



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

FILIFE ARAUJO DE CARVALHO

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS E DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM
OCUPAÇÕES PRECÁRIAS EM ÁREAS DE RISCO PROVENIENTE DAS
TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS NO MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO
DA MATA-PE**

**RECIFE, PE
2016**

FILIFE ARAUJO DE CARVALHO

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS E DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM
OCUPAÇÕES PRECÁRIAS EM ÁREAS DE RISCO PROVENIENTE DAS
TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS NO MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO
DA MATA-PE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette.

RECIFE, PE
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco – Recife

A663a

Araujo de Carvalho, Filipe.

Avaliação dos riscos e dos impactos ambientais em ocupações precárias em áreas de risco proveniente das tipologias construtivas no município de São Lourenço da Mata-PE / Filipe Araujo de Carvalho. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2016.

149 p. : il.

Orientadora: Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette. Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2016.

1. Ocupações Precárias. 2. Tipologias Construtivas. 3. Risco Ambiental. 4. Análise Temporal. I. Lafayette, Kalinny Patrícia Vaz (orient.) II. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. III. Título.

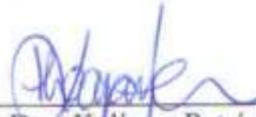
CDD: 690.2

FILIPPE ARAUJO DE CARVALHO

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS E DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM
OCUPAÇÕES PRECÁRIAS EM ÁREAS DE RISCO
PROVINIENTES DAS TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS NO
MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO DA MATA**

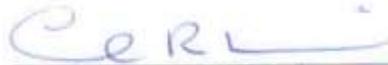
BANCA EXAMINADORA:

Orientadora:

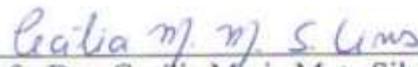


Prof. Dra. Kaliny Patricia Vaz Lafayette
Universidade de Pernambuco

Examinadores:



Prof. Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Universidade de Pernambuco



Prof. Dra. Cecilia Maria Mota Silva Lins
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife, PE
2016

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por todo sacrifício que fizeram por mim, a todos os familiares pelos suportes e lições de vida e em especial a minha esposa Juliette pela paciência e total apoio a esse nosso projeto de vida

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e amigos, pois sem ter pessoas que lhe amam a vida não faz sentido, não adianta ser profissionalmente realizado se você não é cercado de pessoas que lhe querem bem.

Agradeço a todos os professores que ministraram excelentes aulas ao longo do curso, em especial aos professores: Emilia Kohlman Rabbani, Simone Rosa, Willames Soares, Silvio Melhado e Filipa Malafaya Baptista.

À professora Kalinny Lafayette, pela orientação e pelo estímulo transmitido no período de aula e conselhos para o meu crescimento acadêmico e profissional, além de melhorias indispensáveis deste trabalho.

Aos amigos Aristófanés, Mauricio, Victor, Clayton e Rejane pelo apoio e pelos muitos trabalhos realizados durante o desenvolvimento do curso e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – pela bolsa de estudo.

“Não sou nem otimista, nem pessimista. Os otimistas são ingênuos, e os pessimistas amargos. Sou um realista esperançoso. Sou um homem da esperança. Sei que é para um futuro muito longínquo. Sonho com o dia em que o sol de Deus vai espalhar justiça pelo mundo todo.”

Ariano Suassuna

“Sonhos determinam o que você quer.
Ação determina o que você conquista.”

Aldo Novak

RESUMO

As ocupações precárias em áreas urbanas são vulneráveis, e consequentemente as que sofrem maiores efeitos de desastres naturais, intensificadas pelas tipologias construtivas utilizadas. Este cenário resulta na necessidade de desenvolvimento de ações em todos os níveis governamentais. O município de São Lourenço da Mata, no estado de Pernambuco, apresenta um grande número de edificações em áreas de riscos, principalmente no bairro de Penedo. Este trabalho tem como objetivo identificar e realizar avaliação de risco ambiental em três áreas de risco através dos impactos nos meios físicos, bióticos e antrópicos causados pelas edificações e interações humanas. A metodologia foi baseada em: coletas de dados, visitas em campo, atualização do mapa de risco em Penedo, levantamento dos impactos, análise temporal, caracterização das tipologias construtivas e elaboração da Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Leopold). Foi observado que os locais de estudos fazem parte de Áreas de Proteção Ambiental, apresentando habitações irregulares que estão legalizadas junto ao município. A análise temporal mostra evolução da área construída em 1.769% em 41 anos. Na Área 1 foram identificados 34 edificações, na Área 2a apresenta 32 edificações, e na Área 2b tem 22 edificações, todas apresentando as características de fundação rasa, alvenarias de blocos cerâmicos e cobertas com uso de telhas cerâmicas, com ausência de revestimento externos em todo o perímetro das edificações. A análise dos resultados da matriz mostra que as ações de recuperação da mata nativa, construção de áreas verdes públicas e educação ambiental são impactos positivos. Os impactos negativos são aqueles originários das tipologias construtivas, principalmente as edificações de dois pavimentos, juntamente com a utilização de viga baldrame e a questão do saneamento são os mais impactantes. Diante os fatos apresentados, é visto que as ações relacionadas à construção causam maiores impactos, intensificando a vulnerabilidade natural através do aumento da magnitude do risco ambiental. Os acidentes provenientes de desastres naturais são difíceis de serem eliminados, mas as suas consequências devem ser minimizadas com ações corretas.

Palavras-chave: Ocupações Precárias. Tipologias Construtivas. Avaliação de Risco Ambiental. Análise Temporal.

ABSTRACT

Poor occupations in urban areas are vulnerable, and consequently suffer strong consequences of natural disasters, intensified by the building typologies used. The city of São Lourenço da Mata, state of Pernambuco, has a lot of constructions in risk areas, especially in the district of Penedo. This work aims to identify and proceed to environmental risk assessment in three areas of risk through the impact on the physical, biotic and anthropic environments caused by buildings and human interactions. The methodology was based on: data collection by literature review and data collection, on-site visits, characterization of the area, risk map update in Penedo, survey of the impact, characterization of building typologies, development of matrix of probability/ consequence (Leopold Matrix) and analysis of results. It was observed that the study sites are part of the Permanent Preservation Areas, with buildings legalized by the municipality. In the Area 1 there are 34 buildings identified in Area 2a have 32 buildings, and 22 buildings in Area 2b. With the general characteristics raft foundation, masonry with ceramic blocks and covered with ceramic tiles in the roof, and no external coating around the perimeter of buildings. The analysis of the results matrix shows that the recovery of native forest, construction and public environmental education green areas are positive impacts. The negative impacts are those originating in the buildings, the buildings of two floors, with the use of grade beam and sanitation situation are the most impactful. Due to all the facts presented, it is clear that the construction process causes impacts to the environment. When located in naturally vulnerable locations, its simple presence intensifies the magnitude of environmental risk. Accidents caused by natural disasters are virtually impossible to eliminate, but their consequences can be minimized to the maximum when appropriate measures are taken.

Key words: Poor Occupation. Constructive Typologies. Risk Assessment. Temporal Analysis. Leopold Matrix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modificações feitas em área de encosta.	22
Figura 2 – Construções em área de corte em encosta no bairro de Penedo.	25
Figura 3 – Edificações do tipo térreo sem recuo lateral, bairro de Penedo. .	26
Figura 4 – Edificação em ampliação.	26
Figura 5 – Edificação com fundação em concreto.	27
Figura 6 – Divisão dos Riscos Ambientais.	29
Figura 7 – Processo de gerenciamento de risco.	31
Figura 8 – Fluxograma das etapas da pesquisa.	51
Figura 9 – Áreas de estudo.	56
Figura 10 – Subdivisão da Área 2.	56
Figura 11 – Localização da área de estudo em São Lourenço da Mata.	62
Figura 12 – Média Pluviométrica (mm).	66
Figura 13 – Acumulado de chuvas.	67
Figura 14 – Mapa Geodiversidade de São Lourenço da Mata.	69
Figura 15 – Mapa de Solo de São Lourenço da Mata.	71
Figura 16 – Relevo em São Lourenço da Mata.	73
Figura 17 – Mata de Tapacurá.	74
Figura 18 – Rede de drenagem natural de São Lourenço da Mata.	75
Figura 19 – Modificações na margem do rio Capibaribe no bairro de Penedo.	77
Figura 20 – Bairro de Penedo.	78
Figura 21 – Mapeamento de áreas de riscos em Penedo no ano de 2006. ...	79
Figura 22 – Mapa de Risco Ambiental de Penedo.	82
Figura 23 – Diferenças nos limites na Área 2 em 2006 e 2016.	84
Figura 24 – Comparativos dos mapas de risco ambiental.	85
Figura 25 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 1974. ..	87
Figura 26 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 1981. ..	88
Figura 27 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 1997. ..	89
Figura 28 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 2015. ..	91
Figura 29 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas ao longo da série histórica.	93

Figura 30 – Delimitação Área 1.	94
Figura 31 – Edificações – Área 1.....	96
Figura 32 – Alvenaria em execução de meia vez.	97
Figura 33 – Edificação na margem do rio com revestimento apenas na fachada.....	97
Figura 34 – Esgoto a céu aberto em direção ao rio Capibaribe.	99
Figura 35 – Delimitação Área 2.	100
Figura 36 – Vista panorâmica da encosta – Área 2.....	100
Figura 37 – Vista lateral – Área 2.	101
Figura 38 – Edificações – Área 2a.....	102
Figura 39 – Edificação em sapata isolada.	102
Figura 40 – Revestimento externo – Área 2a.....	103
Figura 41 – Edificações – Área 2b.....	104
Figura 42 – Escadaria de acesso – Área 2b.	105
Figura 43 – Edificação com revestimento em pintura.	105
Figura 44 – Despejo de esgoto doméstico a céu aberto em escadaria.....	107
Figura 45 – Lixo doméstico na margem do rio Capibaribe na Área 1.	117
Figura 46 – Assoreamento no rio Capibaribe.....	119
Figura 47 – Largura do rio Capibaribe reduzido devido a assoreamento nas margens.....	120
Figura 48 – Nível de água: a) em maio de 2011; b) condição normal.....	121
Figura 49 – Vegetação secundária – Área 1.	122
Figura 50 – Vegetação composta de espécies exóticas – Área 2b.....	123
Figura 51 – Cavalo utilizando como pasto a vegetação na margem do rio Capibaribe.	124
Figura 52 – Processo de deslizamento – Área 2.....	126
Figura 53 – Construção inacabada na margem do rio Capibaribe.	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo Matriz de Correlação do Risco.	53
Tabela 2 – Contagem populacional ao longo dos anos.....	63
Tabela 3 – Dados sobre os domicílios em número de edificações.	64
Tabela 4 – Pluviosidade mensal em mm do Posto 267, São Lourenço da Mata (Tapacurá).	66
Tabela 5 – Resumo das Áreas de Risco em 2006.	77
Tabela 6 – Resumo comparativo das Áreas de Risco no Bairro de Penedo..	83
Tabela 7 – Comparativo da variação de área das classes de magnitude de risco.	83
Tabela 8 – Comparativo entre os anos da série histórica em Penedo.	92
Tabela 9 – Tipos de cobertura – Área 1.	98
Tabela 10 – Tipos de cobertura – Área 2a.	104
Tabela 11 – Tipos de cobertura – Área 2b.	106
Tabela 12 – Matriz de probabilidade/consequência da Área 1.....	109
Tabela 13 – Matriz de probabilidade/consequência da Área 2a.....	111
Tabela 14 – Matriz de probabilidade/consequência da Área 2b.....	113

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aplicabilidade dos métodos para o processo de análise de riscos.	37
Quadro 2 – Métodos Qualitativos.	38
Quadro 3 – Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos destrutivos.	39
Quadro 4 – Métodos Quantitativos.	41
Quadro 5 – Modelo da Matriz de Interação.	43
Quadro 6 – Escala de fundamental de importância do Método AHP.	54
Quadro 7– Ações que podem causar impactos.	58
Quadro 8 – Fatores socioambientais afetados.	58
Quadro 9 – Matriz de interação qualitativa dos impactos.	115

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	17
1.2	Objetivo Geral.....	18
1.3	Objetivos Específicos	18
1.4	Estrutura da Dissertação.....	19
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	Expansão Urbana.....	20
2.2	Tipologias Construtivas em Áreas Precárias	23
2.3	Perigo, Risco e suas Interações Ambientais	27
2.4	Avaliação de Risco	30
2.5	Métodos de Avaliação de Risco.....	35
2.5.1	<i>Métodos Qualitativos</i>	36
2.5.2	<i>Métodos Quantitativos</i>	39
2.6	Matriz de probabilidade/consequência.....	40
2.7	Aspectos da legislação.....	45
2.7.1	<i>Legislação Federal</i>	45
2.7.2	<i>Legislação Estadual</i>	48
2.7.3	<i>Legislação Municipal</i>	48
3	METODOLOGIA	50
3.1	Etapas de Pesquisa.....	50
3.2	Descrição da 1ª Etapa	50
3.3	Descrição da 2ª Etapa	52
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	61
4.1	Localização	61
4.2	Características socioeconômicas	63
4.3	Características físicas	65
4.3.1	<i>Clima</i>	65
4.3.2	<i>Geologia</i>	68
4.3.3	<i>Solo/Pedologia</i>	70
4.3.4	<i>Relevo</i>	72
4.3.5	<i>Vegetação</i>	72
4.3.6	<i>Hidrografia local</i>	74
4.3.7	<i>Áreas de Risco</i>	75
4.4	Bairro de Penedo	78

5	RESULTADOS.....	81
5.1	Mapa de Risco Ambiental de Penedo	81
5.2	Análise Temporal das Edificações.....	86
5.3	Avaliação das Tipologias Construtivas	94
5.3.1	<i>Área 1</i>	94
5.3.2	<i>Área 2</i>	99
5.4	Avaliação da Matriz de Interação.....	107
5.4.1	<i>Avaliação Quantitativa</i>	107
5.4.2	<i>Avaliação Qualitativa</i>	114
6	CONCLUSÕES	129
	REFERÊNCIAS.....	133
	APÊNDICE A – Questionário de entrevista junto aos moradores	142
	APÊNDICE B – Mapa de susceptibilidade a deslizamento	144
	APÊNDICE C – Mapa de susceptibilidade de inundação.....	146
	APÊNDICE D – Mapa de risco tecnológico.....	148

1. INTRODUÇÃO

Desde a metade do século passado, a sociedade discute as questões ambientais com mais ênfase. O planeta sofre constantes mudanças em sua superfície, causadas por agentes geológicos, climatológicos, biológicos e por ação antrópica desde a antiguidade das civilizações.

A ação do ser humano altera as características originais da Terra, e isso se dá devido à sua necessidade e adaptabilidade à sobrevivência, vindo a resultar em alterações que podem causar instabilidade ao terreno, podendo apresentar grande impacto à natureza e, muitas vezes, riscos aos seres vivos.

No que toca à questão da ação antrópica, as áreas preferenciais de ocupação das sociedades sempre foram as que apresentavam menores declividades, geralmente planícies ou áreas planas de planaltos, que facilitavam sua fixação, seja na prática de atividades agrícolas, seja na instalação de atividades urbanas.

A expansão urbana surge como uma dessas alterações. A falta de planejamento adequado causa grandes transtornos para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a população, através do uso irresponsável e destruição dos recursos naturais pelos seres humanos para a construção de edificações. As leis de proteção ao meio ambiente são desrespeitadas frente ao crescimento econômico descontrolado, sendo a pobreza também responsável, pois a população menos favorecida, por necessidade e falta de instrução, degrada o meio para a sua sobrevivência.

Como característica negativa do processo de urbanização, relaciona-se o crescimento do número de habitantes e de edificações em áreas de risco, como encostas e/ou áreas vulneráveis a inundações. Fato ocorrido devido ao ser humano ser o principal agente modificador da paisagem,

principalmente na remoção de vegetação nativa e modificação do relevo (ALVES; CARVALHO SILVA; BESERRA NETA, 2014).

A degradação em um local acontece devido ao construtor, neste caso o proprietário da edificação, não realizar uma análise em que se observem as características naturais presentes no local, como as geológicas, hidráulicas, climáticas, entre outras. As construções interagem, e sofrem influências, com o ambiente, em especial o meio físico.

As edificações em áreas precárias são estabelecidas em locais impróprios, sem fundações adequadas para o tipo de solo e local. Muitas delas são construídas com vários tipos de material ao mesmo tempo, tais como alvenaria cerâmica, estruturas de concreto, telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, restos de material de construção.

Adicionalmente, as intervenções no ambiente natural intensificam a vulnerabilidade já existente para processos como escorregamentos, colapsos de solo, degradação, enchentes e inundações, colocando em risco a vida de grande parte da população, a qual geralmente reside direta ou indiretamente nas áreas afetadas. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2014), 85,43% da população brasileira vive em áreas urbanas, sendo o quinto país com maior taxa de urbanização na América do Sul.

No Brasil, tem-se verificado um elevado número de registros de desastres naturais nos últimos anos, dados também detectados em outras partes do globo. Levantamentos realizados pelo *Emergency Events Database* (EM-DAT) informam que no período compreendido entre 1948 e 2015 ocorreram 203 registros de desastres naturais no país inteiro, porém este dado pode ser maior, porque os métodos utilizados excluem desastres considerados de baixa severidade (GUHA-SAPIR; BELOW; HOYOIS, 2016).

Desse total, 88% começaram a acontecer a partir dos anos 1970. Como

consequências foram contabilizadas 10.194 vítimas fatais, mais de 24 milhões de pessoas afetadas e um prejuízo de valor superior a 22 bilhões de dólares (GUHA-SAPIR; BELOW; HOYOIS, 2016). Fato que aumentou a importância de discutir-se a prevenção por parte do governo.

No Relatório Anual de Desastres do ano de 2014, último divulgado, o Brasil foi classificado pelo *Center for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) como sendo um dos dez países que mais sofreram danos advindos da ocorrência de desastres naturais, sejam eles inundações ou movimentos de massa. No total foram quantificados, no referido ano, 27,62 milhões de pessoas que foram afetadas, principalmente por eventos iniciados por eventos climáticos, causando prejuízos de 5,20 bilhões de dólares (SAPIR; HOYOIS; BELOW, 2015).

Os escorregamentos apresentam 14% dos registros dos desastres naturais de maiores ocorrência no Brasil, no entanto “os escorregamentos têm sido responsáveis por maior número de vítimas fatais e importantes prejuízos materiais.” (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Os processos de inundações e enchentes são os desastres naturais mais frequentes e responsáveis por aproximadamente 33% das perdas econômicas no mundo (WINSEMIUS et al., 2013). É um processo visto em todos os países, desde os em desenvolvimento aos desenvolvidos.

Diante dos constantes desastres naturais, os estudos ligados às suas potencialidades ambientais, sociais e econômicas de áreas precárias propiciam o desenvolvimento de ações mitigatórias, assim como a determinação dos aspectos negativos relacionados ao uso indevido do ambiente, que tende a proporcionar conflitos socioambientais.

Neste contexto, as cidades são importantes objetos a serem estudados por representarem o lugar de interação da sociedade, com suas habitações e atividades cotidianas. As construções no meio urbano são

influenciadas diretamente pelos relevos, trazendo benefícios ou riscos à população, uma vez que as consequências decorrentes do uso e ocupação indevidos do solo representam um grave problema atual de áreas urbanas.

1.1 JUSTIFICATIVA

O município de São Lourenço da Mata, no estado de Pernambuco, vem sofrendo processos de transformações e avanços promovidos pela expansão urbana, em decorrência do aumento populacional e urbano.

Igualmente a outras localidades do Brasil e do mundo, a cidade possui ocupações irregulares e desordenadas, com habitações sem infraestrutura nas periferias e em áreas com restrições de uso e ocupação, tanto nas margens de seus rios como em áreas de encostas. Isso expõe a população a riscos ambientais de desastres naturais, tais como inundações e movimentos gravitacionais de massas, deslizamento.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o Brasil passa por acentuado crescimento urbano, no que se refere à população e área. Tornam-se necessários estudos voltados sobre como a sociedade e o meio ambiente são afetados por este processo.

Assim como o Brasil, o município de São Lourenço da Mata sofre com os desastres naturais. Para se evitar ou diminuir o risco é preciso que exista um conhecimento aprofundado das características naturais presentes no local, das tipologias construtivas estabelecidas, e das interações entre eles.

O grande problema relacionado a impactos causados por desastres naturais está intimamente ligado à presença humana no local, através da existência de edificações. Neste sentido, as áreas de estudo escolhidas

foram no bairro de Penedo, pois apresenta as devidas condições em que é possível adquirir dados sobre as interações e consequências causadas pela expansão urbana e discutidas durante o trabalho, em que é possível verificar as influências das tipologias construtivas sobre o grau de risco em que se encontram.

1.2 OBJETIVO GERAL

Identificar e avaliar os riscos ambientais, verificando as relações das tipologias construtivas utilizadas em áreas de risco - alto e muito alto - com os impactos ambientais nos meios físicos, biológicos e antrópicos. Assim como a evolução temporal do processo de urbanização ocorrido nos últimos anos em assentamentos precários, principalmente em áreas de encostas e margem de rio, no bairro de Penedo, no Município de São Lourenço da Mata, PE.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o ambiente natural do bairro de Penedo, no município de São Lourenço da Mata, reunindo informações sobre as suas características climáticas, hidrográficas, pedológicas, geológicas, flora e áreas de risco;
- Atualizar o mapa de áreas de risco no bairro de Penedo, com o intuito de identificar locais urbanos com ocupação precária, classificada como risco ambiental alto ou muito alto;
- Realizar uma análise temporal com auxílio de imagens aéreas para observar as transformações ocorridas nas áreas sob estudo;
- Especificar as tipologias construtivas;
- Identificar e descrever modificações antrópicas, que agravam ou minimizam a situação de risco no meio físico, biótico e antrópico, estando elas em acordo ou desacordo com a legislação;
- Proceder à avaliação dos impactos ambientais causados pelas

construções, através da elaboração de matrizes de interação, realizando uma avaliação quantitativa dos impactos identificados.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação estrutura-se em seis capítulos. No capítulo primeiro será apresentada a INTRODUÇÃO da pesquisa, onde se realizará uma contextualização do tema abordado, a justificativa do trabalho e os objetivos propostos.

No segundo capítulo será apresentada uma REVISÃO BIBLIOGRÁFICA dos principais temas voltada à construção civil, áreas de ocupação precárias e os riscos ambientais.

No capítulo três, CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, serão apresentadas informações quanto ao local onde foi realizada a pesquisa, tais como clima, geologia, pedologia, relevo, vegetação e hidrografia, além de informações em relação ao local de estudo e sobre as áreas de risco.

No quarto capítulo será identificada a METODOLOGIA aplicada na realização da pesquisa, onde serão descritas as etapas de aquisição de conhecimento, estruturação, codificação e validação das informações.

No capítulo cinco serão apresentados os RESULTADOS obtidos através da análise realizada, sendo destacadas as avaliações quanto às tipologias construtivas e avaliação e discussões dos resultados da matriz de interação.

Como finalização da dissertação, estão listadas as REFERÊNCIAS utilizadas para o embasamento teórico desta pesquisa e discussão dos resultados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os principais assuntos com relação ao tema apresentando conceituações, classificações, tipologias construtivas, métodos de avaliação de riscos e legislações pertinentes.

2.1 EXPANSÃO URBANA

O desenvolvimento histórico da utilização de áreas livres explica os acondicionamentos urbanos presentes atualmente. As cidades brasileiras se desenvolveram inicialmente ao longo do litoral e às margens de rios, onde há a presença de regiões alagáveis e relevo acidentado.

Nas áreas urbanas, o principal fator da maioria dos desastres naturais é o antropológico, devido às interferências inadequadas realizadas na paisagem natural ao longo do tempo através do processo de ocupação. Estas modificações dizem respeito a interferências que causam prejuízos diretos e indiretos à população como problemas sociais, econômicos e ambientais, que se encontram nessas áreas.

A expansão urbana, ocorrida desde a segunda metade do século XX, transformou o país em uma nação urbana. A urbanização sem controle, com desrespeito aos modelos de organização do território e da gestão urbana, resultou no surgimento de cidades sem infraestrutura capaz de comportar o crescimento da população e o aumento do tamanho da área da cidade (SILVA, 2013).

Com isto, fica evidente que a expansão urbana atualmente é seguida de fortes modificações antrópicas nos locais. Produz uma série de intervenções que afetam as atividades diárias da população. Devido ao crescente ritmo da urbanização em países em desenvolvimento, como o Brasil, existe um crescimento urbano desordenado, o que acarreta vários

problemas de ordem socioambiental, como áreas com infraestrutura precária, edificações localizadas em áreas de risco e alterações nos ecossistemas naturais (BANDEIRA, 2010).

O problema da urbanização acelerada e desordenada transformou o Brasil, essencialmente rural, em urbano em pouco tempo. De acordo com dados do IBGE (2016a), a população urbana no Brasil passou de 81,23% no ano 2000 para 85,46% em 2014, confirmando o crescimento urbano, que acontece acompanhado dos problemas advindos da aglomeração em locais inadequados.

Estes problemas estão relacionados a uma constante deterioração dos recursos naturais, aumento dos bolsões de pobreza que contribuem para a segregação social, concentração de assentamentos em ambientes com infraestrutura inadequada, sem mínima condição de habitabilidade. Tudo isso sofre consequência direta na interação com o ambiente.

Segundo Alves, Carvalho Silva e Beserra Neta (2014), através de danos causados direta e indiretamente, o homem é o ser vivo que mais modifica as paisagens naturais. Este fato é observado no avanço e aceleração dos processos de instabilidade, pelo uso e ocupação do solo em áreas naturalmente suscetíveis. Isto ocorre devido à modificação na geometria dos taludes de corte, impermeabilização do solo, remoção da cobertura vegetal nativa e modificações em recursos hídricos, conforme Figura 1.

Somada à falta de planejamento urbano e a escassez de equipamentos públicos, a forma de ocupação em áreas inadequadas, e ambientalmente frágeis, tem causado modificações significativas no ecossistema, potencializando riscos ambientais à segurança das pessoas. O estabelecimento de edificações nestas condições acarreta uma precariedade na condição de vida, por provocar problemas relacionados à qualidade ambiental, afetando diretamente a população no microclima, na qualidade da água e saúde pública (SILVA, 2013).

Figura 1 – Modificações feitas em área de encosta.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Magalhães (2013) evidencia que as atividades relacionadas à expansão urbana e ocupação de áreas precárias são os fatores que expõem as pessoas a riscos ambientais, como enchentes e deslizamentos. Devido a este fato, é importante realizar um adequado planejamento urbano, que tenha o objetivo de reduzir as consequências resultantes da alteração humana no ambiente natural.

Este deve ser o principal motivo para realizar o planejamento urbano, pois a devida atenção e execução desta atividade pode minimizar as consequências causadas por fatos indesejados. De modo geral, as áreas que são ocupadas irregularmente ficam às margens dos cursos d'água, nas áreas alagadas e em encostas. Elas estão inseridas, em sua maioria, em Área de Preservação Permanente (APP) e estão protegidas pela legislação em todas as esferas (MAGALHÃES, 2013; SILVA, 2013).

Estes locais têm importância primordial no equilíbrio ecológico, mantendo a qualidade e quantidade do recurso hídrico, através do controle e estabilidade da vazão de água, além de contribuir na diminuição da quantidade de gases do efeito estufa (SILVA, 2013).

Estas informações revelam a real e precária situação observada normalmente na distribuição de espaços urbanos segundo políticas discriminatórias, onde o poder aquisitivo é fator preponderante na ocupação dos espaços mais urbanizados, com infraestrutura básica necessária.

A população carente geralmente não tem acesso às políticas de habitação, ocupa irregularmente as áreas periféricas da cidade, distantes dos centros e ambientalmente frágeis. Ela constrói as moradias com deficiente critério técnico ou acompanhamento dos órgãos responsáveis do Poder Público.

2.2 TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS EM ÁREAS PRECÁRIAS

O processo de edificação em áreas precárias acontece sem o mínimo de acompanhamento técnico. Os assentamentos neste tipo de ocupação são realizados sem uma preparação preliminar do terreno, onde não existe infraestrutura urbana e nenhuma padronização de parcelamento e de ocupação dos lotes, caracterizando a irregularidade e a desordem, e limitando os acessos às edificações e às necessidades básicas da comunidade como saneamento básico e acesso à saúde (MARQUES, 2011; REGO ET AL., 2013).

Segundo Pereira (2012), a tipologia construtiva é “o princípio que regula as modificações e a chave para a legibilidade do público, pois é por ele que se imprime o caráter distintivo aos edifícios”. Uma tipologia é a clara e manifesta expressão da personalidade daquele que a faz utilizar, no caso de áreas precárias reflete as condições sociofinanceiras presentes na população.

As tipologias construtivas são manifestações das percepções, formação cultural, visões de mundo de cada pessoa, pela busca da vivência ideal, ou seja, constituição de um lar (SANTOS, 2013). A tipologia pode ser

resumida na representação da construção através do uso de métodos e matérias utilizados, além das características do local e das pessoas que a fizeram ou utilizam.

Para escolha da tipologia construtiva a ser utilizada, deve ser considerada uma série de variáveis, tais como localização geográfica, topografia, geomorfologia, geologia, clima, pluviometria. Assim como as características relacionadas às questões sociais: momento histórico e classe social (ZIEGLER, 2013).

Edificações em diferentes áreas urbanas acabam provocando alterações em relação ao uso desejado do local, prejudicando tanto o meio ambiente, quanto a população moradora da cidade em geral. Frequentemente SÃO construídas em áreas de encosta e margens de rios, habitações com material e técnicas construtivas que não apresentam segurança, quanto à resistência das edificações, independentemente dos outros fatores.

De acordo com Rego et al. (2013), um número representativo das edificações em áreas de encostas, costumam ser de um só pavimento (pavimento único), localizados na base do morro ou na encosta em si, sendo poucas as edificações que se estabelecem no topo. Isto ocorre devido à dificuldade de acesso ao local no processo inicial de ocupação.

As edificações apresentam feições simples, sem muita preocupação com o processo construtivo, utilizando material e métodos inadequados para a situação, pela inexistência de acompanhamento técnico, onde não foi feito o cálculo estrutural adequado, devido às condições financeiras da população (MARQUES, 2011).

De acordo com Ziegler (2013), as edificações não se harmonizam com a topografia existente no local, quase sempre se instalando em patamares e em um único pavimento, necessitando de se executar de cortes nos taludes e aterros excessivos para se implantar as construções, como pode

ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Construções em área de corte em encosta no bairro de Penedo.



