (2011). Além da abordagem em ambientes urbanizados de Castro (2003), Rodrigues e Gouveia (2013), Mendes (2014), Castillo e Gómez (2016) e Frota Filho (2016). Quanto a aplicação de métodos de análise consultou-se os trabalhos de Vieira (2008), CPRM (2017) e as orientações da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC/UFSC).

Para compreender quais os fatores estão interagindo e influenciando na evolução erosiva nas áreas das duas voçorocas, seguiu-se as descrições de Rubira et al. (2016) que avalia a influência dos fatores controladores da erosividade medida pela intensidade e energia cinética da chuva; da erodibilidade determinada pelas características físicas, químicas e morfológicas do solo; da cobertura vegetal pela sua maior ou menor proteção do solo, dos declives pelo comprimento das encostas e as práticas antrópicas de conservação e o manejo do solo.

Procurou-se caracterizar as feições erosivas exógenas e endógenas que estão atuando nas áreas desses voçorocamento conforme a metodologia já realizada por Vieira (2008) quando caracterizou várias voçorocas na cidade de Manaus (AM) e considerou como modelo de

voçoroca, a incisão erosiva com queda em bloco das camadas do solo, paredes vertical, fundo plano, secção transversal em forma de “U”, dimensões variando de 1 a 12 m de profundidade e com largura que pode ultrapassar 30 m. Diante destas informações, foram escolhidas duas voçorocas localizadas em áreas e características distintas, sendo uma localizada no Bairro Barra Azul, zona de transição rural para urbana (loteamento) e a outra em uma área urbanizada no Centro de Açailândia-MA (Figura 05).

Figura 09: Fluxograma dos principais procedimentos adotados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

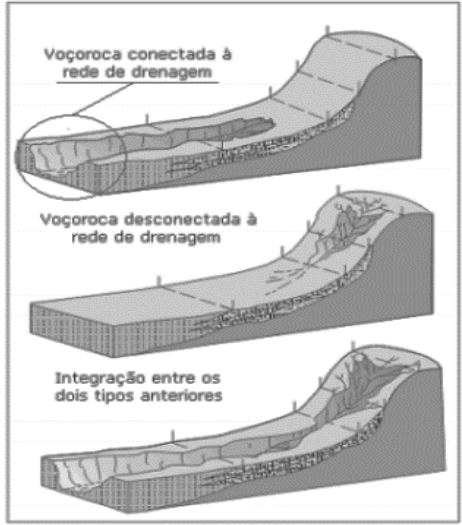
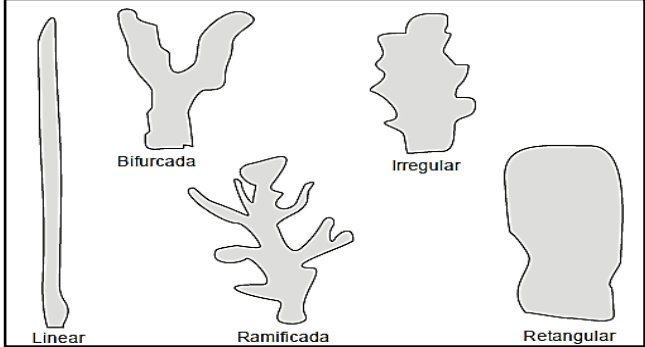
Foram utilizados os dados do relatório da “*Ação emergencial para o reconhecimento de áreas de alto a muito alto risco a movimentos de massa e enchentes*” da CPRM (2017) para o município de Açailândia, que considera que os riscos dos processos de incisões erosivas estão condicionados a topografia irregular, litologias da Formação Itapecuru, elevada precipitação na estação chuvosa, inadequação dos arruamentos e aprofundamento dos canais para onde naturalmente convergem as águas pluviais que também são aproveitadas para direcionar o sistema de esgoto e águas servidas.

3.2.1 Descrição das voçorocas

Os trabalhos de campo com as visitas *in loco*, nas áreas das duas voçorocas, ocorreram no período dos anos de 2017 e 2018, utilizando um formulário adaptado para as características das áreas do estudo (Apêndice 01) seguindo o exemplo do trabalho de Vieira (2008), que classificando as voçorocas quanto: ao tipo - conectadas, desconectadas e integradas; a formas - linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular; tamanho (comprimento, largura e profundidade); e volume erodido em m³ - muito pequena, pequena, média, grande e muito grande. Marques e Souza (2017) destacam a importância da classificação das voçorocas, pelo fato de possibilitar ter uma reflexão sobre a evolução dessas erosões, ou seja, pode classificar quanto ao tipo e/ou em qual estágio evolutivo a mesma se encontra (Figura 10).

Também foram utilizados os dados de imagens históricas do Google Earth nos anos de 2005, 2011, 2014 e 2017, para verificar o cenário na área entorno das voçorocas que poderão está contribuindo para seu estado evolutivo durante o período do estudo. Bem como, realizadas visitas *in loco* nos períodos seco e chuvoso nas áreas da cabeceira, meio e cauda.

Figura 10: Resumo dos principais aspectos do meio natural - Açailândia (MA).

Classificação do processo de descrição segundo Vieira (2008). Com consulta a Guimarães (2008).																				
<p>Quanto ao tipo</p>	<p>Conectadas quando associam ao escoamento hipodérmico e/ou subterrâneo nas partes baixas da encosta, podendo ser consideradas canais de primeira ordem; as desconectadas, encontrando-se na parte superior da encosta, estão ligadas ao escoamento superficial e/ou a movimentos de massa e não poderiam ser consideradas canal de primeira ordem por não estarem ligadas a nenhuma rede de drenagem; as integradas, são na verdade a junção das duas formas anteriores, formando uma só incisão erosiva.</p>	 <p>Fonte: Oliveira (1999, apud ALBUQUERQUE, 2007, p. 13) e Vieira e Albuquerque (2004, p. 4).</p>																		
<p>Quanto à forma</p>	<p>Em linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular. Onde cada forma é resultante de processos específicos e das características do local de ocorrência, tais como geologia (litologia e estrutura), relevo (forma e declividade), solo, cobertura vegetal e o sistema de drenagem superficial ou subsuperficial.</p>	 <p>Fonte: Vieira (2008, p. 56).</p>																		
<p>Quanto ao tamanho</p>	<p>Relacionando ao volume erodido em m³, em: pequena, média, grande e muita grande.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ord.</th> <th>Volume erodido</th> <th>Tamanho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>Até 999 m³</td> <td>Muito pequena</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>de 999 m³ até 9.999 m³</td> <td>Pequena</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>Entre 9.999 m³ até 19.999 m³</td> <td>Média</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>Entre 20.000 m³ até 40.000 m³</td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>Mais de 40.000 m³</td> <td>Muito grande</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fonte: Vieira (2008, p. 59).</p>	Ord.	Volume erodido	Tamanho	01	Até 999 m ³	Muito pequena	02	de 999 m ³ até 9.999 m ³	Pequena	03	Entre 9.999 m ³ até 19.999 m ³	Média	03	Entre 20.000 m ³ até 40.000 m ³	Grande	05	Mais de 40.000 m ³	Muito grande
Ord.	Volume erodido	Tamanho																		
01	Até 999 m ³	Muito pequena																		
02	de 999 m ³ até 9.999 m ³	Pequena																		
03	Entre 9.999 m ³ até 19.999 m ³	Média																		
03	Entre 20.000 m ³ até 40.000 m ³	Grande																		
05	Mais de 40.000 m ³	Muito grande																		

A classificação do desastre geológico de voçoroca teve como base a metodologia do SINPDEC, através COBRADE: 1 - Categoria natural; 1 - Grupo geológico; 4 - Subgrupo erosão; 3 - Tipo erosão continental; e 3 - Subtipo boçorocas ou voçorocas.

Para a construção de um plano de emergência a esta modalidade de desastre, baseando na proposta de Estratégia (2009) que expressa à necessidade da Gestão dos Riscos a Desastres (GRD) para a construção de um ambiente com desenvolvimento sustentável, realizados preventivamente, bem como, pela COMPDEC de Açailândia posteriormente trabalhar a percepção dos riscos da comunidade vulnerável aos perigos, assim preparando-a, sua resiliência

diante das ameaças potencializadas no ambiente. Portanto, concorda-se que nas áreas urbanas de Açailândia que já estão afetadas pelos voçorocamentos, existe a necessidade do uso das medidas não estruturais na prevenção, mitigação e preparação da comunidade vulnerável na identificação das ameaças potencializadas e de medidas estruturais de resposta na reconstrução do sistema impactado por danos e perda física, econômica, social e ambiental, nas áreas das voçorocas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 FEIÇÕES DECORRENTES DO PROCESSO EROSIVO ENCONTRADAS NAS ÁREAS DE ESTUDO

Nas áreas dos voçorocamentos em estudo foram identificadas várias feições erosivas endógenas, considerando as definições de Lima (2003), Oliveira (2007), Vieira (2008), Vieira (2010) e CPRM (2017). As Figuras 11 e 12 sintetizam a terminologia de classificação adotada. Estas serão avaliadas segundo as voçorocas dos Bairros Barra Azul e Centro.

Tabela 11: Terminologia de classificação adotada para identificação de feições formadoras das voçorocas.

Feições erosivas/autores de referência – Voçoroca 01		Fonte: Pesquisa de campo (2017)
<p>Alcovas de regressão (OLIVEIRA, 2007) Área meio-V1</p>	<p>Podem ocorrer em diferentes condições climáticas e litológicas, tanto por escoamento superficial (filetes subverticais) ou por exfiltração do lençol freático ou também pela combinação de ambos. Sua expansão resulta em desmoronamento das camadas superiores por perda de sustentação</p>	
<p>Pedestais (VIEIRA, 2008) Área cauda-V1</p>	<p>Ocorrência de erosão por salpicamento ou ainda pelo escoamento superficial difuso que remove as partículas soltas no solo da sua camada mais superficial. Formam-se geralmente quando um material mais resistente dificulta a ação da erosão por salpicamento, esculpindo formas residuais.</p>	
<p>Escamamentos (VIEIRA, 2010) Área meio -V1</p>	<p>Assemelham a escamas de peixe, constituem-se de feições formadas pelo acumulo de material fino (areia fina ou muito fina) sobre uma superfície mais resistente. (vermelho: escamamentos; azul: quebra de nível associada)</p>	
<p>Movimento de massa e queda Queda livre Área cauda-v1 (CPRM, 2017)</p>	<p>Consiste na presença de colapso da estrutura dos patamares, crista e encosta laterais das paredes, provocados através das quedas de água por escoamento superficial ou concentrado, provocando o desmoronamento de blocos e tombamento de árvores.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12: Terminologia adotada para identificação de feições formadoras das voçorocas.

Feições erosivas/autores de referência - Voçoroca 01	Fonte: Pesquisa de campo (2017)
<p>Marmitas Área meio-V1 (VIEIRA, 2008)</p> <p>Resultante da ocorrência de quedas d'água (<i>plunging pool</i>) ou por fluxo turbilhonar da água, escoamento superficial concentrado na base ou fundo dos taludes, nos degraus no interior de voçorocas em formas cilíndricas a semi-esféricas e/ou cicatriz de movimentos de massa.</p> <p>(vermelho: marmitas evoluídas; azul: marmitas em formação)</p>	
<p>Costelas Área meio-V1 (VIEIRA, 2010)</p> <p>Indicam variações de diferença entre materiais mais resistentes e outros menos resistentes, podendo ser formadas tanto pelo escoamento superficial, como também a partir da exfiltração (fuga de águas) do lençol freático.</p> <p>(vermelho: limites de resistência diferencial; verde: áreas de ruptura; preto: costelas evoluídas)</p>	
<p>Fendas e Dutos Área da cabeceira-V1 (OLIVEIRA, 2007)</p> <p>A presença de fendas pode indicar a existência de movimento generalizado da encosta em torno da incisão erosiva, formados por movimentos translacionais profundos, por tração nas bordas da incisão (em vermelho). Tais feições podem servir de passagem para água oriunda tanto da superfície da encosta. A presença de dutos artificial também favorece o mesmo processo (em preto).</p>	
<p>Solapamento de base Área meio-V1 (CPRM, 2017)</p> <p>O processo de solapamento de base é desencadeado a partir da perda de sustentação e coesão do solo quando o escoamento da base por desgaste nas bordas do canal com instalação de incisões laterais que aumentam com o respectivo aumento do volume das chuvas que alimentam o fluxo do canal.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados encontrados a partir deste conjunto de feições e do seu detalhamento a seguir, permitem classificar as voçorocas de estudo pelo COBRADE em 1.1.4.3.3 (1 - Categoria natural; 1 - Grupo geológico; 4 - Subgrupo erosão; 3 - Tipo erosão continental; e 3 - Subtipos boçorocas ou voçorocas).

4.2 VOÇOROCA DO BAIRRO BARRA AZUL

Esta voçoroca está localizada no Bairro Barra Azul em Açailândia (MA), nas coordenadas geográficas 4°55,359'S e 47°30,23'W. Podendo ser associada com o descrito por Rubira et al. (2016) para áreas urbanas com aceleração da erosão pela intervenção humana, principalmente relacionada às obras de engenharia, exposição de taludes de corte em rodovias, aterros, linhas de esgoto, tubulações, criação de loteamentos sem tomar medidas de precaução com a rede de drenagem e deposição de resíduos sólidos.

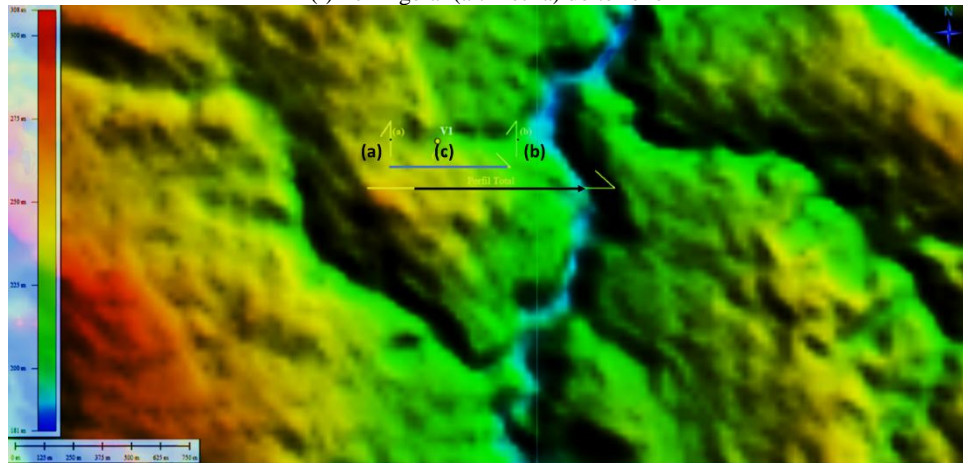
No processo, optou-se inicialmente por descrever as características morfológicas do terreno. Esta encontra-se no topo de um perfil marcado por uma alta variação topográfica com declividade superior a 15°, o seu eixo longitudinal apresenta uma suave inclinação de W para E. Observa-se pelos perfis transversais traçados que se trata de uma feição aberta, que segue a declividade da rampa da vertente até a sua base (Figura 13). Silva e Carvalho (2012) descrevem que em regiões de relevos maduros (estáveis), como os que ocorrem em Açailândia, observam-se formas sinuosas com colinas arredondadas e vales abertos em forma de “U”.

