



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

REJANE DE ASSIS ALBUQUERQUE

ANÁLISE DE UMA ENCOSTA EM ÁREA DE RISCO
NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES/PE

Recife, PE
2016



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

REJANE DE ASSIS ALBUQUERQUE

**ANÁLISE DE UMA ENCOSTA EM ÁREA DE RISCO
NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES/PE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof^ª Dra. Kalinny P. Vaz Lafayette.

Recife, PE
2016

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

A345a Albuquerque, Rejane de Assis
Análise de uma encosta em área de risco no município de
Jaboatão dos Guararapes-PE / Rejane de Assis Albuquerque.
– Recife: UPE, Escola Politécnica, 2016.
154 f.: il.

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

1. Ocupações desordenadas 2. Encosta 3. Margem do
rio. 4. Área de preservação permanente. 5. Impactos
socioambientais. Engenharia Civil - Dissertação I. Lafayette,
Kalinny Patrícia Vaz (orient.) II. Universidade de
Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção
Civil. IV. Título.

CDD: 690.0286

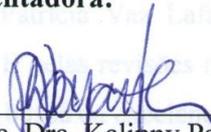
REJANE DE ASSIS ALBUQUERQUE

AGRADECIMENTOS

ANÁLISE DE UMA ENCOSTA EM ÁREA DE RISCO NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora:



Prof. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette
Universidade de Pernambuco

Examinadores:



Prof. Dra. Simone Rosa da Silva
Universidade de Pernambuco



Prof. Dra. Karina Cordeiro de Arruda Dourado
Instituto Federal de Pernambuco

Recife, PE
2017

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me guiou para esse caminho e que nunca me fez perder a fé Nele. E a Nossa Senhora de Fátima, minha protetora em todos os momentos, com a intercessão do Nosso Senhor Jesus Cristo.

Aos meus pais, Antônio José de Albuquerque e Maria Elza de Assis Albuquerque, pelo amor incondicional, a quem dedico. Aos meus irmãos (Rosane, Rômulo, Hélder, Rita de Cássia e Renata), sobrinhos, e toda família, pelo carinho e paciência.

A minha orientadora, professora Kalinny Patrícia Vaz Lafayette, pela competência, pelo apoio, compreensão, confiança e paciência. E pelas revisões nessa pesquisa, e que muito me ajudaram na estruturação da dissertação e na busca da excelência.

A grande amiga, Symone Figueredo do Nascimento, a quem também dedico essa pesquisa, pelo apoio e motivação para estudar essa encosta em Jaboatão dos Guararapes. Agradeço todo o seu apoio e também da sua família, sua mãe, irmão e primo.

Aos professores Cleto Campelo e João Barbosa de Souza Neto, pelo apoio para a realização desse projeto.

Aos amigos do Mestrado de Engenharia Civil da UPE (Universidade de Pernambuco) Clayton, Filipe, Priscila, Pamela, Kátia, Nara, Maria Eugênia, Raffaella, Eudes, Victor Estolano, Victor Moraes, Fábila, Ayanna, Ary, Regina, Felipe, Severino Virgílio, Silvio, Carlos Maurício, Anderson, Alberto, Aristófanés, Ericka, Cristina, Osvaldo, Suellen, Mara, Liselda e demais. E, em especial, agradeço o apoio de Kátia, Nara, Osvaldo e Patrícia, no Laboratório de Mecânica dos Solos. E, sobretudo, aos amigos, Clayton Gomes e Renata Silva.

Ao amigo e grande incentivador, que contribuiu nessa pesquisa, o Sr. Ignácio Silva, por ter me ajudado com sua experiência. A amiga Lucimaura pela ajuda na pesquisa. E, sobretudo, a ajuda de Ana Luiza no desenvolvimento da pesquisa com sua experiência e tranquilidade.

Aos amigos que participaram dos estudos de campo, e apoiaram-me na pesquisa e

desenvolvimento de artigos: Ivson Silva , Gisele Medeiros e Filipe Araújo de Carvalho.

Aos docentes do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – PEC, pelo apoio, bem como à secretária Lúcia Rosani e a estagiária Tamiris, pela cordialidade nas solicitações.

Aos amigos do Laboratório de Mecânica dos Solos da UPE: Fábio Ferreira e a Professora Maria da Conceição Justino, pela compreensão nos meus momentos difíceis, pela oportunidade e apoio; e da UFPE: Gutemberg, na coleta das amostras, durante atividade de campo.

Aos amigos, José Manuel Pereira da Silva, Flávio Porfírio, Luiz Ferreira, Hélder Falcão, Flávio Lobo de Mattos, Joaci Oliveira Nery, Juarês Fidelis de Melo, Jackson Tavares Neto, Luiz Fernando Oliveira da Silva, Emílio de Moraes Falcão Neto, Maria da Conceição Soares Bernardino Barbosa, Adriana Wilza da Silva, Nadja Gomes da Silva, Magda Maria Amorim F. de Souza, Christiane Claudia de Lima, que me ajudaram direta ou indiretamente.

Aos amigos, que me deram apoio para esta pesquisa, Cleudo Freitas, Maria Edjane Silva, Gilson Galvão da Silva, Luciano Maurício Gonzaga Rodrigues, Giani Andrade Lima, Edilma Timóteo Costa, Sandeji Alexa de Melo Carvalho, Edjane Lopes Souza.

Agradeço aos moradores da área da encosta pelo apoio nas entrevistas realizadas.

Ao topógrafo, Israel Cezar Nery da Silva, pela ajuda.

Ao CPRM – Serviço Geológico do Brasil, pelo apoio nos mapas para a concretização do estudo, e em especial agradeço a Sandra Fernandes da Silva da Divisão de Geologia Aplicada – DIGEAP, pelo envio do material e disponibilidade.

À Defesa Civil de Jaboatão dos Guararapes, sobretudo a Rejane Lucena e Olindina Macedo, pelo material enviado para pesquisa.

À FACEPE pelo o apoio concedido para realização desta pesquisa.

A todos minha sincera gratidão.

As comunidades sempre terão de enfrentar perigos naturais, mas desastres de hoje são muitas vezes gerados por, ou pelo menos agravados por atividades humanas. Em nenhum momento na história da humanidade tantas pessoas viveram em cidades agrupadas em torno de áreas sismicamente ativas. Miséria e pressão demográfica levaram mais pessoas do que nunca para viver em planícies de inundação ou em áreas propícias a deslizamentos de terra. Pobre ordenamento territorial; gestão ambiental; e a falta de mecanismos reguladores que aumentam o risco e os efeitos dos desastres.

(Traduzido de Kofi Annan).

RESUMO

O ritmo da urbanização e a dinâmica da construção civil propiciaram modificações no espaço urbano de forma acelerada e o setor da construção civil tem influência direta nos aglomerados subnormais. O município de Jaboatão dos Guararapes, no Estado de Pernambuco, apresenta muitas áreas de assentamentos precários, resultantes da dinâmica espacial, da ocupação desordenada e do desenvolvimento econômico e industrial, gerando consequências para o meio ambiente e para qualidade de vida da população. O objetivo da pesquisa é avaliar a área ocupada inadequadamente de uma encosta à margem do Rio Jaboatão, na cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE, e identificar os impactos socioambientais que trazem risco em decorrência do processo de urbanização ao longo dos anos. Os procedimentos metodológicos realizados foram: caracterização da área, coleta de dados, entrevista com moradores, aquisição de ortofotocartas georreferenciadas, análise temporal da ocupação, elaboração da matriz de interação de impactos e análise dos impactos. Foram constatados 28 pontos de ocupações irregulares representadas por 25 residências e 03 pontos comerciais, além de um terreno baldio, na área de preservação permanente delimitada entre a margem esquerda do Rio Jaboatão e parte inferior da encosta, com descumprimento da legislação ambiental. As modificações identificadas foram áreas construídas, impermeabilização do solo, desmatamento, lançamento de esgotos domésticos e de lixo, assoreamentos, deslizamentos e inundações. Verificou-se também que, no decorrer de 39 anos, houve, no local, supressão de vegetação de 30,05% e aumento de área construída de 10,39%. Em 1975, a área impermeabilizada não existia, pois não havia pavimentação no local, essa área era constituída de solo natural. A classe de área impermeabilizada cresceu no período de 2006 e 2014, variando de 380m² a 590m², teve um acréscimo de 55,26%, tudo isso contribuiu para um quadro de degradação socioambiental, elevando os impactos. A maioria dos impactos foi considerada reversível, direta e local, e os negativos predominaram quando comparados aos positivos. A educação ambiental e o plantio de gramíneas foram impactos positivos que obtiveram alta magnitude. Os impactos negativos com maior grau de intensidade foram desmatamento, uso e ocupação do solo, edificações em área de encosta, tipologias construtivas, dentre outros. Assim, conclui-se que a utilização de base vetorial extraída da ortofotocarta georreferenciada pode subsidiar no planejamento ambiental urbano e a gestão territorial para a tomada de decisão pelo poder público e privado.

Palavra-chave: Ocupações desordenadas. Encosta. Margem do rio. Área de preservação permanente. Impactos socioambientais.

ABSTRACT

The pace of urbanization and the dynamics of civil construction have led to rapid changes in urban space, and the civil construction sector has a direct influence on subnormal clusters. The municipality of Jaboatão dos Guararapes, in the state of Pernambuco, presents many areas of precarious settlements, resulting from spatial dynamics, disordered occupation and economic and industrial development, generating consequences for the environment and for the quality of life of the population. The objective of the research is to evaluate the inadequately occupied area of a hillside along the Jaboatão River, in the city of Jaboatão dos Guararapes-PE, and to identify the socio-environmental impacts that bring risk as a result of the urbanization process over the years. The methodological procedures were: characterization of the area, data collection, interviews with residents, cartographic maps acquisition, temporal analysis of the occupation, elaboration of the matrix of interaction of impacts and analysis of impacts. There were 28 points of irregular occupations identified in the area of permanent preservation with noncompliance with environmental legislation. The identified modifications were built areas, waterproofing of the soil, deforestation, discharge of domestic sewage and garbage, silting, landslides and flooding. It was also verified that, during 39 years, there was, in the place, suppression of vegetation of 30.05% and increase of constructed area of 10.39%. In 1975, the waterproofed area did not exist, since there was no pavement in the place, this area was constituted of natural soil. The class of waterproofed area came to grow in the period between 2006 and 2014, the area ranged from 380 m² to 590 m², had an increase of 55.26%, all of which contributed to a socio-environmental degradation, increasing impacts. Most of the impacts were considered reversible, direct and local, and the negative ones predominated when compared to the positive ones. Environmental education and planting of grasses were positive impacts that obtained a high magnitude. The negative impacts with greater intensity were deforestation, land use and occupation, hillside constructions, construction typologies, among others. Thus, it is concluded that the use of geo-referenced images can subsidize urban environmental planning and territorial management for decision-making by public and private power.

Keyword: Disorganized occupations. Hill. River bank. Permanent preservation area. Socio-environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Deslizamentos em área de risco em Blumenau /SC.....	24
Figura 2 - Deslizamentos destrutivos em encosta - Comunidade de Niterói - Rio de Janeiro/RJ.....	25
Figura 3 - Autoconstruções em morros do Recife/PE.....	25
Figura 4 - Encostas ocupadas por população baixa renda – Camaragibe/PE.....	26
Figura 5 - Ocupação inadequada em APP - São Lourenço da Mata/PE.....	27
Figura 6 - Parâmetros de uma análise de risco.....	29
Figura 7 - Processo de gestão de riscos.....	30
Figura 8 - Medidas de prevenção de acidentes em áreas de risco de deslizamentos	32
Figura 9 - Causas e efeitos dos deslizamentos em encostas.....	35
Figura 10 - Relação entre grau de risco e as condições de moradias.....	37
Figura 11 - Impactos socioambientais sobre encostas em Recife-RMR.....	39
Figura 12 - Problemas ambientais urbanos e suas conectividades.....	40
Figura 13 - Mapa de localização da área de estudo da encosta em Jaboatão dos Guararapes.....	47
Figura 14 - Vegetação na área de estudo na encosta em Jaboatão dos Guararapes-PE.....	50
Figura 15 - Encostas protegidas por vegetação em Jaboatão dos Guararapes-PE.....	50
Figura 16 - Totais pluviométricos no período de 2003 a 2016 no município de Jaboatão dos Guararapes-PE (Posto Prazeres e Muribeca).....	51
Figura 17 - Médias mensais das precipitaçõesde 2003 a 2016 em Jaboatão dos Guararapes (Posto de Prazeres e Muribeca)	52
Figura 18 - Mapa temático do relevo em Jaboatão do Guararapes-PE.....	53
Figura 19 - Mapa de solos em Jaboatão dos Guararapes-PE.....	55
Figura 20 - Rio Jaboatão e os impactos socioambientais.....	57
Figura 21 - Fluxograma das atividades realizadas.....	61
Figura 22 - Coleta de amostra indeformada na encosta em Jaboatão dos Guararapes-PE.....	67
Figura 23 - Caixas e sacos identificados com amostras indeformadas e deformadas.....	68

Figura 24 - Preparação da amostra deformada.....	68
Figura 25 - Ensaio de resistência ao cisalhamento direto.....	70
Figura 26 - Quantificação das classes temáticas da encosta nos anos 1975, 2006 e 2014.....	73
Figura 27 - Encosta em Jaboatão, 1975.....	74
Figura 28 - Encosta em Jaboatão, 2006.....	75
Figura 29 - Encosta em Jaboatão, 2014.....	76
Figura 30 - Delimitação da APP com as edificações na margem esquerda do Rio Jaboatão e na área da encosta	80
Figura 31 - Pontos identificados na área de estudo (01 ao 04).....	82
Figura 32 - Pontos identificados na área de estudo (05 ao 08).....	83
Figura 33 - Pontos identificados na área de estudo (09 ao 11).....	83
Figura 34 - Pontos identificados na área de APP.....	84
Figura 35 - Pontos identificados na área de APP próximo ao terreno baldio.....	84
Figura 36 - Margem esquerda do Rio Jaboatão em APP.....	85
Figura 37 - Histórico de deslizamentos nos bairros do município de Jaboatão dos Guararapes.....	86
Figura 38 - Mapa de risco em assentamento precário setor SJS12 no bairro de São José Centro – Jaboatão dos Guararapes-PE.....	90
Figura 39 - Setor da encosta com grau de risco alto (R3).....	91
Figura 40 - Setor da encosta com trecho em acelerado processo erosivo.....	91
Figura 41 - Processo erosivo na encosta: (a) Janeiro 2015 e (b) Junho 2016 - Jaboatão dos Guararapes.....	92
Figura 42 - Edificação com risco muito alto devido erosão – Junho/2016 – Jaboatão dos Guararapes.....	93
Figura 43 - Uso de lona plástica na encosta - Jaboatão dos Guararapes.....	94
Figura 44 - Danos por escorregamento - Jaboatão dos Guararapes-PE.....	94
Figura 45 - Construção de muro próximo à crista da encosta – Jaboatão dos Guararapes.....	96
Figura 46 - Terreno destinado a futuras construções na encosta - Jaboatão do Guararapes.....	96
Figura 47 - Edificação no topo da encosta com avanços na construção.....	97
Figura 48 - Tipologias construtivas com baixo padrão construtivo – Jaboatão dos	