Fonte: Arquivo Pessoal.

De acordo com Marques (2011), Rego et al. (2013) e Ziegler (2013), as tipologias construtivas das edificações em áreas precárias se caracterizam por serem unifamiliares, apresentando alvenaria composta por blocos cerâmicos de oito furos, tendo o seu acabamento, revestimento composto por reboco e pintura, na parte frontal da construção, permanecendo os restantes das faces sem proteção.

Em regiões planas, a tendência é que as edificações utilizem ao máximo a largura do terreno, não possuindo recuos laterais, o que faz com que duas edificações vizinhas utilizem a mesma parede como constituinte da edificação, conforme Figura 3.

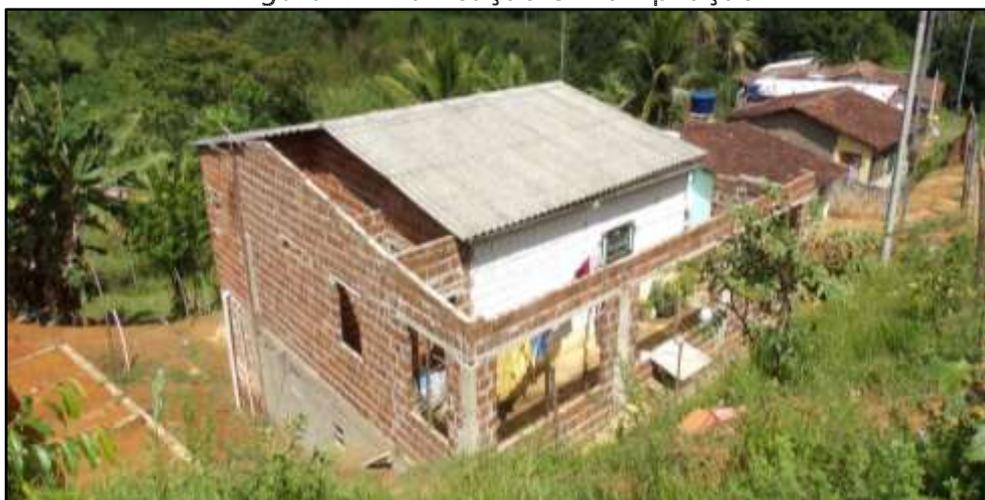
Ainda segundo os autores, a cobertura é composta por telhado que é constituída com duas águas geralmente de telhas cerâmicas do tipo canal, com caimento orientado em direção à frente e ao fundo das edificações, podendo sofrer variações devido a questões financeiras. Geralmente se apresentam em construções de pavimento térreo com posteriores ampliações, apresentado na Figura 4.

Figura 3 – Edificações do tipo térreo sem recuo lateral, bairro de Penedo.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 4 – Edificação em ampliação.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Segundo Marques (2011), Rego et al. (2013) e Ziegler (2013), as fundações são, em sua maioria, diretas do tipo rasa, executada em baldrame, de alvenaria de blocos cerâmicos de uma vez, mas também são encontradas edificações que apresentavam baldrame de concreto armado, devido ao motivo de possuírem mais de um pavimento (pavimento múltiplos), necessitam de uma fundação de maior resistência, mas também devido à topografia do local, como pode ser visto na Figura 5.

De acordo com Scheneider (2010), para que seja feita uma correta interpretação de danos apresentados (patologias) nas edificações, deve-se conhecer algumas de suas características, como as técnicas construtivas

empregadas, se foi executada em concreto armado, alvenaria cerâmica ou outro material, como também o tipo de fundação.

Figura 5 – Edificação com fundação em concreto.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Estas mesmas características podem influenciar diferentes tipos de patologia e resultam em diferentes níveis de gravidade, expondo a população a riscos de acidentes que poderiam ser evitados com o devido acompanhamento técnico (SCHENEIDER, 2010).

Ainda segundo o autor, a qualidade necessária, tanto das edificações como da vida dos ocupantes, é ignorada quando o que se busca é a redução de custos. As paredes têm suas espessuras reduzidas, acompanhando a evolução do concreto, negligenciando o isolamento e as condições de conforto térmico e acústico e, também, permitindo, por sua mínima espessura e revestimentos, que a umidade se infiltre pelas fissuras.

2.3 PERIGO, RISCO E SUAS INTERAÇÕES AMBIENTAIS

Existe uma grande confusão sobre os conceitos utilizados para a definição dos termos perigo e risco, normalmente empregados para representar algo que pode gerar algum tipo de dano.

Segundo a *British Standards Institution* (BSI, 2007), o perigo é aquilo que se refere à fonte, situação ou ato com um potencial para o dano, em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destes, para alguém ou coisa. Risco é a combinação da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso ou exposição a um perigo causando uma consequência.

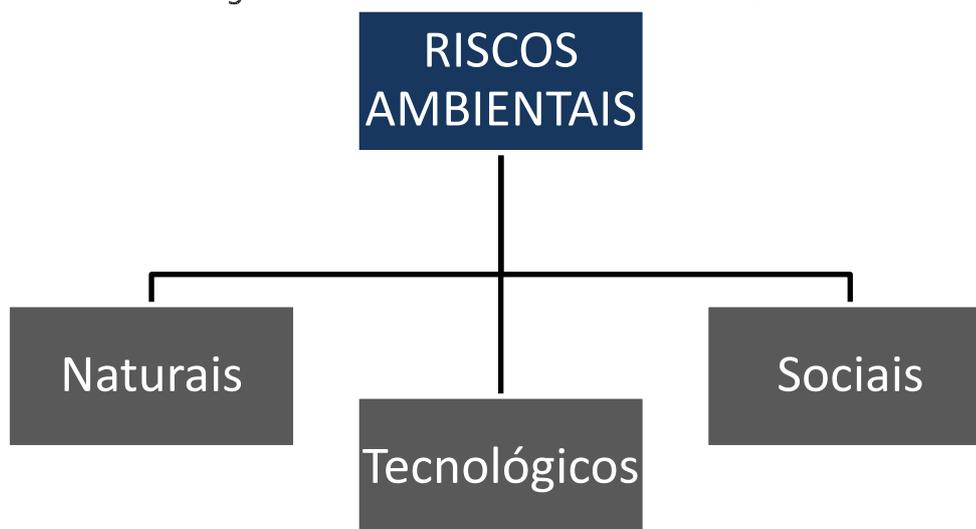
De acordo com Figueirêdo et al. (2007), a vulnerabilidade está relacionada com a susceptibilidade de uma área em sofrer danos quando submetida a uma determinada ação. Quanto maior a vulnerabilidade de um local, menor a chance de recuperação do ambiente e maiores são as possibilidades de ocorrerem eventos indesejados.

O *Project Management Institute* (PMI) (2014, p. 376), descreve risco como "um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo nos objetivos do projeto". Com isto, pode-se observar que a condição incerta é equivalente ao termo perigo, explicitando a real diferença entre os termos, que são seguramente independentes, mas com uma interligação conceitual.

O risco é determinado pelo produto da combinação da probabilidade de um evento indesejável ocorrer causado pela presença, em um determinado local onde se encontram expostos elementos como seres humanos, residências, dentre outros, a um perigo gerar consequência de perdas econômicas, sociais e ambientais, além de um valor considerado normal e aceitável para um local específico durante certo período de tempo (ABNT, 2009).

A definição de risco ambiental refere-se à situação de ameaça ao meio ambiente, sendo ele o natural, o tecnológico e/ou o social, conforme Figura 6. Nesse sentido, o risco ambiental e a vulnerabilidade são resultados da inter-relação da população vulnerável à ameaça de um risco ambiental (SOUZA; ZANELLA, 2009).

Figura 6 – Divisão dos Riscos Ambientais



Fonte: Adaptado de Souza e Zanella (2009).

O termo risco remete à possibilidade de ocorrência de eventos danosos ao ambiente (impacto ambiental negativo como deslizamentos e enchentes). Para a legislação que trata de licenciamento, Resolução CONAMA Nº 001, a noção de impacto ambiental está relacionada à repetição de algo que já aconteceu e que poderá significar um evento positivo ou negativo, podendo comprometer a licença para instalar um empreendimento em determinado local (CONAMA, 2016).

O risco natural é a denominação preferida para fazer referência àqueles riscos que não podem ser facilmente atribuídos, ou relacionáveis, à ação humana. Elas podem ser classificadas com os seguintes tipos: os riscos endógenos, onde estão incluídos os riscos tectônicos e magmáticos, e exógenos, riscos climáticos, riscos hidrológicos e riscos geomorfológicos como: ravinamento; movimentação de massa; deslizamento ou desabamentos (SOUZA; ZANELLA, 2009).

Sobre o risco tecnológico, a abordagem desse tipo deve levar em conta três fatores indissociáveis. O primeiro é o processo de produção, seguido pelo processo de trabalho e finalizado com a condição humana. Equivale dizer que onde pelo menos um desses fatores for encontrado, haverá risco tecnológico ou a probabilidade de um problema causado por ele.

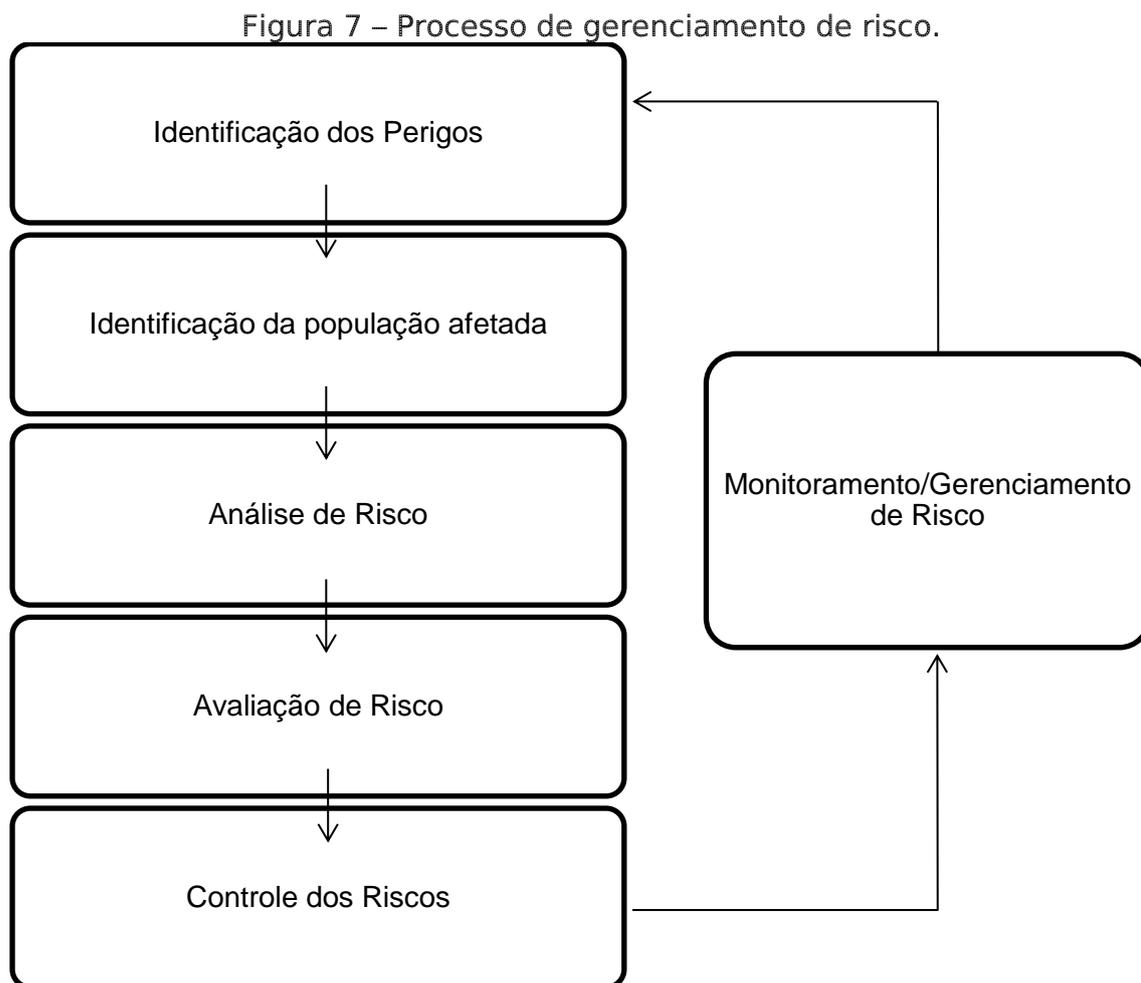
Segundo Vieillard-Baron (2007), risco social é responsável pela maior parte dos riscos e é definido como aqueles relacionados às suas causas sociais, refletidas em suas consequências humanas.

2.4 AVALIAÇÃO DE RISCO

O avanço das tecnologias observados nos últimos anos veio proporcionar um nível de vida sem precedentes na história da Humanidade. No entanto, a essa tecnologia encontram-se associadas incertezas, relativas à possibilidade de ocorrência de um fato indesejado, uma vez que a interação do homem com a natureza envolve inúmeros fatores que devem ser muito bem identificados e avaliados.

De acordo com ABNT (2009), que se refere à NBR ISO 31000:2009 sobre Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes, o gerenciamento de risco é um processo complexo em que consiste uma sequência de fases composta pela análise e pela avaliação, além de outras, sendo com isso possível realizar um controle adequado do risco, onde os processos de escolhas podem ser feitos dentre um conjunto de alternativas capazes de atingir um resultado requerido.

A avaliação de risco é uma das fases do processo de gerenciamento de risco, que é um ciclo constante e que deve ser muito bem executado, conforme identificado na Figura 7. O gerenciamento tem como função a devida proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros, através da eliminação ou redução de seus riscos.



Fonte: Elaborado a partir da ABNT (2009).

Segundo a referida norma, a fase da avaliação, foco de estudo, acontece após o fato indesejado (acidente) ter acontecido. Consiste na quantificação das consequências causadas pelo evento que tinha um risco inerente, comparando a magnitude dos danos com parâmetros de referência estabelecidos anteriormente, em situação inicial e considerada normal, e por fim estabelece o grau de risco. Basicamente se trata de um processo de comparação entre o valor obtido na fase anterior e um referencial de risco aceitável.

Segundo Assunção (2012, p.26):

a avaliação de risco tem sido utilizada como instrumento de gestão em empreendimentos e em planejamento urbano e ambiental, seja no desenvolvimento do contexto histórico,

baseado em fatos e acidentes já ocorridos, seja para prevenir ou mitigar danos.

Nesta ferramenta, também pode ser utilizada com incremento de instrumentos, fundamentos teóricos e demandas que dão sustentação aos estudos científicos para sua utilização.

A avaliação de risco serve como uma fonte para um correto gerenciamento de risco, onde são tomadas as decisões sobre a necessidade de intervenções, as quais venham a ser necessárias (ASSUNÇÃO, 2012). Também é imprescindível para a escolha de estratégias e métodos mais adequados de tratamento de riscos, e as opções envolvem diferentes tipos e níveis de risco.

Para a ONU (2004), a avaliação de risco constitui uma etapa fundamental para a adoção de políticas e medidas adequadas para a redução dos efeitos dos escorregamentos. Sua relevância para o planejamento e desenvolvimento das estratégias de redução de desastres, foi tratada com especial atenção durante a Década Internacional de Redução dos Desastres Naturais (*International Decade for Natural Disaster Reduction - IDNDR/ONU*).

Ainda nesta fase, devem ser reunidas informações que permitam avaliar as futuras medidas de controle àquelas já implementadas, priorizar as necessidades de implementação de medidas de gestão e, ainda, definir as ações de prevenção e de correção a implementar. O resultado desta fase deve permitir a definição das ações de melhorias, que podem assumir caráter de curto ou longo prazo.

De acordo ABNT (2009), uma avaliação de risco conter as seguintes etapas principais:

- Identificação do perigo e possíveis consequências mediante a reunião da informação pertinente (legislação, manuais de instruções das máquinas, fichas de dados de segurança de substâncias, processos e métodos de trabalho, dados estatísticos);
- Identificação da população afetada potencialmente expostos a riscos derivados destes perigos;
- Estimativa do risco (qualitativa ou quantitativa) dos riscos identificados, valorando conjuntamente a probabilidade da sua emergência – ou e estimativa da sua frequência – e as consequências da materialização do perigo – a gravidade, também designada de severidade.

A Identificação de perigo e suas possíveis consequências, de acordo com ABNT (2009), ocorre quando se pretende verificar a sua presença numa determinada situação de trabalho e as suas possíveis consequências, em termos de danos sofridos pelos trabalhadores sujeitos à exposição desses mesmos perigos.

Pode ser considerada como a mais crítica em todo o processo, na medida em que, um perigo não identificado, é um perigo não avaliado e, conseqüentemente, não controlado. Depende intrinsecamente da capacidade técnica da pessoa que realiza esse levantamento. Nesta etapa é onde geralmente são identificadas as fontes do perigo e as áreas que sofrerão de impactos, tanto diretos quanto indiretos.

De acordo com Batalha (2012, p.15), “a identificação de perigos consiste na verificação dos perigos presentes numa dada situação”. Para isso, inicia-se o processo com a aquisição de dados, através de questionários e observação direta com o fim de identificar todos os fatores que venham causar risco quando expostos.

O conhecimento em nível avançado sobre os fatores que podem influenciar no correto estudo é de extrema necessidade para que não existam equívocos nem resultados errôneos devido à falta de informações

corretas. Em um estudo de risco natural deve-se ter conhecimento dos fatores como declividade, características geotécnicas, chuvas, população a montante e a jusante do ponto analisado, para que toda a população saiba do que possa a vir sofrer como consequência.

É de suma importância considerar todas as pessoas que poderão estar expostas diretamente ao risco, mas também todas as outras pessoas que se encontrem no espaço, ou nas proximidades, com a possibilidade de serem afetados. Podendo incluir clientes, fornecedores, pessoas que estejam transitando próximo ao local.

Segundo ABNT (2009), a estimativa do risco é feita em números, prevendo-se o conhecimento, objetivo ou subjetivo, da gravidade ou severidade que um determinado dano pode assumir, bem como da probabilidade de ocorrência do mesmo, a qual vai depender da frequência de exposição.

Bandeira (2010) utiliza a estimativa do risco como o produto da combinação da suscetibilidade ou a probabilidade da ocorrência de um fenômeno, em uma determinada área de um período qualquer, devido à presença de elementos em risco e a vulnerabilidade de cada elemento representado pelo grau do dano.

A estimativa dos riscos corresponde ao entendimento do risco. Ela fornece uma entrada para o processo de análise de riscos e às decisões sobre se os riscos necessitam ser tratados e sobre as estratégias e métodos de tratamento mais apropriados (ABNT, 2009).

Para se realizar a correta escolha de método que será utilizado, o responsável pela avaliação deve fazer alguns questionamentos com relação a qual é o objetivo do estudo, o que está querendo ter como resultado, qual o nível de detalhamento que se deseja obter ao final.

Quais são os recursos, tanto financeiros quanto técnicos e humanos, que estão disponíveis para proceder ao trabalho. Se existe alto grau de complexidade para proceder à análise em relação à quantidade de fatores envolvidos. E por fim, o que é que realmente existe, qual o risco, quem é que está direta e indiretamente envolvido e qual o real motivo da existência daquele risco em específico.

O procedimento pode ser feito com diferentes graus de detalhamento, a depender da finalidade, informações, dados e recursos existentes. Com isto os métodos a que podem ser utilizadas podem ser qualitativa, quantitativa, ou combinação entre elas (ABNT, 2009).

2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO

No meio acadêmico e técnico, não existe um consenso sobre fixação de regras para estabelecer um método como referencial para análise e/ou avaliação de risco (MENDONÇA, 2013). Contudo, existem dois princípios que devem ser observados quando se há a intenção de realizar uma análise: um deles se refere a estruturar a operação, de modo a que sejam abordados todos os perigos e riscos relevantes; o outro é a identificação do risco, de modo a equacionar se o mesmo pode ser eliminado.

De acordo com Braz (2014), ao decorrer dos anos, foram criados, desenvolvidos e aperfeiçoados inúmeros métodos para avaliação de risco, que têm suas aplicações determinadas de acordo com as necessidades daqueles que as utilizam e da natureza da análise. Eles têm como objetivo identificar os perigos existentes relacionar devidamente as consequências dos riscos associados, assim como as possíveis medidas de reduções de risco.

A escolha de um método de avaliação de risco é influenciada por vários fatores. Deve-se ter conhecimento sobre o local e o seu entorno,

observando e identificando as possíveis variáveis internas e externas que possam interferir no processo, como relevo, clima, população e vegetação. Devem ser feitas considerações a trabalhos realizados em situações com condições semelhantes, tanto em relação à área como dos métodos utilizados para aquele tipo de avaliação.

Segundo a NBR ISO/IEC 31010:2012, que trata sobre Gestão de riscos — Técnicas para o processo de avaliação de riscos (ABNT, 2012), existem 31 métodos recomendados e podem ser utilizados, para proceder a uma avaliação de risco, conforme pode ser visto no Quadro 1, onde a escolha de um método em relação a outro deve ser feita de forma técnica, levando em consideração os aspectos relevantes.

2.5.1 Métodos Qualitativos

Os métodos qualitativos de riscos têm por base de comparação do histórico dos dados estatísticos de cada risco analisado, ou a opinião de especialista que está fazendo a análise de risco, que deve ter uma experiência considerável sobre o assunto. Este método fornece uma indicativa sobre o risco, ou o conjunto deles, que está presente naquela situação específica.

Tem como característica a subjetividade, devido ao fato de não fornecer resultados numéricos quanto o grau de risco, os quais são estabelecidos através de níveis literais (baixo, médio, alto, muito alto), e as consequências que são definidas de forma similar, o qual englobam intervalos de valores relacionados à quantidade de edificações exposta ao risco (BANDEIRA, 2003).

Segundo ABNT (2012), define como consequência, probabilidade e nível de risco por níveis de significância, tais como “alto”, “médio” e “baixo”, podendo ser combinadas consequência e probabilidade, e avalia o nível de risco resultante em comparação com os critérios qualitativos.

Quadro 1 – Aplicabilidade dos métodos para o processo de análise de riscos.

Ferramentas e técnicas	Identificação de Riscos	Análise de riscos			Avaliação de riscos
		Consequência	Probabilidade	Nível de Risco	
Brainstorming	FA	NA	NA	NA	NA
Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas	FA	NA	NA	NA	NA
Delphi	FA	NA	NA	NA	NA
Listas de verificação	FA	NA	NA	NA	NA
Análise preliminar de perigos (APP)	FA	NA	NA	NA	NA
Estudo de perigos e operabilidade (HAZOP)	FA	FA	A	A	A
Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC)	FA	FA	NA	NA	FA
Avaliação de risco ambiental	FA	FA	NA	NA	FA
Técnica estruturada “E se” (SWIFT)	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de cenários	FA	FA	A	A	A
Análise de impactos no negócio	A	FA	A	A	A
Análise de causa-raiz	NA	FA	FA	FA	FA
Análise de modos de falha e efeito	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de árvore de falhas	A	NA	FA	A	A
Análise de árvore de eventos	A	FA	A	A	NA
Análise de causa e consequência	A	FA	FA	A	A
Análise de causa e efeito	FA	FA	NA	NA	NA
Análise de camadas de proteção (LOPA)	A	FA	A	A	NA
Árvore de decisões	NA	FA	FA	A	A
Análise da confiabilidade humana	FA	FA	FA	FA	A
Análise Bow tie	NA	A	FA	FA	A
Manutenção centrada em confiabilidade	FA	FA	FA	FA	FA
Sneak analysis (SA) e sneak circuit analysis (SCA)	A	NA	NA	NA	NA
Análise de Markov	A	FA	NA	NA	NA
Simulação de Monte Carlo	NA	NA	NA	NA	FA
Estatística Bayesiana e Redes de Bayes	NA	FA	NA	NA	FA
Curvas FN	A	FA	FA	A	FA
Índices de risco	A	FA	FA	A	FA
Matriz de probabilidade/consequência	FA	FA	FA	FA	A
Análise de custo/benefício	A	FA	A	A	A
Análise de decisão por multicritérios (MCDA)	A	FA	A	FA	A

NA – Não aplicável

A – Aplicável

FA – Fortemente aplicável

Fonte: Adaptado de ABNT (2012).

Ao total são dezoito métodos que podem ser utilizados para proceder a uma avaliação qualitativa, como visto no Quadro 2.

Quadro 2 – Métodos Qualitativos.

Ferramentas e técnicas	
Brainstorming	Análise de cenários
Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas	Análise de impactos no negócio
Delphi	Análise de modos de falha e efeito
Listas de verificação	Análise de árvore de falhas
Análise preliminar de perigos (APP)	Análise de causa e efeito
Estudo de perigos e operabilidade (HAZOP)	Análise de camadas de proteção (LOPA)
Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC)	Análise da confiabilidade humana
Avaliação de risco ambiental	Manutenção centrada em Confiabilidade
Técnica estruturada “E se” (SWIFT)	Matriz de probabilidade/consequência

Fonte: Adaptado de ABNT (2012).

O critério geral para a atribuição de graus de risco ambiental é baseada na probabilidade de ocorrência de processos associados a movimentos de massa, elaborado pelo Ministério das Cidades no ano de 2006 para riscos geológicos, conforme no Quadro 3.

Quadro 3 – Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos destrutivos.

Grau de probabilidade	Classificação	Descrição
R1	Baixo	Os condicionantes geológicos (tipo de terreno, declividade, etc.) predisponentes e o nível de intervenção na área são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas, a condição é menos crítica.
R2	Médio	Os condicionantes geológicos (tipo de terreno, declividade, etc.) predisponentes e o nível de intervenção na área são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. Observa-se a presença de algumas evidências de instabilidade, porém incipientes.
R3	Alto	Os condicionantes geológicos (tipo de terreno, declividade, etc.) predisponentes e o nível de intervenção na área são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. Observa-se a presença de algumas evidências de instabilidade. Mantidas as condições existentes, é possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e concentradas.
R4	Muito Alto	Os condicionantes geológicos (tipo de terreno, declividade, etc.) predisponentes e o nível de intervenção na área são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. Observa-se a presença de algumas evidências de instabilidade expressivas e em grande número. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e concentradas.

Fonte: Brasil (2006).

2.5.2 Métodos Quantitativos

De acordo com Bandeira (2003), a análise quantitativa envolve o uso de dados numéricos, o que proporciona um resultado quantitativo do cálculo à probabilidade de ocorrência do evento e probabilidade das suas

consequências.

Estes métodos funcionam estimando valores práticos para consequências e suas probabilidades, produzindo valores do nível de risco em unidades específicas definidas. A análise quantitativa completa nem sempre pode ser possível ou desejável devido às informações insuficientes sobre o sistema ou atividade que está sendo analisada, à falta de dados, à influência dos fatores humanos, entre outros, ou porque o esforço da análise quantitativa não é justificável ou requerido (ABNT, 2012).

Segundo Peres e Cancelliere (2014), a análise pode ser vantajosamente utilizada para reduzir a subjetividade na identificação e na quantificação dos limites dentro de um sistema. Esta classe de métodos é mais objetiva e possivelmente mais precisa do que os outros, mas também tende a ser mais cara, justamente pela necessidade de ter um banco de dados (BRAZ, 2014).

De acordo com ABNT (2012), existem 22 métodos que podem ser utilizados nesta classe, como visto no Quadro 4. A escolha do método a ser utilizado deve ser com relação às características dos dados de entradas e o nível de detalhamento nos resultados que se deseja obter.

2.6 MATRIZ DE PROBABILIDADE/CONSEQUÊNCIA

Conhecida como Matriz de Interação de Leopold, Matriz de Impactos, ou Matriz de Correlação Causa x Efeito, a Matriz de probabilidade/consequência foi uma das primeiras ferramentas no formato de matrizes proposta para avaliação ambiental data de 1971 (LEOPOLD et al., 1971), e vem sendo alterada e aperfeiçoada, com o intuito de mais bem adequá-la aos objetivos de estudos de Impacto Ambiental.

Quadro 4 – Métodos Quantitativos.

Ferramentas e técnicas	
Técnica estruturada “E se” (SWIFT)	Análise Bow tie
Análise de cenários	Manutenção centrada em confiabilidade
Análise de impactos no negócio	Sneak analysis (SA) e sneak circuit analysis (SCA)
Análise de causa-raiz	Análise de Markov
Análise de modos de falha e efeito	Simulação de Monte Carlo
Análise de árvore de falhas	Estatística Bayesiana e Redes de Bayes
Análise de árvore de eventos	Curvas FN
Análise de causa e consequência	Índices de risco
Análise de camadas de proteção (LOPA)	Matriz de probabilidade/ consequência
Árvore de decisões	Análise de custo/benefício
Análise da confiabilidade humana	Análise de decisão por multicritérios (MCDA)

Fonte: Adaptado de ABNT (2012).

Segundo Nascimento (2009), este método de avaliação é basicamente de identificação que com adição de parâmetros avaliativos, se torna quantitativo. Funciona como listagens de controle bidimensionais, relacionando a partir de quadrículas definidas pelo cruzamento de linhas e colunas. As linhas representam os impactos de cada ação com o fator ambiental a ser considerado, e nas colunas os fatores ambientais impactantes.

Segundo a ABNT (2012), a matriz de probabilidade/consequência é um meio de combinar classificações qualitativas e quantitativas de consequências e probabilidades, a fim de produzir um nível de risco ou classificação de risco.

O método permite boa disposição visual do conjunto de impactos diretos,

simplicidade de elaboração, baixo custo, permite comparações fáceis, porém não explicita a identificação dos impactos ambientais indiretos, não considera as alterações entre os impactos.

Também não considera as características espaciais do impacto, quando envolve um grande número de informações, fica difícil de ser analisado, apresenta subjetividade na atribuição da magnitude. Não é um método seletivo, pois não estabelece um sistema para centralizar a atenção nos aspectos mais críticos dos impactos (NASCIMENTO, 2009).

A matriz consiste em duas listas dispostas em forma de linhas e colunas, conforme Quadro 5. Em uma das listas são colocadas as atividades ou ações que compõe o empreendimento analisado e na outra são apresentados os principais elementos, componentes ou processos do sistema ambiental. O objetivo é identificar quais são as interações entre os componentes do projeto e os elementos do meio.

Leopold et al. (1971), sistematizaram a análise dos impactos ambientais e elaboraram uma lista de cem ações humanas que podem causar impactos ambientais e outra lista de 88 componentes ambientais que podem sofrer ações humanas. No total são 8.800 interações possíveis, porém, dentre estas, serão listadas apenas as ações e os componentes ambientais mais relevantes para a finalidade desta pesquisa (MOURA, 2011).