Figura 13: Localização da Voçoroça do Bairro Barra Azul.



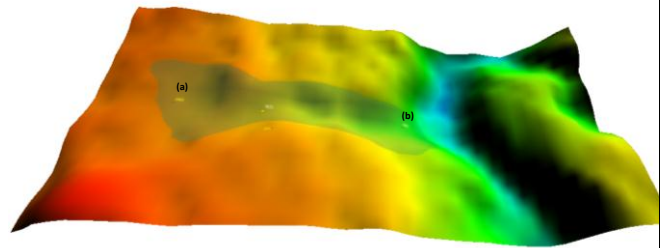
Localização V₁: 4°55.359'; 47°30,23'.
 Fonte: Google Earth (2017).

(I) Perfil geral (altimetria) do terreno



Descrição:

A voçoroça (1 - do Bairro Barra Azul) encontra-se no topo de um perfil marcado por uma alta variação topográfica com declividade superior a 15°, os dois eixos perpendiculares, (a) que marca o início da feição e (b) que marca o final da feição, indicam quebras suaves, mais aberta em (a) e mais fechada em (b); o seu eixo longitudinal (c) apresenta uma suave inclinação de W para E.



(II) Modelo 3D do Perfil (a – b)

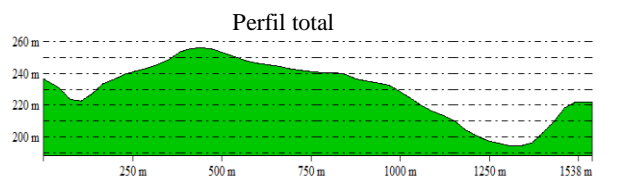
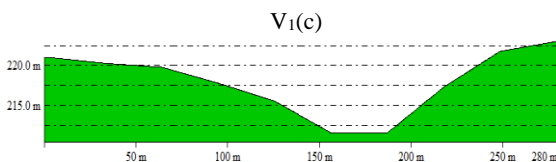
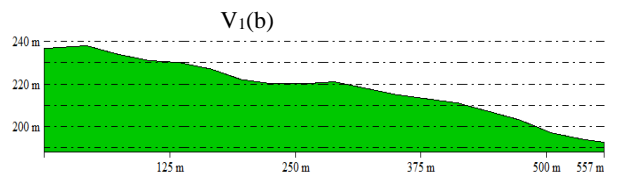
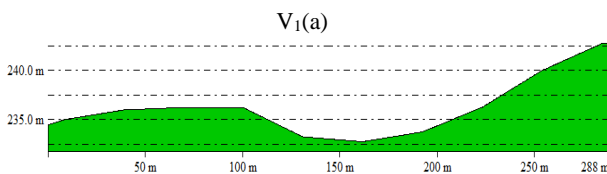
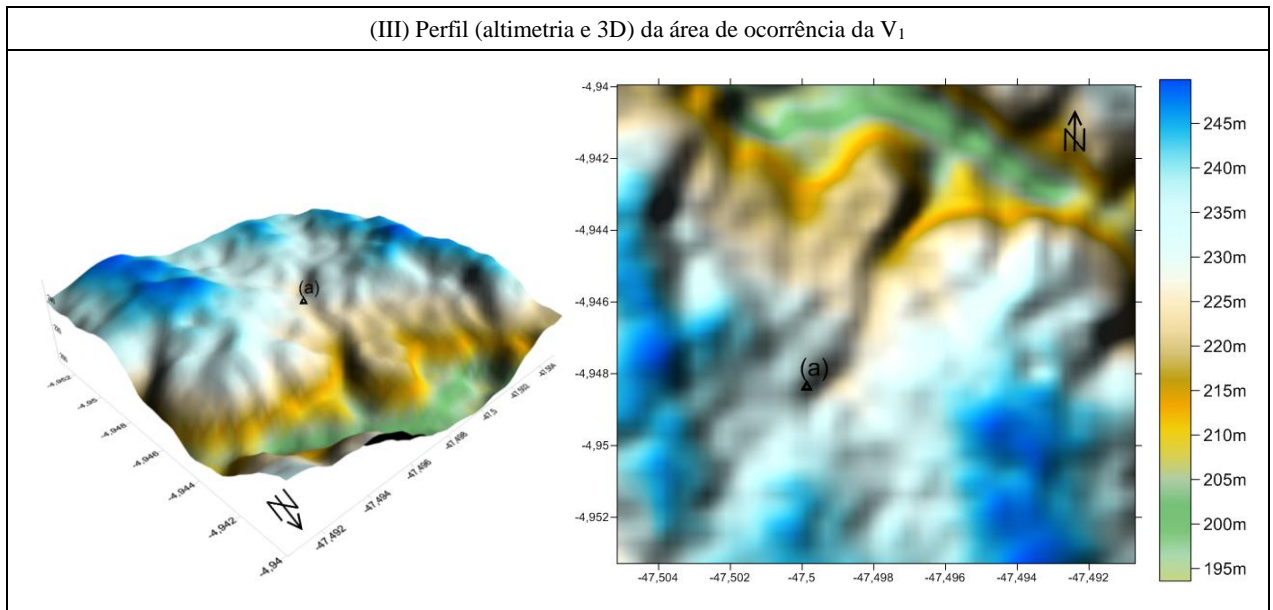


Figura 13 (cont.): Localização da Voçoroca do Bairro Barra Azul.



Optou-se por dividi-la em três partes: cabeceira, meio e cauda. A cabeceira inicia na base do talude da BR-010 (platô) e estende a 100 metros; a área intermediária compreende o intermédio da cabeceira/cauda; e a cauda inicia a 180 metros do platô e extrema com as áreas de várzeas do Rio Açailândia (Figura 14a).

De acordo com a descrição feita por Vieira (2008) em que o seu surgimento e evolução das voçorocas está ligada as variações das taxas de erosão, as ações dos fatores controladores e antrópicas. Estas estariam relacionadas na retirada da vegetação natural, implantação de obras de infraestrutura a montante, uso e ocupação do solo e agropastoris. Bem como, da contribuição do sistema de drenagem pluvial de um Bairro a montante direcionado para a área central da voçoroca.

Observando as imagens no período dos anos de 2005 a 2011 (Figura 14b), ocorreu avanço erosivo de 122 m da cratera voçoroca nos sentidos do platô (BR-010), laterais e profundidade. Já no período de 2011 a 2014 avançou somente 10 m no sentido do platô e de 2014 a 2017, 30 m nos sentidos do platô, laterais e, profundidade.

Durante o período dos anos de 2005 a 2017 ocorreram alterações dimensionais na área da cratera da voçoroca 01 provocadas pelos avanços erosivos, o que a permite classificar como (Figura 14b): do **tipo** conectado (devido à cratera da voçoroca ainda não ter atingido a parte superior da encosta localizada no talude da BR-010), de **forma** ramificada (pois a cratera apresenta nas suas laterais ramificações de feições erosivas) e de **tamanho** muito grande (conforme os levantamentos realizados pela CPRM (2017) para dimensionar o volume de solo erodido constatou-se, que desde 2005 já ultrapassava os 40.000m³ de solo erodido).

Figura 14: Divisão e evolução da Voçoroca do Bairro Barra Azul.

(a) Compartimentação da voçoroca: 01 – Cabeceira ou crista; 02 – Intermediário; 03 – Cauda; 04 – Área de várzeas.

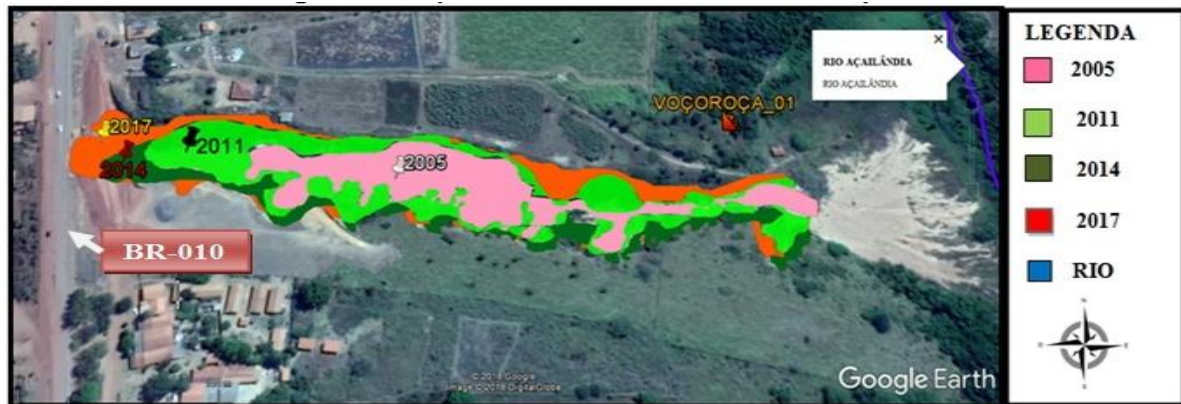


Área de drenagem pluvial contribuinte a montantes:

- Loteamento Leo Lar;
 - Perímetro: 1.931m;
 - Área: 206.155m²;
 - Sistema de drenagem: tubo de concreto -Diâmetro (DN): Altura: 0,80m; e Comprimento: 1,0 m;
- Escoamento: destino a área central da voçoroca.

Figura 14 (cont.): Divisão da Voçoroca do Bairro Barra Azul.

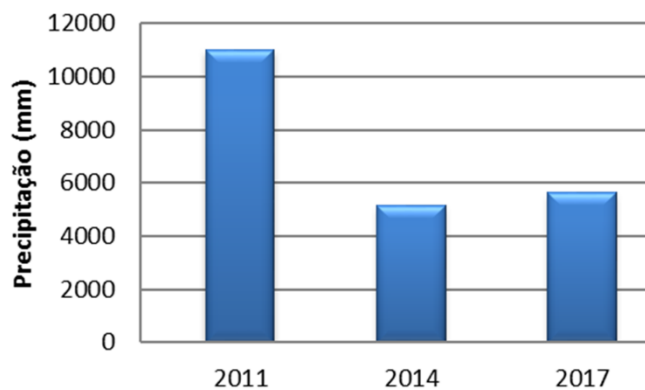
(b) Evolução da voçoroca: 2005 a 2017



Evolução erosiva da voçoroca do Bairro Barra Azul Açailândia-MA. (Fonte: Elaborado pelo autor.)

Parâmetro/ano	2005	2011	2014	2017
Tipo	Conectada	Conectada	Conectada	Integrada
Forma	Ramificada	Ramificada	Ramificada	Ramificada
Profundidade (m)	25	30	45	50
Largura (m)	45	50	55	65
Comprimento (m)	298	420	430	460
Área (m ²)	13.410	21.000	23.650	29.900
Volume erodido (m ³)	335.250	630.000	1.064.250	1.495.000
Tamanho	Muito grande	Muito grande	Muito grande	Muito grande

(c) Precipitação pluviométrica em Imperatriz: acumulado anual, Estação 82564 - Imperatriz/INMET.



Os anos de 2011, 2014 e 2017 (Figura 14c) marcados pelas constantes e elevadas ocorrências pluviométricas no período chuvoso em Açailândia, contribuíram de forma drástica no avanço erosivo da voçoroca, esta atingiu a parte superior da encosta do talude da BR-010, destruindo parte do platô (metade da pista). Tal fenômeno alterou as características da voçoroca quanto ao **tipo**, passando de conectadas para integrada, a **forma** continua ramificada e ao **tamanho**, permanece muito grande.

Ressalta-se que, ainda no primeiro semestre de 2017 o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT), iniciou as obras de recuperação das partes do platô da rodovia afetado, bem como, da cabeceira da voçoroca. Tendo em 2018, concluído sua recuperação e retornando a voçoroca à classificação do tipo conectada, forma ramificada e de tamanho grande.

A cabeceira compreende a área da base da BR-010 e estende a 100m (cem metros) de comprimento no sentido declive do relevo Nesta área o DNIT realizou serviços de recuperação e contenção do talude da BR-010 através da: reposição do solo erodido na área da cabeceira; contenção da base do talude com muros gabião; sistemas de drenagem de águas pluviais com dutos (manilhas de concreto), caixa de passagem, canaletas hidráulicas e escadas dissipadoras de energia; e plantio de gramínea na área recuperada (Figuras 15 a 16).

Os processos erosivos identificados nesta área estão influenciados pelas ações dos fatores controladores, principalmente no período chuvoso conforme é destacado por Machado et al.(2008), que a capacidade da chuva em causar erosão, ou seja, sua erosividade, é considerada como o fator mais ativo da erosão hídrica.

Figura 15: Voçoroca do Bairro Barra Azul. Visão geral: Área 01 (Cabeceira); Área 02 (Intermediário); Área 03 (Cauda); Área 04 (Várzea)



Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 16: Voçoroca do Bairro Barra Azul - Área 01 de Cabeceira ou crista, características.



- Quedas de blocos de solo
- Processos erosivos laminar e sulcos
- Canaleta lateral de escoamento
- Movimento de massa
- Muros de contenção do tipo Gabião
- Feições decorrentes do escoamento superficial
- Escadas (dissipador de energia), canaletas hidráulicas e caixa de passagem de concreto; dutos de escoamento do tipo manilhas de concreto

Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 16 (cont.): Voçoroca do Bairro Barra Azul - Área 01 de Cabeceira ou crista, características.



- Quedas de blocos de solo
- Processos erosivos laminar e sulcos
- Deposição de sedimentos
- Instalações ameaçadas
- Cicatriz de movimento/escorregamento.