Guararapes.....	98
Figura 49 - Casas conjugadas de baixo padrão - Jaboatão dos Guararapes-PE.....	99
Figura 50 - Tipologias construtivas com médio padrão construtivo – Jaboatão dos Guararapes.....	99
Figura 51 - Tipologia construtiva sem manutenção – Jaboatão dos Guararapes.....	100
Figura 52 - Canaletas abertas para limpezas pela Prefeitura – Jaboatão dos Guararapes.....	104
Figura 53 - Instalação de coletor de lixo na praça Dr. Diniz Passos – Jaboatão dos Guararapes.....	105
Figura 54 - Lançamento de lixo na base da encosta – Jaboatão dos Guararapes.....	105
Figura 55 - Vegetação recuperada na área da encosta.....	112
Figura 56 - Esgoto a céu aberto sobre a encosta.....	115
Figura 57 - Lixo despejado à margem do Rio Jaboatão.....	115
Figura 58 - Lançamento de lixos e entulhos sobre a encosta.....	116
Figura 59 - Carreamento de sedimentos que contribui para turbidez do Rio Jaboatão	117
Figura 60 - Deslizamento da contenção com lona plástica em Jaboatão dos Guararapes-PE.....	118
Figura 61 - Árvores de grande porte com espécies (saguis) na encosta.....	121
Figura 62 - Lixo depositado na encosta, causando a proliferação de vetores de doenças.....	123
Figura 63 - Escadarias da encosta sem manutenção e com degraus danificados.....	125
Figura 64 - Curva Granulométrica do solo - Jaboatão dos Guararapes-PE – Amostra A1.....	128
Figura 65 - Curva Granulométrica do solo – Jaboatão dos Guararapes-PE – Amostra A2.....	129
Figura 66 - Curva tensão deformação – Cisalhamento direto na condição natural - Bloco 01.....	131
Figura 67 - Curva tensão deformação – cisalhamento direto na condição inundada - Bloco 01.....	131
Figura 68 - Envoltória na condição natural – Bloco 01	133
Figura 69 - Envoltória na condição inundada – Bloco 01.....	133
Figura 70 - Curva tensão deformação – Cisalhamento na condição natural (deslocamentos) – Bloco 01.....	134

Figura 71 - Curva tensão deformação – cisalhamento na condição inundada
(deslocamentos) – Bloco 01..... 135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Setor de Risco correspondente à área de estudo.....	48
Tabela 2 -	Quantificação temporal na área da encosta 1975, 2006 e 2014.....	72
Tabela 3 -	Ocupações identificadas em Área de Preservação Permanente (APP).....	81
Tabela 4 -	Mapeamento de riscos em Jabotão Centro.....	87
Tabela 5 -	Síntese dos resultados dos 12 setores mapeados.....	87
Tabela 6 -	Entrevista com os moradores.....	102
Tabela 7 -	Problemas socioambientais citados pelos moradores.....	104
Tabela 8 -	Responsabilidade quanto à conservação da encosta.....	106
Tabela 9 -	Despesas dos moradores.....	106
Tabela 10 -	Rendimentos versus número de moradores.....	107
Tabela 11 -	Matriz de interação de impactos quantitativa.....	110
Tabela 12 -	Matriz de interação de impactos qualitativa.....	126
Tabela 13 -	Percentual de argila, silte, areia e pedregulhos nas amostras de solo.....	129
Tabela 14 -	Massas específicas e limites de Atterberg.....	130
Tabela 15 -	Características dos corpos de prova na condição inundada.....	132
Tabela 16 -	Síntese dos resultados nas condições natural e inundada.....	132

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	– Avaliação de Impactos Ambientais
APAC	– Agência Pernambucana de Águas e Clima
APP	– Área de Preservação Permanente
CODECIR	– Coordenadoria de Defesa Civil do Recife
COMPESA	– Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA	– Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONDEPE/FIDEM	– Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CPRH	– Agência Estadual de Meio Ambiente
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IP	– Índice de Plasticidade, %
IPT	– Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPTU	- Imposto Predial e Territorial Urbano
ITEP	– Instituto de Tecnologia de Pernambuco
LL	– Limite de Liquidez, %
LORM	– Lei Orgânica do Município do Recife
LP	– Limite de Plasticidade, %
ONG	– Organização Não Governamental
PDCR	– Plano Diretor de Desenvolvimento da Cidade do Recife
PIB	– Produto Interno Bruto
PLHIS	– Plano Local de Habitação e Interesse Social
PMHIS	- Plano Municipal de Habitação de Interesse Social
PMRR	– Plano Municipal de Redução de Risco
SIG	– Sistema de Informações Geográficas
SNHIS	– Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social
UP	– Unidade de Planejamento
UNDRO	– United Nations Disasters Relief Co-Ordinator
USCS	- Unified Soil Classification System
ZAB	– Zona de Adensamento Baixo
ZAR	– Zona de Adensamento Restrito

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Justificativa	20
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	21
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	21
1.3 Estruturação da Dissertação	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 Análise temporal em áreas vulneráveis e riscos em áreas de encostas	27
2.2 Gestão de riscos, mapeamento do risco e a sua hierarquização no âmbito mundial e nacional	30
2.3 Danos em Edificações devido aos riscos e tipologias construtivas	34
2.4 Impactos Ambientais	38
2.5 Matrizes de interação de impactos e legislações federal, municipal e estadual	41
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	46
3.1 Localização da Área	46
3.2 Características Socioeconômicas	48
3.3 Características Fisiográficas do Município	49
3.3.1 <i>Vegetação</i>	49
3.3.2 <i>Clima</i>	51
3.3.3 <i>Relevo</i>	52
3.3.4 <i>Solo</i>	54
3.3.5 <i>Hidrografia</i>	56
3.3.6 <i>Geologia</i>	58
4 METODOLOGIA	60
4.1 Etapa 1 – Obtenção de dados	61
4.1.1 <i>Obtenção de dados</i>	61
4.1.2 <i>Coleta de dados nos órgãos municipais e estaduais</i>	62
4.2 Etapa 2 – Aplicação das matrizes de interação quantitativa e qualitativa	63
4.2.1 <i>Mapeamento</i>	63

4.2.2	<i>Identificação do risco e das tipologias construtivas.....</i>	63
4.2.3	<i>Aplicação do questionário junto à população.....</i>	64
4.2.4	<i>Aplicação das matrizes de interação quantitativa e qualitativa de impactos.....</i>	64
4.3	Etapa 3 – Investigação Geotécnica	67
4.3.1	<i>Atividade de Campo.....</i>	67
4.3.2	<i>Atividade de Laboratório.....</i>	68
4.3.2.1	<i>Caracterização Física.....</i>	69
4.3.2.2	<i>Caracterização Mecânica.....</i>	69
5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	71
5.1	Análise temporal das ocupações e ocupação em Área de Preservação Permanente (APP).....	71
5.2	Análise de risco e das tipologias construtivas e visão dos moradores acerca dos impactos ambientais e dos riscos.....	85
5.3	Matrizes de interação de impactos.....	107
5.3.1	<i>Análise Quantitativa (meio físico, biótico e antrópico).....</i>	108
5.3.2	<i>Análise Qualitativa (meio físico, biótico e antrópico).....</i>	113
5.4	Investigação Geotécnica.....	127
5.4.1	<i>Caracterização Física.....</i>	127
5.4.1.1	<i>Granulometria e índices físicos.....</i>	127
5.4.1.2	<i>Limite de Atterberg.....</i>	129
5.4.2	<i>Caracterização Mecânica.....</i>	130
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	136
6.1	Conclusões e recomendações.....	136
6.2	Sugestões para pesquisas futuras	140
	REFERÊNCIAS.....	141
	APÊNDICE - Questionário para Encosta.....	151

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A construção civil, nas últimas décadas, teve um crescimento expressivo com a exploração em massa de recursos naturais e esgotáveis. Assim, pensar nos impactos socioambientais em áreas inapropriadas à ocupação e com a construção de moradias de baixo padrão construtivo, passou a ser um projeto desafiador, por tentar corrigir falhas muito presentes nesses locais, devido à falta de apoio técnico ou governamental, quanto às consequências motivadas pelo descaso da própria população, por continuar a ignorar os riscos que ocorrem nessas áreas.

Assim, o setor da construção civil é um dos principais setores da economia do país, contribuindo fortemente para o Produto Interno Bruto (PIB) e para os programas habitacionais, pois promove o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento social e econômico. Esse setor tem influência direta nos aglomerados subnormais¹ destas áreas.

Nas últimas décadas, o processo de urbanização aliado ao crescimento populacional e a demanda por infraestrutura acarretaram inúmeros impactos ambientais ao ecossistema natural. Em grande parte dos municípios, sobretudo, nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a expansão urbana ocorre sem planejamento, de forma desordenada, gerando conflitos socioambientais e desequilíbrio entre o meio natural e o ambiente construído (TINÓS; ZAINE; FERREIRA, 2014).

Segundo Vidal (2008), o acesso a terra se dá de forma diferenciada em assentamentos urbanos nas periferias, geralmente a forma de produção das edificações é pela autoconstrução, que ocorre com recursos financeiros do próprio morador e auxílio de conhecidos, num longo processo para construção da sua habitação. De acordo com Balthazar (2012), autoconstrução é uma forma construtiva em que o morador empreende a construção de sua própria casa, desde a escolha do local até a execução com redução de custos, já que este realiza o serviço de execução no seu tempo livre.

¹ Segundo IBGE (2010), a definição de aglomerados subnormais, é um conjunto de 51 unidades habitacionais, formada por barracos, palafitas, casas, invasões, entre outros, com precariedade de serviços públicos, em terreno alheio, público ou particular, de forma desordenada.

A ocupação em áreas de encostas e nas margens de rios geram impactos adversos, em razão das modificações bruscas na paisagem devido aos desmatamentos, à exploração de mineração, às queimadas, às ocupações urbanas e à autoconstrução de moradias, que comprometem ou ultrapassam a capacidade de suporte dessas áreas vulneráveis.

De acordo com Schäffer et al. (2011), as áreas de preservação permanente destacam-se às margens de cursos d'água, encostas, topos de morros, serra e montanhas. Frequentemente essas áreas são potencialmente vulneráveis e de risco, onde as ocupações por autoconstruções comprometem a segurança da população.

Conforme o Código Florestal Brasileiro, a definição de Área de Preservação Permanente (APP), é uma área protegida ou não por vegetação nativa, com função ambiental de conservar os recursos naturais, a paisagem, estabilidade geológica e garantir o equilíbrio do meio ambiente, a proteção do solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Portanto, o estudo dos impactos ambientais no meio urbano se tornou destaque com a atual tomada de consciência, onde é defendido que todo o desenvolvimento deve ocorrer de forma sustentável e tem-se a concepção que o processo de urbanização, comumente verificado na periferia das áreas urbanas, se dá de forma desordenada e sem o devido planejamento (MOLFI, 2009).

A problemática acerca do planejamento ambiental necessita de uma gestão de risco a ser executada de forma mais eficiente em pequeno, médio e longo prazo, a fim de eliminar ou mitigar os impactos causados pela ação humana ou dos fenômenos adversos à natureza – já ocorridos ou prestes a ocorrer –, em áreas de preservação permanente. Pois, a ausência de manutenção preventiva e de infraestrutura, no assentamento precário, pode causar degradações físicas e socioambientais.

Assim, é importante entender a definição de áreas de riscos, que correspondem a locais que possuem a possibilidade de serem atingidos por processos naturais e/ou induzidos, resultando em efeito adverso. As pessoas, nessas áreas, estão sujeitas a danos a sua integridade física, além de perdas materiais e patrimoniais. Nas cidades brasileiras, esses locais correspondem aos núcleos habitacionais de baixa renda ou também chamados de assentamentos precários

(BRASIL, 2007).

As áreas de risco são prejudicadas pela ausência ou ineficiência de fiscalização. Diante dessa situação, a população vive em condições precárias e obrigada a se instalar em regiões sem infraestrutura. A negligência das autoridades contribui para que as ocupações nesses ambientes sejam cada vez mais comuns (SILVA, 2013).

Por outro lado, a falta de coerção por parte do poder público, atrelada ao déficit habitacional e ao não cumprimento da legislação conduzem as populações de baixo poder aquisitivo a se instalarem em áreas íngremes e sem infraestrutura adequada, comprometendo a qualidade ambiental e de vida nesses ambientes insalubres e sem critério especializado de engenharia.

1.1 Justificativa

O município de Jaboatão dos Guararapes, no Estado de Pernambuco, possui ocupações inadequadas em encostas e margens de rio. As margens do Rio Jaboatão, na extensão da área estudada, são ocupadas por construções. Essa área enfrenta problemas socioambientais, por conta do déficit habitacional, que geram impactos, como: assoreamentos, enchentes e inundações.

Desta forma, a falta de planejamento, a ausência de ordenamento territorial e as ações antrópicas favorecem o surgimento de fenômenos geofísicos, não respeitam os limites ambientais e ocasionam áreas de riscos. Todavia, o aumento populacional acelerado tem contribuído para o incremento das irregularidades que agredem o ecossistema.

Com isso, a análise temporal de uma encosta com a classificação quanto às áreas construídas, impermeabilizadas, cobertura vegetal e às tipologias construtivas serve para subsidiar os gestores públicos para a tomada de decisão, sobretudo, no que se refere ao planejamento ambiental, e, assim, ser um importante instrumento para estabelecer diretrizes de uso e ocupação do solo de forma sustentável.