Na Matriz de Leopold, assinalam-se primeiramente todas as possíveis interações entre os fatores e as ações, e só posteriormente estabelece em uma escala arbitrária, variando de 1 a 10, a magnitude e importância de cada impacto, tanto os positivos quanto os negativos (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

Quadro 5 – Modelo da Matriz de Interação.

		MATRIZ DE INTERAÇÃO							
FASE	INDICADORES	IMPACTOS POSITIVOS				IMPACTOS NEGATIVOS			
		Impacto 1	Impacto 2	Impacto 34
Implantação	Abrangência Espacial								
	Ocorrência								
	Temporalidade								
	Magnitude								
	Reversibilidade								
	Relevância								
Operação	Significância								
	Abrangência Espacial								
								
								
								
Implantação / Operação	Significância								
	Abrangência Espacial								
								
								
								
Peso									

Fonte: Pereira (2015).

Segundo Leopold et al. (1971), insere-se colunas para todas as ações possíveis ligadas ao evento e nas linhas os impactos possíveis. Para cada ação identificada, coloca-se um traço oblíquo no quadrado formado com a linha que representa os possíveis impactos. Para cada interseção é avaliada através de dois números compreendidos entre 1 a 10. O número colocado no canto superior esquerdo do quadrado da matriz representa a magnitude.

De acordo com Diniz (2004), o método tem como principal vantagem a facilidade de apresentação e comunicação dos resultados, utilizar uma abordagem multidisciplinar; cobre aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos permitindo uma verificação sistemática do problema, necessita de poucos dados para sua elaboração, requer baixo custo para sua aplicação, útil para uma rápida identificação preliminar dos principais

problemas.

Ainda segundo o autor, como desvantagens são citadas: não permitir projeções no tempo, capacidade restrita de identificar as inter-relações entre os impactos indiretos, apresenta uma elevada subjetividade na valorização dos impactos, pois em sua primeira concepção não explica claramente as bases de cálculo das escalas de pontuação de importância e da magnitude, as ações e atributos são considerados mutuamente exclusivos.

Na construção civil, a recorrência do seu uso acontece quando se faz uma relação dos impactos causados por algum processo relacionado ao ramo. Pode-se destacar o trabalho de Pereira (2015), em que é feita avaliação da implantação de empreendimento imobiliário no município de São José do Rio Preto, SP.

Em Diniz (2004), foi feita uma avaliação no que diz respeito à remoção de moradias de áreas de preservação em Cascavel/PR, onde foi constatado o ganho para o meio ambiente com a remoção da população da área estudada.

Moura (2011) estudou o impacto da construção de um emissário submarino no estado de Santa Catarina. Como resultado foi observado que a construção da obra tem fator de impacto ambiental controlado e viável, desde que seja executado com efetiva adoção de alto nível de tratamento dos esgotos sanitários e do método não destrutivo para a construção, além de implementar medidas mitigadoras.

Santos (2015) utilizou a matriz de Leopold para realizar a descrição dos impactos ambientais proveniente pelos canteiros de obras. O trabalho indicou qualitativamente as interações dos aspectos ambientais com os meios físicos, biológicos e antrópicos, além de atividades específicas causadas no entorno pela instalação das obras.

2.7 ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO

As leis no âmbito das esferas federal, estadual e municipal são feitas para manter o equilíbrio entre o desenvolvimento e a proteção de pessoas e objetos. É dever de todos segui-las para que a vida em sociedade seja a mais harmoniosa possível. O meio ambiente é um tema muito importante, tem capítulos especiais na legislação brasileira, onde é prescrita a limitação e utilização de recursos naturais através de medidas protetivas e de uso responsável.

2.7.1 Legislação Federal

As atividades humanas, o crescimento demográfico e o crescimento econômico causam pressões ao meio ambiente, degradando-o. Desta forma, visando salvaguardar o meio ambiente e os recursos naturais existentes nas propriedades, o legislador instituiu no ordenamento jurídico, vários meios legais para assegurar o direito ao ambiente saudável, como na Constituição Federal de 1988.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações. (BRASIL, 2010, p.94)

De acordo com a legislação vigente no Brasil, referindo-se principalmente Brasil (2012) – Código Florestal – e Brasil (2010) – Constituição Federal de 1988, áreas de margens de rios e certas áreas de encostas são ambientes vulneráveis, as quais necessitam de proteção e devem ter a sua utilização feita de maneira responsável e sustentável, cumprindo-se as exigências legais.

Estas medidas são necessárias porque estas áreas apresentam relevância significativa na dinâmica dos sistemas naturais e na manutenção da

qualidade de vida e desenvolvimento de todo o ecossistema, principalmente da população humana.

A expressão “meio ambiente ecologicamente equilibrado *versus* desenvolvimento econômico” (respectivamente art. 225, caput, e art. 170, VI, da C.F. de 1988) traz consigo a problemática de conciliar um e outro, em que deverá achar uma maneira em suas aplicações em que um irá até um ponto e a partir daí terá de ceder espaço ao outro, através de um planejamento contínuo.

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) são espaços territoriais especialmente protegidos de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal. O Código Florestal traz um detalhamento preciso das Áreas de Preservação Permanente, aplicável a áreas rurais e urbanas.

As APP's são aquelas áreas protegidas, independente da cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da população humana.

De acordo com Brasil (2012) – que trata do novo texto do Código Florestal – no seu artigo 4º define Área de Preservação Permanente (APP), em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
 - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- [...]
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- [...]

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

Com isto, fica claro que a área de estudo inclui varias zonas urbanizadas que se enquadram áreas definidas acima. No artigo 3º da referida lei, APP é uma área protegida, com a presença ou ausência de vegetação nativa, com a função ambiental de preservação dos recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, proteger o solo e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora. (BRASIL, 2012).

APP's visam atender ao direito fundamental de todo brasileiro a um "meio ambiente ecologicamente equilibrado", conforme assegurado no art. 225 da Constituição. Estas áreas deveriam ser áreas naturais intocáveis, com rígidos limites de exploração, ou seja, não é permitida a exploração econômica direta.

As APP's só podem ser ocupadas com a autorização do órgão ambiental competente e apenas nos casos de utilidade pública, interesse social ou de atividades de baixo impacto ambiental.

Diante o exposto, fica evidente que a edificação em morros e margens de rios vão de encontro à legislação, quando não são devidamente autorizadas para exercer as atividades de intervenção com desmatamentos nas APP's. Para que possa acontecer a ocupação, as áreas devem pertencer à regularização fundiária sustentável, onde não represente riscos de magnificação dos riscos existentes como enchentes, deslizamentos e erosão (SILVA, 2013).

2.7.2 Legislação Estadual

De acordo com a resolução Nº 03/2002 do CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado de Pernambuco (PERNMABUCO, 2002), que fala sobre as margens de rios que cortam a região metropolitana quanto a sua proteção ambiental e o uso compatível para a sua conservação e utilização, em seu artigo 1º:

- a) a identificação das áreas urbanas consolidadas e não consolidadas nas faixas de APP marginais aos corpos d'água da RMR, através de mapeamento em escala compatível;
- b) o zoneamento nas APPs situadas às margens dos corpos d'água em áreas urbanas não consolidadas e sua inclusão em Planos ou Planos Diretores municipais;
- [..]
- d) o estabelecimento de espaços públicos nas áreas de preservação permanente, que devem ser ocupadas com atividades ambientalmente compatíveis, evitando-se invasões e especulações futuras, encorajando-se para isso as atividades educativas, culturais, esportivas e recreativas às margens dos ecossistemas aquáticos, a preservação da vegetação e fauna nativas existentes, o controle da poluição e da erosão, e a recuperação da paisagem natural;
- e) a viabilização de mecanismos de incentivo a iniciativas de conservação e recuperação das APPs em áreas urbanas da RMR, envolvendo as diversas instâncias de governo, entidades da sociedade civil e o setor empresarial.

A Legislação Estadual defende e oferece meios legais para a devida conservação e a recuperação das margens dos rios, através do uso dessas áreas por meio de atividades compatíveis com a manutenção do ambiente, o que deveria ser feita evitando ocupações indevidas e construções de edificações, que possam vir a causar a degradação das áreas de preservação permanente e a diminuição da qualidade de vida da população.

2.7.3 Legislação Municipal

Segundo a Lei Orgânica do Município de São Lourenço da Mata, LOR nº1/2008 (SÃO LOURENÇO DA MATA, 2008):

§ 2º O Município deverá implantar e manter áreas verdes de preservação permanente, assegurando, nas áreas urbanas e de expansão urbana, área verde, excluídas, nesta hipótese, aquelas existentes nas propriedades privadas.

A lei nº 1749/89, a qual se refere sobre o Uso e Ocupação do solo, ou Código de Urbanismo do Município (SÃO LOURENÇO DA MATA, 1989), fala em seu Artigo 41, sobre a proteção ao meio ambiente, através da proibição da ocupação da faixa de 50 metros ao longo do Rio Capibaribe, indo de acordo com código florestal vigente a época.

De acordo com o Plano Diretor do município de São Lourenço da Mata, Lei nº 2.159/2006 (SÃO LOURENÇO DA MATA, 2006) inexistente legislação específica atualizada sobre proteção às áreas de preservação permanente nas regiões ribeirinhas, áreas de encostas, de forma que devem ser observados os preceitos legais de âmbitos nacional e estadual.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta todos os procedimentos adotados para investigações e desenvolvimento da pesquisa, os quais incluem as etapas de definição da área, análise temporal, atualização do mapa de risco, avaliação de impactos e análise das tipologias construtivas.

3.1 ETAPAS DE PESQUISA

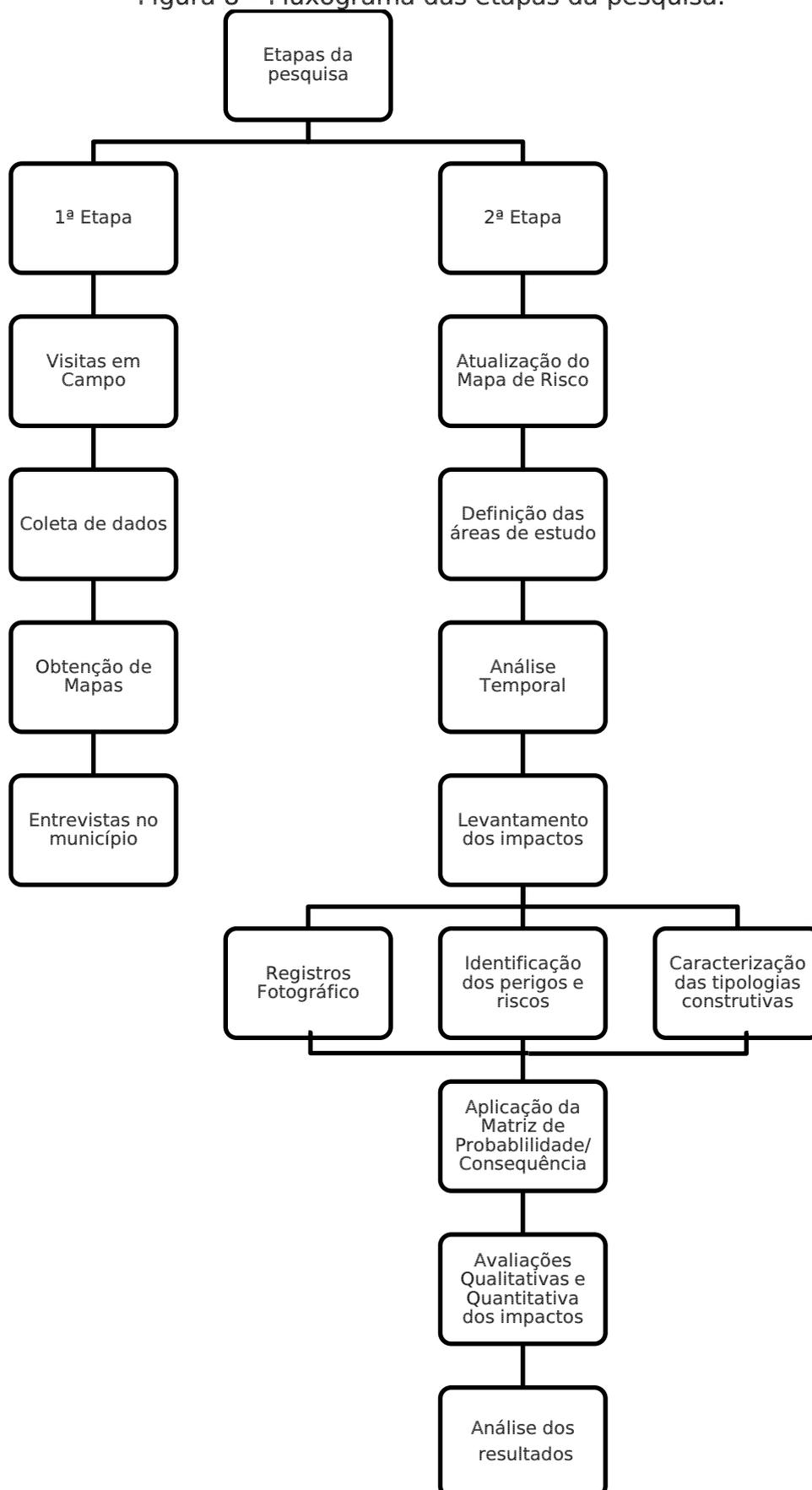
Para facilitar a orientação e proporcionar maior clareza para as ideias referentes à pesquisa, foi realizada uma organização estrutural da metodologia utilizada baseada em Oliveira, Carvalho e Júnior (2006) e Silva (2013), onde foi divididas em 2 etapas sequenciais. Este procedimento foi de mais valia para facilitar a compreensão do tema, bem como para a elaboração da dissertação, conforme se pode ver na Figura 8.

3.2 DESCRIÇÃO DA 1ª ETAPA

A primeira etapa da pesquisa foi realizada através de visitas em campo entre os meses de agosto de 2015 e abril de 2016, com o objetivo de realizar registros fotográficos da região, a fim de identificar as tipologias construtivas associadas a áreas de risco, observar os indicadores de perigos existentes para uso na avaliação.

A coleta de dados ocorreu através de entrevistas realizadas junto ao órgão gestor municipal, especificamente a Secretaria de Infraestrutura e Planejamento, com o intuito de obter informações a respeito da legislação aplicada, como o Plano do Diretor Municipal e Lei Orgânica, LOR nº1/2008, e da Defesa Civil do município, que é vinculada ao órgão, além de obtenção de mapas.

Figura 8 – Fluxograma das etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foram realizadas conversas informais e posteriormente entrevistas formais, com auxílio de questionários (Apêndice A), com a população. Além de visitas em pontos aleatórios no bairro de Penedo, onde foi possível obter informações mais detalhadas acerca das características locais em relação à infraestrutura existente e sobre as edificações.

3.3 DESCRIÇÃO DA 2ª ETAPA

Durante a primeira etapa, foi verificada a necessidade de se realizar uma atualização do mapa de risco na região, devido ao fato de que o mapa existente fora elaborado no ano de 2006 pela prefeitura.

Devido ao grande desenvolvimento regional e expansão urbana ocorridos nos últimos anos no município de São Lourenço da Mata, novas áreas foram ocupadas e modificaram a paisagem e as condições existentes.

Para realização da atualização dos mapas de risco ambientais, são gerados inicialmente três mapas derivados (deslizamentos, inundação e tecnológico) utilizando as cartas básicas e imagens aéreas georreferenciadas, associados com dados do projeto Pernambuco tridimensional (PE 3D), fornecidas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de Pernambuco (SDEC).

Na criação do mapa de risco ambiental atualizado, foram utilizados os programas *AutocaMAP 3D 2017* e o *QGIS Desktop 2.12.0 with GRASS 6.4.3* com o auxílio da extensão *Easy AHP*. A utilização da extensão que utiliza o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) fez-se necessária para reduzir o nível de subjetividade do processo, dando pesos ponderados a cada feição utilizada. Todo o material digital foi utilizado na projeção cartográfica UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e o Datum SIRGAS 2000 Zona 25S (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

Os parâmetros utilizados para o novo mapeamento foram baseados em adaptações dos utilizados em Faria et al. (2005), Faria (2011) e Torres (2014). Os atributos analisados foram os tipos das edificações (único ou múltiplos), declividade do relevo, distância da adutora, cobertura do solo (solo exposto e vegetação), e pedologia (solos aluvionais e podzólicos), conforme Tabela 1, transformados em camadas (*shapes*) utilizadas no *AutocaMAP 3D 2017* e o *QGIS Desktop 2.12.0*.

Tabela 1 – Exemplo Matriz de Correlação do Risco.

Matriz	Pavimento Único	Pavimento Múltiplos	Declividade	Distância Adutora	Solo exposto	Vegetação	Solo Aluvional	Solo Podzólico	Peso Proporcional	Ordem de Importância
Pavimento Único	1	1	1	7	3	7	5	3	23,6%	1º
Pavimento Múltiplos	1	1	1	7	3	7	5	3	23,6%	1º
Declividade	1	1	1	5	3	3	5	5	21,9%	3º
Distância Adutora	1/7	1/7	1/5	1	1/5	1/3	1	1	3,3%	8º
Solo exposto	1/3	1/3	1/3	5	1	5	3	5	13,6%	4º
Vegetação	1/7	1/7	1/3	3	1/5	1	1	1	4,8%	6º
Solo Aluvional	1/5	1/5	1/5	1	1/3	1	1	1/3	3,7%	7º
Solo Podzólico	1/3	1/3	1/5	1	1/5	1	3	1	5,6%	5º

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta metodologia, segundo Vargas (2015), consiste na elaboração de uma matriz quadrada onde os parâmetros são comparados por pares, diretamente entre si. Esta ponderação leva em consideração a intensidade de importância de um critério em relação a outro. Para isto, utiliza-se a escala fundamental de Saaty, que varia de 1 até 9 (SAATY; VARGAS, 2012; SAATY 2013), observada no Quadro 6.

Quadro 6 – Escala de fundamental de importância do Método AHP.

Intensidade de importância	Intensidade recíproca	Escala	Explicação
1	1	Mesma importância	Os dois parâmetros contribuem igualmente para o objetivo.
2	1/2	Fraco	Valor intermediário.
3	1/3	Moderada importância	Experiência e julgamento favorecem levemente uma alternativa em relação à outra.
4	1/4	Moderadamente mais importante	Valor intermediário.
5	1/5	Fortemente mais importante	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma alternativa em relação à outra.
6	1/6	Mais importante	Valor intermediário.
7	1/7	Significativamente de maior importância	Alternativa fortemente favorecida em relação à outra e sua dominância é demonstrada na prática.
8	1/8	Muito mais importante	Valor intermediário.
9	1/9	Extremamente mais importante	A evidência favorece uma alternativa em relação à outra, com grau de certeza mais elevado.

Fonte: modificada de Saaty (2013) e Vargas (2015).

Os valores da diagonal principal da matriz sempre terão como valor 1, já que está se comparando um parâmetro com ele mesmo. Na comparação, quando o parâmetro analisado que está na linha é mais importante do que o comparado, que se encontra na coluna na matriz simétrica, é atribuído na quadricula valores inteiros compreendidos entre 1 e 9.

No inverso, quando o parâmetro da coluna tiver mais importância do que se encontra na linha aplicasse a reciprocidade, o peso é atribuído com valores de 1 até 1/9. Os resultados obtidos com os julgamentos são colocados em uma matriz quadrada $n \times n$, repetindo este procedimento para todos os parâmetros da avaliação (PAULA; CERRI, 2012).

A partir dos resultados é possível se estabelecer uma hierarquização, que tem como objetivo a redução dos níveis de subjetividade os quais estão envolvidos, estabelecendo assim, qual é o parâmetro mais importante e que mais influencia na avaliação na matriz. A extensão *Easy AHP* coloca em disposição através da ordem de importância os parâmetros e posteriormente geram-se os mapas derivados.

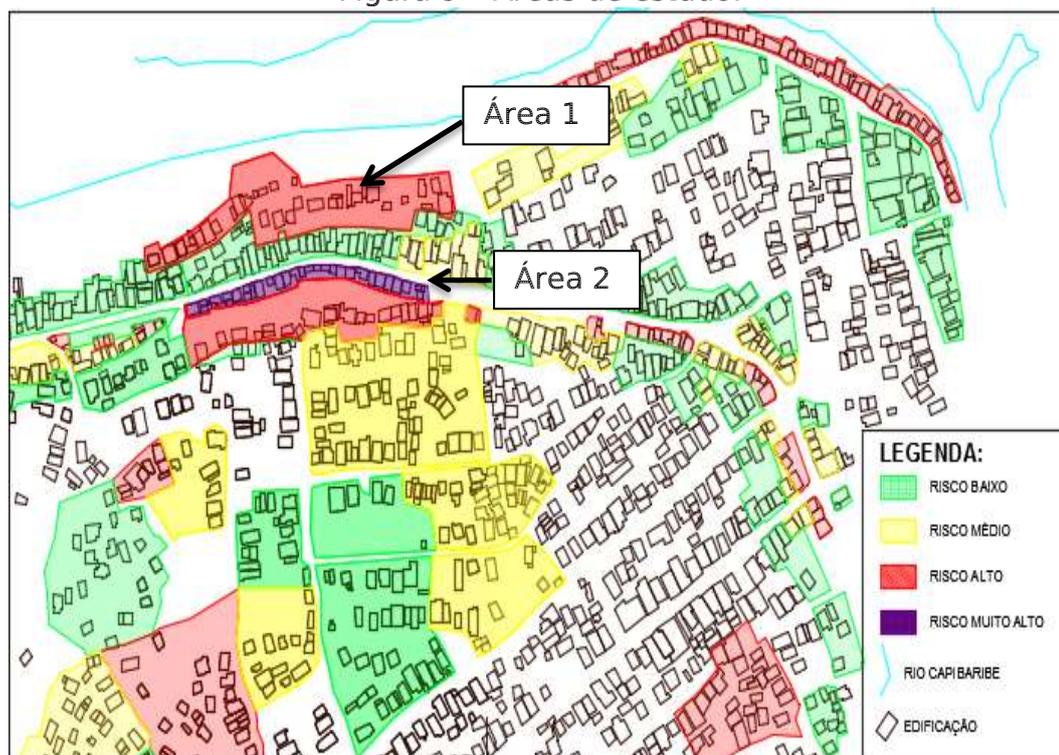
Para a obtenção do mapa final da atualização do mapa de risco ambiental, foi necessário realizar junção e justaposição dos mapas derivados (deslizamento, inundação e tecnológico), obedecendo às convenções adotadas. Na situação em que em um ponto houve sobreposição de níveis de risco diferentes, foi considerada como classificação, aquele que tem maior magnitude. No caso em que no mesmo local existiu a sobreposição com áreas de níveis iguais, foi feita a elevação da classe do risco.

A definição das áreas de estudo, foi obtida com base no produto da atualização do mapa de risco ambiental, foi realizada a seleção de duas áreas no bairro de Penedo, onde fossem classificadas como risco alto ou muito alto e estariam na proximidade uma da outra, com o objetivo de se obter características homogêneas entre elas.

De acordo com os critérios de seleção, no qual as áreas deveriam ser acima de risco alto e localidades próximas, uma das áreas escolhidas está estabelecida na margem do curso d'água, denominada de Área 1. A segunda, denominada de Área 2, localiza-se em uma encosta próxima, como visto na Figura 9.

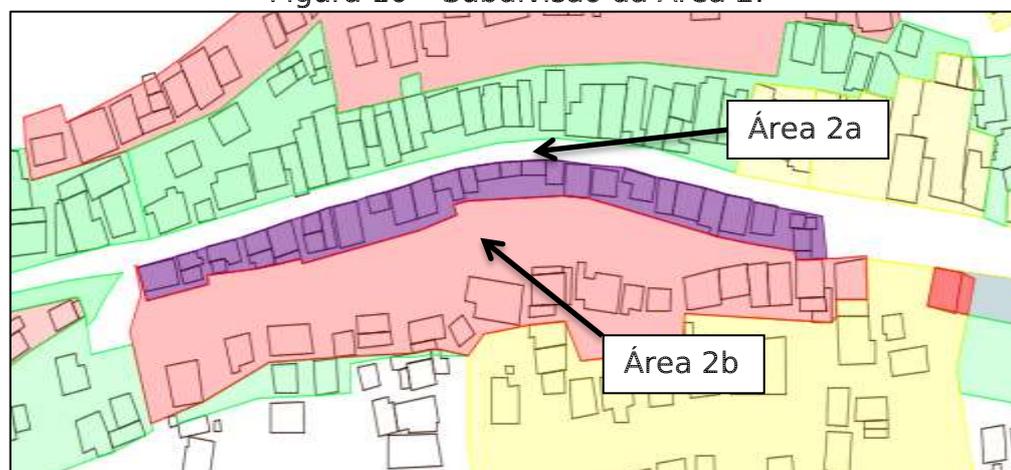
A Área 2 tem uma peculiaridade de possuir na encosta duas classificações de risco diferentes. O topo da encosta é classificado como risco alto, e a base é classificado como risco muito alto. Devido a este fato, a Área 2, foi separada e analisada individualmente. A base identificada de Área 2a e o topo identificado como 2b, como mostra a Figura 10

Figura 9 – Áreas de estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 10 – Subdivisão da Área 2.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda segundo os critérios estabelecidos, as áreas apresentam significativa taxa de ocupação urbana em APP, tanto em margem de rio como em encosta com declividade elevada, em situação fundiária irregular e construções que causam impactos ao meio ambiente, expondo pessoas a riscos ambientais.

Para a análise temporal, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento de dados a partir de fotografias aéreas das áreas de estudos, estas imagens foram obtidas junto a Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – CONDEPE/FIDEM (anos de 1974, 1981 e de 1997) e na Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa (ano de 2015).

O geoprocessamento utiliza programas de computador que permitem o uso de dados georreferenciados, que consiste em mapas, imagens, cartas topográficas associadas com coordenadas geográficas. Esta técnica apresenta bastante relevância no quesito de planejamento urbano.

O levantamento de impactos consistiu na identificação dos perigos e riscos a partir de observações realizadas durante as visitas em campo, com o suporte de registros fotográficos para garantir a veracidade dos fatos. Consequentemente, foram feitas as caracterizações das tipologias construtivas nas áreas selecionadas.

Para a avaliação dos impactos, foi utilizada a Matriz de probabilidade/consequência para facilitar a visualização e a valoração dos impactos sobre os diferentes componentes do ambiente, possibilitando uma análise qualitativa e quantitativa. Com o intuito de mais bem adequá-la aos objetivos da dissertação, foram realizadas modificações ao modelo proposto por Boldrin e Cutrin (2014), Leopold et al. (1971) e Silva (2013), detalhadas na secção 2.6.

Realizada a partir de associação as ações impactantes nas linhas, Quadro 7, principalmente referentes às tipologias construtivas, com as diversas características ambientais de sua área de influência como os fatores socioambientais, sendo divididos em meio físico, meio biótico e meio antrópico nas colunas, conforme Quadro 8. A matriz resultante será de ordem de 21×17 , resultando em 357 interações.

Quadro 7– Ações que podem causar impactos.

Ações impactantes		
Supressão de mata ciliar	Uso de tintas PVA	Fossa Séptica
Impermeabilização do solo	Telha de Fibrocimento	Lixo
Edificações pavimento único	Telha Cerâmica	Implantação de vias
Edificações pavimento múltiplo	Coberta de Laje de concreto armado	Pastagem
Uso de blocos cerâmicos	Sapata isolada	Educação ambiental
Revestimento Externo	Viga baldrame	Construção de áreas verdes públicas
Uso de tintas acrílicas	Esgoto	Recuperação de mata ciliar

Fonte: adaptado de Silva (2013).

Quadro 8 – Fatores socioambientais afetados.

Meio	Fatores socioambientais afetados
Físico	Alteração da qualidade da água Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade do ar Processos erosivos Alteração do microclima Curso natural das águas Diminuição da infiltração Aumento do escoamento superficial
Biótico	Flora Fauna Diminuição da biodiversidade
Antrópico	Risco de doenças Diminuição da qualidade de vida Risco de deslizamento Riscos de inundação Poluição visual Exclusão social

Fonte: adaptado de Silva (2013).

Para a magnitude foi utilizada uma escala de zero a cinco, conforme os seguintes detalhes:

- número 0 (zero) – nenhum impacto causado;
- número 1 (um) – impacto muito baixo;

- número 2 (dois) – impacto de baixo grau;
- número 3 (três) – impacto de médio grau;
- número 4 (quatro) – impacto de alto grau; e
- número 5 (cinco) – impacto de altíssimo grau.

A atribuição dos valores aos impactos foi realizada de forma perceptiva de observação do avaliador, não tendo a pretensão de serem as únicas possibilidades. Para uma maior precisão e profundidade na avaliação de impactos ambientais é necessária a atuação de uma equipe multidisciplinar.

O índice global é obtido através da soma de cada atividade e fator, linhas e colunas da matriz de interação respectivamente. Posteriormente é realizado o cálculo do índice global da matriz, onde os valores encontrados anteriormente são agregados. De posse deste dado, será possível identificar quais das atividades relacionadas impactam mais o ambiente, e quais fatores ambientais sofrem mais consequências de tais atos.

Estes valores nas ações (linhas) podem variar de 0 a 85, tanto positivos quanto negativos, dependendo dos valores atribuídos para cada interação durante a avaliação. Com relação aos fatores ambientais (colunas), o montante fica entre 0 e 105, também variando se são impactos positivos ou negativos.

Para a avaliação qualitativa foram verificados os impactos ambientais das interações com relação à reversibilidade, extensão e origem. Na reversibilidade é classificado se o fato é reversível ou irreversível, sendo a primeira o ambiente volta às suas condições naturais quando a ação causadora é cessada, e a segunda quando esse retorno não acontece em uma escala de tempo aceitável.

Com relação à extensão do impacto, sua classificação pode ser local ou

regional. A local acontece em uma área limitada, próximo à ação. A regional se caracteriza quando o impacto atingiu um alcance maior do que a local. Quanto à origem, se divide em direto e indireto, sendo a primeira resultado de uma simples relação de causa e efeito, e a segunda provocada por uma reação derivada de um impacto direto, ou de uma série dela.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Serão abordados neste capítulo os atributos gerais do Município de São Lourenço da Mata, apresentando as principais características como: geologia, pedologia, relevo, vegetação e áreas de risco.