- Feições decorrentes do escoamento superficial; fendas e/ou solapamento de base.
- Escadas (dissipador de energia), canaletas hidráulicas e caixa de passagem de concreto; dutos de escoamento do tipo manilhas de concreto



(a)



(b)



(c)

Em destaque: (a) Deslizamento do perfil em função da ação do escoamento superficial e da gravidade. (b) Ravinamentos de diferentes profundidades, produtos da evolução da erosão laminar. (c) Feições erosivas já associadas a fendas de deslocamento de massa, demonstrando as zonas de risco da voçoroca.

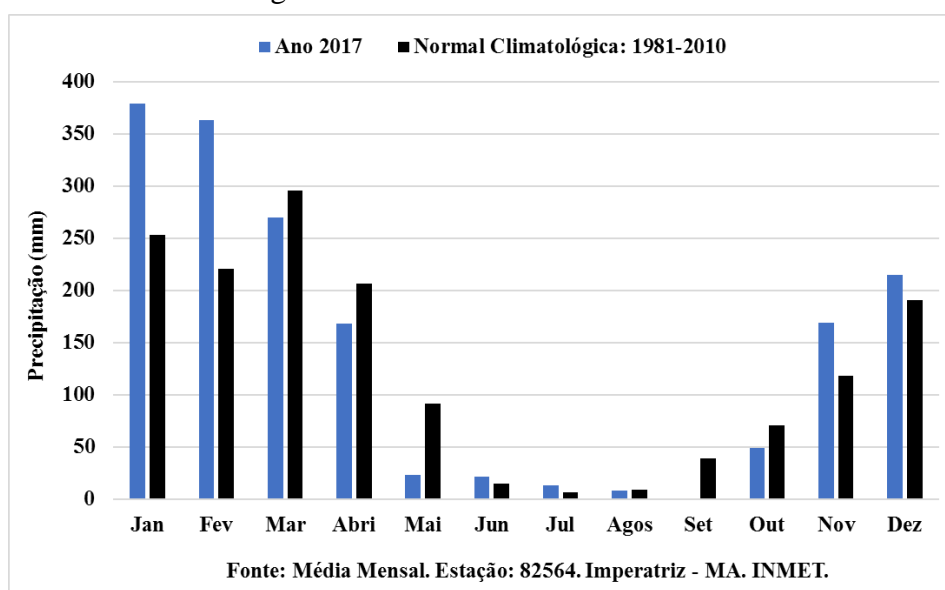
Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Diante deste contexto, Oliveira et al (2018) descrevem que a ocorrência da erodibilidade, depende de características do perfil e do grau de exposição deste. Na área observou-se a inexistência da cobertura vegetal arbórea, apenas o plantio de gramínea. Oliveira et al. (2010) e Stefanoski et al. (2013) afirmam que a cobertura vegetal atua como proteção, amortecendo e interceptando a água da chuva e preservando a sua estrutura, desta forma controlando os processos erosivos.

Quanto aos efeitos do escoamento hídrico superficial nas laterais das encostas, Guerra (2008) descreve a importância de analisar os parâmetros em conjunto com outros aspectos, tais como declividade, formas da encosta e propriedades do solo. Diante da ótica das ameaças deste escoamento em uma das laterais foi feita uma canaleta a céu aberta seguindo o curso e sentido da declividade do relevo (protege a lateral da voçoroca). O objetivo seria conter o escoamento superficial nas paredes da encosta, que provocam a formação de cicatrizes de fluxo superficial (erosão cascata), alcovas de regressão, fendas e solapamento de base favorecendo o avanço do voçorocamento por quedas de blocos de solos (LAFAYETTE et al., 2011).

A precipitação pluviométrica como agente do escoamento superficial tem grande importância como agente erosivo. Em 2017, como informado, o período chuvoso em Açailândia favoreceu o avanço erosivo da voçoroca, gerando danos físicos locais. Os dados da Estação código 82564 (Imperatriz - MA) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) indicam valores superiores a normal climatológica (1981-2010) de janeiro a fevereiro e próximos a esta de março a abril (Figura 17).

Figura 17: Precipitação na região (Estação: 82564. Imperatriz - MA. INMET) no ano de 2017 e segundo a Normal Climatológica.



A região intermediária da voçoroca tem início na base do segundo muro de contenção gabião⁴ e estende 180 metros sentido ao declive do relevo. Suas laterais também apresentam contornos côncavos, paredes íngremes e elevado grau declividade. No entanto, na área de sua extremidade, apresenta contorno convexo com características de rastejo, escorregamento de massa, declividade acentuada e comprimento das paredes entorno dos 30 m (Figura 18).

A base é plana, profunda, apresentando sinais de material residual e sem a presença de escoamento hídrico contínuo/lençol freático. Sofre influência do escoamento no período chuvoso, com as ocorrências das chuvas, bem como, do fluxo das águas pluviais de áreas a montante que são escoados por um sistema de drenagem de dutos para a área interna da mesma.

A área final da voçoroca, que compõe seu contato com a rede de drenagem, tem início a 280 metros do talude de base da BR-010, e estende-se 180 metros sentido ao declive do relevo e terminando no início da área de várzeas do rio Açailândia. Nesta região o escoamento é concentrado, ocorrendo feições características de processos erosivos e de acumulação de sedimentos. Foram observadas as seguintes feições: erosão laminar de sulcos, ravinas, escamamentos e pedestais; desestruturação das paredes encosta por solapamento de base, alcovas de regressão, cicatriz de escoamento lateral, fendas, quedas de árvores e blocos de solos, sinas de movimentos de massa de solo e rastejo e sistemas radícula exposto.

As feições de escamamentos Vieira (2010) assemelham a escamas de peixe, formadas pelo acúmulo de material fino (areia fina ou muito fina) sobre uma superfície mais resistente. Já os pedestais são relacionados à ocorrência de erosão por salpicamento esculpindo formas residuais (VIEIRA, 2008). No limite com a área de várzeas do rio Açailândia o material erodido é depositado formando um amplo cone de deposição de sedimentos.

A voçoroca do Bairro Barra Azul é resultante da ação do escoamento superficial vinculado a geometria de um canal natural, que recebe as águas das chuvas. Esta exerce as ações de destacamento, transporte e deposição das partículas do solo (LIMA, 2003), gerando a sucessão de feições gradativas observadas, de laminar (inter-sulcos) a concentradas em canais. Em 2005, foram verificadas na imagem da área as evidências de rastejo na cabeceira e laterais favorecida pela declividade da encosta tipologia do solo e precipitação pluviométrica condicionando o avanço erosivo desta voçoroca. De 2005 a 2017 houve contribuição do antropismo, que favoreceu a intensificação do processo, que já apresentava vulnerabilidade

⁴ **Gabião** é um muro de arrimo para a contenção à gravidade e flexível. visam oferecer estabilidade ruptura de maciços de terra ou de rocha, evitando escorregamentos, desabamentos, rastejos, constituídos por gaiolas metálicas formadas por fios de aço galvanizado e preenchidas pelas pedras .

natural em função do perfil areno-argiloso. As feições erosivas desenvolveram-se no sentido centro do canal para sua lateral, surgindo novos ravinamentos. Esta evolução avançou durante o período chuvoso (novembro a maio), através da ação do escoamento superficial, aliado as características geomorfológicas do terreno.

Figura 18: Voçoroca do Bairro Barra Azul. (a), (b), (c), (d) Área 02.



(a)



(b)



(c)

● Quedas de blocos de solo; ● Processos erosivos laminar e sulcos; ● Fendas e/ou Solapamento de base;
 ● Marmitas; ● Feições decorrentes do escoamento superficial; ● Sistema radicular exposto; ● Movimento de massa e ● Alcovas de regressão

Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 18 (cont.): Voçoroca do Bairro Barra Azul. (d) Área 02. (e), (f), (g) Área 03. (h) Área 4.



(d)

(d) Feição de solapamento da base (1) causada pela erosão diferencial, provavelmente relacionada a variações granulométricas do perfil. A erosão laminar (2) atua associada a escoamento superficial, sua evolução tende a gerar ravinamentos, que podem comprometer a estabilidade do perfil (3).



(e)



(f)



(g)

(f) Feição de deslizamento de massa (1) gerada pelo avanço do ravinamento (2). Acúmulo de sedimentos (3) a partir da ação dos escoamento superficial, com o transporte e deposição de sedimentos na base do perfil.

(g) Ravinamentos (2) evoluídos a partir da erosão laminar (4), gerando transporte de sedimentos de solo e deposição na base da voçoroca (5), mesmo com a contenção da cobertura vegetal ocorre o avanço erosivo (6).



(h)

(h) Canal com água (1) marcando o final da feição, com cobertura vegetal (2) nas margens (APP). Associado a áreas de deposição de sedimentos (3) e fragmentos florestais (4).

Fonte: Pesquisa de campo (2018).

4.3 VOÇOROCA DO BAIRRO CENTRO

Nesta área evidenciou-se que devido às ações antrópicas alteraram a paisagem natural, com a implantação de obras de infraestruturas urbanas e exploração mineral para construção civil. Onde Castro (2003) destaca que voçorocas urbanas estão associadas à topografia irregular, à composição geológica (formação sedimentares), as chuvas concentradas, ao aprofundamento dos canais abertos pelo esgoto a céu aberto e à orientação inadequada dos cortes das ruas. Todos estes fatores são observados na voçoroca do Bairro Centro.

A classificação desta voçoroca em 2005 é do **tipo** integrada com **forma** ramificada, pois apresenta na lateral direita uma ramificação de voçorocamento (Figura 19). Em 2011, com a recuperação da área ramificada a esquerda, a mesma continua do **tipo** integrada e alterando apenas a **forma** de ramificada para forma irregular, mantendo esta classificação até os dados coletados em 2017. A partir deste, segue-se o estabelecido pela CPRM (2017), conforme a Tabela 04.

Tabela 04: Classificação adotada segundo a CPRM (2017).

Parâmetros/ano	Profundidade (m)	Largura (m)	Comprimento (m)	Volume erodido (m ³)	Tamanho
2017	15	40	695	417.000	Muito grande

Fonte: Elaborado pelo autor.

A voçoroca do Bairro Centro encontra-se no topo, gradando para uma vertente côncava, com alta variação topográfica e declividade superior a 15°, observando-se uma suave inclinação de SW para NE. Evoluiu inicialmente no sentido cauda cabeceira, e posteriormente só no sentido canal para as encostas laterais, isso pós-estabilização do platô com a construção de um sistema de galerias com de dutos de concreto e murros de contenção de concreto e gabião. O platô desta voçoroca está localizado na Rua Maranhão interligado na área da cabeceira e se estende por 734 m até a sua cauda finalizando em um vale (Figura 20).

Sua cabeceira (Área 01) apresenta seu contorno com obras de infraestrutura e habitações. Nesta área são lançados no canal da voçoroca lixo doméstico, resíduos sólidos de construção civil e águas pluviais e servidas (efluentes), o mesmo funciona perenemente para escoamento de esgotamento a céu aberto. As duas encostas laterais apresentam altura em torno de 15 m e alta variação topográfica (Figura 21).

Figura 19: Localização e principais aspectos da Voçoroca do Bairro Centro.



Voçoroca 02 - Do Bairro Centro

Localização: 4°56.808';
47°29.894''

Cidade: Açailândia (MA)

Bairro: Centro

Área: 18.323 m²

Perímetro: 1626 m





Comprimento: 734 m

Largura média: 40m (CPRM,
2017)

Altura média: 15m (CPRM,
2017)

Risco: Alto (CPRM, 2017)

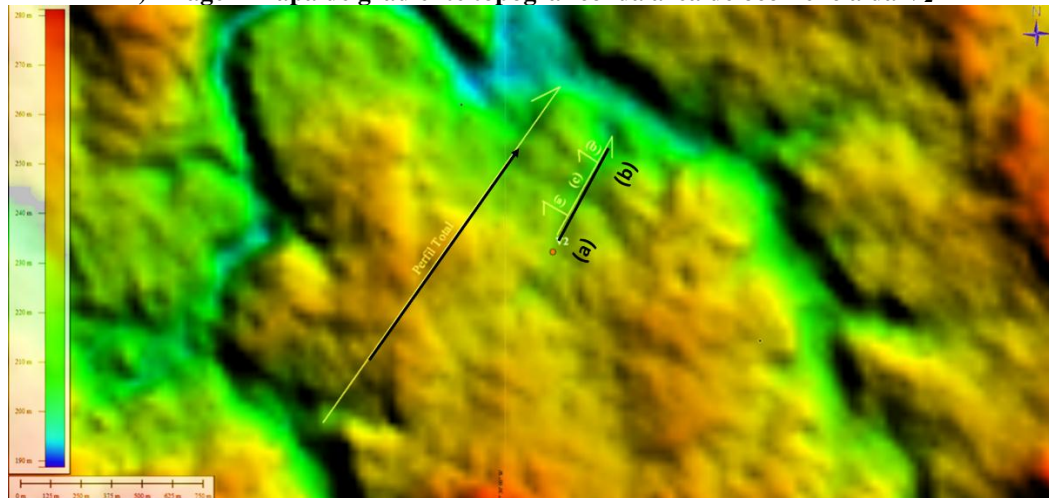
Obs. Área em contorno
urbanizada e ocupada.