O setor analisado na pesquisa se localiza no Assentamento Precário São José (SJS12). Essa porção da mesorregião de Jaboatão-PE foi escolhida por ser uma área expressiva de ocupação urbana na encosta e na margem do Rio Jaboatão, com diversas residências em situação

inadequada, pois foram construídas em Áreas de Preservação Permanente (APP), causando degradação ao meio ambiente natural, além de representar riscos para os moradores nelas residentes

Assim, justifica-se o interesse deste estudo, frente ao qual se espera contribuir para o despertar do poder público quanto à necessidade de melhoria das condições de infraestrutura e de mitigação dos impactos socioambientais da área em estudo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a área ocupada inadequadamente de uma encosta à margem do Rio Jaboatão, na cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE e identificar os impactos socioambientais que trazem risco em decorrência do processo de urbanização ao longo dos anos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo principal é necessário realizar os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar a área de risco na encosta em estudo;
2. Identificar as construções irregulares à margem do Rio Jaboatão e na encosta, analisando o que está em desacordo com a legislação ambiental;
3. Avaliar as transformações ocorridas no local tendo em vista às ocupações irregulares;
4. Caracterizar o solo da área em estudo, quanto às propriedades físicas e mecânicas;
5. Identificar as ações ocorridas que podem gerar, nas ocupações irregulares, impactos positivos e negativos, bem como os fatores físicos, bióticos e antrópicos que podem ser afetados;
6. Elaborar matrizes de interação fazendo uma análise qualitativa e quantitativa dos impactos socioambientais.

1.3 Estruturação da Dissertação

A dissertação está dividida em 6 capítulos, organizados em: Capítulo I: Introdução; Capítulo II: Revisão bibliográfica; Capítulo III: Caracterização da área em estudo; Capítulo IV: Metodologia; Capítulo V: Apresentação dos Resultados; Capítulo VI: Conclusões e Sugestões para futuras pesquisas.

O Capítulo I aborda os problemas originários da temática da pesquisa e justifica a importância deste estudo para a sociedade e para o meio ambiente.

O Capítulo II trata do processo de urbanização em assentamentos precários e demais conceitos referentes à análise temporal em áreas vulneráveis, aos riscos em encostas, aos impactos ambientais e às tipologias construtivas e danos em construções devido à instabilidade nas encostas.

O Capítulo III refere-se à caracterização da área em estudo para um melhor conhecimento da mesma.

O Capítulo IV explica o passo-a-passo da pesquisa, desde a etapa inicial até a organização dos dados para posterior análise do estudo realizado.

O Capítulo V apresenta de forma detalhada os resultados obtidos no programa experimental de laboratório, quanto às análises de caracterização física e mecânica do solo estudado. E apresenta também os resultados obtidos quanto às análises temporal, de risco, das tipologias construtivas, bem como da aplicação do questionário e das matrizes de interação qualitativa e quantitativa.

Enfim, o Capítulo VI apresenta as conclusões e sugestões para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No cenário urbano brasileiro, o aumento da dinâmica populacional tem se intensificado por consequência da estruturação e do ordenamento territorial, que gera desequilíbrio do sistema socioambiental, expondo a população de baixa renda a uma situação de instabilidade e crescente vulnerabilidade (MAIOR; CÂNDIDO, 2014).

No Brasil, a ocupação de áreas de risco pela população de baixa renda tem uma tendência gradativa devido à problemática social. A dificuldade de lidar com os impactos negativos faz surgir situações de vulnerabilidade e danos de alta magnitude, com suscetibilidade a diferentes eventos (CIDADE, 2013).

Em áreas de riscos, percebem-se vulnerabilidades pela ausência de infraestrutura urbana gerando danos à população e como alternativa a esta realidade têm-se as medidas estruturais, com a manutenção de obras de contenção e a orientação técnica para realização do serviço especializado e de infraestrutura; além das medidas não estruturais, como a conscientização e a sensibilização da população por meio da educação ambiental.

A urbanização terá um crescimento até 2050, onde sete em cada dez pessoas estarão prestes a viver em cidades. Entretanto, políticas ineficientes e inconclusivas levarão a má distribuição espacial, com proliferação de favelas, trânsito caótico, falta de infraestrutura e degradação ambiental. Assim, as Diretrizes Internacionais sobre o Planejamento Urbano e Territorial servirão para a tomada de decisão dos gestores (UN HABITAT, 2015).

Uma vez que, no país, nas últimas décadas, os problemas associados aos riscos de desastres resultaram no crescimento acelerado da urbanização nas encostas e margens de rio, que, agravados pelas chuvas, geraram sérios prejuízos sociais e econômicos (BROLLO; FERREIRA; TOMINAGA, 2015).

No Brasil, o processo de urbanização teve grande influência da industrialização e se deu de forma não sustentável, gerando prejuízos para o próprio governo e para toda a população.

Frente a esta realidade, o crescimento desordenado em áreas de morros tem chamado atenção por conta da grande quantidade de moradias em locais inadequados à habitação.

A urbanização não planejada alterou de forma drástica as características de drenagem naturais de bacias hidrográficas e de áreas de drenagem, como também, de áreas de encostas próximas às bacias, tanto por aumentar a vazão, quanto pela taxa de escoamento superficial. Já, quanto ao avanço em áreas de mata ciliar, esse aumento resultou em perda de armazenamento pela inundação natural, provocando danos materiais diretos (TV RAMACHANDRA, 2011).

Em alguns estados brasileiros, há a ocorrência de deslizamentos destrutivos, principalmente em períodos de chuvas intensas, como resultado de ações antrópicas e da estrutura geológica dos solos nessas regiões, que contribuem para as ocorrências de acidentes em áreas de encostas, devido à inclinação do terreno maior que 45° e os cortes e aterros, que comprometem a estabilidade geológica desses locais. Como exemplo, tem-se o ocorrido em Blumenau/SC, em que um deslizamento em área de risco deu-se como resultado da ocupação da encosta com alta declividade e dos cortes feitos para construção das moradias (Figura 1).

Figura 1 – Deslizamentos em área de risco em Blumenau /SC



Fonte: Schaffer, 2011.

Nesse contexto, também em Niterói, no Estado do Rio de Janeiro, as autoconstruções em áreas com características geológicas-geotécnicas predominantemente frágeis contribuíram, para ocorrência de deslizamentos destrutivos em encostas (Figura 2). Os deslizamentos provocaram muitas mortes, danos materiais e sociais, resultando em grande quantidade de desabrigados e desalojados (MENDONÇA, 2013).

Figura 2 – Deslizamentos destrutivos em encosta - Comunidade de Niterói - Rio de Janeiro/RJ



Fonte: Mendonça, 2013.

Em Pernambuco, as autoconstruções têm comprometido o solo com a impermeabilização, principalmente, em áreas construídas (Figura 3). Nesse ordenamento territorial, as construções não atendem aos limites estabelecidos pelas legislações urbanísticas de áreas construídas e áreas verdes e provocam grande supressão de vegetação.

Figura 3 – Autoconstruções em morros do Recife/PE



Fonte: Sá (2009).

Muitos problemas ambientais resultantes da ineficácia de planejamento urbano, como: erosões, alagamentos, enchentes e assoreamentos dos cursos d'água, têm como consequência o aumento no escoamento superficial e este gera redução da infiltração devido à impermeabilização de muitas áreas (CARVALHO; LUIZ; GONÇALVES, 2012).

Neste cenário, percebe-se que a ausência de um planejamento adequado nas áreas de encostas agravou ainda mais a problemática socioambiental, pois, o processo de relocação das famílias é muito lento e ainda existe a falta de controle pelo poder público. Além disso, os projetos dos programas habitacionais também são insuficientes para atender a grande demanda existente e necessitam de mais recursos financeiros e de qualidade nas suas construções.

Nas cidades brasileiras, as encostas, em sua maioria, são ocupadas pela população de baixo poder aquisitivo (Figura 4) que, por não ter opções de moradias em áreas seguras, é impulsionada a se instalar em áreas de relevos acidentados (NASCIMENTO; SANTOS; MELO, 2012).

Figura 4 – Encostas ocupadas por população baixa renda – Camaragibe/PE



Fonte: Bandeira; Coutinho; Alheiros (2009).

A ocupação nesse ambiente se dá pela falta de opção que têm os moradores de escolher outras áreas mais privilegiadas e dotadas de sistema estrutural e/ou de controle do crescimento urbano, sendo este o principal condicionante dos processos de instabilidade com perdas humanas e materiais (FRANCO, 2008).

Nessa direção, as Áreas de Preservação Permanente referem-se às margens de cursos d'água, as encostas, topos de morro, montanhas e serras que, frequentemente, coincidem com áreas frágeis ambiental e de risco, ocupadas por atividades agropecuárias ou por edificações que colaboram para instabilizações e comprometem a segurança da população no local (SILVA; FOLETE; ROBAINA, 2012).

A ocupação irregular sobre áreas denominadas Área de Preservação Permanente (APP) (Figura 5) geralmente se dá pelas classes que não têm acesso ao mercado imobiliário, mas não é exclusiva (MELLO, 2012). O quadro de exclusão sócio espacial, resultante do modelo de desenvolvimento econômico, serviu para se pensar na necessidade de uma melhor ordenação territorial quanto ao uso e ocupação do solo, por meio de programas de habitação de interesse social voltado às classes menos favorecidas, com valores econômicos acessíveis a esse mercado.

Figura 5 - Ocupação inadequada em APP - São Lourenço da Mata/PE.



Fonte: Silva (2013).

2.1 Análise temporal em áreas vulneráveis e riscos em áreas de encostas

A análise temporal é um instrumento de planejamento urbano e ambiental que visa gerir as informações coletadas através de mapas e imagens espaciais para melhor controle do uso e ocupação do solo e da preservação da sua biodiversidade, fauna e flora, bem como do gerenciamento das áreas de ocupações informais, que geram contrastes e agressões ambientais nas paisagens urbanas.

Os mapas de análise temporal auxiliam o poder público no conhecimento, diagnóstico e prognóstico da área em estudo, de forma a atender às premissas da legislação brasileira e do Código Florestal quanto à proteção e preservação de áreas de proteção ambiental, para o soerguimento do desenvolvimento sustentável. Esses mapas apresentam a classificação temática em função do campo a ser explorado durante a pesquisa.

A análise temporal é uma ferramenta indispensável para estudos em áreas de assentamentos precários e mostra as transformações ocorridas ao longo dos anos. Porém, é importante que as agências estaduais arquivem as ortofotocartas georreferenciadas para facilitar esse estudo, pois, existe certa dificuldade de se obter plantas de anos anteriores. Com a tecnologia digital, tudo poderia já estar digitalizado em computadores, facilitando o trabalho de pesquisadores e consultores, mas, para isso, é preciso a obtenção de recursos financeiros e investimentos em tecnologia.

As ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG), o geoprocessamento e o sensoriamento remoto são tecnologias muito utilizadas em estudos de análise temporal em áreas de assentamentos precários, de forma a elucidar as oportunidades encontradas nesses locais, para soluções na geração de alternativas.

Silva et al. (2016) afirmam que através dos mapas gerados é possível observar a evolução do uso e ocupação do solo. Com isso, os mapas apresentados nos resultados da pesquisa, são importantes, pois mostram a evolução da área em estudo.

Antes de abordar acerca dos riscos em áreas de encostas, faz-se necessário definir alguns termos utilizados pelo público em geral, como: evento, perigo, vulnerabilidade, risco, suscetibilidade:

[...] EVENTO - Fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo.

PERIGO (HAZARD) - Condição com potencial para causar uma consequência desagradável.

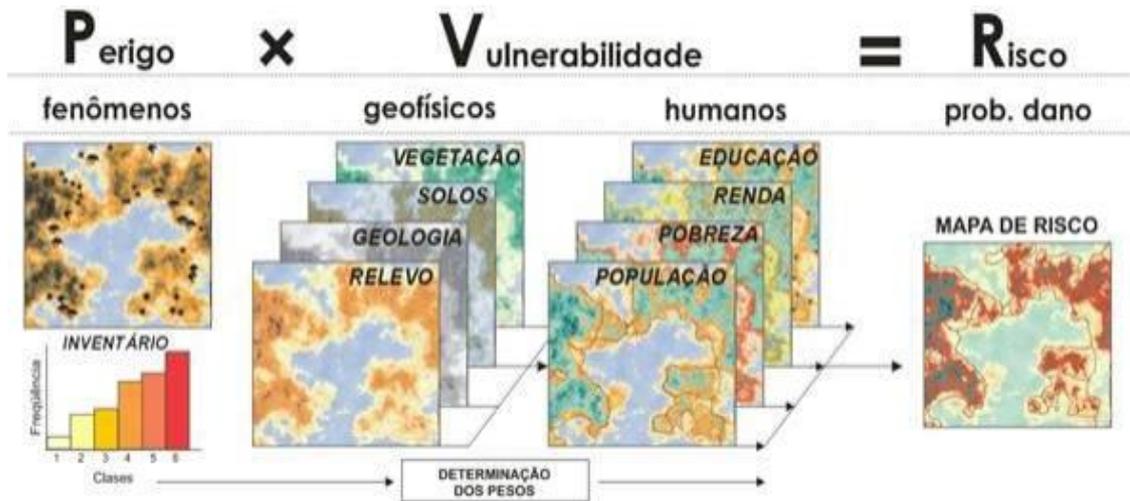
VULNERABILIDADE - Grau de perda para um dado elemento ou grupo dentro de uma área afetada por um processo.

SUSCETIBILIDADE - Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.

RISCO - Probabilidade de ocorrer um efeito adverso de um processo sobre um elemento. Relação entre perigo e vulnerabilidade, pressupondo sempre a perda. (BRASIL, 2007, p. 25-26).

Portanto, o risco pode ser determinado por uma equação que, segundo os autores Marcelino (2008), Faria (2011) e Rodrigues (2013), engloba as variáveis: perigo e vulnerabilidade, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Parâmetros de uma análise de risco



Fonte: Marcelino (2008).

O conhecimento do risco auxilia para sua identificação e na valoração de ocorrências futuras, ou seja, a quantificação e qualificação dos riscos existentes promovem a adoção de políticas de redução de riscos e de desastres. A adoção de medidas preventivas exige a avaliação e a monitoração dos riscos, para melhor se conhecer as ameaças e as suas condições de vulnerabilidade, as quais se expressam como fatores de riscos de desastres.