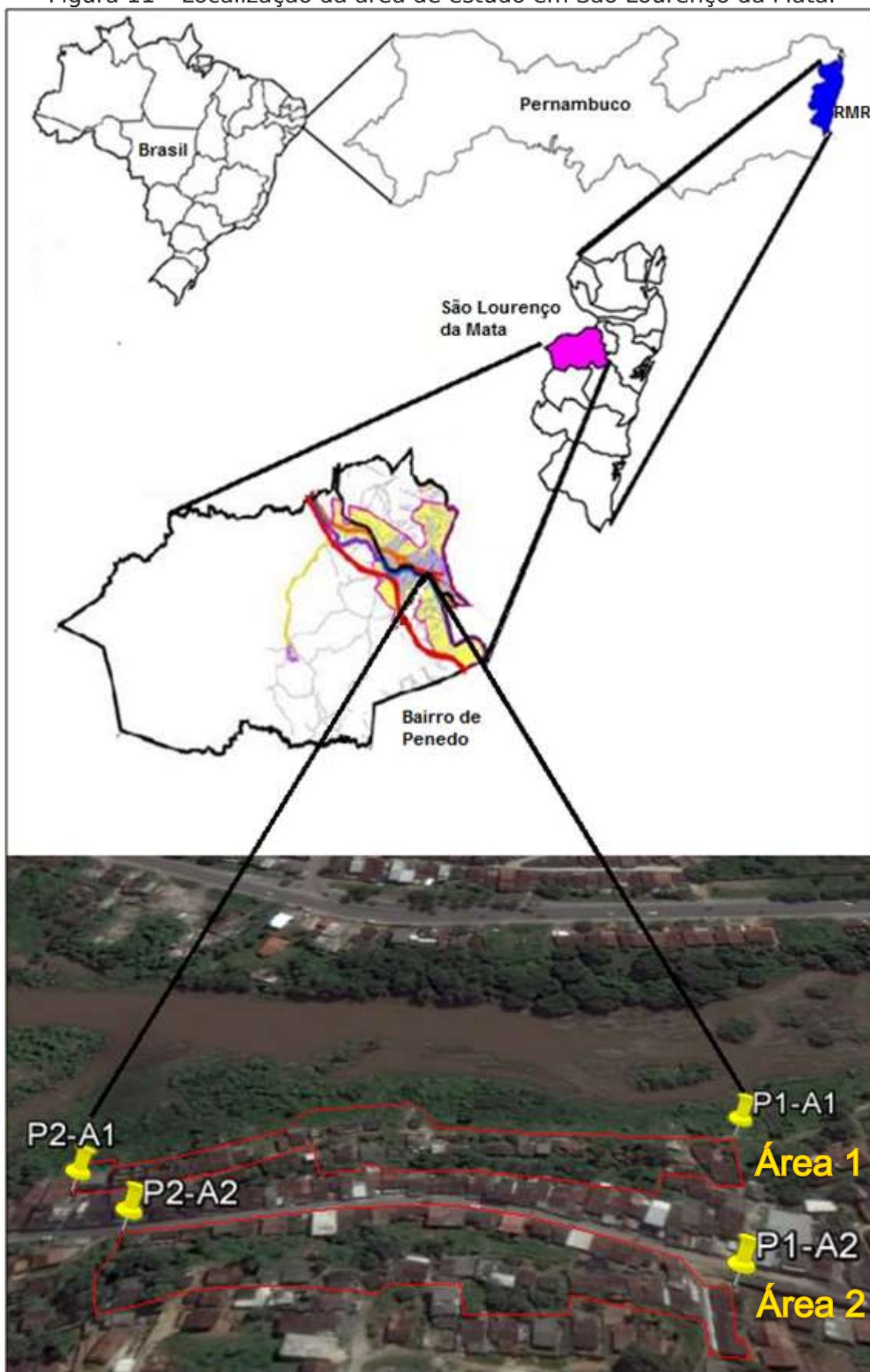
4.1 LOCALIZAÇÃO

O estudo foi realizado especificamente em duas áreas classificadas como de risco alto e/ou muito alto no bairro de Penedo, no município de São Lourenço da Mata que se localiza na Região Metropolitana do Recife (RMR) circundado pelas cidades de Paudalho, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Recife, Camaragibe, Vitória de Santo Antão e Chã de Alegria (SILVA, 2013; SOUSA et al., 2012), como mostra a Figura 11.

São Lourenço da Mata se localiza a uma latitude 08°00'08" sul e a uma longitude 35°01'06" oeste, estando a uma altitude média de 58 metros. Distancia-se de Recife aproximadamente 18km, possui uma extensão territorial de 263,106 km², o que representa 9,5% da área total da RMR. Sua população no censo de 2010 era de 102.895, para o ano de 2016 é estimada em 111.197 habitantes, resultando em uma densidade demográfica 392,57 hab/km² (IBGE, 2016b).

Das áreas selecionadas para estudo, a primeira está localizada entre as coordenadas 9.114.776,102(N) – 276.632,944(E) (P1-A1) e 9.114.710,117(N) – 276.397,407(E) (P2-A1). A segunda área se localiza entre as coordenadas 9.114.690,688(N) – 276.555,957(E) (P1-A2) e 9.114.690,688(N) – 276.555,935(E) (P2-A2), referenciada na projeção cartográfica UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e o Datum SIRGAS 2000 Zona 25S (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

Figura 11 – Localização da área de estudo em São Lourenço da Mata.



Fonte: Próprio autor com auxílio do *Google Maps*.

4.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

A cidade de São Lourenço da Mata está em um processo dinâmico e complexo de mudanças e desenvolvimento, como toda RMR. A sua malha urbana se encontra em constante crescimento devido a grandes investimentos da iniciativa privada, principalmente a partir do ano de 2010.

Esses investimentos estão na instalação de indústrias que modificam as características naturais do meio ambiente, a qualidade dos recursos naturais e conseqüentemente a qualidade de vida da população. Um exemplo disso é a Arena de Pernambuco, construída para a Copa Mundo FIFA em 2014, e que tem vários outros investimento em seu entorno (SOUSA et al., 2012).

Um considerável crescimento da população urbana ocorreu na década de 1970, provavelmente pela construção do Bairro/Conjunto Residencial Parque Capibaribe, que data desta época. Já na década de 1980 houve uma grande redução desta população, em consequência da transformação do Distrito de Camaragibe em município.

Na década de 1990 a população urbana volta a ter crescimento associado ao gradativo decréscimo de população rural, denotando um êxodo. Observa-se que a população urbana aumentou ao longo dos anos da série histórica, enquanto a rural decresceu nos anos, voltando a crescer em 2010, como visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Contagem populacional ao longo dos anos.

População	1991	2000	2007	2010
Urbana	71.323	83.543	89.725	96.777
Rural	14.538	6.859	5.579	6.118
Total	85.861	90.402	95.304	102.895

Fonte: Silva (2013) e IBGE (2016a).

Pode-se observar que ao longo do período, a população total aumentou mais de 20%, sendo que a taxa na área urbana foi de 35% e na zona rural a taxa de encolhimento foi de 42%, reforçando a grande tendência existente de êxodo rural, aliado a outros fatores para o incremento da população urbana.

No município, existem 30.341 domicílios particulares permanentes ocupados, onde pode ser observada a quantidade e as formas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo dos domicílios particular permanente total e em aglomerados subnormais, respectivamente, como mostra a Tabela 3 (IBGE, 2016b).

Tabela 3 – Dados sobre os domicílios em número de edificações.

Abastecimento de Água		Sanitário no interior do domicílio		Sanitário no exterior do domicílio		Coleta de lixo	
Rede geral de distribuição:	22.861	Rede geral de esgoto ou pluvial:	9.340	Rede geral de esgoto ou pluvial:	142	Coletado Prefeitura:	25.016
Poço ou nascente na propriedade:	3.958	Fossa séptica:	2.269	Fossa séptica:	39	Queimado:	2.283
Poço ou nascente fora da propriedade:	2.923	Fossa rudimentar:	13.097	Fossa rudimentar:	1.256	Enterrado:	59
Armazenamento de água de chuva:	37	Vala:	1.684	Vala:	116	Jogado em terreno baldio ou logradouro:	2.753
Rios, açudes, lagos, igarapés:	207	Lançado em rio, lago ou mar:	1.391	Lançado em rio, lago ou mar:	62	Jogado em rio, lago ou mar:	128
Carro pipa:	39	Outro tipo:	268	Outro tipo:	129	Outro destino:	78
Outra forma:	292						

Fonte: IBGE (2016b).

O município apresenta Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,653, classificado dentro da faixa Médio e acima do IDHM brasileiro que é de 0,615 (IBGE, 2016b). O IDHM é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. Sua medida que varia de 0 a 1, onde quanto se tem uma nota mais próxima de 1, maior o desenvolvimento

humano.

Segundo Silva (2013), quanto ao aspecto econômico, o nível de renda da população é baixo, devido principalmente à exclusão social que marca o município de São Lourenço da Mata como uma cidade em decadência econômica e social. A economia formal existente é composta pelos setores de comércio, serviços de pequenas e médias empresas e da administração pública.

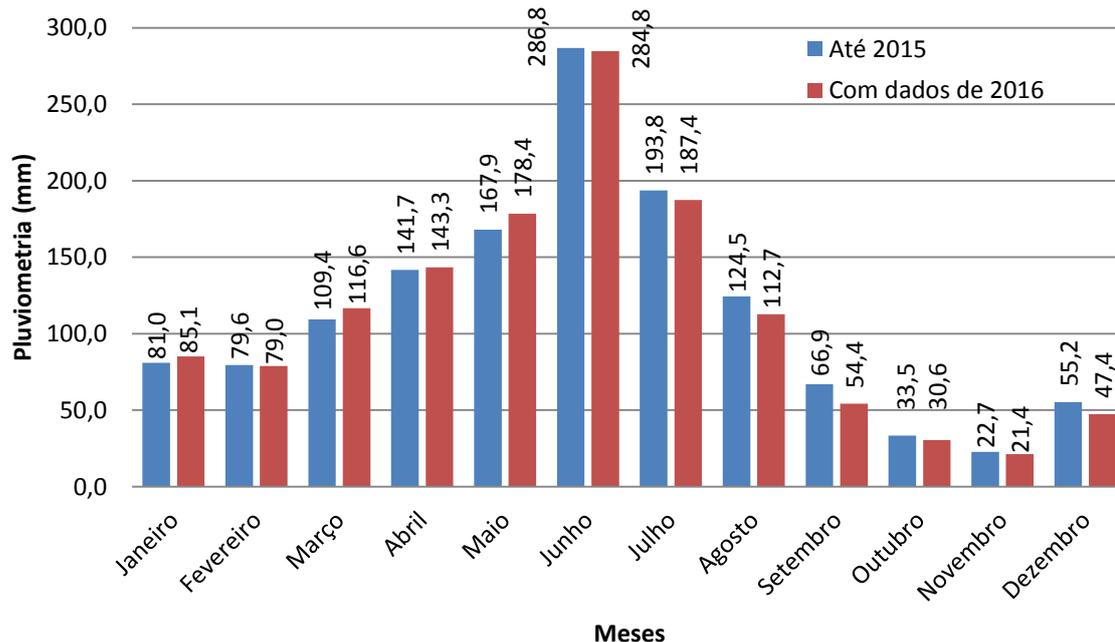
4.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.3.1 Clima

O município apresenta um clima de transição do tipo tropical chuvoso, quente e úmido, com verão quente e seco e o período chuvoso e temperatura amena começando no outono/inverno, tendo início em abril e término em agosto, conforme pode ser visto na Figura 12, onde mostra a média mensal da pluviometria em mm durante o período de janeiro de 2000 a setembro de 2016, obtida através do monitoramento pluviométrico no Posto 267 de São Lourenço da Mata (Tapacurá), conforme Tabela 4.

Durante os anos, pode ser observada uma média de 1.358 mm anuais, conforme Figura 13. Valor próximo ao dado oferecido pela prefeitura municipal, com diferença de 17 mm a mais por ano. Em 2006 e 2012 tiveram as menores taxas pluviométricas da série, em contrapartida os anos anteriores de 2004 e 2011 foram os mais chuvosos no município.

Figura 12 – Média Pluviométrica (mm).



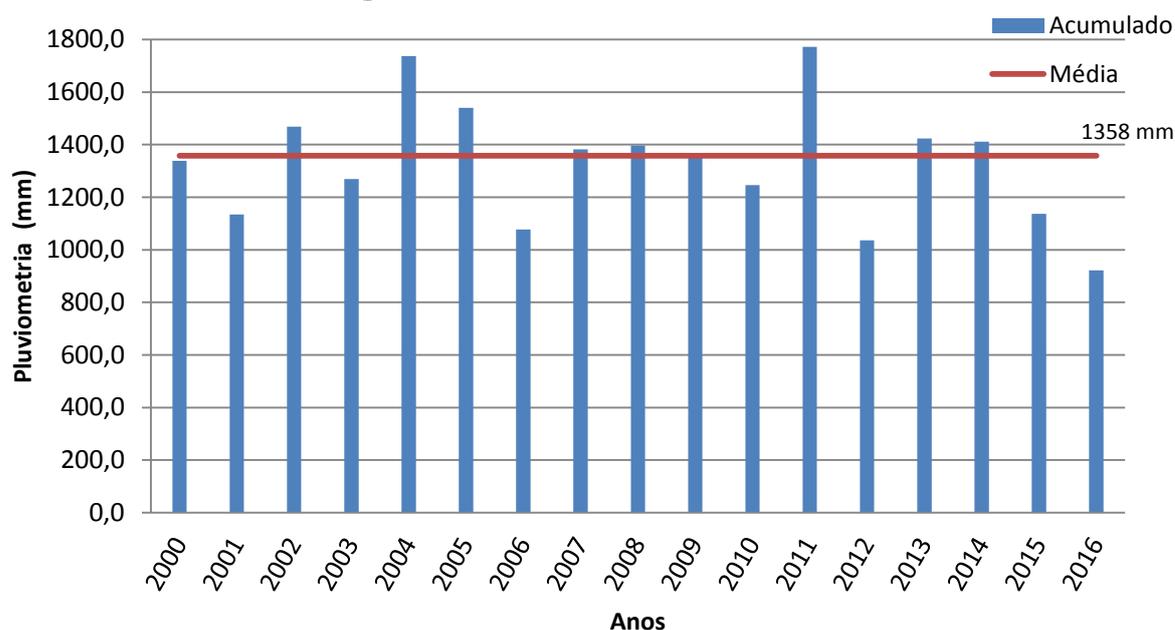
Fonte: APAC (2016).

Tabela 4 – Pluviosidade mensal em mm do Posto 267, São Lourenço da Mata (Tapacurá).

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Malo	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2000	124,2	49,4	32,6	149,4	68,6	107,5	141,2	217,0	234,1	52,0	25,4	137,4
2001	52,2	10,8	112,4	102,4	41,0	300,6	157,4	122,6	80,4	68,0	19,0	67,3
2002	156,8	104,5	151,2	37,0	172,2	408,4	231,5	80,8	37,0	25,0	50,4	14,2
2003	33,2	159,0	224,4	107,5	148,1	278,0	80,9	95,0	79,7	25,3	12,2	26,5
2004	220,4	185,3	128,6	173,5	209,2	422,7	220,8	82,6	75,7	5,7	7,9	4,0
2005	4,2	74,9	37,3	95,6	277,2	618,2	124,7	186,9	9,6	24,8	1,8	85,5
2006	31,0	2,9	66,5	153,1	139,1	309,2	114,2	74,4	24,8	18,7	49,2	94,0
2007	68,3	85,4	125,3	217,0	152,1	297,4	99,0	129,2	112,8	13,6	16,6	65,3
2008	130,0	16,7	218,6	169,9	194,1	162,9	249,7	180,7	42,9	31,8	-	-
2009	27,8	229,2	73,4	233,7	110,8	178,9	234,1	178,4	40,0	4,0	20,4	26,2
2010	72,4	37,9	88,6	148,6	60,4	448,8	136,2	133,4	34,6	17,4	15,8	52,2
2011	86,4	52,0	89,0	322,1	466,2	208,1	326,5	102,3	16,7	29,9	55,6	16,8
2012	186,5	131,4	82,0	9,0	135,8	167,0	192,5	43,9	7,7	45,1	1,9	32,9
2013	54,7	22,8	43,4	169,2	176,9	279,1	218,4	202,3	63,8	66,3	41,6	85,4
2014	38,4	70,2	165,5	146,4	257,1	174,8	133,2	92,3	198,2	99,6	13,3	22,2
2015	9,0	40,6	111,9	32,2	77,8	226,6	439,7	69,7	12,5	8,2	9,6	98,8
2016	194,2	39,5	155,0	177,8	247,2	73,4	32,6	16,9	20,7	2,6	4,0	11,6

Fonte: APAC (2016).

Figura 13 – Acumulado de chuvas.



Fonte: APAC (2016).

Segundo a Classificação Köppen-Geiger, apresenta como clima *As'*, que significa tropical com fortes índices de precipitação anual – acima da taxa de evapotranspiração potencial anual – ocorrendo principalmente durante o Inverno-outono.

A umidade relativa do ar se apresenta na ordem de 80%. A pluviosidade anual varia de 1.000 mm a 2.000 mm/ano e a temperatura média anual é de 25°C. No verão, as temperaturas têm como máximos entre 27°C e 32°C e mínimas entre 19°C e 22°C. No inverno, as temperaturas ficam amenas com máximas entre 23°C e 28°C, e mínimas entre 15°C e 20°C com pluviosidade elevada, a média anual é de 1300,9 mm (São Lourenço da Mata, 2016; SILVA, 2013).

As altas taxas de umidade e a temperatura elevada da RMR favorecem o intemperismo químico, que decompõem os minerais mais frágeis. Isto tem forte implicação nos processos de deslizamento, já que os grãos arenosos dos sedimentos da Formação Barreiras contribuem para aumentar o conteúdo de argila, favorecendo os escorregamentos de encostas (BANDEIRA, 2003).

4.3.2 Geologia

A geologia do município apresenta três unidades geológicas principais segundo Silva (2013): Embasamento cristalino, Sedimentos da Formação Barreiras e Depósitos Aluvionares.

As rochas do embasamento cristalino formam um substrato rochoso parcialmente recoberto pelo seu solo residual, em alguns pontos pela Formação Barreiras e pelos sedimentos fluviais recentes.

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (2006), a maioria do território do município apresenta Embasamento Cristalino, de Domínio dos Complexos Gnaisses-Mignátios e Graníticos nomeado *52n*, que corresponde a predomínio de gnaisses ortoderivados, podendo apresentar porções migmatíticas de domínio de colinas amplas e suaves, características facilmente visualizadas como na Figura 14.

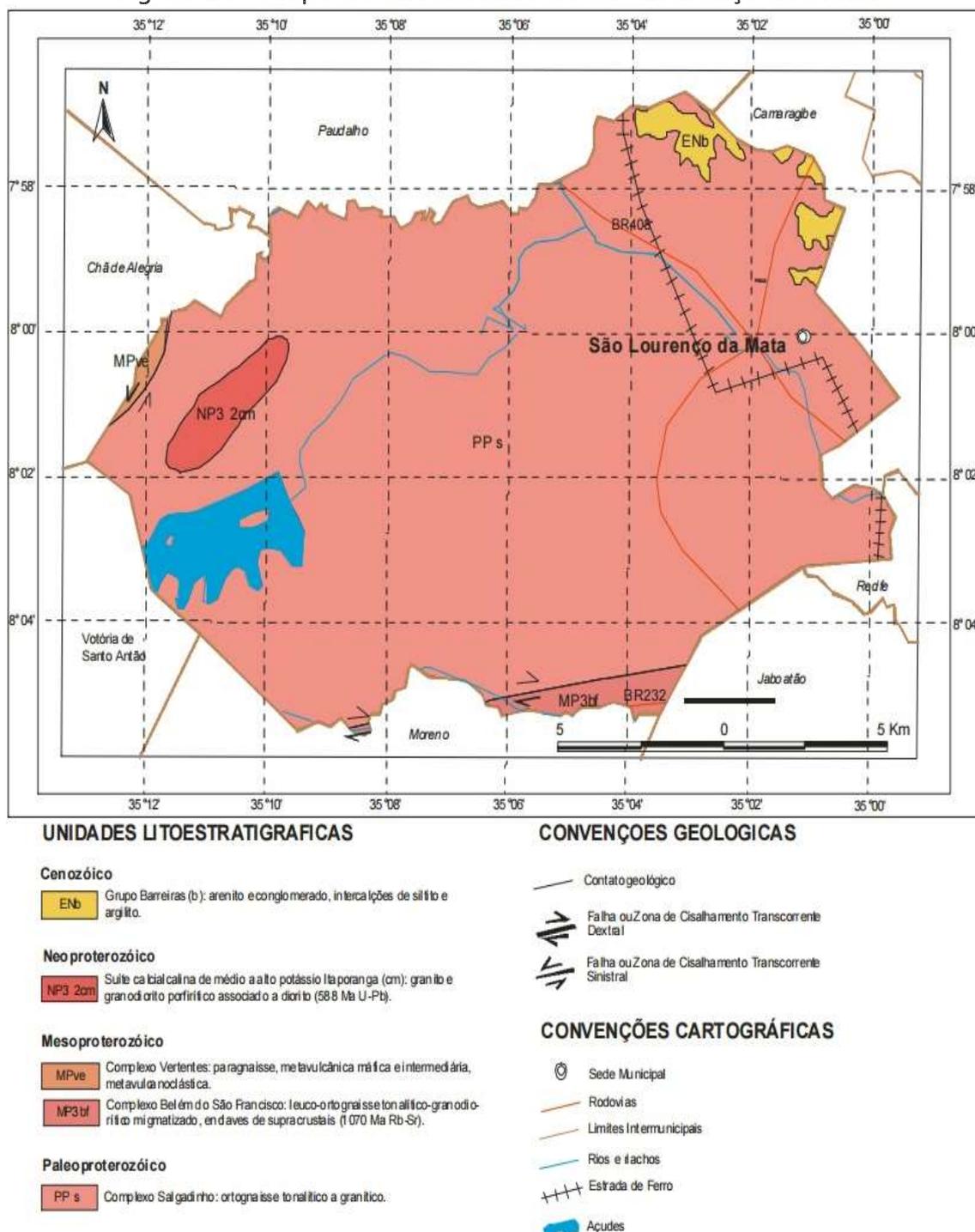
Apresenta facilidades para a percolação devido a descontinuidades na superfície planar, o que expõe a riscos a intemperismos e erosão de solos, podendo em áreas de encostas e taludes de corte provocar desprendimento de blocos e placas rochosas.

Em contrapartida, essa geologia possibilita que as edificações de grande porte possam ser instaladas nesses locais, pois suportam a fundação destes tipos de obras, adequado para uma área em expansão industrial e imobiliário.

A Formação Barreiras é uma unidade de origem sedimentar, que no município se apresenta em sua porção nordeste geologia com classificação do Domínio *9g*, que representa os Sedimentos Cenozóicos que são pouco a moderadamente associados a Tabuleiros com alternância irregular entre as camadas de sedimentos, onde ocorrem sedimentos com

argilominerais expansivas (CPRM, 2006), que podem causar deformações no solo e trincas nas edificações.

Figura 14 – Mapa Geodiversidade de São Lourenço da Mata.



Fonte: CPRM (2005).

Os Depósitos Aluvionares, são sedimentos recentes, transportados de regiões a montante através de forças gravitacionais e hidrológicas, tem

como característica de serem homogêneos comparados a amostras de regiões próximas.

4.3.3 Solo/Pedologia

Na região de estudo podem ser encontrados solos rasos com quatro tipos de solos conforme Figura 15, que são o Latossolo Amarelo, Podzólico Amarelo, Gleissolo, e Aluvional (EMBRAPA, 2001).

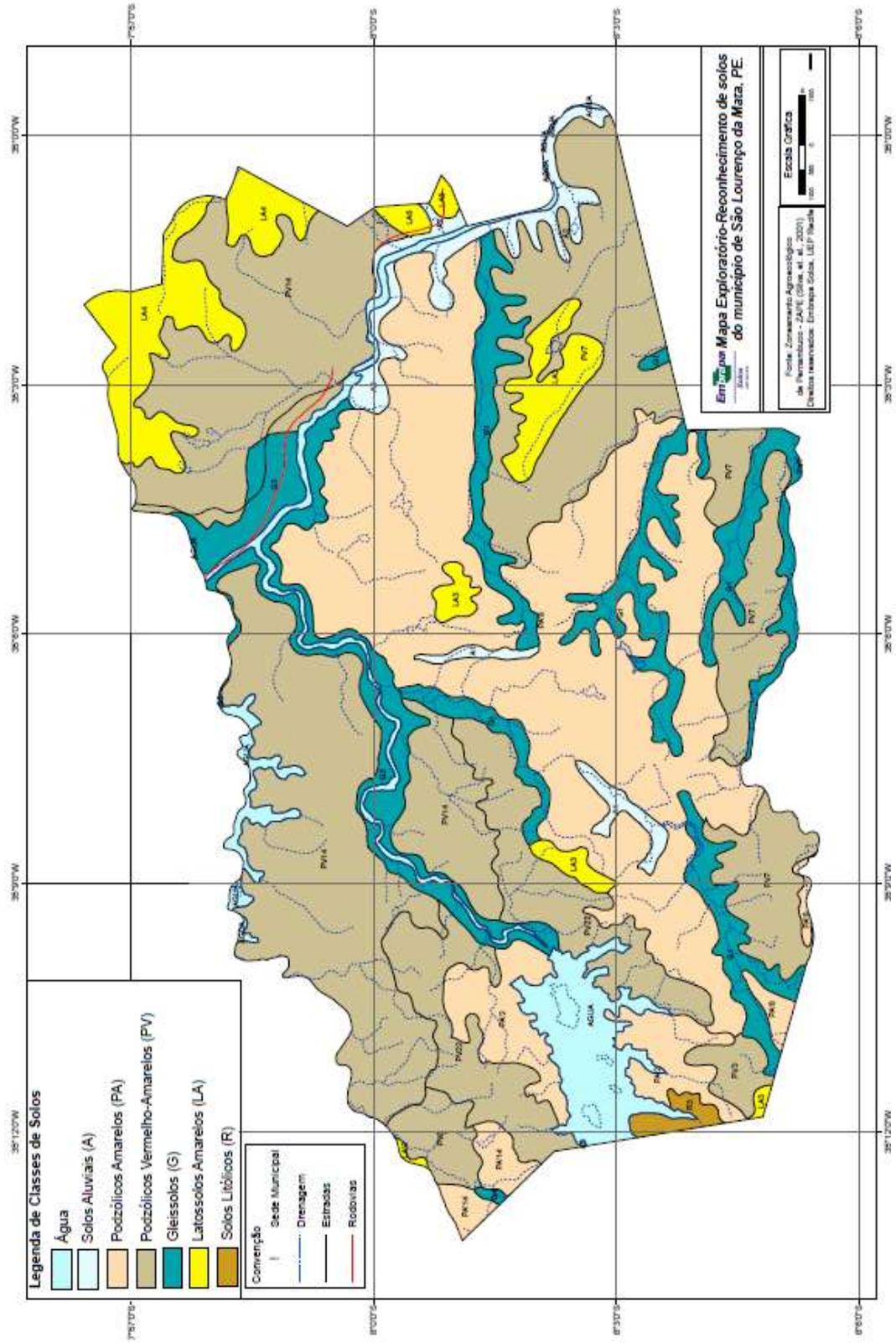
Essa característica, juntamente com as descritas na seção 3.3.2 possibilitam a rápida e fácil infiltração de água no solo, podendo carrear consigo poluentes para os lençóis freáticos (CPRM, 2006).

Latossolo Amarelo ocorre tipicamente nos topos dos Tabuleiros Costeiros, assim como em grande parte da Amazônia, sendo profundos e bem drenados (CPRM, 2005). Possui como característica alta concentração de Alumínio (Al^{3+}) e baixo teor de Ferro (Fe_2O_3), devido à característica da rocha matriz. Os torrões de solo apresentam grande coesão, esta coesão tende a diminuir em um solo mais arenoso (RESENDE et al., 2007).

Os Podzólico Amarelo se encontram nas vertentes íngremes, sendo pouco a medianamente profundos e bem drenados (CPRM, 2005). É originário do grupo Barreiras muito comum nos Platôs Litorâneos e na Amazônia, apresenta baixos teores de ferro (RESENDE et al., 2007).

De acordo com Resende et. al. (2007), Gleissolo é um solo hidromórfico que ocorre em áreas de várzea e nos fundos de vales estreitos. Apresenta camadas de solos orgânicos espessos e encharcados, sendo temporário. Semelhante aos solos Aluviais que apresentam camadas pouco espessas sobre camadas estratificadas ao longo de leitos de rio.

Figura 15 – Mapa de Solo de São Lourenço da Mata.



Fonte: Embrapa (2001).

4.3.4 Relevo

O relevo de São Lourenço da Mata tem características de encostas, principalmente nas áreas que apresentam vales amenos e solos férteis, cortadas pelo Rio Capibaribe e outros afluentes, conforme Figura 16. Apresenta relevo de colinas, planícies e tabuleiros (SILVA, 2013).

Segundo Pires Advogados & Consultores (2012), na região são encontradas duas unidades morfológicas: o planalto rebaixado litorâneo e a planície costeira. O primeiro se refere a uma região que apresenta morfologia a de morros do embasamento cristalino. A segunda representada na área pela planície aluvial de inundação do rio Capibaribe.