-  Área 01
-  Área 02
-  Área 03
-  Área ramificada recupera

Fonte: Google Earth (2017)

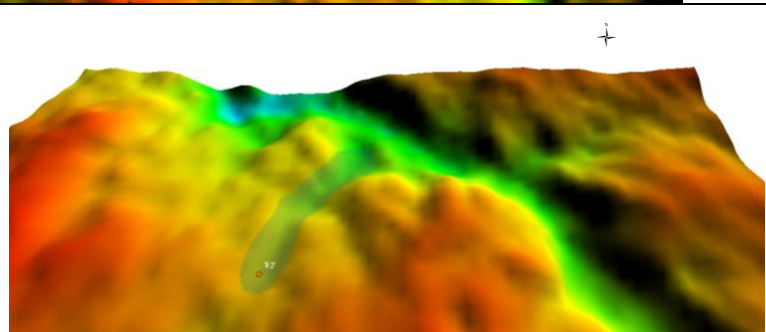
(I) Perfil geral (altimetria) do terreno

I) Imagem mapa de gradiente topográfico da área de ocorrência da V₂



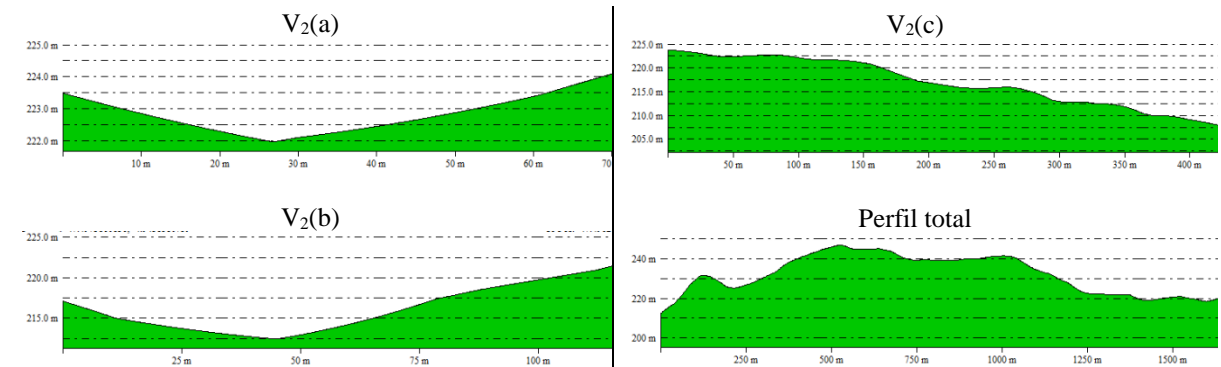
Descrição:

A voçoroca (V₂) encontra-se no topo, gradando para uma vertente côncava, com alta variação topográfica e declividade superior a 15°. Os dois eixos perpendiculares (a), que marca o início da feição; e (b), que marca o final da feição apresentam quebras suaves abertas e no seu eixo longitudinal (c) observa-se uma suave inclinação de SW para NE.

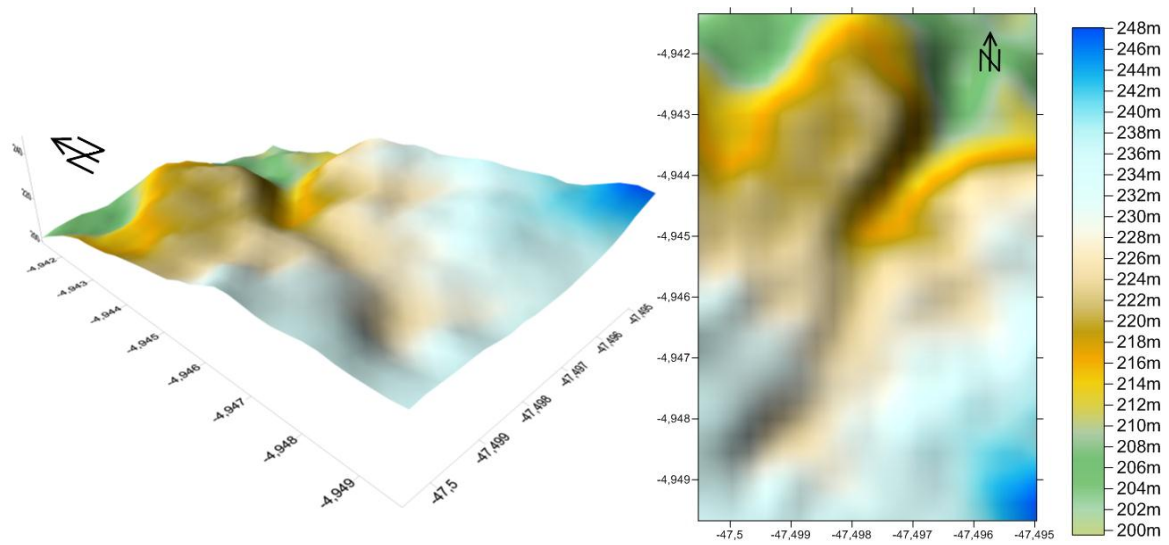


(II) Modelo 3D – V₂

Figura 19 (cont.): Localização e principais aspectos da Voçoroca do Bairro Centro.



(II) Modelo de superfície do terreno da área de ocorrência da V₂



(III) Visão geral da voçoroca, com deposição de resíduos



Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 20: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (01) Área mais a montante e ocorrências da urbanização em (02), (03) e (04).



Percepção do risco (02) 1- Fendas e Solapamento de base; 2 - Instalações ameaçadas; 3 - Movimento de massa; 4 - Sistema radicular exposto.

(a) Acúmulo de resíduos. (b) Lançamento de esgotos. (c) Borda do talude erosivo. (d) Áreas ocupadas sem proteção contra evolução do processo erosivo.

Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 21: Área de ramificação recuperada da Voçoroca do Bairro Centro. (04) Visão geral da Área 01, região urbanizada.



Percepção do risco (11): (a) Talude estabilizado com gramínea; (b) Habitações; (c) Borda com vegetação

Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Quanto às feições erosivas nas encostas, na Área (01) foram identificados sinais de quedas de água por escoamento superficial que favorecem a erosão laminar, ravinas, solapamento nas bases, quedas de árvores e blocos de solo. Também existem sinais de movimento de solo por rastejo, provocando fissuras no solo e/ou rachadura nas estruturas físicas das residências e cerca de madeira, postes e árvores inclinadas na direção ao centro da feição.

A região intermediária (Área 02) compreende a região entre a cabeceira e calda desta voçoroca, representando a área de maior risco e a mais atingida pelo avanço erosivo que já destruiu várias casas em seu contorno. Nesta área suas encostas laterais apresentam paredes acima dos 15 m de altura, alta variação topográfica com vertente côncava, contornos totalmente ocupados por residências habitadas, maior largura, profundidade e volume de resíduos (Figuras 22 e 23).

A CPRM (2017) considera que o volume das águas pluviais e servidas é canalizado para essa área da cidade, com estrangulamento do leito direcionado para bueiros mal dimensionados que por um lado não dá vazão necessária à água, e por outro aumenta a velocidade da água que, ao ser lançada em solos friáveis e de fácil erosão. Em vários pontos da cratera da voçoroca verificou a presença de redes de dutos (extremidades danificadas/comprometidas) para o esgotamento das águas servidas e/ou escoamento de águas pluviais direcionada ao canal da cratera.

A porção terminal da feição (Área 03) compreende a cauda da voçoroca, onde os processos erosivos oferecem menos riscos em comparação as Áreas 01 e 02, pois a altura das paredes (taludes) da encosta é menor, apesar da presença de residências localizadas às margens do canal. Na percepção dos riscos reforçam-se a presença da exposição da comunidade vulnerável, onde durante o período chuvoso as ocorrências elevadas e constantes das precipitações pluviométricas, tornam estas residências suscetíveis aos efeitos das enxurradas ou inundações (Figuras 24 e 25).

Figura 22: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (05) Área intermediária; (06), (07) e (08) antropismo.



Percepção do risco (07a, b): 1-Fendas provenientes de escoamento superficial; 2-Instalações físicas ameaçadas; 3-Alcovas de regressão; 4- Lixo e resíduos de construção civil; 5- Presença de tubos de PVC para lançamento de efluentes domésticos; 6- Erosão laminar e sulcos.

(07c, d): Área com evidências de movimentação, com o poste deslocado para o sentido da feição erosiva (1), colocando as residências locais (2) em risco. Ambiente favorecido com o lançamento de esgotos (3) que intensificam o escoamento superficial, agravado pelo acúmulo de lixo (4).

Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 23: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (08) Visão Geral da Área 02.



Percepção do risco (8): (a) Fundo do canal (presença de água); (b) Acúmulo de resíduos.
Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 24: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (09) Região terminal da voçoroca (Área 03), com presença de canal com água (10). (11) Visão geral desta porção da voçoroca e o comprometimento das moradias do entorno.



Fonte: Pesquisa de campo (2018).

Figura 25: Principais aspectos por área da Voçoroca do Bairro Centro. (12) Visão geral da Área 03).



Percepção do risco (11): (a) Fundo do canal (presença de água); (b) Travessia (ponte).
Fonte: Pesquisa de campo (2018).

4.4 DINÂMICA E CONDICIONANTES DOS PROCESSOS EROSIVOS EM AÇAILÂNDIA

Quanto às ocorrências dos processos erosivos no município de Açailândia, em vários trabalhos publicados por Castro (2003) descrevem que as causas dos processos erosivos na cidade de Açailândia estão relacionados aos problemas: da grande evolução do desmatamento entre as décadas de 1980 e início da década de 1990; a aceleração do crescimento de processos erosivos (ravinas e voçorocas) a partir da abertura das rodovias e ferrovias. O mesmo autor ainda afirma que em 2006 foram mapeadas 43 áreas de processos erosivos acelerados ocorridos na área urbana.

CPRM (2017) destaca que devido a característica da urbanização crescente na sede municipal e no entorno tem potencializado e desencadeado a instalação de processos erosivos de intensidade e dimensões preocupantes. Isto devido as características da topografia ser bastante irregular, litologia sedimentar, elevada precipitação na estação chuvosa, inadequação dos arruamentos e crescimento irregular da cidade.

Frota Filho e Vieira (2017) consideram que o surgimento do processo erosivo resulta das combinações de vários fatores no âmbito natural, social e urbano. No âmbito natural as encostas íngremes, características físicas do solo e precipitação elevada; no âmbito social e urbano, o planejamento da cidade, desmatamento, impermeabilização do solo, as formas de ocupações existentes (MARCO et al., 2012).

Em Açailândia a vulnerabilidade erosiva é natural, devido os tipos de solos presentes (associados às coberturas sedimentares existentes) serem enquadrados como do grupo de material das areias e argilas correspondendo ao “Latossolo vermelho-amarelo” e “Argissolo vermelho-amarelo”. O “Latossolo vermelho-amarelo” possui textura média bastante porosa e permeável, tendo a maior susceptibilidade aos processos e incisões erosivas; estão associados a relevos planos suaves ondulados ou ondulados, correndo em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade. Já os Argissolos Vermelho-Amarelos são solos que apresentam horizonte de acumulação de argila, sendo profundos e muito profundos, bem estruturados e drenados, apresentam principalmente a textura média/argilosa (LAFAYETTE et al., 2011; CPRM, 2017).

Para Dyonisio (2010) os processos erosivos são causados por forças ativas, através das características das chuvas, da declividade e comprimento do declive do terreno e da capacidade que tem o solo de absorver água, por forças passivas, na resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal. Sendo que este processo ocorre em duas

fases, a primeira constitui a remoção (*detachment*) de partículas, e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos (GUERRA, 2007).

Do ponto de vista econômico, Rubira et al. (2016) destacam que, a erosão destrói a infraestrutura urbana: galerias pluviais, redes elétricas, praças, lagoas de tratamentos de efluentes, linhas de esgotos, vias asfálticas, entre outras estruturas de construções civis. O que leva a necessidade de municípios como Açailândia desenvolverem um planejamento voltado a gestão de riscos de desastres.

Furtado et al. (2014) consideram que as etapas do processo de gestão de riscos de desastre devem incluir: a identificação e a avaliação de áreas suscetíveis, as quais devem ser revistas periodicamente; a análise sobre quais os processos envolvidos na produção desses riscos; e o envolvimento das pessoas, que precisam se tornar responsáveis pelo processo de gestão, para que ele seja contínuo e participativo. Portanto nas áreas já afetadas pelo avanço erosivo dos voçorocamentos, necessita da GRD com as implantações de medidas não estruturais e estruturais, bem como, criação de NUPDECs nestas áreas para acompanhar/monitorar o avanço erosivo.

4.5 GESTÃO DE RISCO A DESASTRE (GRD) EM AÇAILÂNDIA (MA)

Para gestão de riscos nas áreas avaliadas (Apêndice 02) foram elencados como medidas necessárias:

(a) Medidas Não Estruturais, Pré-desastre (identificação e avaliação do risco): Pela COMPDEC desenvolver ações que possa construir e/ou promover a percepção dos riscos pela comunidade na construção de um ambiente seguro e sustentável, preparando a comunidade a ser resiliente e remanejar a comunidade em risco; analisando os processos erosivos (origem, evolução e efeitos) para o uso e ocupação do solo urbano com fiscalizações e políticas públicas de ordenamento urbano nas áreas consideradas de risco a processos erosivo; e criação do NUPDEC e Sistema de monitoramento erosivo (tensiômetro e pluviômetro) para Alerta/Alarme e realização de simulados.

(b) Medidas Estruturais, Pós-desastre: Nas áreas das voçorocas necessita em caráter de urgência de intervenções com Ações corretivas para contenções dos voçorocamentos e obras de infraestrutura de saneamento básico e Medidas prospectivas na recuperação da área já atingida pelo avanço do voçorocamento, restabelecimento da normalidade e utilizando mecanismos para evitar novos riscos a desastre.

O Monitoramento pela COMPDEC ou NUPDEC de levantamento de campo *in loco*, deve absorver as informações reais: do voçorocamento; da comunidade em risco; dos imóveis interditados; e da infraestrutura urbana (ruas, galerias, sistema de água, e energia). A COMPDEC deve identificar e mapear preventivamente todas as residências com pessoas com dificuldades ou necessidades especiais de locomoção localizadas nas áreas de risco (quantidade, idade, tipo de dificuldade, contato etc.); e capacitar os agentes de saúde, educadores e comunitários que atuam nessas áreas de risco como multiplicadores de informações e que Eles estejam preparados para realizar a percepção de riscos erosivos e que possa identificar preventivamente a ameaça e informar a COMPDEC.

Os Agentes da COMPDEC devem pré e durante o período chuvoso utilizar os meios de comunicação local TVs, Rádios, Jornais Impresso, Aplicativos para informa preventivamente a comunidade em geral na percepção dos riscos a desastres, no propósito de mitigar as ameaças e prepará-la a contribuir na resposta em conjunto no que e como fazer durante o pré-desastre, identificar ameaças de deslizamento, movimento de massa e bloco de solo, residências ameaçadas com fissuras (sinais de rastejo) e por fim divulgar o funcionamento do plano de contingência.

A COMPDEC deve procura os Centros Científicos para incentivar a implantação de estudos geológicos e hidrológicos nas áreas de risco a desastres erosivos, no propósito de desenvolver metodologias com sistemas de alerta, monitoramento pluviométrico, de previsão meteorológica e utilização de tensiômetro para medir a capacidade de campo a encharcamento do solo. Além de realizar periodicamente a capacitação dos agentes de defesa civil e difundir o ensinamento em centros de ensinos.