Quanto maior o risco, maior serão as medidas preventivas. Assim, é importante que haja uma gestão de risco para eliminar ou até minimizar o grau de vulnerabilidade, pois, quanto maior a vulnerabilidade, maior será o risco e a ocorrência do acidente. A gestão de risco, no entanto, deve tomar por base o planejamento ambiental, para auxiliar nas medidas preventivas de controle e redução dos impactos advindos.

Franco (2008), Marques (2011) e Costa (2015) consideram o crescimento urbano e as ocupações desordenadas fatores que contribuem para o aumento de áreas de riscos de escorregamentos e que o mapeamento de risco é essencial para a análise dessas áreas.

Por outro lado, Ziegler (2013), em estudo realizado na encosta em Santa Maria-RS, cita alguns condicionantes que deflagram escorregamento, tais como: declividade da encosta, distância da moradia à base ou topo da encosta, lançamento de esgotos, entre outros.

Assim, o reconhecimento *in loco* é indispensável para se detectar características de deslizamentos, para avaliar criticamente a instabilidade do local, identificando às áreas de

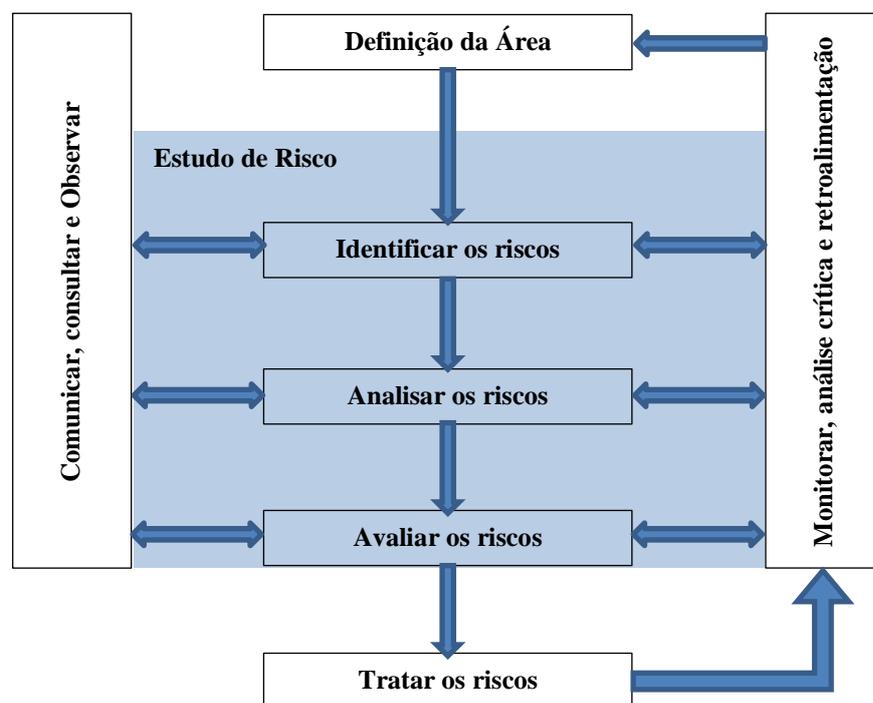
ocorrência de deslizamentos anteriores, e, desta forma, poder, através do mapeamento e das análises do solo, promover intervenções, com o fim de prevenir novos acidentes no local (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008).

2.2 Gestão de riscos, mapeamento do risco e a sua hierarquização no âmbito mundial e nacional

A norma ABNT - NBR ISO 31000 (2009), que trata sobre gestão de riscos – princípios e diretrizes, estabelece que a gestão de risco possibilita a organização para se atingir os objetivos pretendidos, incentivando uma gestão mais proativa; além de observar, identificar e tratar os riscos de forma estruturada e sistemática.

A gestão de riscos é um processo sistemático, que envolve procedimentos e boas práticas de gestão, além da comunicação entre as áreas e a consultas entre partes interessadas, da identificação do risco, da percepção crítica, da avaliação, do monitoramento e da retroalimentação, resumindo em um ciclo de vida contínuo. Na Figura 7, apresenta-se o processo de gestão de riscos.

Figura 7 - Processo de gestão de riscos



Fonte: Adaptado da NRB ISO 31000 (2009).

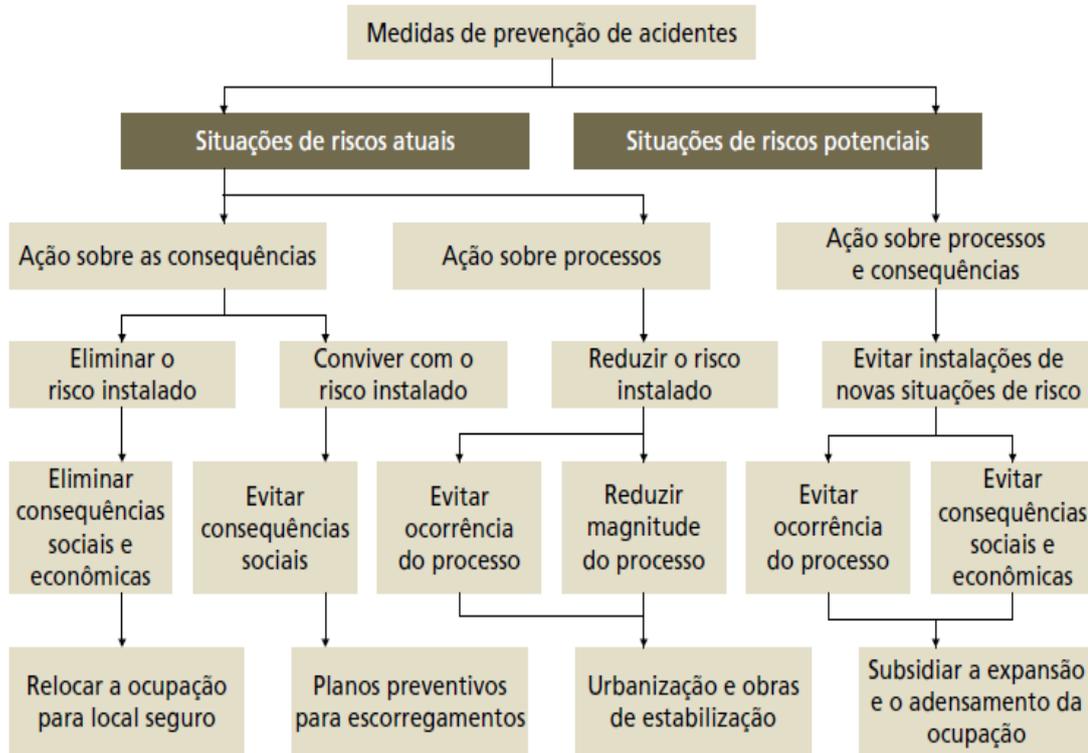
A gestão de risco tem por meta compartilhar o planejamento, a organização e a participação proativa de todos os envolvidos, principalmente, dos órgãos estatais por serem estes os responsáveis por essas ações, incluindo-se, nesse processo, as instituições de ensino e a sociedade em geral, bem como as Organizações Não-Governamentais (ONGs) e as comunidades (OLIVEIRA; ROBAINA, 2015).

A gestão urbana nem sempre pode atender de modo conciso às modificações naturais do meio ambiente, mas pode mitigar seus impactos com antecipação, reconhecimento e controle dos riscos provenientes dessas ações e dos fatores que podem desencadear eventos de magnitudes inesperadas. A comunidade também pode contribuir através das ações socioeducativas.

Desta forma, a gestão de risco consiste na administração de um processo de planejamento estruturado de risco, o qual conta com auxílio de uma equipe multidisciplinar, capacitada para identificar as informações da área em estudo, caracterizando-as e localizando geograficamente por meio de imagens, a fim de apresentar os riscos encontrados, de analisar a metodologia a ser utilizada e de avaliar os riscos, tudo por meio de um senso crítico na avaliação e na verificação das experiências positivas para potencializá-las e ser agente proativo na retroalimentação.

No âmbito mundial, a ocorrência de acidentes naturais é um tema de extrema importância. Conforme modelo de abordagem da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1991, a United Nations Disasters Relief Co-Ordinator (UNDRO) estabeleceu o gerenciamento de risco para enfrentamento dos acidentes naturais através da preparação e da prevenção, além de apresentar às medidas de prevenção de acidentes em áreas com risco de deslizamentos (Figura 8) (BRASIL, 2007).

As estratégias de ação adaptadas da metodologia proposta pela UNDRO incluem as seguintes ações: i) identificação e análise dos riscos; ii) medidas de prevenção de acidentes; iii) planejamento e implementação de medidas estruturais e não estruturais; iv) planejamento de situações de emergência e monitoramento; e v) informações públicas e treinamento (capacitação) (BRASIL, 2007).

Figura 8 - Medidas de prevenção de acidentes em áreas de risco de deslizamentos

Fonte: Brasil (2007).

Esse gerenciamento inicia-se com reconhecimento dos riscos, tendo como objetivo conhecer o cenário numa determinada área em diferentes níveis de risco e de forma hierarquizada, para estabelecimento de medidas preventivas. Na análise dos riscos devem ser previstos o zoneamento ou setorização das áreas, a quantificação do risco, o cadastramento do risco e o mapa de risco com hierarquização e avaliação dos cenários de acidentes (BRASIL, 2007).

Desta forma, este modelo de gerenciamento foi incorporado em vários países do mundo, como China (Hong Kong), Austrália, Estados Unidos, Brasil, entre outros, nas suas metodologias de gestão de riscos (BANDEIRA, 2010).

Conforme nos informa Franco (2008), o gerenciamento de risco é um instrumento de gestão urbana que merece destaque como alternativas ou soluções para a problemática das cidades. Deve ser integrado a outras políticas públicas para redução de acidentes e da segregação socioespacial, proporcionando uma melhor qualidade ambiental urbana.

No Brasil, em 2003, foi criado o Ministério das Cidades, com o objetivo de combater a exclusão territorial e a degradação ambiental e prevenir desastres socioambientais. Em âmbito nacional, a metodologia do Ministério das Cidades vem sendo a mais utilizada na elaboração de mapeamentos para gerenciamento de áreas de riscos (BRASIL, 2007).

Essa metodologia utiliza uma abordagem qualitativa, tendo por base a avaliação de risco através da observação dos fatores de suscetibilidade dos solos e da vulnerabilidade dos agentes expostos (pessoas e edificações) e sua hierarquização em quatro níveis: risco baixo (R1), risco médio (R2), risco alto (R3) e risco muito alto (R4), de forma que muitos autores utilizam-se dessa metodologia em seus estudos, como é o caso de Silva (2016) e Costa (2015).

Este método de avaliação do Ministério das Cidades, mesmo com suas limitações tecnológicas, pode auxiliar o poder público na gestão de risco e planejamento ambiental das áreas de assentamentos, de forma a apresentar seu diagnóstico, para medidas estruturais e não estruturais em áreas prioritárias.

Marques (2011) e Franco (2008) afirmam ser o mapeamento uma ferramenta de prevenção em área de encosta, e, diante desse contexto, utiliza-se, nesta pesquisa, o mapeamento de risco. A mudança que começa a ocorrer indica que a prevenção vem ganhando destaque como prioridade no tratamento de áreas de riscos no ambiente urbano, e que as comunidades locais devem participar do processo de construção de um espaço adequado e seguro dentro da cidade (OLIVEIRA; ROBAINA, 2015).

Assim, o mapeamento de risco possibilita identificar os setores de risco, caracterizar os processos que atuam no meio físico, como escorregamento (erosão, deslizamento, inundação), enxurrada, entre outros, hierarquizá-lo em função do nível do risco (muito alto, alto, médio ou baixo) e analisar as moradias expostas ao risco. Constituindo-se em uma importante ferramenta para o planejamento de medidas estruturais e não estruturais (BRASIL, 2007).

O critério grau de risco adotado significa a ocorrência de processos destrutivos e está relacionado com processos de instabilização, resultantes dos tipos de escorregamentos em encostas ocupadas e solapamento das margens fluviais. A prioridade se dá nos setores com maior possibilidade de ocorrência de acidentes, obedecendo à sequência de hierarquização

quanto ao risco, sendo R4 (Risco Muito Alto) > R3 (Risco Alto) > R2 (Risco Médio) (PAULA, 2011).

2.3 Danos em edificações devido aos riscos e tipologias construtivas

Nas áreas de encostas, no trecho de corte de material que sofreu intemperismo e foi deslocado pela ação da gravidade, ocorrem instabilizações decorrentes de elevadas cargas piezométricas, podendo aumentar ainda mais a instabilização do solo durante as chuvas. As infiltrações de água provenientes de ocupações irregulares podem gerar vazamentos de tubulações de água ou de esgotos ou, ainda, pela descarga de efluentes das fossas, que tendem a aumentar esse processo (ZIEGLER, 2013).