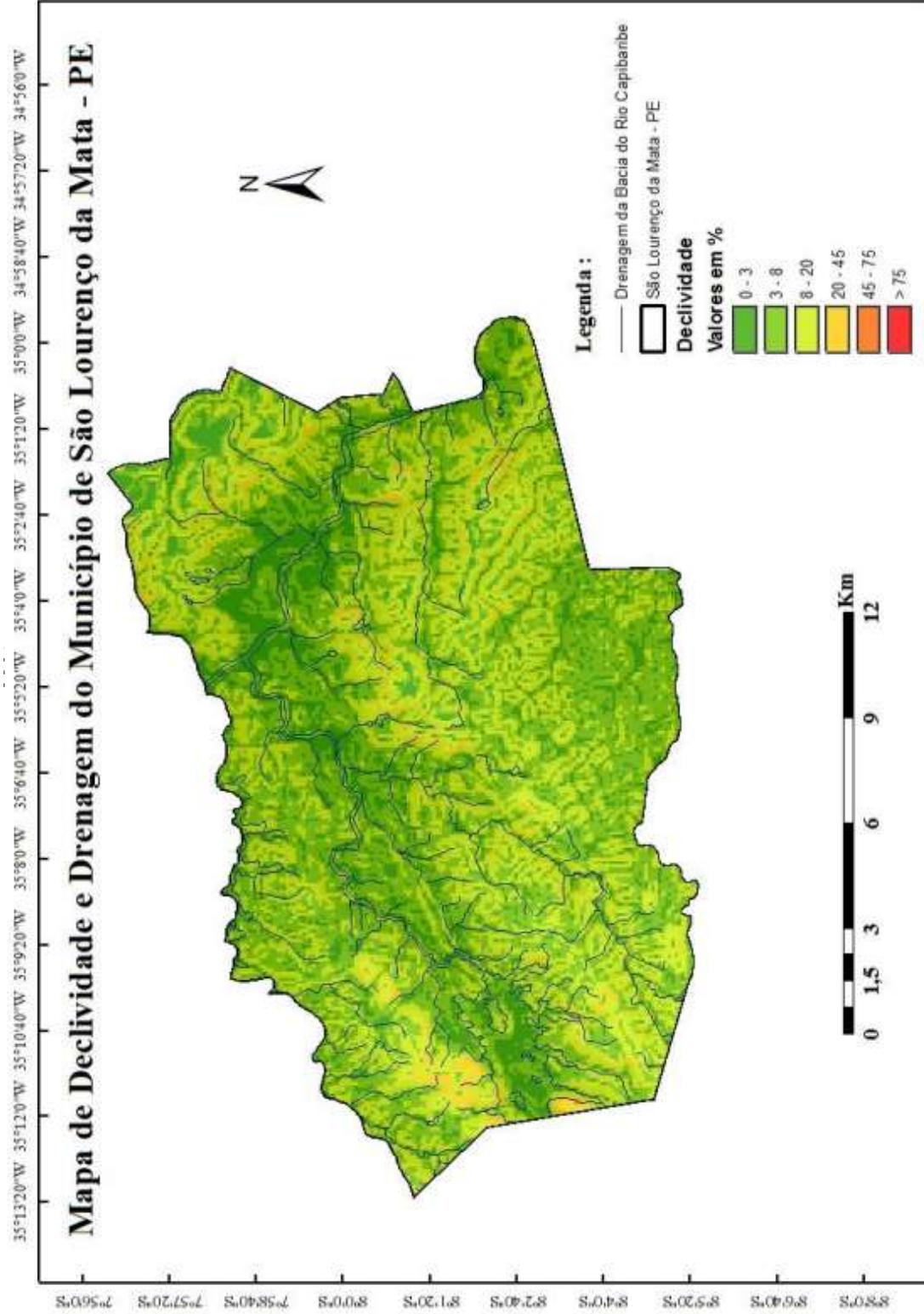
As declividades encontradas variam de 0 – 3% a 20 – 45%, sendo os valores de 20 – 45% considerados altos e de potencial causador de vulnerabilidade ambiental, sendo seu relevo classificado como fortemente ondulado.

O planalto litorâneo rebaixado corresponde às áreas elevadas com relevo ondulado (30 a 100 m), moldado sobre o embasamento cristalino ou em solo residual, formado a partir do intemperismo de rochas cristalinas, que é utilizado como material de empréstimo para aterro.

4.3.5 Vegetação

A vegetação do Município é predominantemente de remanescentes da Mata Atlântica, capoeiras, capoeirinha, vegetação arbustiva e culturas com predominância da cana-de-açúcar. O Município possui seis Reservas Ecológicas Estaduais: Mata do Quizanga (228,96 ha), Mata de Tapacurá (100,92 ha) – conforme Figura 17, Mata do Engenho Tapacurá (316,32 ha), Mata do Toró (80,70 ha), Mata do Camucim (40,24 ha), Mata do Outeiro do Pedro (51,24 ha) (SÃO LOURENÇO DA MATA, 2006).

Figura 16 – Relevo em são Lourenço da



Fonte: Cabral, Santos e Silva (2013).

Figura 17 – Mata de Tapacurá.



Fonte: São Lourenço da Mata (2016).

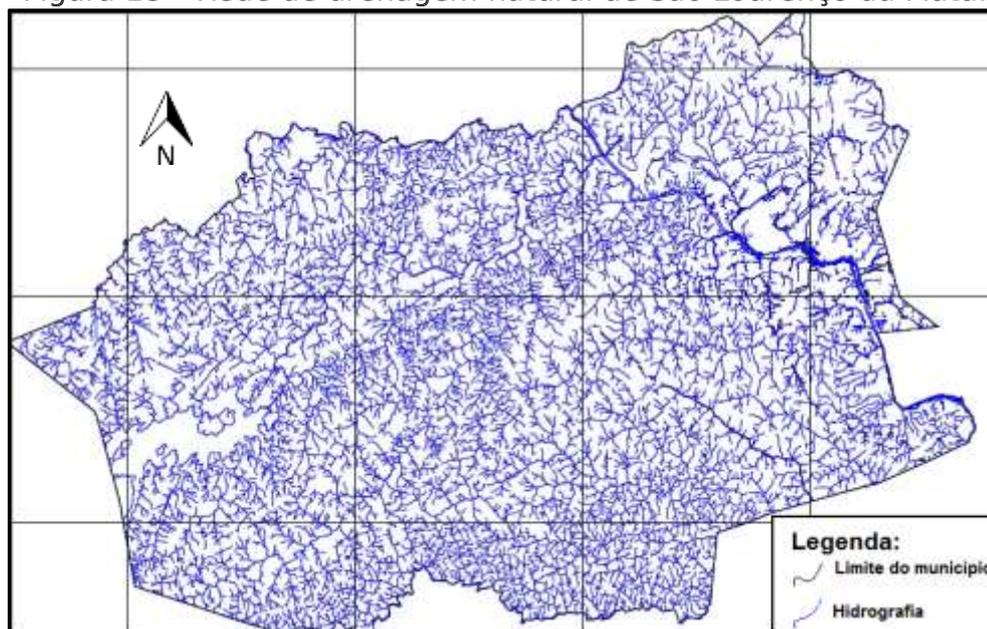
A exploração da mata ocorria de forma intensa nas margens do rio, para facilitar a subsistência dos invasores que caçavam, pescavam e cortavam o Pau-Brasil, sem nenhuma restrição, por não haver legislação na época que impedissem ou controlassem essas ações, utilizando ao máximo toda a riqueza natural da região.

4.3.6 Hidrografia local

São Lourenço da Mata possui malha hídrica definida por uma rede de drenagem natural, Figura 18, localizando-se dentro dos seus perímetros os rios Tapacurá, Goitá, Duas Unas, Pixaó, Várzea do Una, e Capibaribe; e as represas de Duas Unas, Goitá, Tapacurá e Várzea do Uma (SÃO LOURENÇO DA MATA, 2016).

A barragem de Tapacurá, que tem uma capacidade máxima de 94.200.000 m³, faz parte da Bacia do Capibaribe e tem como principal finalidade abastecer Camaragibe, Jaboatão, Recife e São Lourenço da Mata.

Figura 18 – Rede de drenagem natural de São Lourenço da Mata.



Fonte: São Lourenço da Mata (2006).

O rio Capibaribe se encontra em um estado de poluição muito elevado, devido ao fato de cortar várias cidades importantes durante o seu percurso, onde recebe resíduos sólidos, líquidos, orgânicos, inorgânicos, industriais e agrícolas, além de possuir altas taxas de assoreamento em trechos do rio onde o seu leito não é rochoso, devido ao desmatamento de suas margens acontecidas ao longo dos séculos e por ocupações irregulares, diminuindo a variedade da biota da bacia hidrográfica (SILVA, 2013).

4.3.7 Áreas de Risco

Existe um consenso comum de que grande parte das áreas urbanizadas do município de São Lourenço da Mata se constitui de habitações de baixo padrão construtivo, caracterizadas pelo crescimento espontâneo desordenado da região, com predominância de ocupações irregulares, muitas em áreas de risco, com prejuízo ao ambiente natural e representando perigo à população.

De acordo com Cabral, Santos e Silva (2013), a área urbana do município representa bem toda essa dinâmica habitacional irregular, onde

historicamente indivíduos se instalam em áreas de riscos geomorfológicos e hidrológicos. Este fato acontece devido a estas áreas possuírem valores abaixo do mercado e localizarem próximos a locais importantes.

Segundo estudo divulgado pela Secretária de Recursos Hídricos em PROJETEC-BRLi (2010), São Lourenço da Mata está entre os municípios mais afetados por desastres naturais na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe, sendo registrados proporcionalmente maiores números de deslizamentos, seguido de inundações. Esses tipos de desastres podem se agravar se não houver um plano estadual de gestão integrada de riscos, agregando as instâncias governamentais, não governamentais e sociedade.

O município já sofreu sérios problemas de inundações, enxurradas bruscas e até enchentes. Nos anos de 1924 e 1965 ocorreram grandes enchentes na região, mas a maior delas registrada foi a de 1975, quando a água subiu 1,20 m, causando inúmeros prejuízos ao comércio, ao transporte, destruições de pontes, residências e em diversos trechos da cidade. Com essa catástrofe, o governo federal determinou medidas de contenção das águas do Rio Capibaribe, com a construção da Barragem de Carpina, inaugurada em 1978 (SILVA, 2013, p.50).

No município são mapeadas 117 áreas de riscos, conforme Tabela 5. A maioria dessas áreas se encontra em encostas de ocupação antiga, próximas ao centro do município e de antigas indústrias (SÃO LOURENÇO DA MATA, 2006).

Devido às características geológicas, de relevo e pedologia da área, juntamente com o clima, existem grandes riscos de deslizamentos e erosão nas áreas, que foram ocupadas irregularmente ao longo dos anos.

Nas áreas de encostas ocorrem cortes e aterros inadequados para a segurança das casas, desmatamentos, lançamentos concentrados de águas servidas e construção de fossas nas bordas do talude, aumentando a infiltração e a sobrecarga que contribuem para a instabilidade das encostas.

Tabela 5 – Resumo das Áreas de Risco em 2006.

Grau de Risco	Quantidade
Baixo	34
Médio	27
Alto	55
Muito Alto	1

Fonte: São Lourenço da Mata (2006).

Nas margens do rio Capibaribe, observam-se extensas áreas descaracterizadas, que cederam lugar às pastagens, plantios de espécies exóticas como cana-de-açúcar e bananeiras, misturadas à vegetação arbustiva espontânea, além das ocupações indevidas através de edificações, conforme Figura 19.

Figura 19 – Modificações na margem do rio Capibaribe no bairro de Penedo.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Como critérios para a classificação do grau de risco no mapeamento em 2006 (SÃO LOURENÇO DA MATA, 2006), foram utilizados os processos erosivos, a instabilidade das encostas, as inundações e as enchentes (SILVA, 2013). Dados estes que devem ser considerados, no entanto se encontram desatualizado, o que não corresponde mais a realidade encontrada no bairro.

4.4 BAIRRO DE PENEDO

Penedo é um bairro que se localiza ao sul da sede do Município de São Lourenço da Mata, na margem direita do rio Capibaribe, distante 1,5 km do centro, como vista na Figura 20. Faz parte dos 25 bairros e distritos do município.

Figura 20 – Bairro de Penedo.



Fonte: Google Maps (2016).

Em levantamento realizado pelo autor, a área do bairro de Penedo é de 11,95 km², representando 4,5% da área do município. Apresentando 4.312 edificações, equivalente a 14,21% das edificações existentes em São Lourenço da Mata.

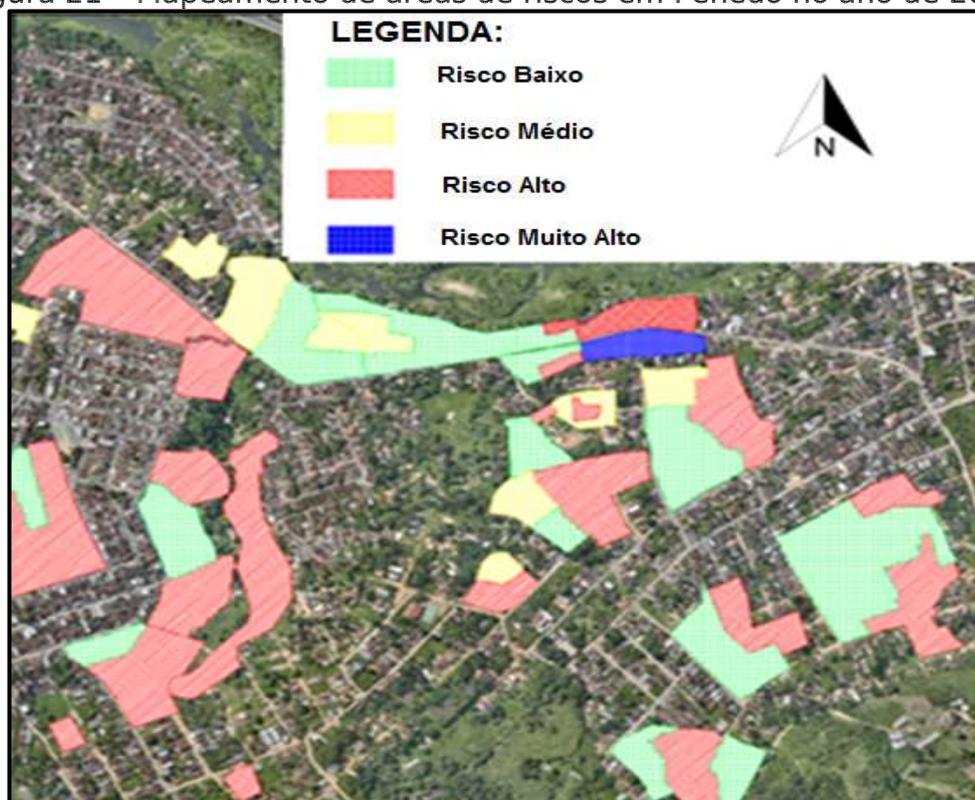
O bairro tem na sua região norte, próxima ao centro, estrutura bem

consolidada, apresentando infraestrutura básica, tais como escola, posto de saúde e ruas calçadas, ao mesmo tempo em que as porções mais ao sul são desprovidas da mesma infraestrutura, onde são localizadas chácaras, sítios, além da Arena de Pernambuco.

O bairro de Penedo apresenta características geológicas, relevo e clima que potencializam os riscos ambientais para ocupações irregulares como deslizamentos, processos erosivos nas encostas e margens de rios, fato este muito presente devido à quantidade e dimensão das áreas de risco ambiental, principalmente de alta magnitude.

No levantamento apresentado pela prefeitura no Plano Diretor em 2006 (SÃO LOURENÇO DA MATA, 2006), é possível observar que o bairro apresenta áreas de todos os tipos de grau de risco ambiental, como visto na Figura 21. No ano de 2006, é possível identificar pelo mapa doze áreas de risco baixo, nove de risco médio, doze de risco alto e uma de risco muito alto, totalizando 34 áreas de risco.

Figura 21 – Mapeamento de áreas de riscos em Penedo no ano de 2006.



Fonte: adaptado de São Lourenço da Mata (2006).

No entanto, o mapeamento realizado encontra-se desatualizado devido à dinâmica populacional ocorrida nos últimos anos, resultando no surgimento de mais construções e conseqüentemente modificação em relação a relevo, vegetação e infraestrutura.

5 RESULTADOS

Neste capítulo, serão expostos e analisados os resultados alcançados através da atualização do mapa de risco, análise temporal nas áreas de estudo, assim como avaliação das tipologias construtivas existentes e as avaliações quantitativa e qualitativa dos impactos ambientais através da matriz de interação.

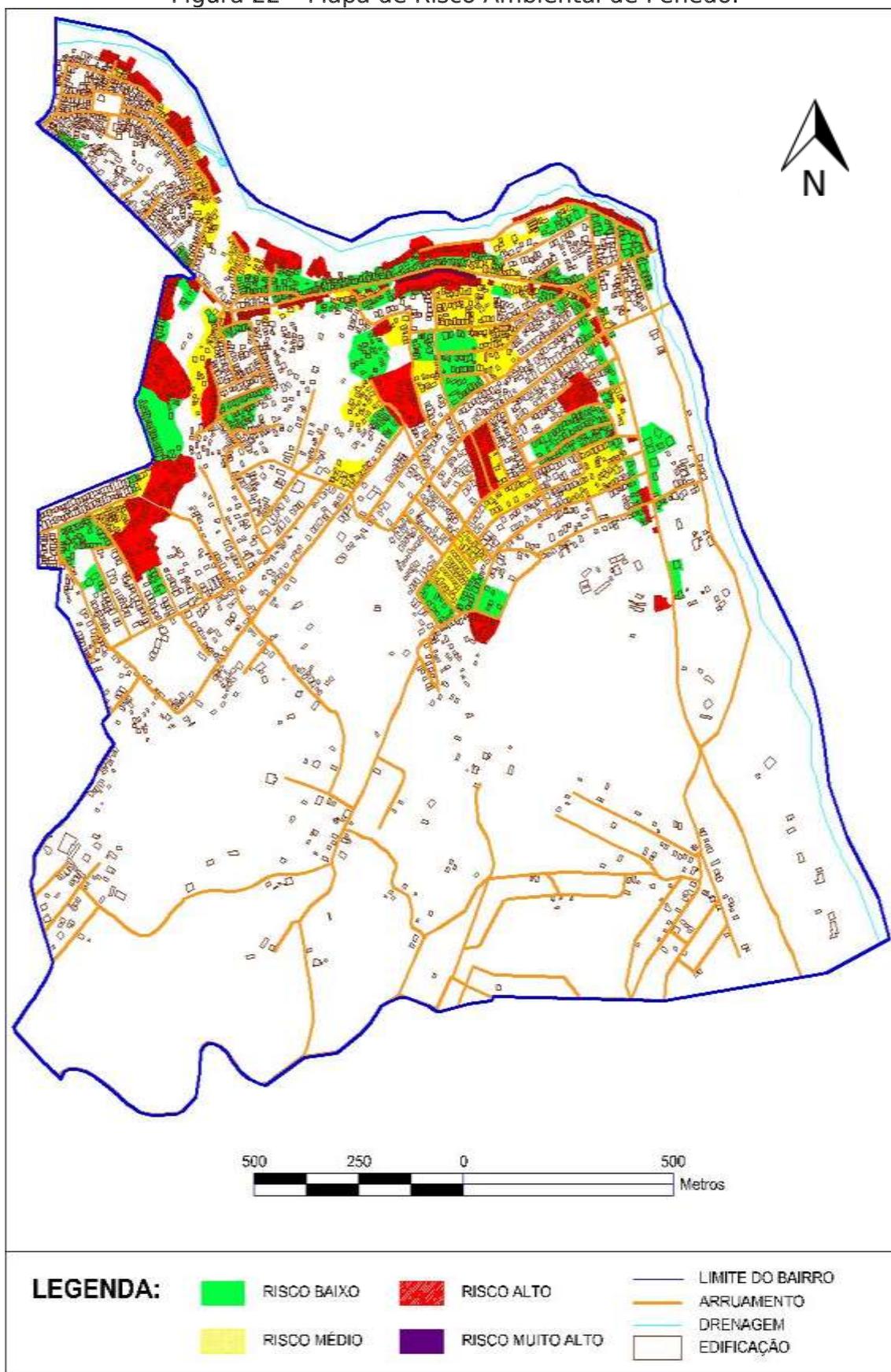
5.1 MAPA DE RISCO AMBIENTAL DE PENEDO

Foram produzidos inicialmente 3 (três) mapas derivados utilizando o *AutoCAD Map* e *QGIS*: o de susceptibilidade a deslizamento (Apêndice B); o de susceptibilidade de inundação (Apêndice C); e o de risco tecnológico (Apêndice D).

O Mapa de risco tecnológico se justificou devido ao fato de várias edificações se encontrarem próximas a uma adutora de água bruta, com grande volume de transporte para fornecer água para a RMR. O produto final da atualização do mapa de risco ambiental no bairro de Penedo, apresentado na Figura 22, foi um mapa gerado através da junção e justaposição dos mapas derivados.

É observado que a ocupação do bairro ocorre na sua parte norte, onde existe uma grande concentração de encostas e localizadas próximas à margem do rio Capibaribe. Esta ocupação se deve a proximidade do centro do município, que se encontra na margem oposta a Penedo, sendo acessado por 2 (duas) pontes diretamente. Devido à grande densidade de construções no bairro, fica evidente a grande quantidade de áreas de riscos observados na parte norte.

Figura 22 – Mapa de Risco Ambiental de Penedo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na atualização foram constatadas mudanças relacionadas ao quantitativo de áreas de riscos com relação ao levantamento realizado pela prefeitura em 2006. O bairro de Penedo apresenta 133 áreas de riscos, conforme Tabela 6, representando um aumento no número de áreas de riscos comparado ao levantamento anteriormente realizado pela prefeitura municipal.

Tabela 6 – Resumo comparativo das Áreas de Risco no Bairro de Penedo.

Grau de Risco	Quantidade em 2006 (SÃO LOURENÇO DA MATA. 2006)	Quantidade em 2016	Variação(%)
Baixo	12	53	342
Médio	9	38	322
Alto	12	39	225
Muito Alto	1	1	0

Fonte: Elaborada pelo autor.

Grande parte dessas áreas se encontra em encostas de ocupação antiga e constava no levantamento anterior do ano de 2006. A partir deste levantamento, foi identificada uma elevação na quantidade de áreas de riscos, somente a de risco muito alto permaneceu inalterada, porém a sua área diminuiu, como visto na Tabela 7. Nela também é possível notar que a elevação do número de áreas de risco não reflete proporcionalmente nas áreas de cada classe de magnitude.

Tabela 7 – Comparativo da variação de área das classes de magnitude de risco.

Grau de Risco	Área em 2006 (m ²)	Área em 2016 (m ²)	Variação (%)
Baixo	126.049,18	147.038,82	16,65
Médio	39.697,94	111.251,45	180,24
Alto	145.594,92	109.266,22	- 24,95
Muito Alto	6.709,38	1.907,14	- 71,58
TOTAL	318.051,42	369.463,63	16,16

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os locais classificados como riscos baixo e médio tiveram um incremento em sua extensão em área, e nas áreas de risco alto e muito alto

diminuição. Esta diferença entre os números se deve ao fato de muitas áreas de risco em 2006 terem sido desmembradas em outras com classificações de risco diferente, caso da Área 2.

Em 2006 o local era todo considerado com risco muito alto, e com o novo mapeamento, resultou em duas áreas no mesmo espaço, uma área de risco alto e outra de risco muito alto, Figura 23.

Figura 23 – Diferenças nos limites na Área 2 em 2006 e 2016.

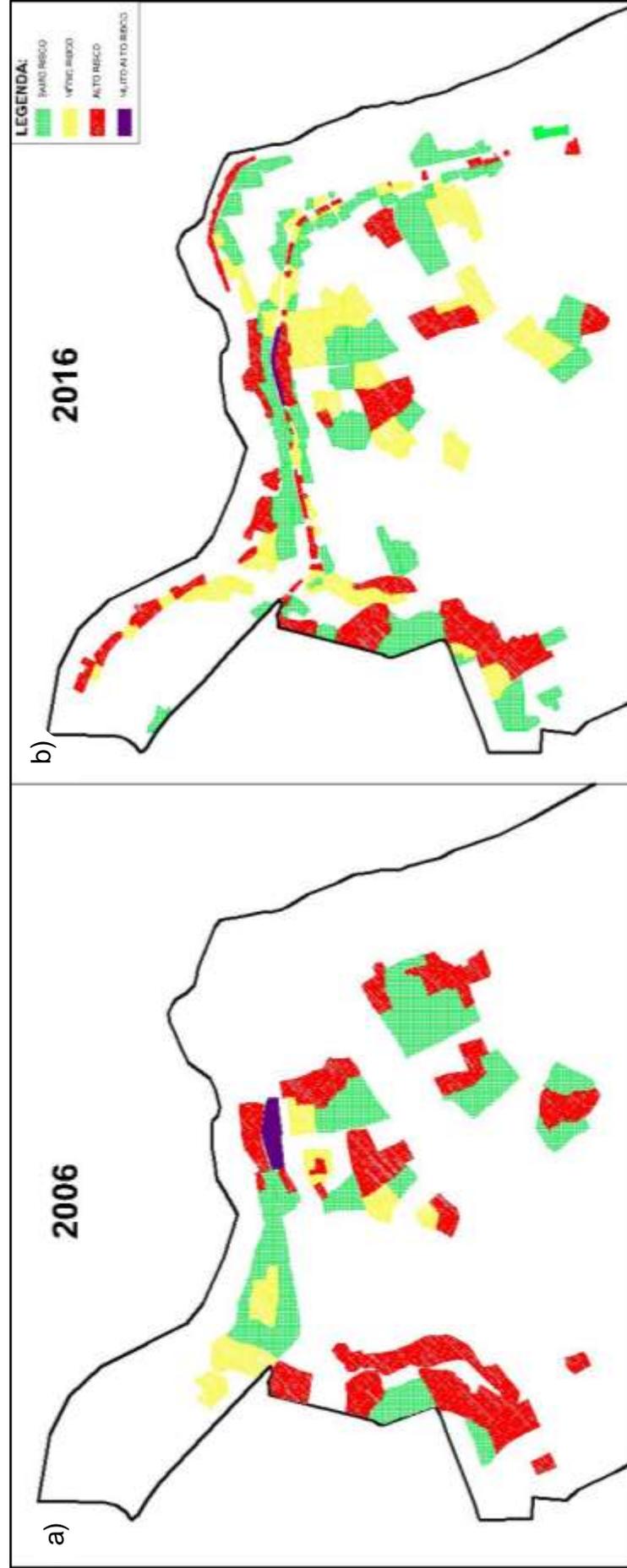


Fonte: Arquivo Pessoal.

A Figura 24 mostra a diferença entre os mapeamentos. A Figura 24a está o realizado em 2006, onde mostra as áreas de riscos concentradas, principalmente no centro do bairro, onde se localizam as encostas. Na Figura 24b, é possível verificar uma maior distribuição das áreas de riscos por todo o território do bairro de Penedo.

Foi verificada a mudança com relação a sua classificação de risco, em alguns locais, onde a magnitude tanto diminui como aumentou, assim como a subdivisão de áreas de grandes extensões, dando origem a outras com classificações diferentes, caso da Área 2. Também é observado que alguns pontos deixaram de apresentar algum grau de risco, enquanto outros surgiram principalmente nas proximidades da margem do rio Capibaribe.

Figura 24 – Comparativos dos mapas de risco ambiental.



Fonte: São Lourenço da Mata (2006).

Fonte: Autor (2016).

Esta diferença é causada pelos parâmetros utilizados para realizar o mapeamento. No caso desta pesquisa, foram utilizadas as edificações, assim como o risco tecnológico atrelado a adutora de Tapacurá, a qual percorre todo o bairro de Penedo.

5.2 ANÁLISE TEMPORAL DAS EDIFICAÇÕES

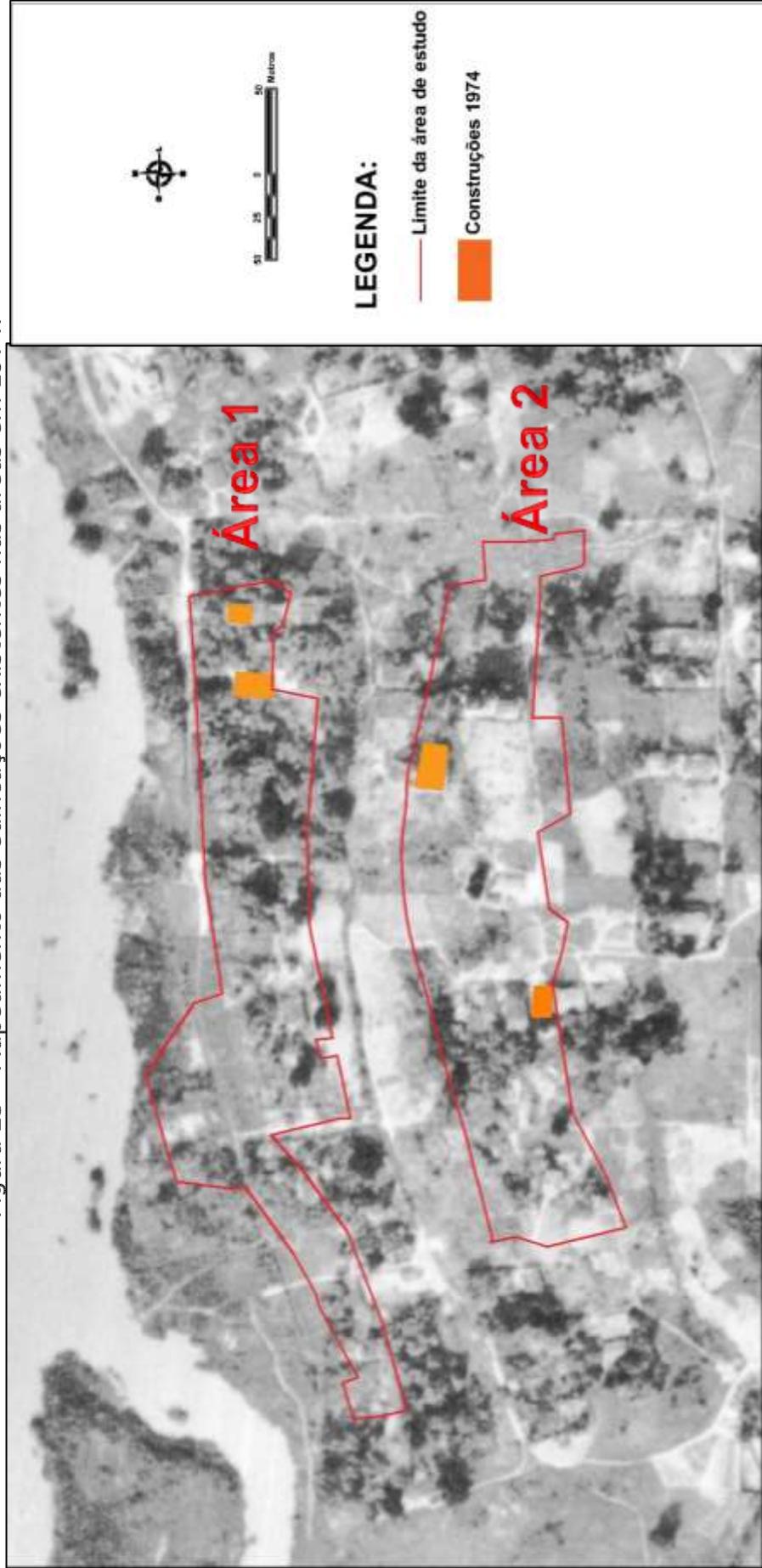
A Figura 25 mostra a imagem aérea da área de estudo no ano de 1974, época em que praticamente não existiam edificações nesta região do município. Foram identificadas 5 edificações, 2 (duas) localizadas na Área 1 e 3 outras construções na Área 2, onde duas estavam na base da encosta e a restante no topo.