Deve ser realizado antes do período chuvoso um exercício de simulação de um desastre testando o tempo resposta e o envolvimento órgãos da administração municipal, Corpo de Bombeiros, Policia Militar e Comunicação (PLANECON). Com a definição de um calendário pela COMPDEC junto aos órgãos da administração municipal, Corpo de Bombeiros, Policia Militar, Poder Públicos e Representantes da Coordenação, do CMD de Risco, Presidente de Associação das Áreas de risco, do NUPDEC, do Apoio e Comunicação para discutir ações, atualizar informações e treinamento.

5 CONCLUSÃO

A evolução dos processos erosivos das voçorocas dos bairros Barra Azul e Centro de Açailândia (MA) indicou que estas são favorecidas pelos fatores controladores: erosividade pela ação das águas das chuvas; a erodibilidade ocasionada pela desestruturação da cobertura de solos, associada ao declive e comprimento das encostas desprotegidas de cobertura vegetal; além dos efeitos do antropismo na base das encostas desestruturando-as e provocando quedas de barreiras, pelo lançamentos de resíduos sólidos e efluentes. O resultado é a alteração da paisagem natural ligada principalmente ao desmatamento e a implantações de obras de infraestruturas urbanas.

Foi observado que a vulnerabilidade do ambiente é natural, porém o avanço do dimensionamento do canal das voçorocas tem relação com o antropismo do entorno na alteração do ambiente natural com o uso e ocupação do solo mais evidente na voçoroca do Bairro Centro. Em ambos os casos a evolução erosiva avança pós período chuvoso (novembro a maio) e segue no sentido cauda para cabeceira e do centro da base do fundo para as áreas das encostas, em toda a extensão das voçorocas.

Na voçoroca do Bairro Centro foram verificados indícios da presença de movimento de solo por rastejamento, através das inclinações no sentido da cratera de: postes de iluminação pública, cercas de madeira, fissuras no solo, paredes das residências com rachaduras. Bem como, a presença de várias casas atingidas pelo avanço erosivo necessitando em caráter urgente da intervenção pelos órgãos das Esferas Federal, Estadual e Municipal no emprego das medidas não estruturais preventivas, mitigadoras, preparação e de fiscalização em coibir o uso do solo nas áreas dessa voçoroca. Além da criação de NUPDEC para que possam acompanhar e monitorar os avanços erosivos dos voçorocamentos.

Como produto final, foi confeccionado um modelo de um Plano de Emergência ou de Contingência a Ocorrências de Desastres Geológicos (PLANECON) para a Cidade de Açailândia (MA). O desenvolvimento deste planejamento objetiva a hierarquização das ações de resposta no planejamento de decisões durante a operacionalização, procedimento e ações que deverão ser tomados, adaptando-os a situação real do desastre durante a ocorrência, bem como, para o uso de ações de Gestão de Riscos a Desastre Erosivos no uso de medidas não-estruturais e estruturais pelos órgãos responsáveis.

REFERÊNCIAS

AÇAILÂNDIA. **Relatório final da política local de saneamento básico e do plano municipal de saneamento básico**. Açailândia, MA: Prefeitura Municipal de Açailândia, 2017, 135 p.

ALBUQUERQUE, F. N. B. Agentes, processos e feições erosivas em voçorocas conectadas à rede de drenagem do rio Coreaú, em Coreaú, Ceará. **Revista da Casa de Sobral**, v. 8/9, n. 1, p. 11-20, 2006/2007.

ALBUQUERQUE, F. N. B.; GAROZI, J. S. Erosão por voçoroca na área urbana de Eunápolis-BA: início, evolução e “reabilitação”. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. 13. 2008. Viçosa - MG.

ARAGÃO, R.; ALMEIDA, J. A. P.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. Mapeamento do potencial de erosão laminar na bacia do rio Japarutuba, SE, via SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 731-740, 2011.

ARRAES, C. L.; BUENO, C. R. P.; PISSARRA, T. C. T. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia Córrego do Tijuco, SP. **Biosci. J.**, v. 26, n. 6, p. 849-857, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Icone, 2008, 355 p.

BUENO, F. A. A Erosão de solos no extremo Oeste Paulista e seus impactos no campo e na cidade. **Revista GEOMAE**, v. 02, n. 02, p. 57 - 68, 2011.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; FREITAS, L. F.; GOMES-LOEBMANN, D.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; MONTGOMERY, D. R. Urbanization Impacts Upon Catchment hydrology and Gully Development Using Multi-temporal Digital Elevation Data Analysis. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 35, n. 5, p. 611-617, 2010.

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília: MIN, 2003, 174 p.

CASTILLO, C.; GÓMEZ, J. A. A century of gully erosion research: urgency, complexity and study approaches. **Earth-Science Reviews**, v. 160, n. 1, p. 300-319, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 415-440.

CONCIANI, W. **Processos erosivos: conceitos e ações de controle**. Cuiabá: CEFET - MT, 2008, 148 p.

CPRM. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Açailândia - Maranhão**. Brasília - DF: Serviço Geológico do Brasil, 2017, 38 p.

CPRM. **Carta Geológica folha Açailândia: SB.23-V-A**. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil Carta Geológica - Escala 1:250.000. Anexo I, 1999.

CUNHA, M. A.; FARAH, F.; CERRI, L. E. S.; GOMES, L. A.; GALVÊZ, M. L.; BITAR, O. Y.; AUGUSTO FILHO, O.; SILVA, W. S. **Ocupação de Encostas**. São Paulo: IPT, 1991, 216 p.

DENER, T. M.; CUNHA, C. M. L.; CARVALHO, P.F. Avaliação de técnicas de monitoramento de processos erosivos acelerados em área peri-urbana – São Paulo. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. 6. 2010. Coimbra - Portugal.

DYONISIO, H. A. F. Erosão híbrida: suscetibilidade do solo. **Revista Eletrônica Thesis**, ano VII, n. 13, p. 15-25, 2010.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUCCIÓN DE DESASTRES DE LAS NACIONES UNIDAS (UN/ISDR). **Terminología sobre reducción del riesgo de desastres**. Ginebra, Suiza: UN/ISDR, 2009.

FILHO, F. L. C.; GOMES, E. R.; NUNES, O. O.; LOPES FILHO, J. B. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Açailândia – MA. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p.

FRANCISCO, A. B. Boçoroca ou voçoroca: os conceitos para uma forma erosiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. 16. 2018. São Paulo - SP.

FRANCISCO, A. B. **O processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia – SP**: sua dinâmica e as propostas de recuperação. 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente - SP, 2011.

FROTA FILHO, A. B. **Análise da vulnerabilidade erosiva da Bacia Hidrográfica Colônia Antônio Aleixo, Manaus-AM**. 2016. 196 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Manaus, Manaus - AM, 2016.

FURTADO, J.; OLIVEIRA, M.; DANTAS, M. C.; SOUZA, P. P.; PANCERI, R. **Capacitação básica em Defesa Civil**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2014, 157 p.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. 2012. 142 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente - SP, 2011.

GONZALEZ, D.; COSTA, A. Análise da percepção de risco e vulnerabilidade a partir dos alunos do ensino médio na vivência de Nova Friburgo RJ após desastre natural de 2011. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 9, p. 187-211, 2016.

GUERRA, A. J. T. Ravinas: processos de formação e desenvolvimento. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 20, p. 9-26, 1997.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 149-209, 2008.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUIMARÃES, C. N. **Mapeamento geotécnico da bacia do córrego da Barra, aplicação de penetrômetro de impacto em estudos de processos erosivos São Pedro – SP – Escala 1:10.000**. 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2008.

GULLO, F. T. **Percepção de risco associado a deslizamentos nas comunidades do Morro da Carioca, Morro do Abel e Morro do Santo Antônio, Angra dos Reis, RJ**. 2015. 196 f. Monografia (Conclusão de Curso), Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2015.

IBGE. **Cidades: Açailândia (MA)**. Brasília - DF: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018.

IBGE. **Cidades: Açailândia (MA)**. Brasília - DF: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FUNDAÇÃO VALE. Um olhar sobre Açailândia/ MA: diagnóstico socioeconômico. <https://biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em jan. 2019.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1989.

JESUS, A. S.; LOPES, L. M.; CARVALHO, J. C. de. Aspectos conceituais sobre erosão linear. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO. 8. 2009. São Paulo - SP.

KARMANN, I. Ciclo da Água, Água Subterrânea e sua Ação Geológica. In: TEIXEIRA, W.: TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000, p. 113-138.

LAFAYETTE, K.; CANTALICE, J.; COUTINHO, R. Resistência à erosão em ravinas, em latossolos argilo arenoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, n. 6, p. 2167 - 2174, 2011.

LAVELL, A. **Retos de la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático para el desarrollo sostenible: memoria del Taller Internacional, lecciones aprendidas de la gestión del ries goen procesos de planificación e inversión para el desarrollo**. Lima, Peru: La Red, FLACSO, p. 23-26, 2010.

LEITE, O. C.; ORLANDO, P. H. K.; VIOLA, M. R. Mapeamento de feições erosivas lineares em Três Ranchos (GO). **Espaço em Revista**, v. 18, n. 2, p. 100-110, 2016.

LIMA, E. R. V. Erosão do solo: fatores condicionantes e modelagem matemática. **Revista Cadernos do Logepa**, ano 1, n. 1, 2003.

LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013.

LIMA, M. C.; ALMEIDA, J. G. R.; MEDEIROS, G. F.; MORTARI, D.; ROMÃO, P. A.; MASCARENHAS, M. M. A.; CARVALHO, M. J. C. Sulcos, ravinas e voçorocas. In: SALES, M. M. et al. (Org.). **Erosão em borda de reservatório**. Goiânia: Gráfica UFG, 2017, 584 p.

LOPES, M. N. G.; NECHET, D. Caracterização do regime térmico de Imperatriz, MA. Imperatriz, MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 14. 2006. Florianópolis - SC.

MATHIAS, D. T. **Propostas de recuperação de áreas periurbanas erodidas com base em parâmetros hidrológicos e geomorfológicos: Córrego tucunzinho (São Pedro/SP).** 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2011.

MACHADO, R. L.; CARVALHO, D. F.; COSTA, J. R.; OLIVEIRA, D. H.; PINTO, M. F. Análise da erosividade das chuvas associada aos padrões de precipitação pluvial na região de Ribeirão das Lajes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2113-2223, 2008.

MARANDOLA Jr., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 22, n. 1, p.2 9-53, 2005.

MARANHÃO. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão.** São Luis - MA: Governo do Estado do Maranhão, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2011, 110 p.

MARÇAL, M. S; GUERRA, A. J. T. Indicadores Ambientais Relevantes para a Análise da Suscetibilidade à Erosão dos Solos em Açailândia (MA). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2003.

MARCO A. R.; CARVALHO, M. A. R.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N.; CARVALHO, L. C. C. Escoamento superficial na interação: Cobertura vegetal e práticas de controle de erosão. **Engenharia Agrícola**,v. 32, n. 6, p. 1116-1125, 2012.

MARQUES, R. O.; SOUZA, R. L. F. **A degradação do solo por meio da erosão: Principais agentes condicionantes e impactos socioambientais causados por voçorocas no Lago do Zé Açú, Parintins-AM.** 2017. 23 f. Monografia (Conclusão de Curso) Universidade do Estado do Amazonas, Manaus - AM, 2017.

MENDES, P. P. M. Processo erosivo em área urbana: Condomínio Privê, cidade satélite Ceilândia - DF. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS. 7. 2014, Vitória - ES.

MENDONÇA, F. A. **Geografia Física: Ciência Humana?.** São Paulo - SP: Contexto, 2011, 89 p.

MORTARI, D. **Caracterização geotécnica e análise do processo das erosões no Distrito Federal.** 1994. 200 f. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Brasília - DF, 1994.

NASCIMENTO, F. C. A.; BRAGA, C. C.; ARAÚJO, F. R. C. D.; COSTA, E. V. S. Caracterização de eventos secos e chuvosos na microrregião de Imperatriz – MA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, n. 02, p. 325-333, 2015.

NEVES S. R. A.; GUERRA, A. J. T.; NUNES, G. F. R.; SILVA, M. A. P. A. Erodibilidade dos solos no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Mateus Nunes (Paraty, RJ). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. 26. 2015. Terezina - PI.

NUGEO. **Mapas Climatológicos.** Núcleo Geoambiental. Laboratório de Meteorologia. Universidade do Estado do Maranhão, 2018.

OLIVEIRA, C. A.; KLIEMANN, H. J.; CORRECHEL, V.; SANTOS, F. C. V. Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1281-1287, 2010.

OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S.; ARAÚJO, R. C. Processos erosivos: Dinâmica, agentes causadores e fatores condicionante. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 5, n. 3, p. 60-83, 2018.

OLIVEIRA, M. A. T.; MEIS, M. R. M. Relações entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP). **Geociências**, n. 4., p. 87-99, 1985.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M (ONGs.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 57-99, 2007.

ORNELAS, M. G.; FERRAZ, C. M. L.; RAMOS, C. G.; URSINE, D. L.; RODRIGUES, J. P. L.; BAFFA, M. C. C. Voçorocamento em meio urbano e planejamento ambiental um estudo de caso em Teófilo Otoni-MG. **Revista GEONORTE**, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 722-726, 2014.

PINESE JÚNIOR, J. F.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 157-175, 2008.

PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2007/2008**. Combater as mudanças climáticas: solidariedade humana em um mundo dividido. Nova York: PNUD, 2007.

RODRIGUES, C.; GOUVEIA, I. C. M-C. A Importância do fator antrópico na redefinição de processos geomorfológicos e riscos associados em áreas urbanizadas do meio tropical úmido. exemplos na grande São Paulo. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Org.). **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 01-192, 2013.

RUBIRA, F. G; MELO, G. V; OLIVEIRA, F. K. S. Proposta de padronização dos conceitos de erosão em ambientes úmidos de encosta. **Revista de Geografia**, v. 33, n. 1, 2016.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

SANTOS, G. G.; NORI, P. G.; OLIVEIRA, L. F.C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 115-123, 2010.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. **Controle de Erosão**. São Paulo: DAEE/IPT, 1990.

SEDEC/MI. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: MI, 2007.

SENA, J. N. **O uso de sistema de informação geográfica na avaliação de diferentes alternativas de geração de cartas de suscetibilidade à erosão**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira - SP, 2008.