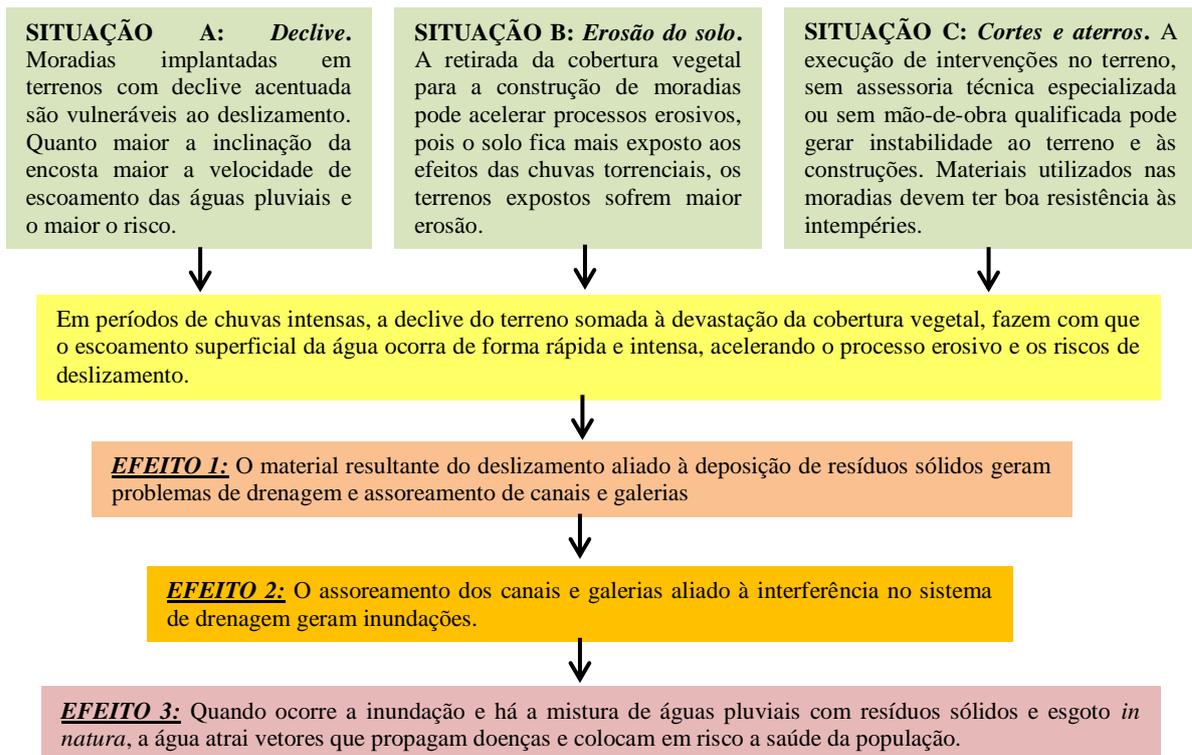
As instabilizações nas áreas de encostas, influenciadas pelo lançamento de efluentes de esgoto, de resíduos de construção e demolição, de lixos, do rompimento de reservatórios de água, associados às chuvas intensas, colaboram para acelerar os processos de instabilização da encosta, provocando patologias em construções ou até riscos de acidentes com perdas materiais e comprometimento da renda econômica da população carente.

Independentemente de sua localização, as edificações em encostas íngremes podem sofrer movimentações e danos de diferentes intensidades. Moradias localizadas mais próximas à base do corpo da encosta (na borda, na base ou na escarpa) geralmente são as mais suscetíveis de movimentação (ZIEGLER, 2013).

As edificações nas encostas em fase de construção estão sujeitas às alterações das paisagens, à ocupação ilegal e à degradação ambiental, que ocorrem de forma acelerada, com a possibilidade de causar impactos ambientais de magnitude, ocasionando graves riscos (GUIMARÃES; PENHA, 2009).

O fluxograma, mostrado na Figura 9, apresenta situações de risco de deslizamento que provocam danos nas edificações construídas em encostas. Nele são apresentadas três situações comuns nessas áreas, como: situação A (interferência da declividade acentuada); situação B (erosão devido à retirada da cobertura vegetal); e situação C (cortes e aterros realizados sem assessoria técnica), as quais podem ocasionar uma cadeia de problemas socioambientais, provocando deslizamentos e suas consequências (VALLE, 2009).

Figura 9 - Causas e efeitos dos deslizamentos em encostas



Fonte: Valle (2009)

As edificações construídas podem não apresentar sinais preliminares de problemas estruturais, mas podem estar prestes a sofrer deslizamentos ou até desmoronamentos em função do risco acelerado de erosão, por se encontrarem muito próximas da crista da encosta. Outra problemática diz respeito à questão das instalações embutidas nas edificações, que, muitas vezes, geram vazamentos, provocando rupturas bruscas no terreno com perdas materiais e humanas.

O padrão construtivo (alvenaria, madeira, misto ou outros) é um conceito importante para diferenciar cada setor em estudo. De modo geral, os materiais utilizados nas construções associam características às edificações. As autoconstruções, feitas com uso de madeira, estão associadas a um menor peso e flexibilidade para se adaptar a topografia do terreno, ou seja, provocam intervenção mínima no ambiente natural. As edificações em alvenaria possuem maior resistência e peso e modificam, de forma agressiva, às condições naturais, provocando maiores cortes e aterros (RIZZON, 2012).

Em contrapartida, as edificações com tipologias construtivas em alvenarias de baixo padrão, localizadas em encostas, com menor resistência e peso, de fundações superficiais diretas,

muito próximo da crista e em topografias acidentadas, oferecem riscos à população, podendo ocasionar deslizamentos ou até desmoronamentos.

Nesse cenário, se observa que durante o levantamento do diagnóstico das condições de estabilidade e de riscos das edificações na encosta, deve ser observada a tipologia construtiva, além de outros fatores como tipos de avarias, idade da construção e padrão construtivo. Essas informações são muito utilizadas em laudos técnicos por engenheiros, porém, no meio acadêmico esta é uma temática pouco abordada.

Neste aspecto, Trentin, Robaina e Silveira (2013) afirmam que, na avaliação do padrão construtivo das edificações deve-se observar o material utilizado nas construções e o estado de conservação das mesmas; bem como casas construídas em alvenaria, madeira ou outro material; edificações com aparente construção conforme normas técnicas ou sendo construídas por seus próprios moradores. Neste sentido, confirmam os autores que o material utilizado nas tipologias construtivas e a observância do estado de conservação da construção são fundamentais para o processo de avaliação.

Abreu (2007) cita que as tipologias construtivas são mais frequentes em áreas de habitações precárias de população de baixa renda localizadas em assentamentos, as quais são construídas com materiais e padrões que não oferecem segurança e resistência às edificações. Estas, geralmente, são autoconstruídas em terrenos próximo à base da encosta, não oferecem nenhuma área de segurança para carreamentos de sedimentos e localizam-se em aterros precários, sem sintonia com a topografia, sendo necessária, muitas vezes, a realização de cortes e aterros.

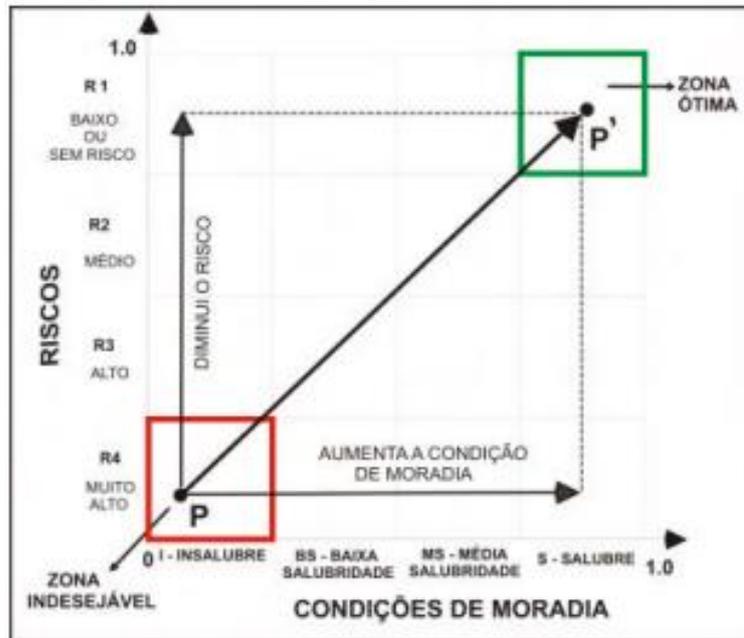
As tipologias construtivas das edificações estão associadas aos seguintes fatores: i) o modelado do traçado urbano; ii) as características físico-naturais (planícies alagáveis, colinas, morros e áreas de várzea); iii) precariedade dos materiais construtivos utilizados nas edificações; iv) irregularidade fundiária; iv) precárias condições socioeconômicas da população; e vi) precária infraestrutura básica (CAVALCANTI et al., 2016).

Em assentamentos precários as tipologias construtivas são diversas e possuem características similares, como a utilização de materiais de baixa qualidade, desde a fundação até o acabamento final da construção, quando não permanecem inacabadas durante sua vida útil,

seja por problemas financeiros ou devido à execução de serviços por pessoal sem a qualificação necessária.

As tipologias construtivas estão associadas às condições de moradias em assentamentos precários. Na Figura 10 é apresentada a relação entre o grau de risco e as condições das moradias, onde se observa que, quanto maior o grau de risco, mais insalubre é a condição da moradia.

Figura 10. Relação entre grau de risco e as condições de moradias



Fonte: Nascimento (2009).

A construção de edificações em encostas exige atenção quanto aos materiais empregados, devendo ser observados os acessos e os sistemas de drenagem de modo geral. Uma alternativa de solução é envolver as autoridades públicas para retirada da população que ocupa áreas de risco alto e muito alto, inserindo-a em áreas seguras com moradias adequadas (SAKIYAMA; VIANA; SILVA, 2016).

Por isso, as características naturais das encostas devem ser estudadas com detalhes e de forma bem criteriosa. Tanto os projetos a serem definidos para esses locais, quanto às técnicas construtivas e os materiais utilizados durante a construção devem ser analisados de acordo com relevo do terreno, de forma a eliminar as causas que agravam a instabilidade do local, como o desmatamento e a ausência de sistema de drenagem e de disciplinamento das águas, que provocam riscos (SAKIYAMA; VIANA; SILVA, 2016).

Outra temática abordada por Castro (2007) diz respeito à acessibilidade, que é um aspecto social e de infraestrutura muito importante para os moradores em ocupações subnormais. Na encosta estudada, a dificuldade de acessibilidade também é um fator que merece atenção em função dos riscos de acidentes presentes. No entanto, as tipologias construtivas têm contribuído nos impactos, quanto à sobrecarga no terreno e à acessibilidade.

2.4 Impactos Ambientais

Os impactos ambientais são associados aos assentamentos em áreas de vulnerabilidade e de riscos de pequena, média e alta magnitude. No mundo, a definição de impacto ambiental, sob a esfera jurídica, advém da máquina a vapor que foi o marco da Revolução Industrial e modificou de acordo com a dinâmica evolutiva. Este fato se deve às atividades humanas que tanto degradaram o meio ambiente. Portanto, a sistematização da avaliação de impactos ambientais iniciou-se em 1960 (CRUZ; CRUZ; ROSSATO, 2014).

Durante várias décadas, a exploração agressiva de recursos naturais e a crise da matriz energética foram impactantes ao meio ambiente, para o desenvolvimento econômico e para despertar a consciência ambiental. A dinâmica evolutiva sustentável teve como suporte atender ao reaproveitamento de matérias-primas a serem utilizadas na logística reversa, com a construção enxuta e na utilização de energia renovável, a fim de reduzir os impactos socioambientais.

A definição de impacto ambiental, segundo Araújo (2011), é qualquer mudança perceptível das propriedades físico, químicas e biológicas do meio ambiente, para o reaproveitamento de qualquer forma de matéria ou energia resultantes das ações humanas, seja por contato direto ou indireto. Essas ações comprometem a segurança, a saúde, o bem-estar social, as condições socioeconômicas, o ecossistema, as estéticas e sanitárias e a qualidade ambiental dos recursos.

Os impactos ambientais (Figura 11) se configuram nesse ambiente como: propriedades físicas, químicas e biológicas em função do diagnóstico do meio físico, biótico e antrópico, cujas ações impactantes são geradas pelos fatores produzidos pelo conjunto de ações naturais e/ou induzidas, das quais, os principais atores sociais são os gestores públicos e privados, bem como a população, todos centralizados nessa problemática socioambiental, principalmente, em áreas de preservação ambiental.

Figura 11 - Impactos socioambientais sobre encostas em Recife-RMR.



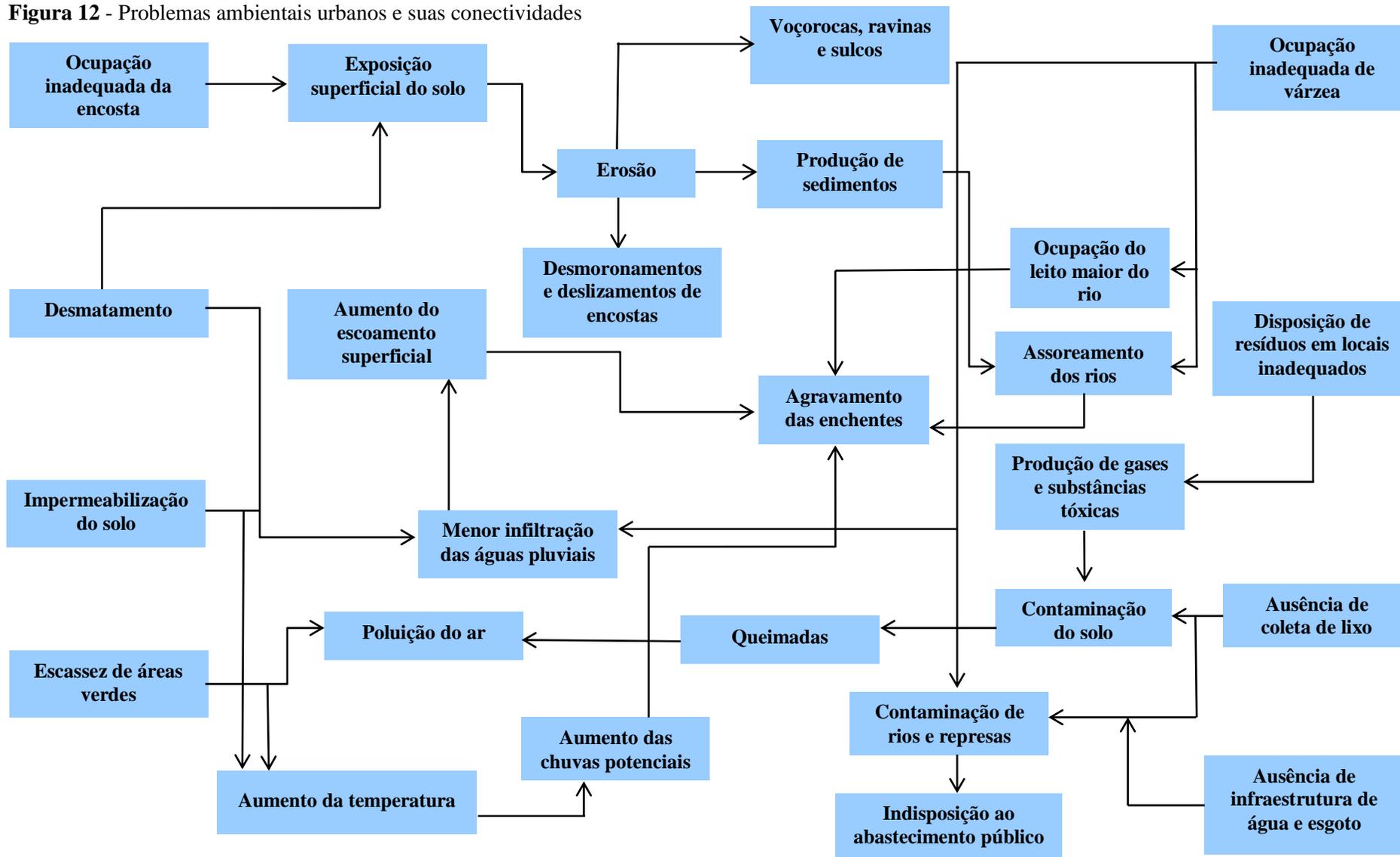
Fonte: Bandeira, Coutinho e Alheiros (2009).