Pode-se observar que toda região no entorno das áreas de estudos era pouco habitada. Grande parte das edificações se localizava na margem do rio, próximo à ponte que liga o bairro de Penedo a região mais antiga de São Lourenço da Mata.

Com relação ao ano de 1981, Figura 26, percebe-se uma notável diferença nas questões urbanística da região, com abertura de uma via – a qual divide as duas áreas, assim como grande quantidade de edificações e conjuntos habitacionais em locais próximos. O avanço da expansão urbana é identificado através da visualização de novas construções. No ano de 1981 foram identificadas dez edificações nas áreas de estudo, sendo duas na Área 1 e oito na Área 2. O aumento do número de edificações na Área 2 aconteceu na área do topo, onde foram construídos mais oito unidades.

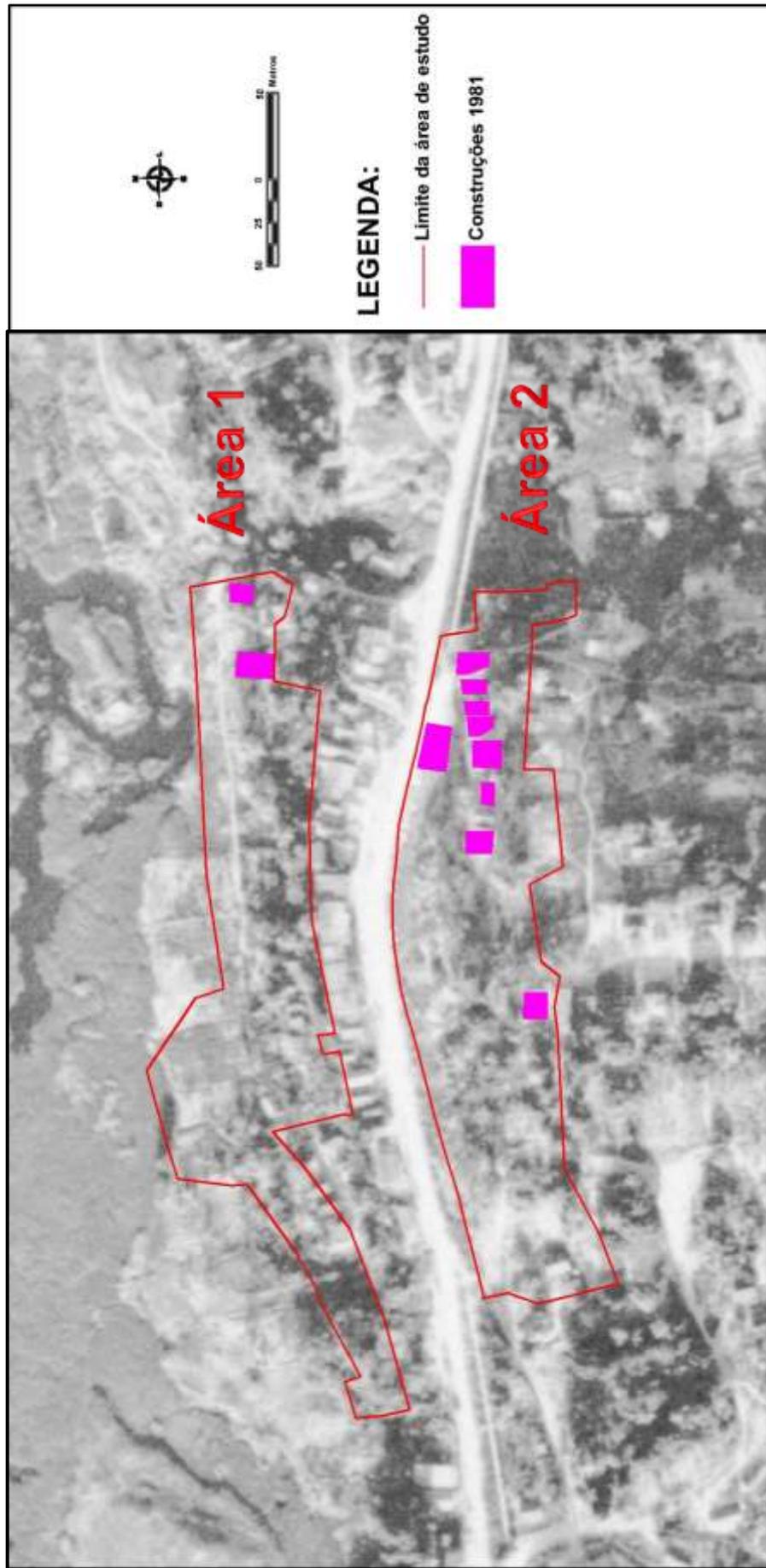
Na Figura 27, é possível observar uma grande diferença na paisagem local no ano de 1997. Ao longo de dezesseis anos, o avanço da ocupação urbana é refletida na existência de 24 edificações na área, principalmente na margem do rio. As construções existentes em períodos anteriores não são mais observados na Área 1.

Figura 25 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 1974.



Fonte: Elaborado a partir da imagem da CONDEPE/FIDEM (2016).

Figura 26 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 1981.



Fonte: Elaborado a partir da imagem da CONDEPE/FIDEM (2016).

Figura 27 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 1997.



Fonte: Elaborado a partir da imagem da CONDEPE/FIDEM (2016).

Na Área 2, é visto que as edificações aumentaram tanto na porção do topo, como na base da encosta, contabilizando respectivamente quinze e quatorze construções. No geral, as áreas apresentaram um acréscimo de 33 edificações ao decorrer neste intervalo de tempo, equivalente a 343,9% de aumento.

No último ano da série histórica (2015), pode-se verificar a proporção do nível de ocupação nas áreas de estudo, fato que agrava o nível de risco a qual a população está exposta. Foram identificadas 88 edificações, sendo 34 (trinta e quatro) na Área 1, 32 na área da base da encosta (Área 2a), e 22 no topo (Área 2b), como visto na Figura 28.

É observada uma grande modificação na base da encosta, onde se contabilizou um aumento no número de edificações, resultados de incrementos de cortes no aterro para ganhar área para construção. Este fato faz com que a magnitude do risco seja elevado devido à probabilidade de deslizamento ser intensificada por falta de critérios técnicos (ZIEGLER, 2013).

Realizando uma análise comparativa entre as quatro fotografias aéreas, é observado que no ano de 1974 o quantitativo de água é visivelmente maior, apresentando menos pontos do fundo do seu leito visível. Apresenta também vegetação prioritariamente rasteira mais expressiva, tanto na margem como na encosta.

Para o ano de 1981, a análise ficou prejudicada devido a presença de vegetação aquática, o que pode-se concluir que a fotografia foi realizada em um período chuvoso; é nitida que a área de vegetação começa a diminuir, sendo possível visualizar solo exposto em algumas localidades.

Figura 28 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas em 2015.



Fonte: Elaborado a partir da imagem da COMPESA (2016).

Verifica-se no ano de 1997 uma diminuição do volume de água do rio, expondo uma área maior do leito que foi sendo ocupado irregularmente com edificações. A vegetação mudou drasticamente, sendo possível visualizar árvores de grande portes na área da margem do rio e no topo da encosta e na base da encosta existe grande porção que está com o solo exposto.

Por fim em 2015, é nitido a diminuição da largura do rio, com muitos locais com presença de assoreamento devido principalmente a erosão causada pela redução da vegetação e consequentemente impermeabilização do solo, causada pelo processo de construção. A análise temporal das edificações resultou informações acerca dos números de edificações e área construída, estes dados podem ser visualizados na Tabela 8.

Tabela 8 – Comparativo entre os anos da série histórica em Penedo.

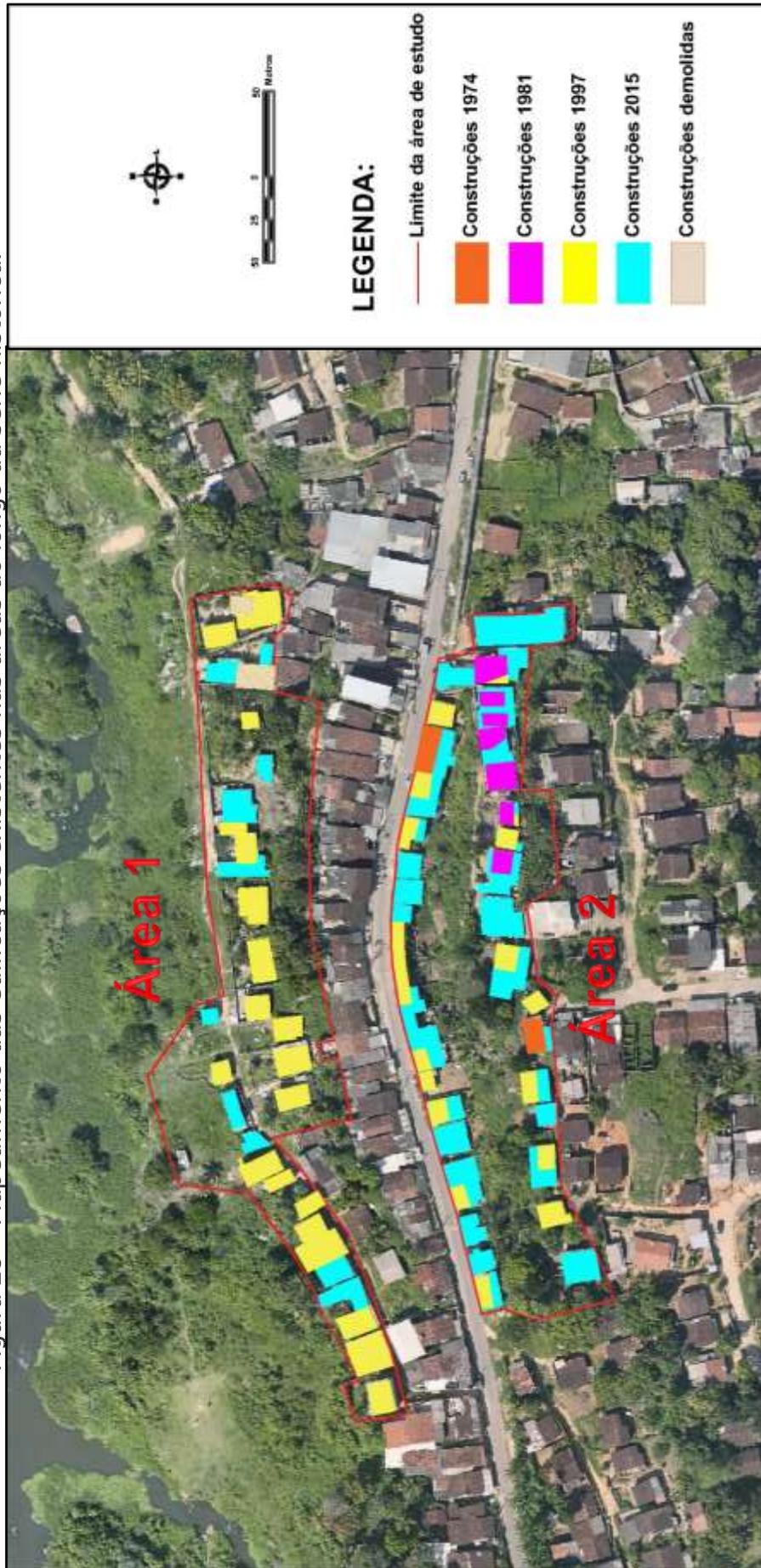
Ano	Número Edificações	Área construída (m ²)	Expansão no período (%)	Expansão total acumulada (%)
1974	5	238	-	-
1981	10	522	119,3	119,3
1997	43	2.317	343,9	874,5
2015	88	4.448	91,97	1769

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 29 mostra o produto da análise temporal, concluindo-se que a área inicialmente construída em 1974 era de 238m², constituída de cinco edificações distantes uma da outra, podendo se concluir que eram casas de sítios.

Em 1981, a área aumentou em mais de duas vezes e passou para 522m². Este período coincide com período do fenômeno da grande explosão urbana, ocorrido em todo o Brasil decorrente do êxodo rural, onde houve um grande aumento de indústrias.

Figura 29 – Mapeamento das edificações existentes nas áreas ao longo da série histórica.



Fonte: Elaborado a partir da imagem da COMESA (2016) e CONDEPE/FIDEM (2016).

No último ano da série, é observada em 2015 uma área total de ocupação de 4.448m², onde é visto que muitas edificações sofreram processo de aumento de tamanho, onde novos cômodos foram construídos, principalmente na parte posterior das edificações, sendo comprovada com as visitas em campo.

5.3 AVALIAÇÃO DAS TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Foram observadas entre as áreas de estudos características comuns com relação aos métodos construtivos, materiais e condições de infraestrutura.

5.3.1 Área 1

Localizada entre a margem do rio Capibaribe ao norte, ao sul por edificações com orientação a Avenida Oriental, ao leste e oeste a limitação é feita por edificações, como visto na Figura 30.

Figura 30 – Delimitação Área 1.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A área apresenta 7.055,301m², estando localizada dentro dos limites de APP. Este fato se deve a expansão urbana indevida, decorrente da facilidade encontrada pela população mais carente em construir na área. Este fato ocorreu em virtude da ineficiência do poder público com relação à falta de fiscalização, de aplicação de medidas preventivas e coercitivas e de um planejamento urbano adequado após a construção da antiga ponte de Penedo (SILVA, 2013).

As ocupações ocorrem em uma APP, devido ao fato de que está assentada por inteiro dentro de uma faixa de 100m a partir da margem do leito maior do rio (BRASIL, 2012). Não deveria existir nada além do que uma faixa, vegetada naturalmente ou não, sem intervenções humanas que protegeria o rio.

Na Área 1, todas as edificações estariam irregulares segundo as leis ambientais. Contudo, recebem e pagam o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), sendo assim regularizadas diante o órgão de administração pública municipal.

Devido a sua localização próxima ao canal do rio Capibaribe, a área deveria estar protegida e conservada. Por conter várias edificações em seu interior oferecem riscos a saúde e a vida da população em épocas de altos índices de pluviosidade, como nos meses de maio, junho e julho, quando a tendência do nível do rio Capibaribe é de se elevar. Este fato aumenta a probabilidade de ocorrerem inundações e enchentes ao longo do seu leito, e potencializando os processos erosivos e de deslizamento nas margens.

As edificações apresentam feições simples sem muita preocupação com o processo construtivo, utilizando materiais e métodos inadequados para a situação, pelo fato da inexistência de acompanhamento técnico, onde não foi feito o cálculo estrutural adequado, devido às condições financeiras da população (MARQUES, 2011).

Foram identificadas o total de 34 edificações, conforme Figura 31, sendo trinta e duas de pavimento único e duas com dois de pavimento múltiplos. O acesso às edificações é feita por uma única via vicinal estreita, variando a largura entre 1,85m e 5,17m, localizada paralela ao curso do rio.

Figura 31 – Edificações – Área 1.



LEGENDA:  Pavimento único  Pavimento múltiplo

Fonte: Elaborada pelo autor.

A área teve como característica presença de recuos laterais das edificações ao terreno vizinho em 50% das edificações, a outra metade apresenta o máximo do aproveitamento da largura do terreno, o que resulta no aparecimento de edificações que utilizam uma mesma parede como estrutura da construção e divisão dos lotes.

As fundações utilizadas são diretas do tipo rasa executadas em viga baldrame em todo o perímetro da edificação. A fundação do tipo baldrame é indicada para solos resistente, não sendo indicada para área devido à geologia e pedologia do local, que é aluvionar.

As edificações são compostas por alvenaria de blocos cerâmicos assentada de meia vez, como visto na Figura 32, onde o tijolo é assentado utilizando a menor dimensão (popularmente chamado de tijolo em pé). Não foi identificada nenhuma edificação que utilizasse outro material, tanto para as áreas externas, quanto para as internas.

Esta característica não é indicada para um correto conforto térmico no interior do ambiente, pois a alvenaria de meia vez permite mais facilmente a troca de calor, principalmente devido a proximidade entre as edificações e a maneira que é feita o revestimento externo.

Figura 32 – Alvenaria em execução de meia vez.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Com relação ao acabamento externo das edificações, em sua grande maioria consistia de argamassa, do tipo reboco, com uma camada de proteção com pintura em tinta PVA, somente na parte da fachada frontal da edificação. Este fato é justificado pelas condições de distâncias laterais entre edificações principalmente na parte sul.

Nas edificações que são espaçadas, onde não há tanta restrição quanto à relação a espaços laterais, foi verificado que as demais faces das edificações ficam sem proteção de nenhum tipo contra as intempéries do ambiente, conforme Figura 33.

Figura 33 – Edificação na margem do rio com revestimento apenas na fachada.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Com relação às características de cobertura, foram identificadas 4 (quatro) tipos, como visto na Tabela 9, mas com a maioria sendo compostas de 2 (duas) caimentos, geralmente orientadas para a direção da fachada e para o fundo das edificações.

Tabela 9 – Tipos de cobertura – Área 1.

Materiais	Número de edificações
Laje de concreto	3
Telha Cerâmica	8
Telha de Fibrocimento	14
Uso Misto (Telha Cerâmica e Telha de Fibrocimento)	9

Fonte: Elaborada pelo autor.

A grande quantidade de telhas e fibrocimento, aliada com baixa presença de laje de concreto, demonstra o baixo poder aquisitivo da população. O uso da telha de fibrocimento se deve ao fato de ser financeiramente mais viável, já que o seu valor da telha é mais baixo, e de rápida instalação se comparada à cerâmica. A laje de concreto é mais indicada, por permitir um melhor conforto térmico e segurança em períodos chuvosos, pois as com telhas cerâmicas sofrem constantemente com vazamento de água durante as chuvas, assim como as de fibrocimento.

A questão do saneamento básico é única. Na Área 1, as edificações possuem os banheiros no interior das construções, constituindo um dos cômodos. A rede de coleta é inexistente no local, o que provoca a necessidade da população de executarem e utilizarem fossas sépticas. Contudo, foi constatado que algumas construções despejam o rejeito a céu aberto, que vai em direção ao rio Capibaribe, conforme Figura 34.

Figura 34 – Esgoto a céu aberto em direção ao rio Capibaribe.



Fonte: Arquivo Pessoal.

5.3.2 Área 2

A área de estudo tem 7.396,623m², onde se encontra uma pequena encosta que se limita ao norte pela Avenida Oriental na base da encosta, ao leste a limitação é feita por uma escadaria de acesso a edificações região mais alta e por uma área de solo exposto, ao oeste existe a presença de um terreno desocupado com presença de vegetação e uma pequena via de acesso para as edificações na encosta, e ao sul se encontram edificações localizadas no topo da encosta, como visto na Figura 35.

Figura 35 – Delimitação Área 2.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Diferentemente da Área 1, a Área 2 não se encontra inteiramente em APP, estando localizado em faixa a mais de 50m do leito do rio, entretanto parte da encosta apresenta inclinação de $74,60^\circ$, Figura 36, valor superior ao 45° que o Código Florestal classifica como APP. A encosta apresenta vegetação, em sua maioria exótica, próximas às edificações no topo e na base da encosta, fato que expõe a população a riscos.

Figura 36 – Vista panorâmica da encosta – Área 2.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Na Área 2 se encontram duas classificações de riscos ambientais em partes diferentes na encosta, como visto na Figura 37. Na base da encosta o risco é considerado como muito alto (Área 2a), e o topo da encosta o risco é alto (Área 2b), contendo diferenças com relação às tipologias construtivas.

Figura 37 – Vista lateral – Área 2.



Fonte: Arquivo Pessoal.

a) Área 2a

Esta porção (2a) está localizada na base da encosta, com acesso pela Avenida Oriental. As edificações, assim como na Área 1, apresentam características simples com relação às feições, processo construtivo e materiais.

Foram identificadas ao total 32 (trinta e dois) edificações, conforme Figura 38, sendo 27 (vinte e sete) de pavimento único e 5 (cinco) pavimento múltiplos. Grande maioria são edificações antigas, com mais de 20 (vinte) anos, compostas por uma pequena sala, cozinha quarto e banheiro, com área construída de 34 m², variação de 22 m² a 69 m².

Figura 38 – Edificações – Área 2a.



LEGENDA:  Pavimento único  Pavimento múltiplo

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação às fundações das edificações, foi verificada que todas eram do tipo rasa, feitas em sua maioria em vigas baldrame (26 edificações) e algumas (6 edificações) apresentavam pequenas sapatas isoladas, para que as edificações ficassem ao nível da calçada, conforme Figura 39. No local existe uma adutora de água bruta (adutora de Tapacurá), em que em alguns trechos ela se apresenta acima do nível do solo, e em outra enterrada até 0,30m. Todas as edificações da Área 2a foram construídas sobre a adutora.

Figura 39 – Edificação em sapata isolada.



Fonte: Google Maps (2016).

Com relação às alvenarias, a estrutura são as mesmas da Área 1. As

edificações utilizam blocos cerâmicos, de oito furos, utilizadas em meia vez. Não foi identificado nenhum outro material de alvenaria nas áreas externas e nas internas.

Os acabamentos externos são constituídos em sua parte frontal, de revestimento argamassado com pintura em tinta PVA, no fundo das edificações não existe acabamento. Nas laterais, a maioria das edificações apresentam paredes comuns a duas edificações vizinhas, fato este devido à necessidade de se aproveitar ao máximo o lote, que em média apresentam oito metros. Somente cinco edificações apresentaram revestimento em todas as suas faces, conforme Figura 40.

Figura 40 – Revestimento externo – Área 2a.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Para as cobertas, foram identificadas quatro padrões, como visto na Tabela 10. Grande parte das edificações possuem somente um caimento, orientada para a parte frontal da edificação, voltada para a Avenida Oriental e para o acesso das residências, que se localiza próxima a mesma por não possuir recuo frontal.

Com relação ao saneamento básico, todas as edificações continham banheiros no interior das edificações, a coleta de efluentes é feita através da rede pública de esgoto, que se localiza na Avenida Oriental.

Tabela 10 – Tipos de cobertura – Área 2a.

Materiais	Número de edificações
Laje de Concreto	2
Telha Cerâmica	19
Telha de Fibrocimento	8
Uso Misto (Telha Cerâmica e Telha de Fibrocimento)	3

Fonte: Elaborada pelo autor.

b) Área 2b

Localizada basicamente no topo da encosta, apresenta vinte e duas edificações, conforme Figura 41, sendo todas em pavimento térreo. As edificações são constituídas em grande parte por sala de estar, sala de jantar, cozinha, dois quartos e banheiro, com área construída média de 60m², variando de 17m² a 141m².

Figura 41 – Edificações – Área 2b.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O acesso de dez edificações é feita por meio de uma escadaria, como visto na Figura 42, originária na Avenida Oriental sem ligação a nenhuma outra via. As outras doze edificações têm como opções de acesso através da Rua Napoleão Laureano ou pela Rua Isaac Salazar, onde tem acesso de veículos.

Figura 42 – Escadaria de acesso – Área 2b.



Fonte: Arquivo Pessoal.

No quesito do acabamento externo das edificações, foi verificado como padrão o revestimento argamassado na parte frontal, seguida de pintura com tinta PVA de cores diversas, com exceção de uma edificação que tem somente como revestimento pintura, conforme Figura 43.

Figura 43 – Edificação com revestimento em pintura.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Nas partes laterais das construções não é verificada nenhum tipo de revestimento, ficando expostas as alvenarias. Na área é observado em cinco edificações o desrespeito ao recuo lateral entre edificações vizinhas, em que as paredes de duas construções são executadas muito próximas

umas das outras, em alguns casos essas alvenarias são rentes uma da outra.

As características das fundações, em geral, foram idênticas das encontradas nas outras áreas. Todas as edificações apresentavam fundação rasa, do tipo viga baldrame. Foram verificadas várias eflorescências rochosas, visto na Figura 43, em toda a extensão da área de topo. Fato este que agrava o risco, tanto na Área 2b quanto na Área 2a, devido ao fato de existir o risco das rochas rolarem pela encosta, vindo a atingir as casas localizadas na base.

Para a cobertura, foi constatado que nem todos os tipos identificados nas demais áreas estão presentes nesta parte da encosta, como visto na Tabela 11. Em geral, a maioria das edificações apresentam telhados compostos de dois caimentos, orientadas para a direção da fachada e para o fundo das edificações.

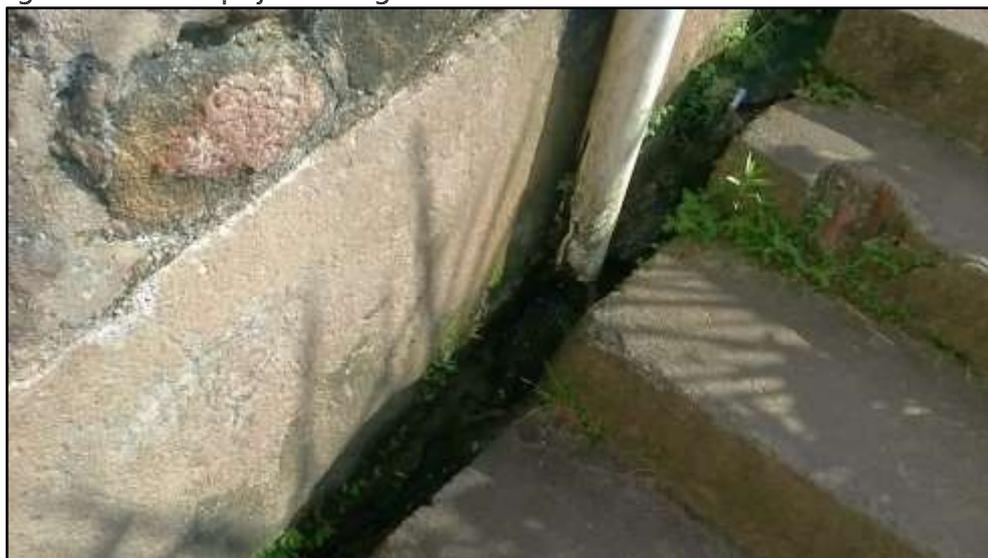
Tabela 11 – Tipos de cobertura – Área 2b.

Materiais	Número de edificações
Laje de Concreto	0
Telha Cerâmica	10
Telha de Fibrocimento	7
Uso Misto (Telha Cerâmica e Telha de Fibrocimento)	5

Fonte: Elaborada pelo autor.

O saneamento básico nesta região é precário, todas as edificações apresentavam banheiro no interior das edificações. No entanto, não existe rede coletora de esgoto para todas as edificações. Os despejos, em algumas edificações, são feitos diretamente na rede coletora de águas pluviais da escadaria, conforme Figura 44, em outras são ligadas a rede coletora na Rua Isaac Salazar.

Figura 44 – Despejo de esgoto doméstico a céu aberto em escadaria.



Fonte: Arquivo Pessoal.

5.4 AVALIAÇÃO DA MATRIZ DE INTERAÇÃO

A Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Leopold) foi utilizada para a identificação e relação entre os diversos fatores socioambientais, além das ações causadoras de impactos relacionadas principalmente às tipologias construtivas encontradas nas áreas de estudo. Na avaliação quantitativa realizada, foram mensurados os impactos causados pelos fatores dos meios físicos, bióticos e antrópicos relacionados.

Os critérios utilizados para proceder à avaliação foram observação e dados obtidos, tanto dos fatores afetados quanto das ações que causam impactos, em todas as áreas de estudos. Para isto, foi utilizada a mesma matriz, utilizando os mesmos parâmetros para as três áreas.

5.4.1 Avaliação Quantitativa

Para cada uma das áreas de estudo, foi feita uma estudo individual, utilizando a Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Leopold), onde foram estabelecidos valores para cada uma das ações com os fatores afetados.

5.4.1.1 Avaliação Área 1

A matriz de interação da Área 1, como visto na Tabela 12, tem como resultado 243 quadrículas quantificadas como impactos negativos, 76 quadrículas referentes a impactos positivos e 38 quadrículas foram atribuídas o valor 0 (zero), a qual se refere a inexistência de impacto. Dentre as interações que mais foram quantificadas o valor 0 foram as que envolviam a ação de revestimento externo das edificações (linha), e no fator do meio ambiente do risco de deslizamento (coluna).

O índice global da matriz é obtido pela soma do índice global de cada linha, e que deve ter o mesmo valor da soma das colunas. Para a Área 1 o resultado foi -380 (trezentos e oitenta negativos). Este valor negativo evidencia a predominância de impactos negativos, causados por todas as ações identificadas na avaliação.

Das ações que se referem às tipologias construtivas, a que menos causa impacto é o uso de tinta PVA, pois apresenta com valor 0 (zero). Comparando o seu valor com o uso da tinta acrílica, com valor -8 (oito negativos), é visto que o seu uso é mais disseminado não pelo seu valor ambiental, e sim devido ao baixo valor de aquisitivo da população.

Foi identificado que as edificações de pavimento único, com magnitude de -43 (quarenta e três negativos), impactam menos do que as de pavimento múltiplos, que apresenta índice global de -53 (cinquenta e três negativos), justifica pela quantidade maior de materiais empregados para a construção.

Entre os três tipos de cobertura, a que menos impacta o ambiente é o uso de laje de concreto, com índice global de -9 (nove negativos), valor muito abaixo dos outros tipos encontrados na área como a telhas cerâmicas, -23 (vinte e três negativos), e de fibrocimento, -24 (vinte e quatro negativos).

Tabela 12 – Matriz de probabilidade/consequência da Área 1.