SILVA, J. R. C.; CARVALHO, R. J. T. Métodos de determinação do salpico e influência da cobertura do solo em condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2, p. 473-481, 2002.

SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C.; OLIVEIRA, R. A.; SABONARO, D. Z.; ROSA, A. H. Análise da suscetibilidade do solo a processos erosivos do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBIO) de Sorocaba (SP). **Revista Espaço Geográfico em Análise**, v. 44, p. 169 - 180, 2018.

SOARES, L. **A Importância das Formações Superficiais no Âmbito dos Processos de Erosão Hídrica e Movimentos de Vertente no NW de Portugal**. 2008. 887 f. Dissertação (Mestrado), Universidade do Porto, Porto - Portugal, 2008.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, 1301-1309, 2013.

VIEIRA, A. F. G.; ALBUQUERQUE, A. R. C. Cadastramento de voçorocas e análise do risco erosivo em estradas: BR -174 (Trecho Manaus-Presidente Figueiredo). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 5, ENCONTRO SUL-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 1, 2004. *Anais ...* Santa Maria, RS: UFSM, 2004

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): fatores controladores e impactos urbano-ambientais**. 2008. 223 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2008.

VIEIRA, A. F. G. Voçorocas e outras feições. In: ALBUQUERQUE, A. R. C. (org.) **Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010. p. 41-65.

VIEIRA, N. M. **Estudo geomorfológico das voçorocas de Franca-SP**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Franca - SP. 1978.

VILLAS BÔAS, J. M.; ARAÚJO, C. C. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Açailândia**: Folha SB.23-V-A, escala 1:250.000. Estados do Pará e Maranhão. Brasília: CPRM, 1999.

ZAMPARONI, C. A. G. P. Riscos e desastres naturais em ambiente urbano: o exemplo de Cuiabá/MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 8, v. 10, 2012.

APÊNDICE 01

**PPGGRD**Programa de Pós Graduação em Gestão de Riscos e
Desastres Naturais da Amazônia**Caracterização de Voçorocas e Riscos
Associados**UF: Município: Bairro: Data: ___/___/___**CLASSIFICAÇÃO DA VOÇOROCA URBANAS****CARACTERÍSTICA QUANTO A ORIGEM** Natural Antrópica**CARACTERÍSTICA DOS FATORES CONTROLADORES****EROSIVIDADE**

-
- Ação das gotas de chuva**
- (erosão por salpicamento)
-
-
- Infiltração**
- (compactação)
-
-
- Escoamento**
- (superficial e subsuperficial)

ERODIBILIDADE

-
- Litológicos**
- (solo, litologia fatores geomorfológicos, encrostamento do solo,
- piping*
-)
-
-
- Textura**
- (combinação granulométrica dos solos)
-
-
- Densidade aparente**
- (compactação do solo)
-
-
- Estabilidade dos agregados**
-
-
- Teor de matéria orgânica**

CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA

-
- Declividade acima dos 15%**
-
-
- Declividade abaixo dos 15%**
-
-
- Comprimento ou altura da encosta em metros**

VEGETAÇÃO

-
- Nativa**
-
-
- Reflorestamento**
-
-
- Capoeira**
-
-
- Pastagem**
-
-
- Outra:**
- _____

PRATICAS ANTRÓPICAS - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

-
- Obras de infraestrutura**
- (abertura de estradas e ampliação de lotes urbanos)
-
-
- Obras de infraestrutura urbana**
- (sistema de arruamento, de drenagem e aterro)
-
-
- Ocupação urbana de áreas de risco**
-
-
- Outro:**
- _____



PPGGRD

Programa de Pós Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais da Amazônia

Caracterização de Voçorocas e Riscos Associados

CLASSIFICAÇÃO DA VOÇOROCA

Quanto ao Tipo¹:	<input type="checkbox"/>	Conectada
	<input type="checkbox"/>	Desconectada
	<input type="checkbox"/>	Integrada
Quanto à Forma²:	<input type="checkbox"/>	Irregular
	<input type="checkbox"/>	Ramificada
	<input type="checkbox"/>	Linear
	<input type="checkbox"/>	Bifurcada
	<input type="checkbox"/>	Dendrítica
	<input type="checkbox"/>	Retangular
Quanto às Feições Erosivas²:	<input type="checkbox"/>	Escamamentos
	<input type="checkbox"/>	Alcovas de regressão
	<input type="checkbox"/>	Pedestais
	<input type="checkbox"/>	Marmitas
	<input type="checkbox"/>	Costelas
	<input type="checkbox"/>	Dutos
	<input type="checkbox"/>	Outras: _____
Quanto ao Tamanho (m³)²:	<input type="checkbox"/>	Muito pequena _____
	<input type="checkbox"/>	Pequena _____
	<input type="checkbox"/>	Média _____
	<input type="checkbox"/>	Grande _____
	<input type="checkbox"/>	Muito grande _____

¹ Referências consultadas como base das definições adotadas:

ALBUQUERQUE, F. N. B. Agentes, processos e feições erosivas em voçorocas conectadas à rede de drenagem do rio Coreaú, em Coreaú, Ceará. **Revista da Casa de Sobral**, v. 8/9, n. 1, p. 11-20, 2006/2007.

VIEIRA, A. F. G.; ALBUQUERQUE, A. R. C. Cadastramento de voçorocas e análise do risco erosivo em estradas: BR -174 (Trecho Manaus-Presidente Figueiredo). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 5, ENCONTRO SUL-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 1, 2004. Anais ... Santa Maria, RS: UFSM, 2004

² VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM):** fatores controladores e impactos urbano-ambientais. 2008. 223 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2008.

APÊNDICE 02



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES NATURAIS NA AMAZÔNIA**



**PLANO DE EMERGÊNCIA E DE CONTINGÊNCIA A
DESASTRE GEOLÓGICO DE VOÇOROCA EM
AÇAILÂNDIA-MA - PECDGVA**

Belém, PA
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES
NATURAIS NA AMAZÔNIA

**PLANO DE EMERGÊNCIA E DE CONTINGÊNCIA A DESASTRE GEOLÓGICO
DE VOÇOROCA EM AÇAILÂNDIA-MA - PECDGVA**

Elaboração do Plano - PECDGVA

Mestrando Antonio Carlos da Silva Miranda

Revisão - PECDGVA

Aline Maria Meiguins de Lima
João de Athaydes Silva Júnior
Milena Marília Nogueira de Andrade

Belém, PA
2019

PREFÁCIO

A elaboração do PECDGVA tem como objetivo criar um sistema de prevenção a desastres de geológicos contemplando duas voçorocas já caracterizadas suas feições erosivas e realizada a percepção dos riscos geológicos, a instalações físicas, humanas, socioeconômico e ambiental nas áreas do entornos das duas voçorocas. Sendo este o produto final desta pesquisa, este modelo de ferramenta poderá ser utilizado pela gestão pública como ações de gestão de risco a desastres erosivos, no uso de medidas não estruturais (prevenção mitigação e preparação) e de medidas estruturais de reposta e recuperação das áreas atingidas pelos voçorocamentos em Açailândia-MA. Diante disso, este plano conterà quatro fases: Caracterização das feições erosivas; Implantação de medidas não estruturais no pré e durante o período chuvoso ou quando existir risco de desastre nas áreas dos voçorocamento; **Operação do Plano** – PECDGVA e Resposta.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO _____	87
1ª ETAPA: ELABORAÇÃO DO PLANO _____	90
2ª ETAPA: IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS NO PRÉ E DURANTE O PERÍODO CHUVOSO OU QUANDO EXISTIR RISCO DE DESASTRE NAS ÁREAS DOS VOÇOROCAMENTO _____	95
3ª ETAPA: OPERAÇÃO DO PLANO PECDGVA _____	97
4ª ETAPA: RESPOSTA _____	98
REFERÊNCIAS _____	103
ANEXOS: GLOSSÁRIO _____	104

INTRODUÇÃO

Dentro do histórico das ocorrências naturais que ocorre em regiões metropolitanas brasileiras, destaca os desastres geológicos por deslizamentos, movimento de massa, quedas de blocos de solo, rastejo e erosões. Provocando danos humanos e socioeconômicos a comunidades que habitam nas áreas de risco, além de danos ambientais. No município de Açailândia-MA, as ocorrências geológicas tem sua origem relacionada às alterações da paisagem natural geomorfológica do solo, através das ocorrências dos fatores naturais e das ações antrópicas durante as implantações e desenvolvimento da cidade.

A evolução erosiva ocorre pela interação das ocorrências hidrológicas e dos fatores controladores erosividade, erodibilidade, declividade e comprimento das encostas e das ações antrópicas no uso e ocupação do solo urbano. Esta interação tem e vem provocado o desenvolvimento dos processos erosivos laminar, sucros, ravinas que evolui para grandes voçorocas. Os danos desta modalidade de desastre erosivo de voçoroca vêm provocando transtornos e ameaçando as comunidades vulneráveis pelo avanço erosivo das crateras dos voçorocamentos, afetando e danificando obras de infraestruturas urbanas de arruamentos, sistema de drenagem pluvial, serviços públicos de fornecimento de água, energia e esgoto, instalações físicas residenciais e ao meio ambiente.

Diante do exposto, existe a necessidade da caracterização das feições erosivas das duas voçorocas no propósito de identificar os agentes de origem e sua influência no avanço das crateras desses voçorocamentos, para assim, realizar a percepção dos riscos erosivos associando as ameaças de ocorrências por deslizamentos, movimento de massa, quedas de blocos de solo e rastejo nas encostas que possa atingir a comunidade resiliente destas áreas de risco. Além de propor a construção de um Plano de Emergência e de Contingência¹ a Ocorrências de Desastres Geológicos de Voçorocas em Açailândia-MA (PECDGVA).

¹ 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.

O desenvolvimento deste planejamento objetiva a hierarquização das ações de resposta no planejamento de decisões durante a operacionalização, procedimento e ações que deverão ser tomados, adaptando-os a situação real do desastre durante a ocorrência, bem como, para o uso de ações de Gestão de Riscos a Desastre Erosivos no uso de medidas não-estruturais e estruturais pelos órgãos responsáveis.

Dentro deste planejamento de resposta o Ministério da Integração Nacional (2017) destaca que, para a elaboração de Planos de Contingência, assim como todas as ações da gestão do risco, requer um modelo participativo de aplicação, e por isso, a articulação entre o órgão de proteção e defesa civil, os órgãos setoriais e a população são fundamentais. Bem como, para atender as atribuições do município em conforme com a Lei 12.608/12, no Artigo 8º. Onde destaca-se:

- Inciso IX - Manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;
- Inciso XI- Realizar regularmente exercícios simulados, conforme plano de contingência de Proteção e Defesa Civil;
- Inciso XIII - Proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres e;
- Inciso XV Estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas.

Durante o desenvolvimento do PECDGVA, existe a necessidade de debater as alternativas com transparência através das Audiências Públicas, definindo as responsabilidades de cada órgão envolvidos nas ações de: gestão do desastre, preparação, resposta e recuperação, dos sistemas de alerta e monitoramento, da aplicabilidade das ações do plano para sua atuação ao desastre, da execução de exercícios simulando um provável evento utilizando todos os sistemas de evacuação e atendimento dos moradores em especial aos de necessidade e/ou dificuldade de locomoção (cadastramento) e as atuações dos envolvidos no sistema.

Após decidirem a atuação de todos dentro de cada função, estabelecendo os procedimentos e responsabilidades dos envolvidos do PECDGVA: Poder Público Municipal (todas as secretarias municipais), Câmara de Vereadores, Imprensa, COMPDEC, NUPDECs, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Hospitais, SAMU, Exército, Marinha, Aeronáutica e Poder Público no âmbito Federal e Estadual. Além de estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe comunitárias e a comunidade local.

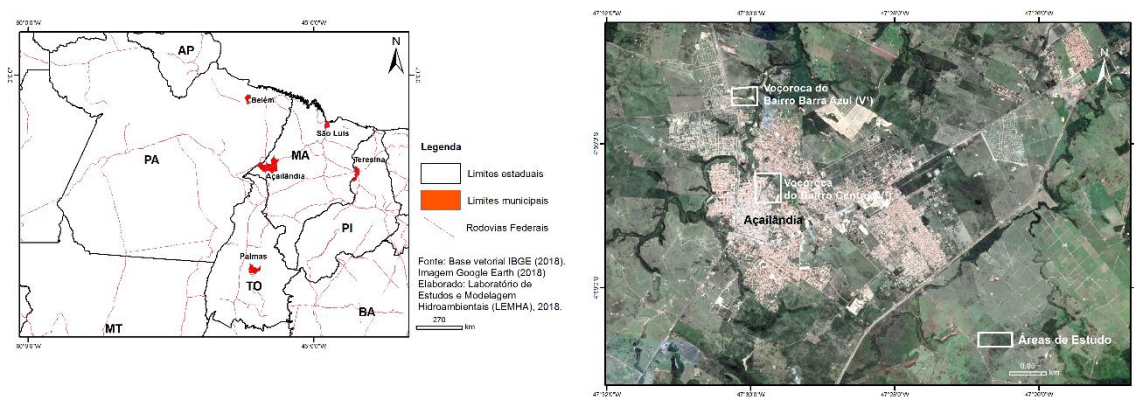
1ª ETAPA: ELABORAÇÃO DO PLANO

CARACTERIZAÇÃO DAS FEIÇÕES EROSIVAS

1 - Localização da Área de estudo

A cidade de Açailândia-MA, está localizada nas coordenadas geográficas de 04° 56' 49"S e 47° 30' 18"W, a 240m de altitude e a 568 km da Capital São Luis. A cidade surgiu na década de 60 em função da construção da rodovia BR-010. A área onde desenvolveram o presente trabalho corresponde a duas voçorocas localizadas nos Bairros Barra Azul (área periurbana) e Centro (área central) da cidade de Açailândia-MA (Figura 01).

Figura 01: Localização da Área de estudo.



Fonte: LEMHA (2018).

2 - Trabalho sobre os processos erosivos de voçorocas ocorridos no Município

- Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes - Açailândia - MA. CPRM (2017).
- Caracterização de erosão urbana para a percepção de risco. O caso das voçorocas em Açailândia MA. Este baseado em vários trabalhos nesta metodologia como o de Vieira (2008), que caracterizou várias voçorocas urbanas na cidade de Manaus - AM.