A criação das cidades e municípios e a crescente ampliação das áreas urbanas de forma caótica têm contribuído para o crescimento dos impactos negativos. Nas áreas urbanas, o consumo exacerbado de produtos industrializados pela população e os hábitos quanto ao uso da água de forma não racional, bem como a produção de resíduos são os principais responsáveis pelos impactos ambientais recorrentes (ALCOFORADO, 2013).

Os impactos negativos em áreas ocupadas de forma irregular, localizados nas encostas e margens de rio têm sido mais frequentes que os impactos positivos. Desta forma, para equilibrar esse ambiente construído se faz necessária uma atuação mais eficiente do poder público e privado e a participação efetiva da comunidade, das escolas e universidades de forma a atender às necessidades locais com desenvolvimento sustentável.

A Figura 12 apresenta um fluxograma adaptado de Silva e Travassos (2008), mostrando os problemas ambientais urbanos e suas conectividades quanto aos impactos gerados pela ocupação inadequada em encosta e na margem de várzea.

Figura 12 - Problemas ambientais urbanos e suas conectividades



Fonte: Adaptado de Silva e Travassos (2008).

Os problemas apresentados resultam da falta de conhecimento e de detalhes sobre as dinâmicas demográficas, econômicas, culturais, físicas e socioambientais nas cidades e municípios. No entanto, planejadores e tomadores de decisão estão operando em um ambiente de imprecisão, alocando recursos em questões imediatistas em vez de investir na mudança progressiva em médio e longo prazo (UN - HABITAT, 2015).

2.5 Matrizes de interação de impactos e legislações federal, municipal e estadual

Diversos métodos são utilizados na avaliação dos impactos ambientais, dentre eles, pode-se citar: método de rede de interação, método de simulação, método superposição de cartas, método da matriz de interação, dentre outros. O método da matriz de interação que relaciona as ações e fatores ambientais nos aspectos do meio físico, biótico e antrópico e que parte da identificação do impacto ambiental, agrega um valor positivo ou negativo.

O método baseado em matrizes de interação teve origem da matriz de Leopold, que é uma tabela bidimensional, na qual as colunas se relacionam com ações causadoras de impactos decorrentes dos projetos e das linhas, contidos em 88 fatores ambientais da área de influência do projeto a serem afetados pelas 100 ações, formando 8.800 células, cada uma, representada pelo cruzamento transversal entre uma ação e um fator ou uma característica ambiental (LEOPOLD et al., 1971).

A matriz de interação de impactos utilizada em obras de engenharia mostra que essa ferramenta tem grande importância e magnitude na avaliação dos impactos ambientais aplicados ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA), para organizar de forma sistemática as ações e fatores ambientais concernentes ao ambiente e quanto às particularidades de cada empreendimento estudado.

A matriz de interação, segundo Pizzo, Salazar & Freitas (2014), representa a multiplicação da magnitude pela importância, atribuindo valores à interação para os diversos cenários a serem estudados. As interações devem ser estabelecidas para cada tipo de caso, a fim de obter o critério de comparação e de ter o cuidado quanto ao critério subjetivo.

Nesse pressuposto, entende-se que a matriz de interação é uma planilha para consolidar valores, quanto à magnitude e importância, de acordo com cada cenário; e estabelecer,

conforme características do local e definidas pelo avaliador, de forma subjetiva e comparativa, a busca de resultados inerentes ao empreendimento pretendido.

Noutra linha de entendimento, o método de matriz de interação permite a compreensão do público, pois aborda fatores sociais, lança dados qualitativos e quantitativos e fornece uma orientação multidisciplinar coerente para realização de estudos (CREMONEZ et al., 2014).

Quanto às legislações, o Código Florestal é um instrumento que tem força de lei para preservação de áreas ambientalmente frágeis e define faixas diferenciadas para os diferentes tipos de APPs. A norma comenta não apenas a manutenção da vegetação, mas a largura do corpo hídrico independente da região e da área, se urbana ou rural (SCAFFER et al., 2011).

O Código Florestal Brasileiro data de 1965 e dispõe sobre as florestas e demais formas de vegetação, estabelecendo limites de Áreas de Preservação Permanente (APP) nas margens de curso d'águas. No entanto, o poder público não promove uma fiscalização eficiente para conter as ocupações inadequadas nessas áreas. Os assentamentos precários cresceram de forma acelerada em áreas urbanas de periferias e ocupam, muitas vezes, áreas públicas, principalmente, em APP.

Em 1981, foi instituída a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), através da Lei nº 6.938/81, que tem como objetivo garantir a conservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental quanto à vida em todas às suas formas e assegurar condições ao desenvolvimento social e econômico, a segurança nacional e a proteção à vida humana.

A Política Nacional de Meio Ambiente, no seu art. 14, estabelece que o poluidor é obrigado, independente de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros. Este artigo institui que o Ministério Público da União e dos Estados pode propor ação de responsabilidade civil e criminal contra pessoas físicas e jurídicas quanto aos crimes ambientais cometidos. Nesse contexto, a legislação ambiental brasileira adota a responsabilidade objetiva, ou seja, independe da existência de culpa, basta haver o nexo de causalidade.

Em 1998, foi estabelecida a Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605/1998, que estabelece as sanções penais e administrativas referentes às atividades ou condutas lesivas ao meio

ambiente. Nela, tanto pessoas jurídicas, quanto físicas são responsabilizadas por qualquer ação praticada contra o meio ambiente. E, em seu artigo 38, dos crimes quanto à flora, estabelece que a destruição ou danificação da floresta em área de preservação permanente é cumulativa e pode ser punida com multas ou penas de detenção, que variam de um a três anos.

Nessa mesma direção, têm-se a Resolução do CONAMA nº 369/2006, que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. E, recentemente o Código Florestal Brasileiro foi revisado por meio da Lei nº 12.651/2012.

A Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) tem por responsabilidade a implementação da Política de Meio Ambiente no Estado de Pernambuco, conforme Lei nº 14.249/2010; além de promover o controle da poluição do solo, das águas e do ar, do uso racional dos recursos, da qualidade e manutenção dos ecossistemas; e de exercer a política através do monitoramento de áreas, da conscientização ambiental, da fiscalização e da aprovação de licenças (PERNAMBUCO, 2016).

Além disso, é dever do CPRH implementar o controle, a qualidade e a manutenção dos ecossistemas. Porém, para isso, se faz necessária uma atenção maior nas áreas de encostas e margens de rio, onde é preciso eliminar e reduzir os impactos decorrentes das ações naturais ou até induzidas por ações antrópicas.

No município de Jaboatão dos Guararapes foram implantadas políticas públicas como o projeto de Lei de Alteração da Lei Complementar nº 002, de 11 de janeiro de 2008, que instituiu o Plano Diretor do Município do Jaboatão dos Guararapes, o qual foi alterado parcialmente pela Lei Complementar nº 17, de 03 de dezembro de 2013.

A Lei Complementar nº 17/2013, em seu artigo 31, estabelece à Zona de Adensamento Baixo (ZAB), referente aos assentamentos em áreas alagáveis e morros com extensas áreas de ocupações irregulares que terão seu planejamento e ocupação com base nas diretrizes de estruturação de novas ocupações, com infraestrutura e saneamento ambiental; além da priorização de investimentos para infraestrutura; da regularização fundiária de ZEIS e outras áreas de baixa renda em condições precárias de estabilidade e salubridade, e do reassentamento de ocupações.

Ainda no artigo 31, estabelece a normatização técnica, do uso e ocupação do solo nos morros visando à reabilitação de áreas ocupadas; previne a ocupação de áreas situadas em encostas; delimita áreas na encosta que sejam passíveis de ocupação segura e restringe ocupação nos locais de risco; incentiva a realização de programas habitacionais em substituição às ocupações de encostas de morros e de áreas de invasões ou recém-ocupadas, realizando obras necessárias à prevenção de acidentes, com redução ou até eliminação de situações de riscos, dentre outros.

Cabe acrescentar ainda, o Plano Municipal de Regularização Fundiária do município de Jaboatão dos Guararapes (Lei nº 636/2011), no seu artigo 6º, cita que o projeto de regularização fundiária dos assentamentos consolidados e existentes poderá definir parâmetros ambientais e urbanístico considerando às características de ocupação e da área ocupada, como: i) tamanho das unidades imobiliárias; ii) percentual de área de uso público e uso comum; iii) gabarito das vias públicas; e iv) as faixas de Áreas de Preservação Permanente (APPs) a serem respeitadas.

Por outro lado, a Lei nº 944/2013, referente ao projeto de Lei nº 017/2013, dispõe sobre a Política Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS) e tem como objetivo melhorar as condições de segurança e habitabilidade para regularização de assentamentos e redução do déficit habitacional. No artigo 4, estabelece a Política de Habitação de Interesse Social do Jaboatão dos Guararapes, que visa assegurar direito à moradia e acesso à habitação pelas famílias de baixa renda; propor melhores condições habitabilidade; urbanizar áreas e reassentar moradores, entre outras ações.

A Lei nº 16.243/1996 estabelece a Política do Meio Ambiente da Cidade do Recife e institui o Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico da Cidade do Recife, consolidando, assim, a legislação ambiental do município. Neste, considera-se área de preservação permanente todas as formas de vegetação existentes nas áreas urbanas do Município e estabelece também em seu artigo 25 que “Para quaisquer movimentos de terras deverão ser previstos mecanismos de manutenção da estabilidade de taludes, rampas e platôs, de modo a impedir a erosão e suas consequências”.

Assim, durante a pesquisa não foi encontrado nenhum código do meio ambiente no município de Jaboatão dos Guararapes, visando à manutenção do equilíbrio ecológico local, diferente do

que se observa na cidade do Recife. Porém, as leis existentes nas três esferas do poder (federal, estadual e municipal), podem auxiliar o poder público no direcionamento da problemática socioambiental nessas áreas.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

As informações apresentadas neste capítulo estão relacionadas à caracterização da área, quanto aos aspectos de localização, características socioeconômicas e características fisiográficas (vegetação, clima, solo, hidrografia e geologia).

3.1 Localização da Área

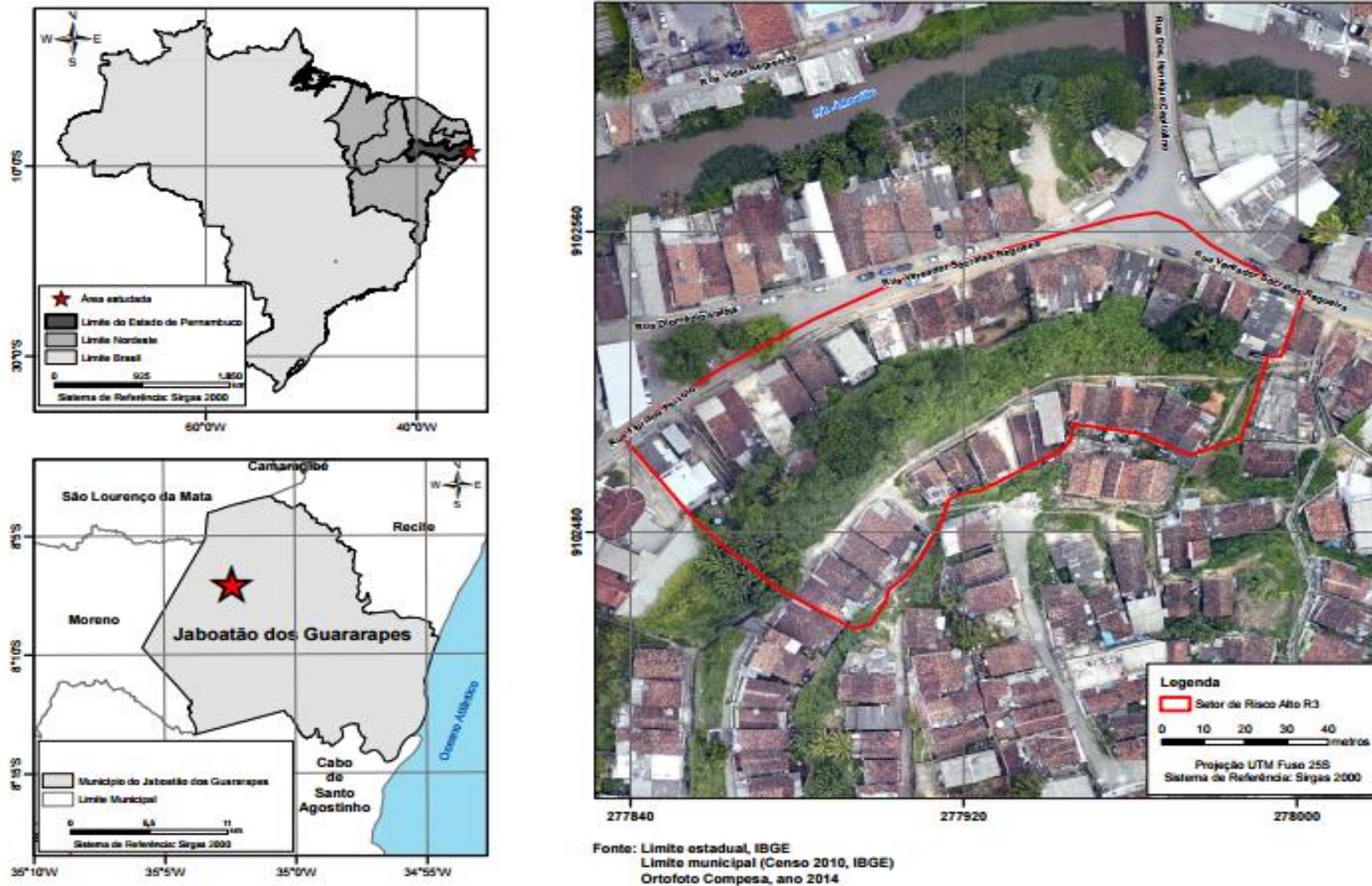
O Município do Jaboatão dos Guararapes está localizado na porção centro-leste da Região Metropolitana do Recife (RMR) - PE. O município ocupa uma área de 258,59 km², está distante aproximadamente 20km da cidade do Recife e o seu acesso é feito pelas rodovias BR 101, BR 232 e PE 07. Com população de 644.620 habitantes e densidade demográfica 2.493,06 hab/km² (IBGE, 2010). Em 2014, estimou-se a população de 680.943 habitantes (IBGE, 2014) e em 2016 de 691.125 habitantes (IBGE, 2016).