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS	FATORES QUE PODEM SER AFETADOS																Total (+)	Total (-)	Índice Global
	MEIO FÍSICO						MEIO BIÓTIICO						MEIO ANTRÓPIICO						
	Qualidade da água	Qualidade do solo	Qualidade do ar	Processo erosivo	Microclima	Curso natural das águas	Diminuição da infiltração	Aumento do escoamento superficial	Flora	Fauna	Biodiversidade	Doenças	Qualidade de vida	Risco de desabamento	Risco de inundação	Poluição visual			
Supressão de mata ciliar	-2	-3	-2	-5	-3	-4	-4	-3	-5	-5	-2	-3	-4	-4	-1	0	-55		
Impermeabilização do solo	-1	-3	-1	-4	-2	-3	-5	-5	-3	-2	0	-1	-3	-4	-2	0	-43		
Pavimento único	-2	-2	-1	-3	-2	-3	-4	-3	-3	-2	-2	-2	0	-5	-3	-3	-43		
Pavimento múltiplo	-3	-3	-2	-4	-3	-3	-4	-4	-3	-2	-3	-3	0	-4	-5	-4	-53		
Uso de blocos cerâmicos	-2	-2	-3	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-1	0	-1	-1	-2	-2	-27		
Revestimento Externo	-1	-2	-1	0	1	0	-1	-2	-1	-1	1	2	0	0	3	-1	-4		
Uso de tintas acrílicas	-3	-2	-4	-1	1	0	-1	-2	-2	-1	1	2	0	0	2	3	-8		
Uso de tintas PVA	-1	-1	-2	-1	3	0	-1	-2	-1	-1	1	3	0	0	2	2	0		
Telha de Fibrocimento	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-2	1	0	0	-3	-4	-24		
Telha Cerâmica	-3	-4	-3	-2	1	-1	-2	-3	-3	-2	-1	2	0	0	-1	-1	-23		
Coberta de Laje de concreto armado	-2	-2	-2	-1	3	-1	-2	-2	-1	-1	1	3	0	0	2	-3	-9		
Sapata isolada	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	1	2	2	0	0	-2	-14		
Viga baldrame	-2	-2	-1	-3	-1	-2	-2	-3	-3	-2	2	1	-1	0	0	0	-22		
Esgoto	-3	-2	-3	-2	-2	-3	-1	-2	-4	-2	2	2	0	2	3	0	-16		
Fossa Séptica	-5	-4	-2	-4	-2	-5	-1	-1	-2	-2	-5	-2	-2	-2	-4	-4	-49		
Lixo	-4	-4	-3	-2	-1	-3	-1	-2	-3	-2	-5	-5	-2	-2	-4	-4	-48		
Implantação de vias	-2	-3	-2	-3	-2	-2	-4	-3	-3	-2	0	1	-3	-3	-4	0	-39		
Pastagem	-2	-4	-3	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-3	0	-2	-3	-3	-3	0	-40		
Educação ambiental	2	2	2	1	1	0	0	0	1	1	3	3	1	3	3	4	28		
Construção de áreas verdes públicas	2	3	3	1	5	3	4	3	3	2	0	5	3	2	3	3	48		
Recuperação de mata nativa	4	4	3	4	5	4	5	5	4	3	0	4	4	3	3	3	61		
Total (+)	8	9	8	6	20	7	9	8	8	6	11	31	10	10	21	15	192		
Total (-)	-42	-46	-38	-43	-24	-35	-38	-41	-42	-35	-21	-18	-19	-28	-30	-28	-574		
Índice Global	-34	-37	-30	-37	-4	-28	-29	-33	-34	-29	-10	13	-9	-18	-9	-13	-380		

Quantificação: 0 – Nenhum impacto; 1 – Impacto desprezível; 2 – Impacto de baixo grau; 3 – Impacto de médio grau; 4 – Impacto de alto grau; 5 – Impacto de muito alto grau.
(+) Impacto positivo; (-) Impacto negativo

Fonte: Elaborada pelo autor.

Este caso ocorre pelos fatores ambientais de microclima e poluição visual, influenciando em um ambiente mais agradável, o qual reflete em uma melhor qualidade de vida. Os outros tipos de cobertas, em especial as telhas cerâmicas, oferecem maiores chances de vazamento de água ao interior da edificação em períodos de chuvas.

Quanto à fundação, a ação que causa menos impacto é o uso da sapata isolada, -14 (quatorze negativos), e não foi utilizada em nenhuma das edificações. Seu uso necessita do correto dimensionamento, realizado por um engenheiro apto, o que torna inviável a utilização pela população, já que poder econômico na região é baixa.

5.4.1.2 Avaliação Área 2a

Para a Área 2a, conforme Tabela 13, a matriz resultou em 242 quadrículas referentes a impactos negativos, 78 referentes a impactos positivos, e em 37 interações ocorreram o valor 0, onde as interação envolvendo os riscos de deslizamento, assim como na Área 1, e no risco inundações apareceram mais vezes com o número 0.

O índice global da matriz teve como resultado -382 (trezentos e oitenta e dois negativos). Assim como na Área 1, evidencia a predominância de impactos negativos causados pelas ações enumeradas na área de estudo.

Com relação às ações referentes às tipologias construtivas, assim como na Área 1, a que menos impacta o ambiente é o uso de tinta PVA, com magnitude 0 (zero), seguido do uso de revestimento externo e da tinta acrílica. Estes fatores são os mesmos devido a não influenciarem no processo de construção, e somente serem usados em menor quantidade na fase de acabamento e manutenção das edificações.

Tabela 13 – Matriz de probabilidade/consequência da Área 2a.

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS	FATORES QUE PODEM SER AFETADOS																Total (+)	Total (-)	Índice Global
	MEIO FÍSICO						MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO								
	Qualidade da água	Qualidade do solo	Qualidade do ar	Processo erosivo	Microclima	Curso natural das águas	Diminuição da infiltração	Aumento do escoamento superficial	Flora	Fauna	Biodiversidade	Doenças	Qualidade de vida	Risco de desabamento	Risco de inundação	Poluição visual			
Supressão de mata ciliar	-2	-3	-2	-5	-3	-4	-4	-3	-5	-5	-2	-2	-3	-4	-4	-1	0	-55	
Impermeabilização do solo	-1	-3	-1	-4	-2	-3	-5	-5	-3	-2	0	-1	-1	-3	-4	-2	0	-43	
Pavimento único	-2	-2	-1	-3	-2	-3	-4	-3	-3	-2	-2	-2	-2	0	-5	-3	-3	-43	
Pavimento múltiplo	-3	-3	-2	-4	-3	-3	-4	-4	-3	-2	-3	-3	-3	0	-4	-5	-4	-51	
Uso de blocos cerâmicos	-2	-2	-3	-2	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-1	0	0	-1	-1	-2	-2	-27	
Revestimento Externo	-1	-2	-1	0	1	0	1	-2	-1	-1	1	2	2	0	0	3	-1	-4	
Uso de tintas acrílicas	-3	-2	-4	-1	1	0	-1	-2	-2	-1	1	2	0	0	2	2	3	-8	
Uso de tintas PVA	-1	-1	-2	-1	3	0	-1	-2	-1	-1	1	3	0	0	2	2	11	0	
Telha de Fibrocimento	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-2	1	0	0	-3	-4	1	-24	
Telha Cerâmica	-3	-4	-3	-2	1	-1	-2	-2	-3	-2	-1	2	0	0	-1	-1	3	-26	
Coberta de Laje de concreto armado	-2	-2	-2	-1	3	-1	-2	-2	-1	-1	1	3	0	0	2	2	9	-9	
Sapata isolada	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	1	2	0	0	0	0	3	-18	
Viga baldrame	-2	-2	-1	-3	-1	-2	-2	-2	-2	-2	1	2	1	-1	0	0	2	-21	
Esgoto	-3	-2	-3	-2	-2	-3	-1	-2	-3	-4	2	2	2	0	3	0	7	-25	
Fossa Séptica	-5	-4	-2	-4	-2	-5	-1	-1	-2	-4	-5	-2	-2	-2	-2	-4	0	-49	
Lixo	-4	-4	-3	-2	-1	-3	-1	-1	-2	-3	-5	-5	-2	-2	-4	-4	0	-48	
Implantação de vias	-2	-3	-2	-3	-2	-2	-4	-4	-3	-2	0	1	-3	-3	-4	0	1	-40	
Pastagem	-2	-4	-3	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-3	0	-2	-3	-3	-3	0	0	-40	
Educação ambiental	2	2	2	1	1	0	0	0	1	1	3	3	3	1	3	4	28	0	
Construção de áreas verdes públicas	2	3	3	1	5	3	4	3	3	2	0	5	3	3	2	3	48	0	
Recuperação de mata nativa	4	4	3	4	5	4	5	5	4	3	0	4	4	4	3	3	61	0	
Total (+)	8	9	8	6	20	7	9	8	8	7	11	31	12	8	21	15	192		
Total (-)	-42	-46	-38	-43	-24	-35	-38	-41	-42	-46	-21	-18	-21	-28	-30	-28		-574	
Índice Global	-34	-37	-30	-37	-4	-28	-29	-33	-34	-39	-10	13	-9	-20	-9	-13		-382	

Quantificação: 0 – Nenhum impacto; 1 – Impacto desprezível; 2 – Impacto de baixo grau; 3 – Impacto de médio grau; 4 – Impacto de alto grau; 5 – Impacto de muito alto grau.
(+) Impacto positivo; (-) Impacto negativo

Fonte: Elaborada pelo autor.

As edificações de pavimento único, com índice de -41 (quarenta e um negativos), impactam menos com relação as que têm pavimento múltiplos, com valor de -51 (cinquenta e um negativos). Este fato se deve pela menor quantidade de materiais que são utilizados para a construção.

Para a cobertura, a que menos causa impacto ao ambiente é o uso de laje de concreto, -9 (nove negativos). Os de telhas cerâmicas apresentam magnitude de -23 (vinte e três negativos) e as de fibrocimento valor a -24 (vinte e quatro negativos).

Na fundação a que mais impacta é a viga baldrame. Porém a sapata isolada teve um acréscimo quanto à magnitude, comparada com Área 1 de quatro pontos, devido ao fato de todas as edificações deste local estarem sobre uma adutora e no processo de execução pode ocorrer a ruptura da referida estrutura de abastecimento de água.

5.4.1.3 Avaliação Área 2b

Na avaliação da Área 2b, como visto na Tabela 14, foram geradas 217 (duzentos e dezessete) quadrículas referentes a impactos negativos e 73 referentes a impactos positivos na matriz de interação de ação impactante pelo fator impactado. O valor 0 (zero), que se refere à inexistência de impacto apareceu em 67 quadrículas de interação.

A soma de todos os valores atribuídos, considerando o saldo total da soma dos valores das linhas e o saldo total da soma dos valores das colunas foi de -324 (trezentos e vinte e quatro negativos), sendo a área que menos sofre impactos das estudadas, no entanto a maioria das interações obtiveram os mesmos valores com relação as outras duas áreas.

As ações referentes às tipologias construtivas que menos impactam o ambiente, continua a ser o uso de tinta PVA, com valor 0 (zero), em relação a uso de tinta acrílica, -8 (oito negativos).

Tabela 14 – Matriz de probabilidade/consequência da Área 2b.

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS	FATORES QUE PODEM SER AFETADOS																Total (+)	Total (-)	Índice Global
	MEIO FÍSICO						MEIO BIÓTICO						MEIO ANTROPICO						
	Qualidade da água	Qualidade do solo	Qualidade do ar	Processo erosivo	Microclima	Curso natural das águas	Diminuição da infiltração	Aumento do escoamento superficial	Flora	Fauna	Biodiversidade	Doenças	Qualidade de vida	Risco de deslizamento	Risco de inundação	Poluição visual			
Supressão de mata ciliar	-2	-3	-2	-5	-3	-4	-4	-3	-5	-5	-2	-3	-4	-2	-1	0	-53		
Impermeabilização do solo	-1	-3	-1	-4	-2	-3	-5	-5	-3	-2	0	-1	-4	-3	-2	0	-43		
Pavimento único	-2	-2	-1	-3	-2	-3	-4	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-5	-3	0	-44		
Pavimento múltiplo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Uso de blocos cerâmicos	-2	-2	-3	-2	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-1	0	-1	-1	-2	0	-27		
Revestimento Externo	-1	-2	-1	0	1	0	-1	-2	-1	-1	1	2	0	0	3	7	-11		
Uso de tintas acrílicas	-3	-2	-4	-1	1	0	-1	-2	-2	-1	1	2	0	0	2	9	-8		
Uso de tintas PVA	-1	-1	-2	-1	3	0	-1	-2	-1	-1	1	3	0	0	2	11	0		
Telha de Fibrocimento	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	1	0	0	-3	1	-25		
Telha Cerâmica	-3	-4	-3	-2	1	-1	-1	-2	-3	-2	-1	2	0	0	-1	3	-26		
Cobertura de Laje de concreto armado	-2	-2	-2	-1	3	-1	-2	-2	-1	-1	1	3	0	-2	2	9	-20		
Sapata isolada	-2	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-2	1	2	-1	0	0	3	-21		
Viga baldrame	-2	-2	-1	-3	-1	-2	-1	-2	-2	-2	1	1	-1	0	0	2	-24		
Esgoto	-3	-2	-3	-2	-2	-3	-1	-1	-2	-4	-2	2	0	0	3	7	-25		
Fossa Séptica	-5	-4	-2	-4	-2	-5	-1	-1	-2	-4	-2	-2	-3	-2	-4	0	-50		
Lixo	-4	-4	-3	-2	-1	-3	-1	-1	-2	-3	-2	-5	-2	-2	-4	0	-48		
Implantação de vias	-2	-3	-2	-3	-2	-2	-4	-3	-3	-2	0	1	-3	-3	-4	1	-40		
Pastagem	-2	-4	-3	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-2	0	-2	-3	-3	0	0	-40		
Educação ambiental	2	2	2	1	1	0	0	0	1	1	3	3	1	3	4	28	0		
Construção de áreas verdes públicas	2	3	3	1	5	3	4	3	3	2	0	5	3	2	3	48	0		
Recuperação de mata nativa	4	4	3	4	5	4	5	5	4	3	0	4	4	3	3	61	0		
Total (+)	8	9	8	6	17	7	9	8	8	6	10	28	10	8	19	183			
Total (-)	-37	-41	-34	-39	-21	-31	-32	-35	-38	-42	-32	-15	-22	-21	-25	-505			
Índice Global	-29	-32	-26	-33	-4	-24	-23	-27	-30	-26	-8	13	-12	-13	-6	-324			

Quantificação: 0 – Nenhum impacto; 1 – Impacto desprezível; 2 – Impacto de baixo grau; 3 – Impacto de médio grau; 4 – Impacto de alto grau; 5 – Impacto de muito alto grau.
 (+) Impacto positivo; (-) Impacto negativo

Fonte: Elaborada pelo autor.

As edificações de pavimento único, com -44 (quarenta e quatro negativos), causam menos impactos significativos no ambiente locais comparados às edificações com pavimentos múltiplos, que tem como magnitude -56 (cinquenta e seis negativos). O fato das edificações com pavimentos múltiplos terem maior valor na Área 2b, se deve ao perigo de se localizarem no topo da encosta, muito próxima ao talude.

Para as edificações de pavimento múltiplos, foram atribuídos valores 0 (zero) para todos os fatores, devido ao fato de não existir nenhuma construção neste tipo. O que influenciou para com que a área 2b fosse a que tem o menor valor no índice global.

Com relação à cobertura, a que menos impacta o ambiente são os telhados de telhas cerâmicas, -23 (vinte e três negativos), e de fibrocimento, -24 (vinte e quatro negativos).

Para a laje não foi atribuída nenhum valor devido a sua ausência na área. O uso de telhas de fibrocimento teve a mesma nota em todas as áreas descritas. Na fundação, a que menos causa prejuízo ao ambiente é a sapata isolada com valor de -18 (dezoito negativos), contudo é mais impactante do que na Área 1 e a Área 2a .

5.4.2 Avaliação Qualitativa

Com a realização da avaliação qualitativa, foi possível constatar as interações entre os fatores socioambientais, relacionados aos meios físicos, químicos e biológicos, com as ações impactantes. A classificação qualitativa foi procedida com base em Silva (2013) e na percepção obtida em visitas em campo, conforme Quadro 9.

Quadro 9 – Matriz de interação qualitativa dos impactos.

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS	FATORES QUE PODEM SER AFETADOS															
	MEIO FÍSICO						MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO					
	Qualidade da água	Qualidade do solo	Qualidade do ar	Processo erosivo	Microclima	Curso natural das águas	Diminuição da infiltração	Aumento do escoamento superficial	Flora	Fauna	Biodiversidade	Doenças	Qualidade de vida	Risco de desabamento	Risco de Inundação	Poluição visual
Supressão de mata ciliar	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-
Impermeabilização do solo	RvLI	RvLI	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	-	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-
Pavimento único	RvLD	RvLD	-	RvLI	RvRI	RvLD	RvLD	IVLD	IVLD	IVLD	RvLI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD
Pavimento múltiplo	RvLD	RvLD	-	RvLI	RvRI	RvLD	RvLD	IVLD	IVLD	IVLD	RvLI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD
Uso de blocos cerâmicos	-	IVLI	RvRD	RvLD	RvLD	-	RvLI	RvLI	RvLI	RvLI	-	RvLD	-	-	-	RvLD
Revestimento Externo	-	RvLD	RvLD	-	RvLD	-	-	-	RvLI	RvLI	-	RvLD	-	-	-	RvLD
Uso de tintas acrílicas	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	-	-	-	-	-	-	RvLD	-	-	-	RvLD
Uso de tintas PVA	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	-	-	-	-	-	-	RvLD	-	-	-	RvLD
Telha de Fibrocimento	RvLD	IVLD	RvLD	-	RvLD	RvLI	RvLD	RvLI	RvLI	RvLI	-	RvLD	-	-	-	RvLD
Telha Cerâmica	RvLD	IVLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	RvLI	RvLI	RvLI	-	RvLD	-	-	-	RvLD
Coberta de Laje de concreto armado	-	RvLD	RvLD	-	-	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	RvLI	-	RvLD	RvLD	-	-	-
Sapata isolada	-	RvLD	RvLD	-	-	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	RvLI	-	RvLD	RvLD	-	-	-
Viga baldrame	RvRD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	RvLD	RvLD	RvRI	RvRI	RvRI	RvRD	RvLD	RvLD	RvLI	-	RvLD
Esgoto	RvLD	RvLD	-	RvLI	-	RvLD	RvLD	-	RvLI	RvLI	RvLI	RvLD	RvLD	-	-	RvLD
Fossa Séptica	RvLD	RvLD	-	-	-	RvLD	RvLD	-	RvLI	RvLI	-	RvLD	RvLD	-	-	RvLD
Lixo	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	-	RvLI	RvLI	RvLI	RvLD	RvLD	-	-	RvLD
Implantação de vias	RvLD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	IVLD	IVLD	IVLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	-
Pastagem	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	-
Educação ambiental	RvRD	RvRD	RvRD	RvRD	RvLI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-
Construção de áreas verdes públicas	RvLD	RvLD	RvRD	RvRD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	RvLD
Recuperação de mata ciliar	RvLD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	-	RvLD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD

Reversibilidades: Reversível - Rv ou Irreversível - Iv; Extensão: Local - L ou Regional - R; Origem: Direta - D ou Indireta - I

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.4.1.1 Meio físico

Ao analisar os impactos causados nesse meio, pode-se observar que a maioria é considerada reversível, levando em consideração que as ações impactantes venham a serem reduzidas ou eliminadas. Estas intervenções devem ter as suas consequências ou produto orientadas pela velocidade em que a natureza se recompõe, podendo ser acelerado ou não pelo homem.

Existe a predominância de uma extensão local dos impactos. A extensão em nível regional é observada na poluição ambiental relacionada à hídrica e atmosférica. Em alguns pontos são lançados diretamente esgoto bruto no rio Capibaribe, afetando a qualidade da água local e a montante.

O despejo irregular de resíduos domésticos (lixo) causa também contaminação ao ar, devido às gases provenientes da decomposição, além dos gases oriundos dos escapamentos dos automóveis que circulam nas vias e são dispersas pelos ventos para outras localidades.

O processo erosivo, resultando em assoreamento do curso d'água quando ocorrido nas margens, tem seus impactos mais concentrados em um ponto local, mas pode ter resultados regionais, tanto a jusante quanto a montante, a partir do momento em que modifica a vazão o corpo hídrico.

Com relação à origem, foi constatado que a do tipo direta é predominante em relação à indireta, destacando-se a supressão de mata e implantação das vias.

a) Qualidade da água

Este fator ambiental é influenciado pelo despejo irregular de esgoto sem

tratamento no rio, assim como a disposição de lixo pela população em locais próximo ao rio, Figura 45. Estes fatos diminuem a qualidade da água devido aos poluentes, alterando as características físicas, químicas e biológicas, podendo ser este fato ter impactos, além do local, regional, devido à dinâmica de dispersão do rio.

Figura 45 – Lixo doméstico na margem do rio Capibaribe na Área 1.



Fonte: Arquivo Pessoal.

b) Qualidade do solo

A principal ação que degrada o solo é a retirada da mata nativa, a qual era uma proteção natural contra intemperes. Ao ser descoberto, o solo passa a receber mais facilmente as substâncias contaminantes, oriundas dos descartes de lixo e do esgotamento sanitário, seja ela feita através de fossas sépticas ou esgoto não tratado.

Além da transformação das matas em pastagens, em que a compactação proveniente das pisadas dos animais, como bovinos e equinos, aumenta a ocorrência de processo erosivo, em razão da diminuição da infiltração das águas associado com o aumento do escoamento superficial nestes locais.

Os principais impactos indiretos ocorridos no meio ambiente são

provenientes de uso de materiais de construções. Neste caso o uso de cerâmicas é a principal ação impactante nas áreas de estudo, pois é o principal insumo utilizado. Para a sua produção, é realizada uma deterioração do ambiente na qual estão localizadas as jazidas, pois é necessário à extração e uso de um recurso natural específico, neste caso o solo argiloso.

c) Qualidade do ar

Este fator é alterado principalmente devido aos gases provenientes dos veículos que circulam, principalmente pela Avenida Oriente, e os oriundos da decomposição e disposição de lixo, assim como o esgoto não tratado que é disposto a céu aberto.

O processo de construção pode ser uma origem de contaminação tanto direta quanto indireta, quando se relacionar a produção de materiais como cerâmicas, em que é necessário proceder à queima para a sua produção, emitindo para a atmosfera gases como dióxido de carbono (CO₂) e materiais particulados.

d) Processo erosivo

O efeito do processo erosivo é diretamente afetado pela ação da remoção da mata nativa, assim como efeito na qualidade do solo. A ser suprimida, a vegetação deixa de oferecer proteção ao solo das intemperes, assim como o solo também perde sustentação que é promovida pelo sistema radicular. Conseqüentemente o solo erodido, pela ação dos intemperes, se deposita em locais como base de encostas, ou quando a erosão acontece nas margens de curso d'água, as partículas de solo são carregadas e depositadas ao longo do leito, conforme Figura 46.

Figura 46 – Assoreamento no rio Capibaribe.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Essas partículas de solo no corpo hídrico se sedimentam e começam a causar um grave problema, que é o assoreamento. Este fato decorre na mudança da dinâmica hídrica, através da diminuição da profundidade, largura e fluxo do leito, intensificando o risco de inundação.

e) Microclima

O principal modificador direto que afeta o microclima é a remoção da mata, que aumenta a temperatura local e diminui a umidade do ar, tornando o ambiente mais seco, diminuindo assim a qualidade de vida das pessoas.

f) Curso Natural das Águas

Este fator está relacionado com o processo erosivo nas margens do rio. Devido ao fato da supressão da mata provocar erosão do solo, que se encaminha para dentro do corpo hídrico, com posterior sedimentação e acumulação, contribui para a modificação das características naturais como drenagem, fluxo e vazão, conforme pode ser observado na Figura 47.

Figura 47 – Largura do rio Capibaribe reduzido devido a assoreamento nas margens.



Fonte: Arquivo Pessoal.

g) Diminuição da infiltração

As modificações provocadas pelo homem com relação à remoção da vegetação, impermeabilização do solo através de construções e abertura de vias, reduz a capacidade de infiltração do solo, que é de suma importância para a alimentação do lençol freático e ao ciclo hidrológicos, assim como o incremento do escoamento superficial.

h) Aumento do escoamento superficial

O escoamento superficial é afetado pelas mesmas ações que infligem a diminuição da infiltração. Este processo é consequência da diminuição da infiltração, devido a maior quantidade de água que escoar e deixa de se infiltrar no solo. Como resultado, se tem um maior volume de água em direção ao curso d'água, incrementando o volume, elevando a altura da lamina d'água do rio e aumenta o risco de inundação, essa diferença pode ser vista na Figura 48.

Figura 48 – Nível de água: a) em maio de 2011; b) condição normal.



Fonte: Cabral, Santos e Silva (2013) Fonte: Arquivo Pessoal.

5.4.1.2 Meio biótico

Os impactos neste meio afetam a flora e fauna local, o que influencia diretamente na biodiversidade, caracterizado na avaliação como reversível devido à capacidade do ambiente de autorregenerar, quando a condições que a afetam sejam cessadas. No entanto, a construção de edificações é um fato de extensão irreversível, pois dela decorrem várias ações que impactam o ambiente.

A maior parte das ações é de impactos locais, mas pode atingir o âmbito regional com uma educação ambiental para a população, a qual disseminaria para outras pessoas de fora da área afetada. Também pode se relacionar a recuperação da mata e construção de áreas verdes, que favorecem o deslocamento de animais entre regiões próximas.

Os impactos do tipo origem são os mais comuns encontrados, como: o lançamento de esgoto modifica a qualidade dos solos e das águas, prejudicando o desenvolvimento da flora e da fauna devido a presença de elementos contaminantes no ambiente.

a) Flora

A partir da análise temporal, pode-se observar a descaracterização e redução da flora local com os passar dos anos. Na margem do rio, Área 1, é visto uma vegetação secundária composta por arbustos e gramíneas, como pode ser observado na Figura 49, a qual é utilizada por animais como pastagem.

Figura 49 – Vegetação secundária – Área 1.



Fonte: Arquivo Pessoal.

A falta de vegetação na margem é muito prejudicial para o ecossistema aquático, pois diminui a qualidade do ambiente. Souza (2012) afirma que a vegetação nas margens de cursos d'água influencia o microclima, em locais com remoção da mata ciliar, as temperaturas são mais altas e as suas águas apresentam índices físico-químicos elevados. A vegetação presente nas áreas é composta de espécies invasoras principalmente frutíferas como mangueiras, palmeiras e bananeiras, Figura 50. O que contribui para o excesso de peso do talude e causando instabilidade no terreno.

Figura 50 – Vegetação composta de espécies exóticas – Área 2b.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Santana (2011) descreve que a presença de espécies exóticas em APP em áreas urbanizadas é maior do que as nativas. Este tipo de vegetação prejudica a drenagem natural do terreno devido ao seu sistema radicular, como o caso das bananeiras, a qual retêm uma quantidade maior de água. Árvores de grande porte como mangueiras e coqueiros aumentam o peso exercido sobre o talude, contribuindo para uma maior instabilidade do talude, e intensificando as consequências causadas por um provável deslizamento (FIORI, 2011; GERSCOVICH, 2016).

b) Fauna

Foi observada a constante presença de animais domésticos, como vista na Figura 51, utilizando as áreas ribeirinhas como pastagem. A presença deste tipo de animais é prejudicial ao ambiente, eles utilizam a vegetação secundária existente para alimentação, causando com isto a diminuição do quantitativo, assim como a poluição do solo e da água advindo de suas fezes. Outrossim, realizam a compactação do solo e também são vetores para doenças.

Figura 51 – Cavalo utilizando como pasto a vegetação na margem do rio Capibaribe.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Devido ao fato de os locais de estudo serem bastante urbanizados, resultou na migração das espécies nativas para vários fragmentos de matas, que estão localizados próximos, como a mata de Tapacurá.

c) Biodiversidade

Devido aos fatos expostos para a flora e fauna, a biodiversidade é reduzida. As construções ocupam os espaços que eram naturalmente ocupados pela vegetação nativa e por animais silvestres, e a sua presença impede o retorno das espécies locais.

5.4.1.3 Meio antrópico

Os impactos causados no meio antrópico, em geral, foram classificados como reversíveis de alcance local, com origem de forma direta. A ação de educação ambiental atinge o âmbito regional, reduzindo a incidência de doenças e melhorando a qualidade de vida, assim como a recuperação da mata que possibilita o aumento da biodiversidade e pode reduzir o

processo de erosão e as inundações.

Aqueles que são de origem indireta foram pouco identificados nas áreas de estudo, destacando-se o lançamento de esgoto e as edificações como principais representantes. Estas ações estão inter-relacionadas com os fatores ambientais do meio antrópico, do aumento de risco de deslizamento, inundação e diminuição do escoamento superficial, mais significativos na Área 1.

a) Doenças

As áreas de estudo estão inseridas em um perímetro urbano já consolidado, localizadas na periferia com alta densidade populacional e oferecendo condições deficientes de higiene, como deposição de resíduos sólidos e de esgotamento sanitário de maneira irregular. Estes fatores influenciam diretamente no aumento da possibilidade de se contrair doença, pois são atrativos para diversos vetores como ratos e mosquitos, os quais disseminam vários tipos de enfermidades.

A Área 1 é a que apresenta maior vulnerabilidade com relação a este quesito, devido a presença de diversos animais domésticos, que são atraídos pelo lixo e os utilizam como alimentos. Estes animais são capazes de transmitir doenças pelo simples contato, ou ainda contaminar as águas do rio Capibaribe através de seus dejetos.

b) Qualidade de vida

Poucas são as ações que são consideradas como positivas com relação à qualidade de vida. As modificações das características naturais, causada pelo ser humano, refletem diretamente nas condições em que ele habita através da redução da qualidade de vida.

A construção de áreas verdes, recuperação da mata nativa são fatores importantes para a melhora deste fator, assim como o uso nas edificações de lajes de concreto nas cobertas, pois o conforto térmico é melhor, assim como o uso de tinta PVA.

c) Risco de deslizamento

O risco de deslizamento tem influencias tanto na Área1 como na Área 2. Ele esta relacionado com a remoção da vegetação nativa, que reflete diretamente no aumento do escoamento superficial, diminuição da infiltração da água no solo e na susceptibilidade de processos erosivos.

Em períodos com alta pluviosidade, as edificações podem sofrer danos materiais resultante dos deslizamentos, podendo também ter danos humanos. A Área 1 sofre pouco impactos com relação a este fator, pelo fato de ser uma região com pouca declividade.

Na Área 2 este risco é bastante presente, devido ao fato de existirem construções localizadas próximas ao talude que apresenta alta declividade, onde ainda apresentam o agravante da remoção da cobertura vegetal e cortes ocorridos na encosta, conforme Figura 52.

Figura 52 – Processo de deslizamento – Área 2.



Fonte: Arquivo Pessoal.

d) Risco de inundação

As ações ocorridas na Área 1 de supressão da mata, impermeabilização do solo e as edificações são responsáveis por aumentar o nível risco, associados com o despejo de esgoto e lixo. As modificações presente no rio devido ao assoreamento, a profundidade diminui e conseqüentemente nos períodos de alta pluviometria, as águas tendem a ocupar as margens que estão invadidas pela urbanização, o que resulta em conseqüências para a população.