3 - Identificação da origem, evolução dos processos erosivos

- Origem:
 - Fenômenos Naturais - Geológicos e hidrológicos;
 - Ações antrópicas - Forma do uso e ocupação do solo, ineficiência ou inexistência de fiscalizações e leis ordenamento urbano;
- Evolução:
 - Fatores controladores - Erosividade, erodibilidade, cobertura vegetal, declividade e comprimento da encosta e práticas antrópicas;
 - Outras feições erosivas - Exógenas e endógenas.

4 - Classificações das Voçorocas pela Codificação Brasileira de Desastres-COBRADE

- 1 - **Categoria** - natural;
 - 1 - **Grupo** - geológico;
 - 4 - **Subgrupo** - erosão;
 - 3 - **Tipo** - erosão continental
 - 3 - **Subtipo** - boçorocas ou voçorocas.
- **COMBRADE - 1.1.4.3.3.**

5 - Identificação da área da Voçoroca 01

Esta voçoroca está localizada no Bairro Barra Azul em Açailândia-MA, nas coordenadas geográficas 4°55.359'S e 47°30.23'W (Figura 02).

Figura 02: Área da voçoroca 01.

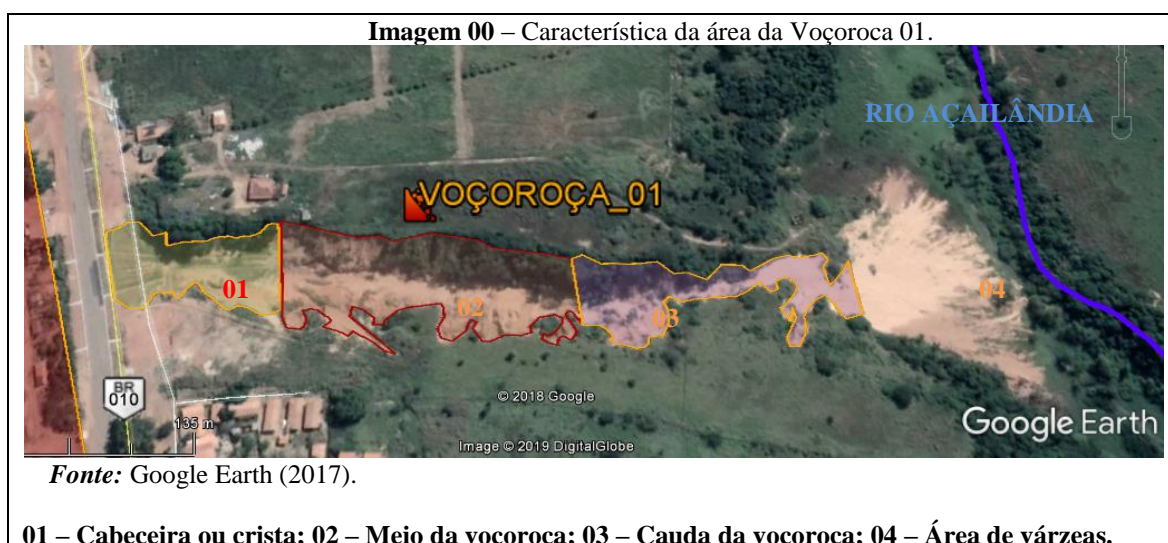


Fonte: Google Earth (2017).

6 - Característica da área da Voçoroca 01

- A montante - obras de infraestrutura rodoviária (exposição de taludes), aterros, tubulações de drenagem e loteamentos sem tomar medidas de precaução com a rede de drenagem;
- Laterais - ocupação do solo para implantações agropastoril e instalações físicas rurais;
- A jusante – assoreamento das áreas de várzeas e canal do Rio Açailândia (Figura 03).

Figura 03: Características da área da Voçoroca 01.



7 - Origem e evolução dos processos erosivos na área da Voçoroca 01

- Ocorrência dos fenômenos naturais - Geológicos e hidrológicos;
- Ações antrópica - uso e ocupação do solo e falta de fiscalizações e/ou políticas públicas de ordenamento urbano;
- Fatores controladores - erosividade, erodibilidade, cobertura vegetal, declividade da encosta e práticas antrópicas;
- Outras feições erosivas - erosões laminar, sucros, ravinas, solapamento de base, marmitas, pedestais, alcovas de regressão, costelas, escamamentos, dutos, quedas de blocos de solo e etc.

8 - Caracterização da voçoroca 01 considerando os avanços erosivos dos anos de 2005 a 2017 pelas imagens históricas do Google Earth

- Origem - Antrópica e influenciada pelos fenômenos naturais geológicos e hidrológicos;
- Tipo - conectada; Forma - ramificada; e Tamanho - muito grande (Figura 04, Tabela 01).
- A CPRM (2017) descreve seu processo erosivo ativo, declividade alta chegando a atingir o solo residual (saprólito), sem presença de lençol freático, mantendo uma morfologia linear, constituída por um material areno-argiloso, havendo solapamento de base.

Figura 04: Caracterização da evolução dos processos erosivos na Voçoroca 01



Fonte: Google Earth (2017).

Tabela 01 - Evolução erosiva da voçoroca do Bairro Barra Azul Açailândia-MA.

Parâmetro/ano	2005	2011	2014	2017
Tipo	Conectada	Conectada	Conectada	Integrada
Forma	Ramificada	Ramificada	Ramificada	Ramificada
Profundidade (m)	25	30	45	50
Largura (m)	45	50	55	65
Comprimento (m)	298	420	430	460
Área (m ²)	13.410	21.000	23.650	29.900
Volume erodido (m ³)	335.250	630.000	1.064.250	1.495.000
Tamanho	Muito grande	Muito grande	Muito grande	Muito grande

Fonte: CPRM (2017).

9 - Identificação do risco, sistema de alarme, plano de contingência e período crítico

- Apresentado na Tabela 02.

Tabela 02: Identificação do risco, sistema de alarme, plano de contingência e período crítico.

Voçoroca	Risco			Sist. de Alarme	Plano de Contingência	NUPDEC	Período Crítico
	Grau	Imóveis	Pessoas				
V 01	Alto	04	16	Não	Não	Não	Chuvoso
V 02	Alto	154	616	Não	Não	Não	Chuvoso

Fonte: Adaptado da CPRM (2017).

10 - Execução da Gestão de Risco a Desastre (GRD) nas área das voçorocas em Açailândia-MA

a) Medidas Não Estruturais de Pré-desastre:

- Prevenção - Promover a percepção dos riscos pela comunidade na construção de um ambiente seguro e sustentável, preparando a comunidade a ser resiliente e remanejar a comunidade em risco.
- Mitigação - Ordenamento para o uso e ocupação do solo urbano com fiscalizações e políticas públicas de ordenamento urbano nas áreas consideradas de risco a processos erosivo.
- Preparação - Criação do NUPDEC, sistema de monitoramento erosivo (tensiometro e pluviômetro), criação de Sistemas de Alerta/Alarme e realização de simulados;

b) Medidas Estruturais de Pós-desastre:

- Resposta - Ações corretivas para as contensões dos voçorocamentos e obras de infraestrutura de saneamento básico.
- Reconstrução - Medidas prospectivas na recuperação da área já atingida no restabelecimento da normalidade e utilizar de mecanismos para evitar novos riscos a desastre.

**2ª ETAPA: IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS
NO PRÉ E DURANTE O PERÍODO CHUVOSO OU QUANDO
EXISTIR RISCO DE DESASTRE NAS ÁREAS DOS
VOÇOROCAMENTO**

11 - Monitoramento pela COMPDEC ou NUPDEC de levantamento de campo *in loco*, das informações reais do voçorocamento;

- Situação da cratera
 - () Estável;
 - () Novas feições erosivas;
 - () Avanço erosivo;
 - () Outro: _____

12 - Monitoramento pela COMPDEC ou NUPDEC de levantamento de campo *in loco*, das informações reais da comunidade em risco nas áreas do voçorocamento;

- Situação
 - () Está ciente das ameaças do avanço erosivo e sabe quem procurar em caso da ameaça ser confirmada;
 - () Existe presença de pessoas com necessidades especiais de locomoção;
 - () Sabe o ponto de encontro de evacuação;
 - () Outro: _____

13 - Monitoramento pela COMPDEC ou NUPDEC de levantamento de campo *in loco*, das informações reais dos imóveis interditados no voçorocamento;

- Situação
 - () Fechado;
 - () Ocupado;
 - () Abalado ou danificado sem condições de ocupação;
 - () Demolido;
 - () Outro: _____

14 - Monitoramento pela COMPDEC ou NUPDEC de levantamento de campo *in loco*, das informações reais das infraestrutura urbana (ruas, galerias, sistema de água, e energia) no voçorocamento;

- Situação
 - () Dentro da normalidade;
 - () Danificado;
 - () Abalado ou danificado sem condições de uso;
 - () Demolido;
 - () Outro: _____

15 - Monitoramento pela COMPDEC ou NUPDEC de levantamento de campo *in loco*, das informações reais sistema de monitoramento e alerta no voçorocamento;

- Situação
 - () Dentro da normalidade;
 - () Danificado;
 - () Abalado ou danificado sem condições de uso;
 - () Não existe;

() Outro: _____

16 - A COMPDEC deve identificar e mapear preventivamente todas as residências com pessoas com dificuldades ou necessidades especiais de locomoção localizadas nas áreas de risco (quantidade, idade, tipo de dificuldade, contato etc.);

17 - Capacitar os agentes de saúde, educadores e comunitários que atuam nessas áreas de risco como multiplicadores de informações e que Eles estejam preparados para realizar a percepção de riscos erosivos e que possa identificar preventivamente a ameaça e informar a COMPDEC;

18 - Os Agentes da COMPDEC devem pré e/ou durante o período chuvoso utilizar os meios de comunicação local TVs, Rádios, Jornais Impresso, Aplicativos (folders, folhetos, cartilhas) para informa preventivamente a comunidade vulnerável na percepção dos riscos a desastres, no propósito de mitigar as ameaças e prepará-la a contribuir na resposta em conjunto no que e como fazer durante o pré-desastre, identificar ameaças de deslizamento, movimento de massa e bloco de solo, residências ameaçadas com fissuras (sinais de rastejo) e por fim divulgar o funcionamento do plano de contingência;

19 - A Gestão da COMPDEC deve procura os Centros Científicos para incentivá-los na implantação de estudos geológicos e hidrológicos nas áreas de risco a desastres erosivos, no propósito de desenvolver metodologias com sistemas de alerta, monitoramento pluviométrico, de previsão meteorológica e utilização de tensiometro para medir a capacidade de campo a encharcamento do solo;

20 - Realizar periodicamente a capacitação dos agentes de defesa civil e difundir o ensinamento em centros de ensinamentos para multiplicação da temática de redução dos riscos na cidade de Açailândia;

21 - Realizar antes do período chuvoso um exercício de simulação de um desastre testando o tempo resposta e o envolvimento órgãos da administração municipal, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar e Comunicação;

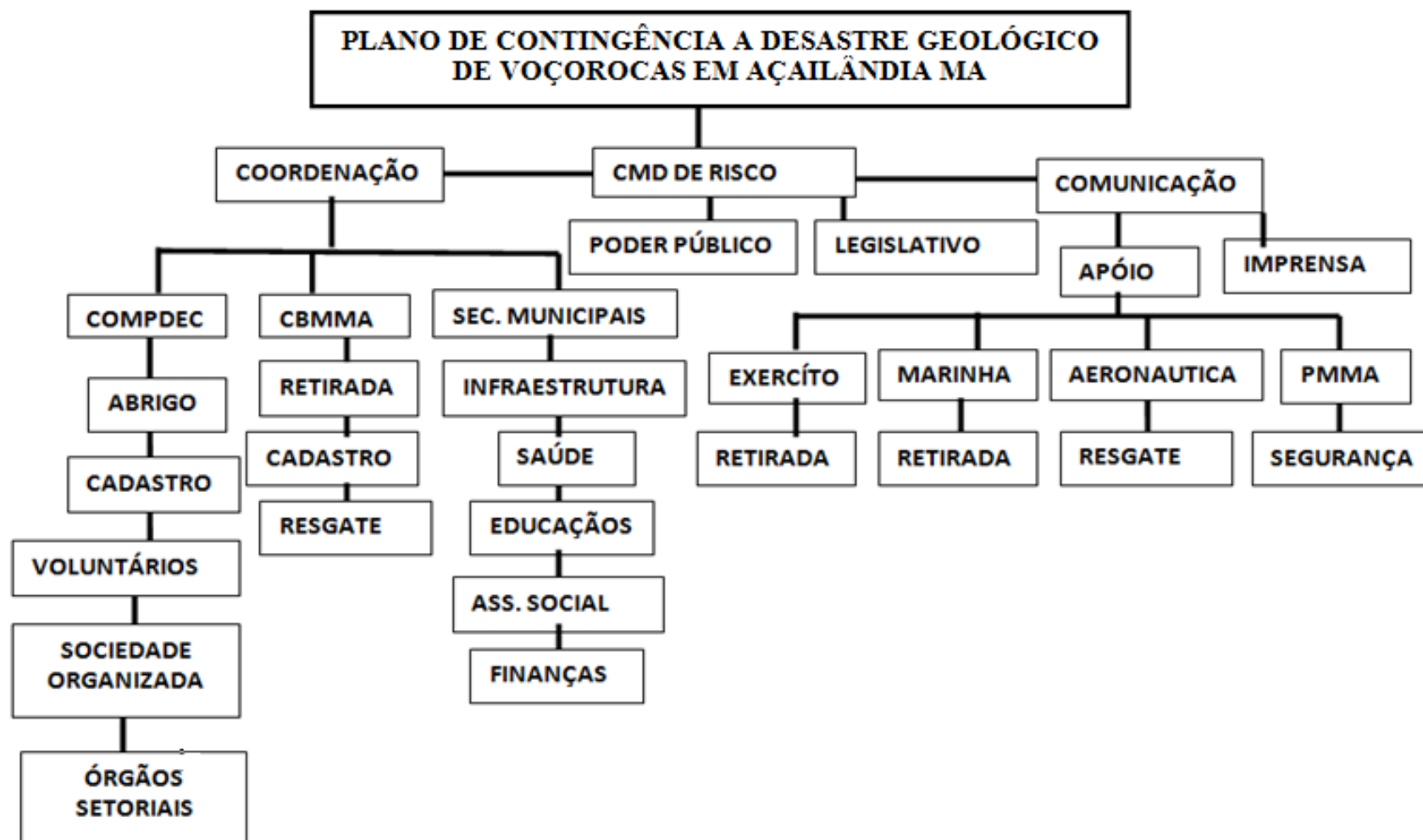
22 - Definir um calendário pela COMPDEC pré-período chuvoso, de reuniões com órgãos da administração municipal, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Poder Público e Representantes da Coordenação, do CDM de Risco, Presidente de Associação das Áreas de risco, do NUPDEC, do Apoio e Comunicação para discutir ações, atualizar informações e treinamento;

23 - Definir com os Agentes da COMPDEC pré-período chuvoso, uma reunião com órgãos da administração municipal de provisão de materiais, recursos e equipamentos para a operação do plano;

24 - O Gestor Municipal deve Publicar um Decreto estabelecendo os procedimentos adotados, atribuições e responsabilidades;

25 - Lançamento público do plano de emergência e contingência. (definir local e data para lançamento do plano).