Posição geográfica com altura 76,0 metros em relação ao nível do mar e a área com coordenadas de latitude 08° 6' 46" (S) e de longitude 35° 00' 53" (W) (Figura 11). O município é formado por sete regionais: Jaboatão Centro, Cavaleiro, Curado, Muribeca, Prazeres, Praias e Guararapes.

Considerado área de risco R3 (Risco Alto), o SJS12 possui uma população de 175 habitantes, com 35 residências no setor e 19 residências monitoradas e ameaçadas, não havendo moradias para remoção (Tabela 1). Localiza-se em morro sinuoso, planície alagável e emersa em rede fluvial esparsa, alta permeabilidade e evidências de deslizamento (PMRR-JABOATÃO, 2006).

Esse município limita-se ao norte com São Lourenço da Mata e Recife, ao sul com o Município do Cabo de Santo Agostinho, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com o Município de Moreno.

Figura 13 - Mapa de localização da área de estudo da encosta em Jaboatão dos Guararapes



Fonte: IBGE (2010); COMPESA (2014).

O modo de ocupação nas encostas pode se dar de forma espontânea ou informal, planejada ou formal, ou parcialmente planejada. A ocupação no assentamento precário São José (SJS), no município de Jaboaão, caracteriza-se como parcialmente consolidada, porém, com infraestrutura inadequada e com padrão de habitações em alvenaria.

Tabela 1 - Setor de risco correspondente à área de estudo

Setor de Risco correspondente a área de estudo									
Regional	Bairros	Setor	Risco	ÁREA (ha)	Risco	Nº de moradias do setor	População	Moradias para monitoramento (R3)	Moradias Remoção (R4)
1	Centro	SJS12	R3	0,907	R3	35	175	19	0

Fonte: PMRR-Jaboaão dos Guararapes (2006).

Jaboaão é uma cidade histórica, com um dos mais antigos aglomerados populacionais. As primeiras ocupações datam de 1593, no território do Engenho São João Batista, na várzea entre os rios Jaboaão e Duas Unas (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2011), mostrando, assim, as primeiras ocupações nesse município.

Foi cenário de duas grandes batalhas contra os holandeses, travadas nos anos de 1648 e 1649. Seu entorno foi decisivo para o fim da ocupação holandesa em Pernambuco por ocasião da Batalha dos Guararapes, ocorrida no morro, hoje chamado de Monte dos Guararapes, fato que consagrou o surgimento do Exército Brasileiro (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2011).

3.2 Características socioeconômicas

Ao se observar a evolução da população em Jaboaão dos Guararapes nos anos de 1991, 2000 e 2010, percebe-se que entre os anos de 2000 e 2010, a população cresceu a uma pequena taxa anual. No ano 2000, a taxa de urbanização do município passou de 97,74% para 97,82% (PNUD; IPEA; FJP, 2010). Jaboaão é um município altamente urbano, tendo um percentual maior que a média brasileira, o qual fica em torno de 84%, conforme Censo de 2010. Naquele ano, viviam no município 644.620 habitantes, contando com uma alta taxa de urbanização e com o quase desaparecimento da população rural.

Em Jaboaão dos Guararapes a renda per capita média nas últimas duas décadas passou pelo valor de R\$ 359,97, em 1991, para R\$ 474,83, em 2000, e para R\$ 593,90, em 2010;

apresentando um crescimento de 64,99%; o que equivale a uma taxa média anual de crescimento de 2,67%. A taxa média anual de crescimento foi de 3,12%, entre 1991 e 2000, e de 2,26%, entre 2000 e 2010 (PNUD; IPEA; FJP, 2010). Porém esses valores não atendem a um padrão de vida mínimo para população de baixa renda.

Jaboatão dos Guararapes possui 1/3 da população e domicílios em aglomerados subnormais, o que reforça a necessidade de mais investimentos públicos em habitações para população de baixa renda, de forma a diminuir a desigualdade social com inclusão.

A desigualdade social de renda também tem contribuído para esse caos nas áreas de morros, em razão da não aquisição de habitação adequada. Percebemos a diferença de renda em diversas cidades de um mesmo país, existindo ainda uma grande discrepância que favorece a invasão ou a exploração de áreas inadequadas a habitação.

O acesso à moradia já é dificultado nas exigências quanto à apresentação de documentos e do emprego formal. As políticas habitacionais atendem a população de classe média; as classes que recebem até três salários mínimos esporadicamente são atendidas, e frequentemente essa faixa de renda além da moradia carece de inúmeros outros acessos, como: saúde e educação (OLIVEIRA, 2008).

Reforça-se que, a população de baixo poder aquisitivo de aglomerados subnormais em Jaboatão dos Guararapes esbarra nesse dilema da casa própria, em razão da burocracia, da falta de emprego formal, da exclusão social e de salários incompatíveis aos planos habitacionais oferecidos pelo Governo ou até a construção de mais conjuntos habitacionais para relocação desses moradores que se encontram em áreas ambientalmente frágeis ou de riscos.

3.3 Características fisiográficas do município

3.3.1 Vegetação

De acordo com a dinâmica espacial, as diversas paisagens mostram-se afetadas por um alto grau de antropização. A área em estudo apresenta um elevado grau de degradação ambiental com impactos nos aspectos físicos, bióticos e cênicos.

A vegetação é formada por arbustos, vegetação rasteira, árvores de grande porte (coqueiros, bananeiras, mamoeiros, goiabeiras), capim, entre outros e circundada por edificações na parte inferior e superior da encosta, sendo considerada área de preservação ambiental pelo Código Florestal Brasileiro. As Figuras 14 e 15 apresentam a área de estudo com as principais vegetações encontradas.

Figura 14 - Vegetação na área de estudo na encosta em Jaboatão dos Guararapes-PE.



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

O município de Jaboatão dos Guararapes possui, quanto à vegetação, as Matas do Gurjaú, do Engenho Salgadinho, Manassu, Mussaíba, entre outras, com um total superior a 1000 hectares (BANDEIRA, 2010).

Figura 15 - Encostas protegidas por vegetação em Jaboatão dos Guararapes-PE.



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

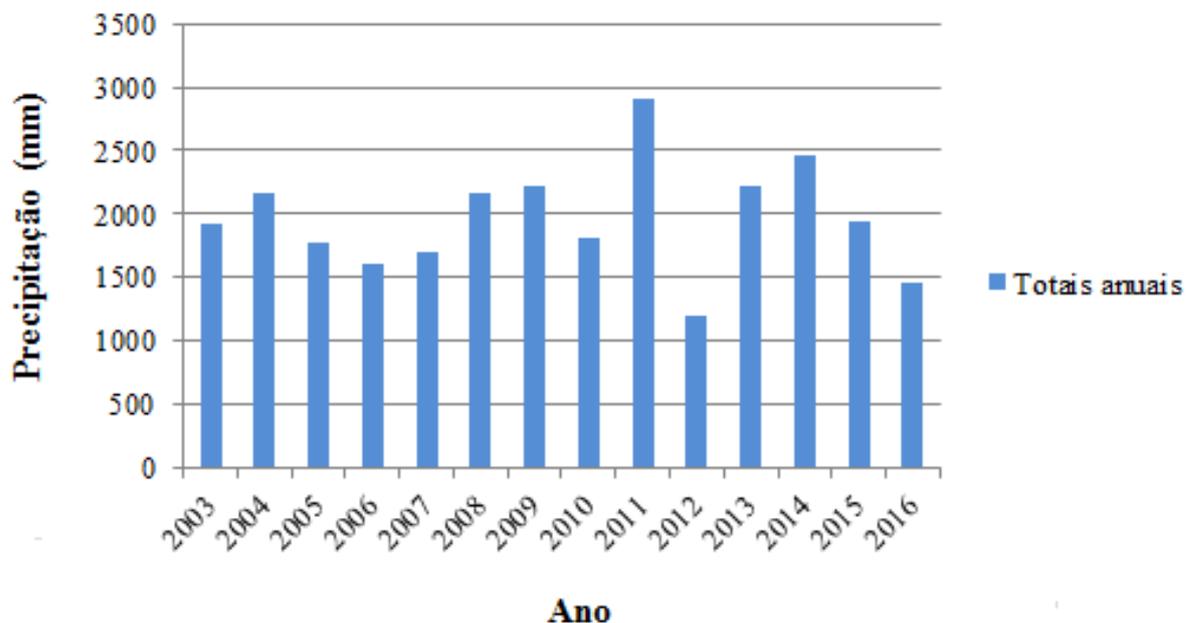
3.3.2 Clima

O clima, no município de Jaboatão dos Guararapes, segundo a classificação de Köppen, é tipo As'tropical quente e úmido. A temperatura média anual situa-se em torno de 26° C com amplitude térmica de 6° C (BARRETO; SILVA; OLIVEIRA, 2012; ARAÚJO, 2011).

As precipitações no município de Jaboatão dos Guararapes indicam período chuvoso nos meses de março a agosto, com médias superiores a 150mm. No mês de junho são registradas médias de 400mm. O período de março a agosto é considerado de atenção para as defesas civis. Quanto ao período que de setembro a fevereiro, este pode ser considerado de baixa precipitação pluviométrica (BANDEIRA; COUTINHO; ALHEIROS, 2009).

A Figura 16 apresenta uma série histórica das precipitações totais anuais registradas em Jaboatão dos Guararapes durante os anos de 2003 a 2015, cujos dados foram fornecidos pela Superintendência de Defesa Civil do município. Os índices pluviométricos do período de 2003 até maio de 2013 foram colhidos do pluviômetro localizado em Prazeres, e a partir de junho de 2013 o pluviômetro foi transferido para Regional 4, em Muribeca.

Figura 16 - Totais pluviométricos no período de 2003 a 2016 no município de Jaboatão dos Guararapes-PE (Posto Prazeres e Muribeca)

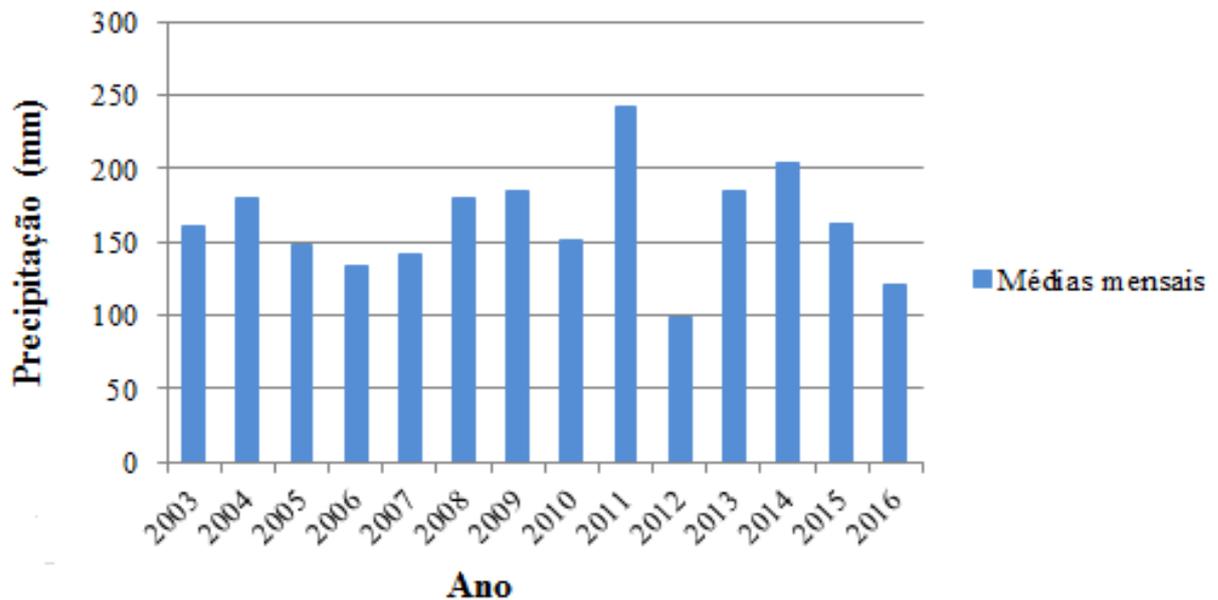


Fonte: Superintendência de Defesa Civil (2016)

A Figura 17 apresenta as médias mensais de precipitações, registradas no Posto de Prazeres e

Muribeca, localizado em Jaboatão dos Guararapes, no período de 2003 a 2016. Nela se observa que em alguns anos houve médias mensais de precipitações superiores a 150mm. E que no ano de 2011 ocorreu a maior média mensal de precipitação, com 241,9 mm de chuva.