Neste caso, é nítida a observância da inter-relação com os fatores do meio físico de diminuição da infiltração, aumento do escoamento superficial, mudança no curso natural das águas e erosão e a qualidade da água. A partir deles é que o risco de inundação se torna existente. Também se pode verificar a conexão da qualidade da água com as doenças, devido ao fato de inúmeras moléstias serem veiculadas por esse meio, o que reflete na qualidade de vida da população ribeirinha.

e) Poluição visual

Resultante da degradação do ambiente relacionada ao lixo disposto de modo inadequado, esgoto despejado a céu aberto, e até mesmo as edificações em não consonância com os locais e em condições inadequadas, como na Figura 53, onde é observado uma construção abandonada as margens do rio Capibaribe, interrompendo a paisagem natural.

Silva e Dantas (2008, p.60) afirmam que essas alterações humanas causam “cefaleia, cansaço mental e visual, visão embaçada, nervosismo, culminado com o estresse”. Segundo Brito e Rodrigues (2011), o estresse é uma das principais doenças na sociedade pós-moderna.

Figura 53 – Construção inacabada na margem do rio Capibaribe.



Fonte: Arquivo Pessoal.

f) Exclusão social

O processo de urbanização ocorrido no bairro de Penedo teve como características ser realizada por uma população carente, devido a ser uma área menos valorizada por se localizar na periferia. Estas áreas, em geral, não oferecem condições aceitáveis de infraestruturas como fornecimento de água, coleta de esgoto, vias de acessos, iluminação pública, postos de saúde escolas e de segurança.

Estes fatos geram desconforto ao moradores quando comparados a áreas centrais, que possuem melhores condições e são habitados pela população com melhor condição financeira, sendo priorizadas pelo setor público. Como consequência deste contexto, surge o processo de marginalização, ou exclusão social, da população que reside nestes locais.

Para com relação a exclusão social, atualmente o bairro apresenta muita evolução. Já existe uma boa rede de infraestrutura em todo o bairro, mas ainda faltam alguns serviços em locais pontuais. De acordo com avaliação, os impactos são reversíveis e não oferecem muita diferença de áreas de melhores condições financeiras do município. O fato que mais causa impacto inicial é devido as construções em encostas e muitas edificações a margem do rio.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho visou à identificação e à avaliação dos impactos de riscos ambientais resultantes das construções, principalmente por suas tipologias, em áreas com classificação de risco alto e muito alto no bairro de Penedo localizadas em encostas e margem de curso d'água, localizado em São Lourenço da Mata, PE.

A ocupação urbana no bairro de Penedo se iniciou há mais de 40 anos, onde apresenta em várias áreas incluídas em APP's. Existem poucos registros de ocorrência de deslizamento em encostas e inundações provenientes da cheia do rio Capibaribe.

A atualização do mapa de risco ambiental foi necessária, devido às mudanças ocorridas dentro do território do bairro. Foi possível corrigir uma lacuna existente do levantamento realizado em 2006, em que as áreas da margem do rio não apresentavam áreas de riscos, mesmo apresentando alta densidade de edificações.

Todavia, contrariando o dado da quantidade de áreas de risco, as quais aumentaram em 406% (de 34 para 133), a variação da extensão da área total foi somente de 16,16%, comparada com o mapeamento realizado em 2006. Esta mudança justifica-se a muitas áreas, por terem sido subdivididas em outras com classificações de magnitudes diferentes que foram os dos casos das de risco altos e muito altos, que tiveram diminuição de áreas e conseqüentemente as classificadas como baixo e médio sofreram incrementos.

Através da análise temporal, foi observado que durante a série histórica de 41 anos (de 1974 até 2015) a ocupação nas áreas de estudo (Área 1 e Área 2) modificaram bastante a paisagem. A área construída teve um

salto de 238m² para 4.448m², o que corresponde a um crescimento de 1.769%. O número de edificações também teve acréscimo, resultando em 87 unidades atualmente.

Para a tipologia construtiva, foi verificada uma homogeneidade com relação às características nas áreas de estudo. A maioria das edificações é de pavimento único, com fundação em viga baldrame, utilizando alvenaria de meia vez com revestimento externo na parte da fachada, e telhados de duas águas com variados tipos de materiais.

Com relação ao saneamento básico, cada área tem características diferentes, existe forte presença de fossas sépticas na Área 1, assim como disposição a céu aberto. Na área 2a, a coleta de esgoto é realizada por via de rede coletora. Para a Área 2b, foi verificada tanto a coleta realizada pela rede de esgoto como a disposição a céu aberto.

A partir da avaliação realizada com a Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Leopold), para as três áreas estudadas foram identificados que os impactos ambientais negativos, decorrentes do processo de expansão das áreas urbanas, são preponderantes em relação aos positivos. O maior número de impactos é classificado como reversível, de extensão local e direta.

Os impactos negativos relacionados à construção civil que mais impactam foram as edificações com pavimentos múltiplos. Este fato se justifica pela maior quantidade de materiais de construção, o que gera um impacto maior durante todo o processo construtivo.

No quesito de fundação, no geral, o uso do tipo viga baldrame impacta mais do que o uso de sapata isolado, pela elevada quantidade de material utilizado e de escavações. Contudo, o seu uso na Área 2a é extremamente

desaconselhável pela presença da adutora por toda a extensão do local.

Com relação ao saneamento básico, o fato de em alguns lugares terem a disposição do esgoto a céu aberto como na Área 1, torna necessário à preocupação com relação a obras básicas. Para as cobertas, o uso de laje de concreto armado é aquela que menos causa impactos negativos, além de oferecer melhor conforto térmico e menor custo de manutenção, comparado às outras opções de cobertas utilizadas nos locais de estudo.

O desmatamento juntamente com as edificações, aberturas de vias, lançamento de esgoto e a disposição de lixo influenciam no aumento o processo de erosão, a qual reflete no incremento do risco de deslizamento e de inundação.

O desenvolvimento urbano, na maneira em que acontece atualmente, é resultante de falta de planejamento urbano adequado, e associados com descaso das autoridades públicas com as questões das legislações ambientais causam graves problemas para a sociedade.

O principal culpado não é a população que está residindo nesta áreas e inumeras outras pelo país, e sim o poder público que ineficientemente a regula pois tem a posse da terra e teria como dever a sua proteção. Muito também se deve a falta de recursos financeiros para poder fiscalizar todos os territorios a ele pertencente.

No entanto não se pode negar, ou imputar a outra parte a total responsabilidade quanto ao grau de risco. As pessoas que moram nestes locais, geralmente não tem a sapiência do que se deve fazer. E quando a tem, não possuem outros meios para remediar, mitigar ou mudar a situação.

Frente a todos os fatos apresentados, fica claro que o processo de construção causa impactos ao ambiente. Quando localizadas em locais naturalmente vulneráveis, a sua simples presença intensifica a magnitude do risco ambiental. Acidentes causados por desastres naturais são praticamente impossíveis de serem eliminados, mas as suas consequências podem ser minimizadas ao máximo quando tomadas medidas adequadas.

Como recomendações para estudos futuros baseados neste trabalho, é necessário uma atualização do mapa de risco em todo o município de São Lourenço da Mata, e com critérios claros, fato que não ocorreu em levantamento anterior.

Também se faz necessário maiores estudos de tipologias construtivas focados na construção civil, relacionando materiais, técnicas construtivas e características locais.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000: Gestão de riscos — Princípios e diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR ISO 31010: Gestão de riscos — Técnicas para o processo de avaliação de riscos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMAS. **Monitoramento Pluviométrico (Histórico)**. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>> Acesso em: 27 dez. 2016.

ALVES, R.; CARVALHO SILVA, T.; BESERRA NETA, L. O avanço da ocupação antrópica em área de risco na serra do Tepequém - RR. **REVISTA GEONORTE**, v. 10, n. 1, p. 605–610, 2014.

ASSUNÇÃO, S. G. S. **Metodologia para avaliação de riscos ambientais em áreas urbanas da região metropolitana de Goiânia-GO**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012

BANDEIRA, A. P. N. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no Município de Camaragibe-PE**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

_____. **Parâmetros técnicos para gerenciamento de áreas de riscos de escorregamentos de encostas na região metropolitana do Recife**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

BATALHA, A. **Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos: João Vaz das Neves, Lda**. Monografia (Especialização em Técnicos Superiores de Segurança e Higiene no Trabalho) Pós-Graduação em Segurança e Higiene no Trabalho - 20.^a Edição, Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Setúbal. 2012.

BOLDRIN, M. T. N.; CUTRIN, A. O. Avaliação de impactos potenciais nas águas subterrâneas urbanas de Sinop (MT) usando a Matriz de Leopold. **Geociências**, v. 33, n. 1, p. 89–105, 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades/Cities Alliance. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais** / Celso Santos Carvalho e Thiago Galvão, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.

_____. **Legislação de direito ambiental**. 5. ed. São Paulo: Rideel, 2010. (Coleção de leis. Série compacta). Organização Luís Paulo Sirvinskas.

_____. Lei nº 12651, de 26 de maio de 2012. **Novo Código Florestal**. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 13 maio 2015.

BRAZ, F. V. S. **Metodologia de avaliação de riscos em equipamentos de energias renováveis: solar e biomassa**. 2014. Dissertação (Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho) – Instituto Politécnico de Setúbal. 2014.

BRITO, S. C.; RODRIGUES, E. P. O Estresse E A Ansiedade Na Sociedade Do Século XXI: Um Olhar Cognitivo-Comportamental / Stress and anxiety In the Twenty-first Century Society: A Look Cognitive-Behavioral. **Revista FSA (Faculdade Santo Agostinho)**, v. 8, n. 1, 2011.

BSI – BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Occupational Health and Safety Management Systems – requirements**. 1. ed.: OHSAS Project Group - British Standards Institution, 2007.

CABRAL, C. J.; SANTOS, L. S.; SILVA, J. C. B. Aplicação do sensoriamento remoto para monitoramento de eventos extremos urbanos, uma análise do município de São Lourenço da Mata – PE. XVI Simpósio Brasileiro do Sensoriamento Remoto – SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...**, 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1665.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento. **Imagem de levantamento aérea do Projeto Pernambuco Tridimensional**. 2016. Digital.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 001/86**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.. Brasília, MMA, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 24 dez. 2016.

CONDEPE/FIDEM – Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. **Fotografia área de São Lourenço da Mata nos anos de 1974, 1981 e 1997.** 2016.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.** Diagnóstico do município de São Lourenço da Mata, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Hidrologia/mapas_publicacoes/Atlas_Digital_RHS/pernambuco/relatorios/SLDM146.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2016.

_____. **Mapa geodiversidade do estado de Pernambuco.** Brasília. 2006. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_pernambuco.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

DINIZ, A. M. **Uma avaliação do impacto ambiental oriundo dos desfavelamento em áreas de preservação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.

EMBRAPA. **Solos do Nordeste.** Mapa exploratório – Reconhecimento de solos do município de São Lourenço da Mata – PE, 2001. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/pe/saolourencodamata.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2013.

FARIA, D.G.M.; FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; FERNANDES DA-SILVA, P.C.; CRIPPS J.C. 2005. Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas habitacionais de Diadema (SP). In: ABGE, Congresso Brasileiro Geologia de Engenharia e Ambiental, 11, Florianópolis, **Anais...** p. 892-907.

FARIA, D.G.M. **Mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do processo de análise de análise hierárquica (AHP).** Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. Avaliação da vulnerabilidade

ambiental de reservatórios à eutrofização. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 399–409, dez. 2007.

FIORI, A. P. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas**: aplicação na estabilidade de taludes. 2. ed., rev. ampl. Curitiba: Ed. UFPR, 2011. 602 p.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 192 p. Formato: Digital.

GOOGLE MAPS. [**São Lourenço da Mata**]. 2016. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-8.003899,-35.0274366,3a,75y,162.21h,72.69t/data=!3m6!1e1!3m4!1sdvNqFI3_M8it3xlulpls_A!2e0!7i13312!8i6656!6m1!1e1>. Acesso em: 09 jun 2016.

GUHA-SAPIR, D.; BELOW, R.; HOYOIS, P. **EM-DAT**: The CRED/OFDA International Disaster Database. Université Catholique de Louvain–Brussels, Belgium. 2016. Disponível em: <http://www.emdat.be/advanced_search/index.html>. Acesso em 14 abr 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 156 p.

_____. **Séries históricas e estatísticas**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?lang=&codmun=261370&search=pernambuco|sao-lourenco-da-mata|infogr%E1ficos:-evolu%E7%E3o-populacional-e-pir%E2mide-et%E1ria>>. Acesso em 08 maio 2016a.

_____. **Cidades**. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=10&op=0&vcodigo=POP122&t=taxa-urbanizacao>>. Acesso em: 24 dez. 2016b.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J R. A procedure for evaluating environmental impact. Washington: 13p., **U. S. Geological Survey**, Circular 645, Washington, D.C., U.S.A. 1971. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED053006.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2016.

MAGALHÃES, C. R. **Bacia Hidrográfica como Referência de Planejamento e Expansão urbana para as Cidades no século XXI**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola

Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2013.

MARQUES, J. A. P. **Estudo de metodologia de avaliação de risco a escorregamento de terra em área urbana: o caso do município de Juiz de Fora – MG.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

MENDONÇA, A. L. P. V. **Métodos de avaliação de riscos contributo para a sua aplicabilidade no setor da construção civil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade do Algarve. 2013.

MOURA, C. A. **Avaliação de Impactos Ambientais em Sistema de Esgotamento Sanitário com Disposição Oceânica - Estudo de caso: emissário do Campeche.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011.

NASCIMENTO, W. H. S. **Impactos ambientais provocados pela implantação de loteamentos urbanos na área de proteção ambiental Tarumã/Ponta Negra no município de Manaus-AM.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2009.

OLIVEIRA, F. C.; MOURA, H. J. T. DE. **Impacto Ambiental Em Estudos Realizados No Ceará.** **PRETEXTO**, v. 10, n. 4, p. 79–98, 2009.

OLIVEIRA, N. M. G. A.; CARVALHO, J. A.; JÚNIOR, E. F. S. **Impacto da expansão urbana sobre o sistema geomorfológico: o caso dos morros de Camaragibe-PE.** VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. **Anais...Goiânia: 2006.**

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives.** Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra, Suíça, <www.unisdr.org>, 2004.

_____. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision.** Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York, 2014. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/Default.aspx>>. Acesso em: 8 jun. 2015.

PAULA, B. L.; CERRI, L. E. D. S. **Aplicação do Processo Analítico Hierárquico**

(AHP) para Priorização de Obras de Intervenção em Áreas e Setores de Risco Geológico nos Municípios de Itapecerica da Serra e Suzano (SP). *Geociências*, v. 31, n. 2, p. 247–257, 2012.

PEREIRA, J. H. **Análise de impactos ambientais gerados pela implantação de loteamentos fechados de alto padrão**. 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/124503>>. Acesso em: 10 jan 2016.

PEREIRA, R. B. Tipologia arquitetônica e morfologia urbana. Uma abordagem histórica de conceitos e métodos. *Arquitextos*, São Paulo, ano 13, n. 146.04, Vitruvius, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.146/4421>>. Acesso em: 12 maio 2016.

PERES, D. J.; CANCELLIERE, A. Derivation and evaluation of landslide-triggering thresholds by a Monte Carlo approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 18, n. 12, p. 4913–4931, 8 dez. 2014.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia de Meio Ambiente do Estado de Pernambuco. Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado de Pernambuco, CONSEMA. **Resolução CONSEMA nº03/2002**, de 21 de dezembro de 2002. – In Resoluções: 2002.

PIRES ADVOGADOS & CONSULTORES. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**. Projeto Cidade da Copa. Recife, 2012. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/RIMA-cidade-da-copa.pdf>> Acesso em: 11 de jun. de 2015.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (Org.). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - Guia Pmbok®**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

PROJETEC-BRLi. **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe**. Tomo I, Diagnóstico Hidroambiental, vol. 02/03 / Projetos Técnicos. Recife, 2010. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/down/PHA_Capibaribe_TOMO_I_VOL_2_Diagnostico_21.07.11.pdf> .Acesso em: 14 maio 2016.

REGO, R. F.; LIMA, V. C.; LIMA, A. C.; BARRETO, M. L.; PRADO, M. S.; STRINA, A. Environmental indicators of intra-urban heterogeneity

Indicadores ambientais para detectar heterogeneidade intraurbana
Indicadores ambientales para detectar la heterogeneidad intra-urbana.
Cadernos de Saúde Pública. v. 29, n. 6, p. 1173–1185, 2013.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 5.ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

RIBEIRO, A. A. **Avaliação de Riscos: Estimativa Qualitativa da Probabilidade e da Gravidade em Contexto de Risco Elevado**. Dissertação (Mestrado em Gestão da Prevenção de Riscos Laborais) – Instituto Superior de Línguas e Administração Avaliação, Leiria. 2013.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. 2. ed. New York: Springer, 2012. 342p. (International Series in Operations Research & Management Science).

SAATY, T. L. The Modern Science of Multicriteria Decision Making and Its Practical Applications: The AHP / ANP Approach The Modern Science of Multicriteria Decision Making and Its Practical Applications: The AHP / ANP Approach. **Operations Research**, v. 61, n. 5, p. 1102–118, 2013.

SANTANA, M. N. R. Identificação dos impactos ambientais da ocupação irregular na área de preservação permanente (APP) do Córrego Tamanduá em Aparecida de Goiânia. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2, 2011, Londrina (PR). **Anais...** Bauru (SP): IBEAS, 2011.

SANTOS, C. N. Entre o real e o ideal: identificação das tipologias construtivas no Conjunto Salvador Lyra. **Minha Cidade**, São Paulo, ano 14, n. 157.03, Vitruvius, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/14.157/4848>>. Acesso em 10 maio 2016.

SANTOS, D. S. **Diagnóstico da Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição e seus Impactos Ambientais no Município de Jaboatão dos Guararapes/PE**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.

SÃO LOURENÇO DA MATA. Lei nº 1749, de dezembro de 1988. **Código de Urbanismo**. São Lourenço da Mata, PERNAMBUCO, 1989.

_____. Lei nº 2.159, de 10 de outubro de 2006. **Plano Diretor de São**

Lourenço da Mata. São Lourenço da Mata, PERNAMBUCO, 2006.

SÃO LOURENÇO DA MATA. LOR nº 1, de 02 de outubro de 2008. **Lei Orgânica do Município.** São Lourenço da Mata, PERNAMBUCO, 2008.

_____. **GALERIA DE FOTOS.** 2015. Disponível em: <<http://slm.pe.gov.br/galeria-fotos/>>. Acesso em: 14 set. 2015.

_____. **São Lourenço da Mata.** 2016. Disponível em: <<http://slm.pe.gov.br/a-prefeitura/sao-lourenco-da-mata/>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

SAPIR, D. G.; HOYOIS, P.; BELOW, R. **Annual Disaster Statistical Review 2014.** Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Institute of Health and Society (IRSS). Université Catholique de Louvain-Brussels, Belgium. 2015.

SCHNEIDER, P. A. **Patologias de edificações devido à movimentação de encostas na cidade de Santa Cruz do Sul – RS.** 2010, 83p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2010.

SILVA, J. E. F.; DANTAS, I. C. **POLUIÇÃO VISUAL: QUE MAU ISSO FAZ?** *Revista BioFar*, v. 2, n. 2, 2008.

SILVA, M. L. O. **Impactos socioambientais decorrentes de ocupações nas margens do rio Capibaribe, município de São Lourenço da Mata/PE.** 2013. 114 f. Monografia (Especialização em Gestão e Controle Ambiental) Programa de Pós-Graduação em Gestão e Controle Ambiental, Universidade de Pernambuco, Recife, 2013.

SOUSA, A. M. V; Melo, A. L.; Silva, H. P.; Valoie, J. O. A.; Carvalho, P. R. C.; Alves, R. B. O. Atualização da base cartográfica do município de São Lourenço da Mata-PE. Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. **Anais...**Recife: 2012.

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E. **Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações.** Fortaleza: Edições Ufc, 2009. 240 p.

SOUZA, M. C. B. **Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do**

rio Jacarecica – Maceió/AL. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2012.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TORRES, F. S. M. **Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e erosão do município de Ipojuca-pe carta de suscetibilidade a movimentos de massa e erosão do município de Ipojuca-PE.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.

VARGAS, R. V. **Analytical Hierarchy Process, Earned Value and Other Project Management Themes: a compendium of technical articles.** 2. ed. Copenhagen: Ricardo Viana Vargas., 2015. 232 p. Disponível em: <http://rvdownloads.s3.amazonaws.com/uploads/downloads/books/ricardo_vargas_articles_compendium_second-edition.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2016.

VIEILLARD-BARON, H. **Os riscos sociais.** In: VEYRET, Y. (Org.) **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 2007. p. 275-316.

WINSEMIUS, H. C.; VAN BEEK, L. P. H; JONGMAN, B.; WARD, P. J; BOUWMAN, A. A framework for global river flood risk assessments. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 17, n. 5, p. 1871–1892, 21 maio 2013.

ZIEGLER, G. L. F. **Avaliação do risco a escorregamentos devido a ocupação urbana na Vila Bela Vista em Santa Maria-RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

APÊNDICE A – Questionário de entrevista junto aos moradores

QUESTIONÁRIO

1º) Número da edificação

2º) Quantas pessoas residem?

◇ 2 ◇ 3 ◇ 4 ◇ 5 ◇ >5

3º) Quantos anos você reside nesta edificação?

◇ 1-2 ◇ 3-4 ◇ 5-6 ◇ 7-8 ◇ 9-10 ◇ >10

4º) Quantos quartos há na edificação?

◇ 2 ◇ 3 ◇ 4 ◇ 5 ◇ >5

5º) Quantos banheiros existem?

◇ 1 ◇ 2 ◇ 3 ◇ >3

6º) A edificação já sofreu alguma reforma?

◇ SIM ◇ NÃO

7º) A quanto tempo foi?

◇ 1 ◇ 2 ◇ 3 ◇ 4 ◇ 5 ◇ >5

8º) Existe fornecimento de água encanada (COMPESA)?

◇ SIM ◇ NÃO

9º) Como é feito o esgoto da edificação?

◇ Não há ◇ Fossa ◇ Compesa

10º) A situação da edificação está regular junto a prefeitura (IPTU)?

◇ SIM ◇ NÃO ◇ NÃO SABE

11º) Como foi feito a base da edificação?

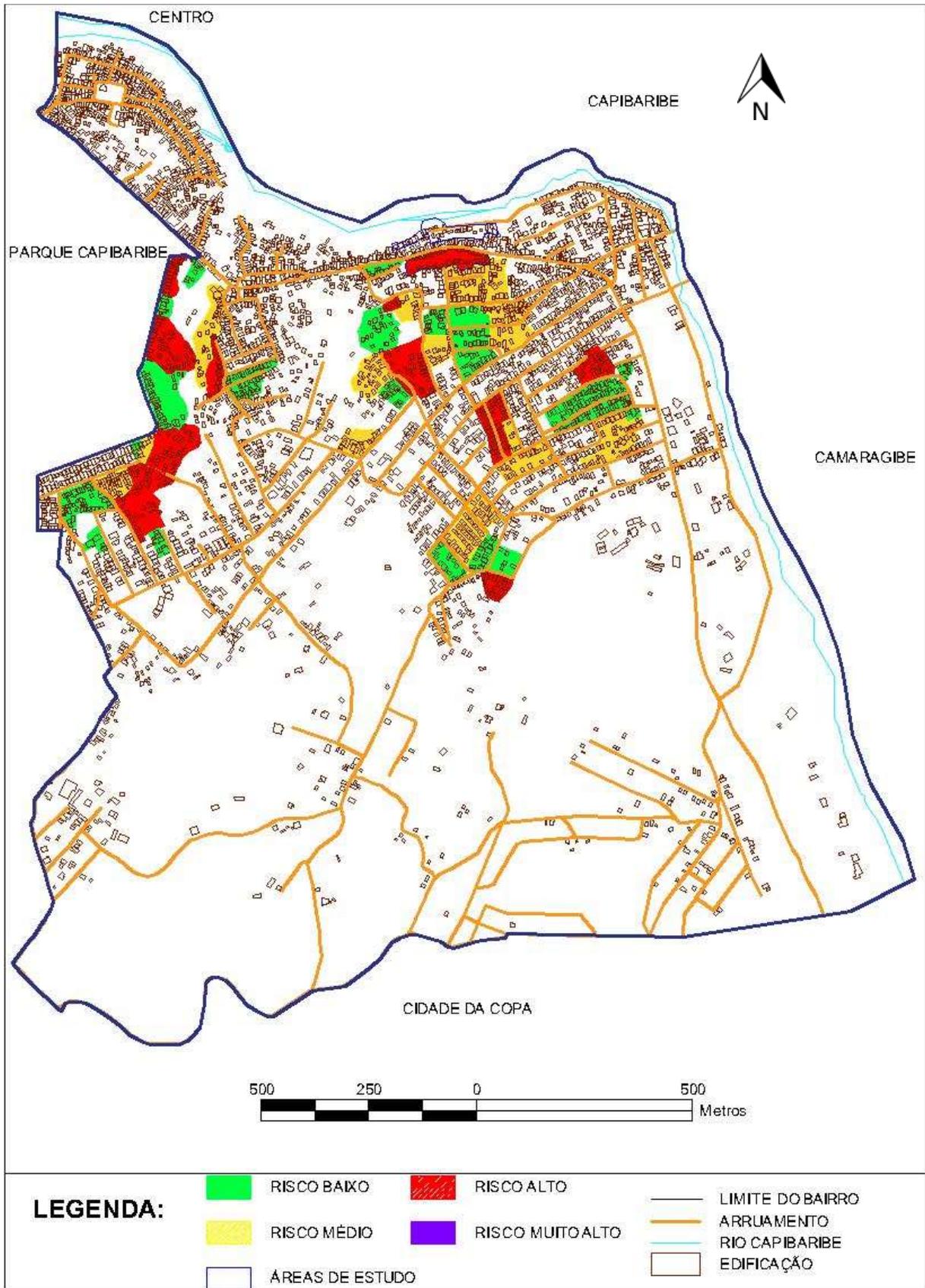
12º) Quando foi a última que alguém da prefeitura esteve aqui?

13º) Qual foi a última vez que ocorreu algum(a) deslizamento/enchente?

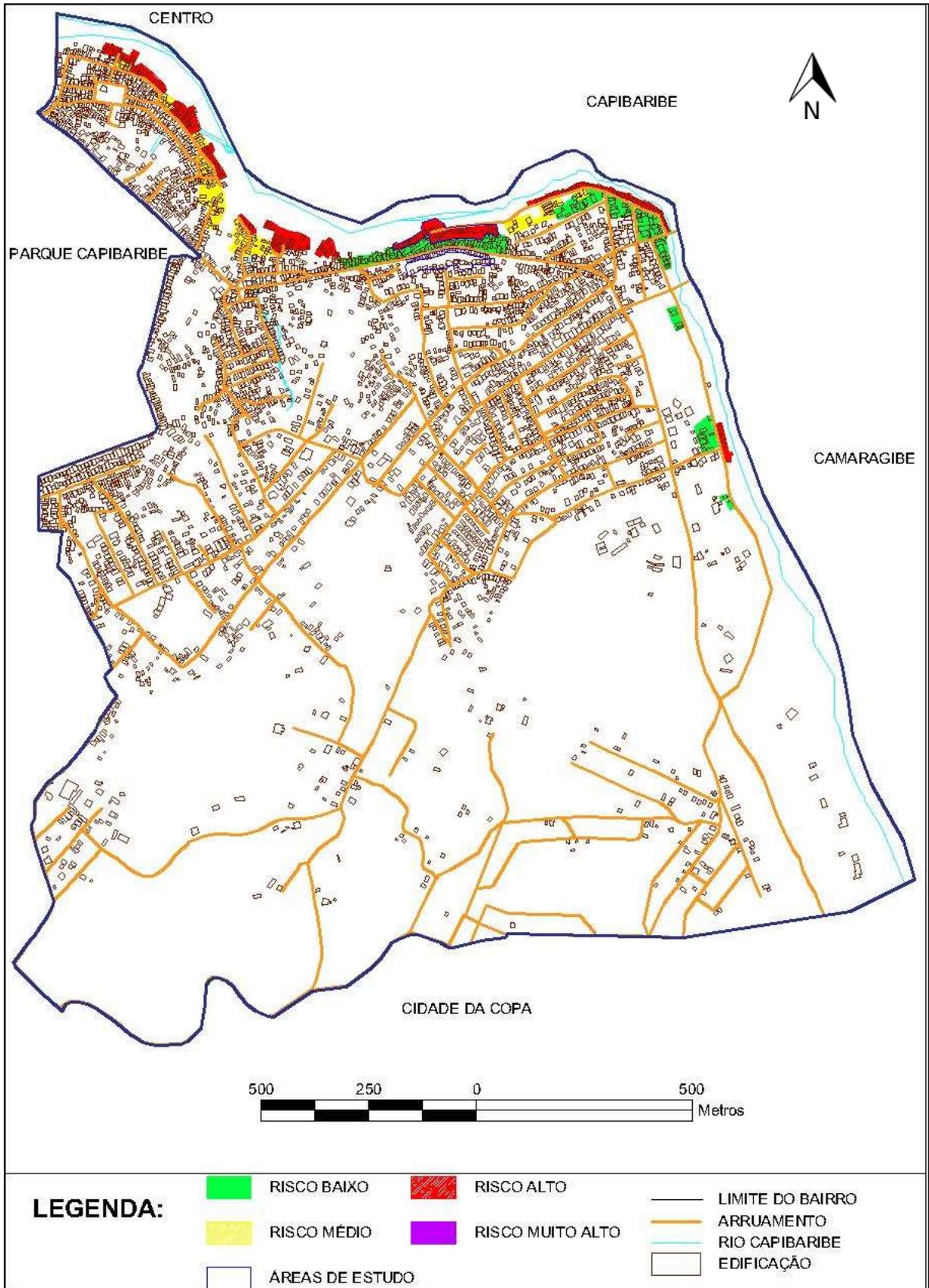
14º) Há intenção de realizar reforma na edificação no próximo ano?

◇ SIM ◇ NÃO

APÊNDICE B – Mapa de susceptibilidade a deslizamento



APÊNDICE C – Mapa de susceptibilidade de inundação



APÊNDICE D – Mapa de risco tecnológico