3ª ETAPA: OPERAÇÃO DO PLANO PECDGVA



4ª ETAPA: RESPOSTA

4.1 Análise do cenário depois da resposta e cadastro de capacidades dos recursos

Definido o cenário depois da resposta, proceder a análise dos cenários real dos desabrigados e desalojados para iniciar a etapa de levantamento dos recursos necessários para o sucesso do plano de contingência, pois é o momento de realizar o planejamento de ações para procedimentos para atuação integrada entre todos os órgãos que irão atuar nos abrigos e áreas aonde está ocorrendo o desastre. Caso os recursos disponíveis não possibilitem atender a demanda dos números dos afetados buscando o controle e compreensão necessária da capacidades exigido do cenário de risco de acordo com a realidade local, utilizando-se de metodologias simplificadas para obtenção dos dados faltantes.

4.2 Descrição do cenário das áreas de risco e diagnóstico nos abrigos

Após realização das análises de dados, referente ao número de pessoas afetadas dentro das perspectivas prioritárias do atendimento humanitário, demandas logísticas, acessibilidade de acesso local, aspectos psicológico e culturais dos afetados, prestação dos serviços públicos dentro da faixa etária presente conforme o Protocolo nacional conjunto para proteção integral a crianças e adolescentes, pessoas idosas e pessoas com deficiência em situação de riscos nos desastres e das condições fitossanitária do ambiente.

4.3 Cenários de risco com desabrigados no Abrigo Municipal
1 Data horário e município Inserir data, horário de início e fim da atividade
2 Endereço da área de risco (nome do município/UF e bairro do desabrigado)
3 Descrição do cenário de risco <ul style="list-style-type: none"> • Número de residências na área de risco atingidas; • População total da área de risco resgatada; • Tempo de ocupação da área de risco; • Infraestrutura existente no abrigo e acesso (asfalto, esgoto, energia elétrica, rede de água, etc.) • Atendimento emergenciais pela Rede públicos existentes na área do abrigo (escolas, ginásios, postos de saúde, etc.) • Tipo revestimento divisório das áreas as famílias (madeira, alvenaria,lona etc.) • Perfil da população com as suas respectivas necessidades especiais. Ex: fraldas, mamadeira, dificuldade para locomoção, necessidade de cadeiras de rodas, etc.
4 Definição do risco: Principais ocorrências, as mais recentes, as mais relevantes (movimento de massa de solo, alagamento, inundação, deslizamento); Identificar período de ocorrência, magnitude e abrangência;
5 Critérios para acionamento de recurso adicionais, voluntários, transporte e segurança.
6 Número de pessoas que participa da Equipe de Atendimento dentro de suas respectivas funções
7 Atividades lúdicas a serem desenvolvidas com crianças Desenvolvimento de atividades voltadas para crianças no abrigo temporário.
8 Tratamento de animais Articulação com centros de zoonoses.
9 Responsável pela organização e segurança do abrigo.
10 Contatos expostos a equipe dos potenciais centro de apoio a emergências com seus respectivos responsáveis.

Fonte: Dados fictícios, apenas para fins ilustrativos

4.4 Levantamento dos procedimentos e ações executados

Após avaliação do funcionamento dos os procedimentos e ações previstos no plano de contingência diante do cenário do evento pós atendimento. Será realizado um relatório multidisciplinar para cada um dos procedimentos, ações ou atividades desenvolvidas e as atuações dos órgãos envolvidos no resgate, transporte, comunicação, saúde, social, zoonose, logístico e almoxarifado do abrigo (bens recolhido dos desabrigados).

- Alerta aos órgãos envolvidos e à comunidade;
- Assistência humanitária;
- Atendimento a grupos com necessidades especiais (previamente mapeados);
- Atendimento ao cidadão e à imprensa;
- Atendimento pré-hospitalar;
- Busca e salvamento;
- Cadastramento dos afetados;
- Envolvimento de voluntários;
- Evacuação da área de risco;
- Evacuação de unidades de ensino;
- Gerenciamento de abrigos;
- Gerenciamento de donativos;
- Instalação de posto de comando;
- Primeiros socorros;
- Remoção de animais domésticos;
- Rotas de fuga utilizadas pela comunidade;
- Segurança e proteção dos bens da comunidade;
- Sistema de alarme;
- Entre outros.

4.5 A distribuição de tarefas dentro do Abrigo e na área afetada pelo desastre

A distribuição de tarefas pelo responsável e administrador do abrigo e os responsáveis pela segurança e atendimento na área afetada pelo desastre é de suma importância para manter o controle e segurança nas devidas áreas, garantido assim, os direitos dos desabrigados e desalojados que estão passando por um momento difícil. Organizam-se em três grandes equipes:

4.6 Equipes de CMD e Coordenação de Risco

Inclui os representantes de todos os órgãos de resposta, atendimento e logísticos, responsáveis pelas tomadas de decisão de coordenação dos riscos e da gestão da comunicação entre todos os envolvidos no plano de contingência.

4.7 Equipes de Resgate e Segurança

Incluem os representantes dos órgãos de resposta, a situação real, a Equipe deve manter presente em observação e avaliação das alterações na área do evento. É formada por profissionais da segurança pública, Defesa Civil e voluntários que têm a função de verificar se os procedimentos e ações que estão sendo executados pela equipe conforme previsto no plano de contingência. Essa equipe deve possuir um quadro de verificação para anotar as suas observações e alterações.

4.8 Equipes de suporte

São multidisciplinares e atua desde o pré evento até o retorno dos desabrigados e desalojados às suas residências. Realizam o cadastramento dos moradores das áreas de risco, emite os alertas aos órgãos envolvidos e a Comunidade, alimenta o sistema de atuação do Plano de Contingência, responsável pela organização do abrigo, logística e suporte necessários às demandas solicitadas, responsável pela comunicação e reportagem dentro das áreas e abrigo (filmagem e fotografia do evento), organiza as reuniões das equipes ADM e Coordenação dos riscos, controla a entrada e saída do abrigo com a distribuição de meios de identificação (crachás, camisetas, etc.), produção de material informativo sobre o que deve ser realizado pelos desabrigados no abrigo, dar suporte

informativo aos desenformados ou visitantes ao abrigo e responsáveis pelo almoxarifado dos pertence dos desabrigados do abrigo (móveis, utensílios e animais).

5 A realização do retorno dos desabrigados a área do evento - pós evento

Depois de retornar o rio ao seu nível de normalidade da ocorrência de desastre é encerrado as ações no abrigo, é planejado e executado os retornos dos desalojados e desabrigados as áreas afetadas pela inundação.

5.1 Reuniões de Encerramento do abrigo com os desabrigados

Quando ocorre a normalidade nas áreas antes afetadas pela inundação e realizada pela prefeitura local a limpeza destas áreas, inicia-se a apresentação institucional e demais formalidades que os organizadores julguem necessárias para organizar o retorno dos desabrigados aos seus lares. Em seguida deve ser apresentado o roteiro do retorno dando prioridade aos que apresenta maior atenção quanto as necessidades especiais apresentadas as equipes; distribuídos os materiais guardado no almoxarifado do abrigo e animais do centro de zoonose a cada família pelas equipes responsáveis.

5.2 Reunião de Encerramento

O encerramento inclui, mais uma vez, qualquer formalidade prevista pelos organizadores, além da apresentação das considerações dos avaliadores e uma breve discussão técnica. Recomenda-se que seja produzida uma ata da reunião final para auxiliar na produção dos relatórios finais e lista de frequência com identificação dos participantes dentro de suas atuações e colocações consideradas como falha na execução para que seja debatida e se concretizadas sejam corrigidas para que não aconteça no próximo evento. Tendo como conclusão final um relatório contendo todos os itens antes relatados pelos responsáveis pelas atuações diante das necessidades exigidas pelo desenrolar dos atendimentos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Guia de orientações para elaboração de exercícios simulados de preparação para os desastres.** Florianópolis: Ministério da Integração Nacional, 2011.

BRASIL. **Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012.** [BRASIL, 2012]. Acesso em setembro de 2017. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres.** 2 ed. Brasília, DF, 1998.

CEPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais.** Florianópolis, 2013.

CEPED/UFSC. **Gestão de desastres e ações de recuperação.** Curso de capacitação, Módulo III. Florianópolis, 2014.

CPRM. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Açailândia - Maranhão.** Brasília - DF: Serviço Geológico do Brasil, 2017, 38 p.

FILHO, F. L. C.; GOMES, E. R.; NUNES, O. O.; LOPES FILHO, J. B. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão:** relatório diagnóstico do município de Açailândia - MA. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p.

FURTADO, J.; OLIVEIRA, M.; DANTAS, M. C.; SOUZA, P. P.; PANCERI, R. **Capacitação básica em Defesa Civil.** Florianópolis: CAD UFSC, 2013. 122 p.

MI. **Elaboração de plano de contingência.** Módulo de formação, Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Minimização de Desastres. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

ANEXOS: GLOSSÁRIO

<p>Abrigo Provisório: É uma unidade de serviço de proteção social especial de alta complexidade, pública ou privada, que atende pessoas ou famílias desabrigadas. (CEPED UFSC, 2014);</p> <p>Ações de 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. (BRASIL, 2010);</p> <p>Ações de 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 e o manejo de mortos, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (BRASIL, 2010);</p> <p>Ações de 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, suprimento e distribuição de energia elétrica e de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem das águas pluviais, transporte coletivo, trafegabilidade, comunicações e desobstrução e remoção de escombros, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (BRASIL, 2010)</p>	<p>Ações de 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 e contenção de encostas, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (BRASIL, 2010)</p> <p>Alarme: Sinal, dispositivo ou sistema que tem por finalidade avisar sobre um perigo ou risco iminente. (BRASIL, 1998 apud CEPED UFSC, 2014);</p> <p>Alerta: Dispositivo de vigilância. Situação em que o perigo ou risco é previsível em curto prazo. (BRASIL, 1998 apud CEPED UFSC, 2014);</p> <p>Ameaça: evento em potencial, natural, tecnológico ou de origem antrópica, com elevada possibilidade de causar danos humanos, materiais e ambientais e perdas socioeconômicas públicas e privadas (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016);</p> <p>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);</p> <p>Defesa Civil: Conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas destinadas a evitar desastres e minimizar seus impactos para a população, e restabelecer a normalidade social. (BRASIL, 2010);</p>
--	---

<p>Desabrigado: pessoa cuja habitação foi afetada por dano ou ameaça de dano e que necessita de abrigo provido pelo Sistema. (BRASIL, 1998 apud CEPEDUFSC, 2014);</p> <p>Desalojado: pessoa que foi obrigada a abandonar temporária ou definitivamente sua habitação, em função de evacuações preventivas, destruição ou avaria grave, decorrentes do desastre, e que, não necessariamente, carece de abrigo provido pelo Sistema. (BRASIL, 1998 apud CEPED UFSC, 2014);</p> <p>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. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016);</p> <p>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);</p> <p>Preparação: medidas desenvolvidas para otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas decorrentes do desastre. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016)</p> <p>Prevenção: ações destinadas a reduzir a ocorrência e a intensidade de desastres, por meio da identificação, do mapeamento e do monitoramento de riscos, ameaças e vulnerabilidades locais, incluindo a capacitação da sociedade em atividades de defesa civil, entre outras estabelecidas pelo Ministério da Integração Nacional. (BRASIL, 2010);</p> <p>Resiliência: Capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade, potencialmente exposta a ameaça, para</p>	<p>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. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016);</p> <p>Desaparecido: pessoa que não foi localizada ou de destino desconhecido, em circunstância de desastre. (BRASIL, 1998 apud CEPED UFSC, 2014);</p> <p>Gerenciamento de Desastre: compreende o planejamento, a coordenação e a execução das ações de resposta e de recuperação. Mitigação Medidas destinadas a diminuir ou limitar a configuração de situação de risco. Plano de Ação (ou Operacional) Conjunto de procedimentos que orientam a intervenção e o gerenciamento em um cenário de desastres. (OLIVEIRA, 2009 apud CEPED UFSC, 2014)</p> <p>Plano de contingência: documento que registra o planejamento elaborado a partir da percepção do risco de determinado tipo de desastres e estabelece os procedimentos e responsabilidades. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016);</p> <p>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 (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016);</p> <p>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);</p>
--	--

<p>adaptar-se, resistindo ou modificando com o fim de alcançar ou manter um nível aceitável em seu funcionamento e estrutura. (EIRD, 2004 apud CEPED UFSC, 2014);</p> <p>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. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016)</p> <p>Simulado: Exercício de desastre que implica a simulação, a mais realista possível, de um desastre provável, durante o qual são testadas as normas, os procedimentos, o grau de adestramento das equipes, o planejamento e outros dados que permitam o aperfeiçoamento do processo. (BRASIL, 1998);</p> <p>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. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016);</p>	<p>Risco: Medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. É a relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidentes determinados se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos. (BRASIL, 2011 apud CEPED UFSC, 2014);</p> <p>Serviço Voluntário: Atividade não remunerada, prestada por pessoa física à entidade pública de qualquer natureza, ou instituição privada de fins não lucrativos, que tenha objetivos cívicos, culturais, educacionais, científicos, recreativos ou de assistência social, inclusive mutualidade. (BRASIL, 1998 apud CEPED UFSC, 2014)</p> <p>Vulnerabilidade: exposição socioeconômica ou ambiental de um cenário sujeito à ameaça do impacto de um evento adverso natural, tecnológico ou de origem antrópica. (Instrução Normativa nº 2 de 20 de dezembro de 2016).</p>
---	---