Figura 17 – Médias mensais das precipitações de 2003 a 2016 em Jaboatão dos Guararapes (Posto de Prazeres e Muribeca)

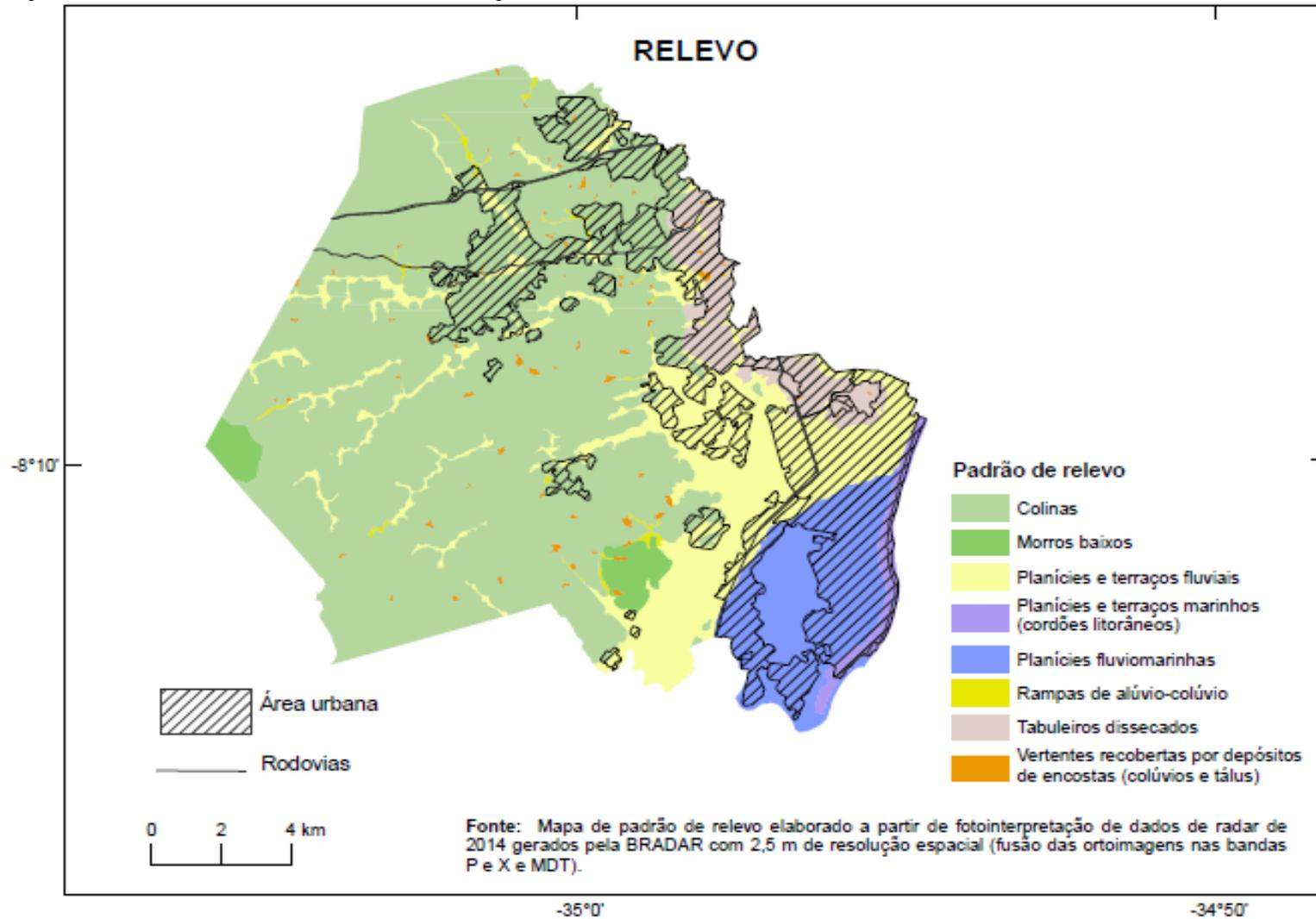


Fonte: Defesa Civil (2016).

3.3.3 Relevo

O município de Jaboatão dos Guararapes é formado por diferentes tipos de relevos, como: planícies costeiras, terrenos marinhos e morros elevados, podendo chegar até altitudes maiores que 200 metros. Um relevo de contrastes na sua área territorial. O mapa temático apresenta os tipos de relevos característicos da região (Figura 18).

Figura 18 - Mapa temático do relevo em Jaboatão do Guararapes-PE



Fonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2014).

O relevo da área de estudo é caracterizado por áreas de morros e planície em área urbana, com fortes declividades dos morros e colinas separados por pequenas regiões de planícies fluviais. Este possui vertentes recobertas por depósito de encostas (colúvios e tálus) e encontram-se encostas altas em relação às edificações com alturas de 15 a 20 metros e alta declividade de 70 a 90 graus (PMRR-Jaboatão dos Guararapes, 2006).

O relevo acidentado resulta em um maior grau de suscetibilidade a deslizamentos e ao desenvolvimento de feições erosivas. Jaboatão, com mais de 50% de sua área com morros e colinas, favorece a ocorrência de eventos críticos, principalmente, em período de chuvas intensas e por ações antrópicas. Esse conjunto é fator desencadeante de eventos esperados.

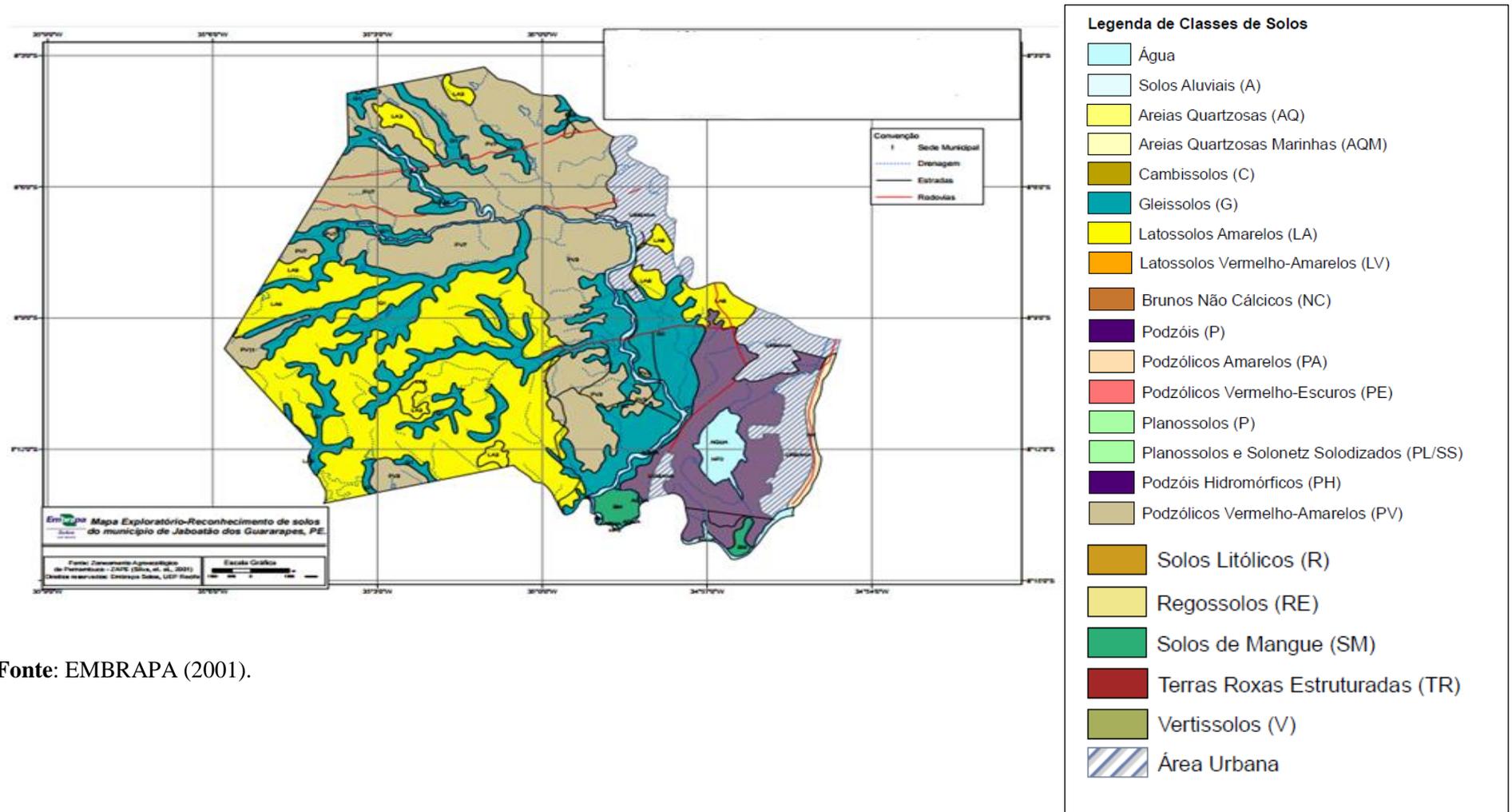
3.3.4 Solo

A Classe Argissolos é definida por solos minerais não hidromórficos (não saturados em água), composto por argilas de baixa atividade. São solos profundos, drenados, sequência de horizontes A, Bt, C ou, A, E, Bt e C. Latossolos – são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B. Elevado estágio de intemperização do solo com elevada permeabilidade. Possuem horizonte A, Bw, C. (PFALTZGRAFF, 2007).

A Classe Gleissolos Háplicos são solos considerados relativamente recentes, originado de sedimentos quaternários, arenosos, com pequena evolução e são encontrados em margens de rios. Associados a essa classe, podem ser encontrados os planossolos e luvisolos. (PFALTZGRAFF, 2007).

Quanto às classes do solo na área de Jaboatão dos Guararapes predominam os tipos latossolo amarelo, argissolo vermelho, argissolo vermelho amarelo, gleissolo e argissolo amarelo, conforme pode ser observado na Figura 19 (EMBRAPA, 2001). Também há uma predominância de floresta perene-fólia e subperene-fólia, além de relevo fortemente ondulado. A supressão da vegetação; o lançamento de resíduos e efluentes; e as chuvas prolongadas com solos expostos são os catalisadores dos processos erosivos.

Figura 19 - Mapa de solos em Jaboatão dos Guararapes-PE.



Fonte: EMBRAPA (2001).

Segundo Brandão, Wanderley & Candeias (2001), no município de Jaboatão dos Guararapes e na parte sul do município de São Lourenço da Mata, existem trechos aonde predominam solos podzólicos vermelho-amarelo distróficos, com textura média, relevo acidentado e áreas suscetíveis à erosão moderada. Os solos possuem fertilidade média à alta, originário de gnaisses e granitos do período pré-cambriano terciário, com influência material argilo-arenoso, principalmente nos topos elevados.

No Nordeste, municípios do Estado de Pernambuco, a exemplo de Jaboatão dos Guararapes, sofreram com deslizamentos. E, na RMR, fatores originados na forma irregular de ocupação, contribuíram para a ocorrência destes (PFALTZGRAFF, 2007). Foi constatado na área da encosta, em Jaboatão dos Guararapes, que o solo tem boa fertilidade, apesar dos impactos ambientais que ocorrem de forma acelerada, contaminando os solos, destruindo a camada superficial, e até atingindo o lençol freático com as infiltrações.

3.3.5 Hidrografia

A hidrografia da área em estudo caracteriza-se pela Bacia do Rio Jaboatão, localizada na região da mata sul do Estado de Pernambuco, situada entre a latitude 8° 00' e 8° 14' Sul e longitude 34° 50' e 35° 15' Oeste. Esta drena os municípios situados em Recife, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, São Lourenço da Mata, Cabo de Santo Agostinho e Vitória de Santo Antão (MOREIRA, 2007; DAVIDSON, 2008).

A bacia do Rio Jaboatão vem sofrendo impactos ambientais ao longo dos anos, que comprometem a vida aquática, a biodiversidade, o solo, a qualidade ambiental e de vida da população que vivem em seu entorno. Segundo Moreira (2007), a bacia do rio Jaboatão tem sido uma das que mais sofre, na área de abrangência da bacia, com a degradação ambiental e a poluição dos rios provocados pela ausência de um programa de gestão ambiental e de gerenciamento hídrico eficiente.

Essa bacia é drenada por vários rios e dentre os impactos ocorridos de forma intensa na área, destaca-se o lançamento de resíduos domésticos e industriais das várias indústrias, bem como o desmatamento, a deposição do lixo, a impermeabilização da área, a falta de conscientização ambiental e a ocupação inadequada nas margens do rio, dentre outros. Contribuindo para a degradação ambiental acelerada no mesmo.

A Unidade de Planejamento Hídrico UP15, refere-se ao grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 2 – GL-2, localizada na área litorânea do Estado de Pernambuco entre 08°02'42'' e 08°25'59'' de latitude sul, e 34°52'27'' e 35°23'06'' de longitude oeste, apresenta uma área de 1.264,94km², totalmente inserida em Pernambuco. O grupo GL-2 limita-se ao norte com a bacia do rio Capibaribe (UP2), ao sul com a bacia do rio Ipojuca (UP3), a leste com Oceano Atlântico e a Oeste com as bacias dos rios Capibaribe e Ipojuca (PERNAMBUCO, 2006).

O grupo de bacias de pequenos rios litorâneos – GL-2, situada na Zona da Mata Sul do Estado de Pernambuco, é formado por rios que desembocam no Oceano Atlântico. A rede hidrográfica é composta pelos rios Jaboatão e Pirapama e afluentes, com exceção de suas porções nordeste e sudeste, que são formadas pelos estuários dos rios Tejipió, Massangana e Tatuoca. O rio Jaboatão é considerado o mais importante e tem como afluente o rio Duas Unas, onde está localizada a barragem de Duas Unas. A bacia do rio Jaboatão é bastante densa, possui uma extensão 72km e ramificações em todos os lados da planície aluvial. Destaca-se nessa região a Lagoa Olho D'água e as áreas alagadas no entorno (PERNAMBUCO, 2006).

A bacia hidrográfica constitui-se tanto de vegetação de origem natural, como de canaviais, pertencentes a engenhos e usinas na região, que também remontam do passado histórico. Atualmente, encontra-se muito desmatada em decorrência das ocupações nas margens do rio e dos riscos a solapamentos de solo. Esse ecossistema nas margens do rio em total vulnerabilidade pede atenção para mitigação dos impactos já ocorridos (Figura 20).

Figura 20 - Rio Jaboatão e os impactos socioambientais



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

Desta forma, a urbanização instalada de forma irregular às margens do Rio Jaboatão reduz a capacidade de infiltração, provocando o aumento do assoreamento, disposição de lixos, lançamentos de esgotos resultando em processos erosivos e solapamentos, contribuindo também para enchentes e inundações.

3.3.6 Geologia

Nos municípios da Região Metropolitana, como Recife, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes, mesmo que predominem áreas de solos residuais do embasamento cristalino, a unidade geológica mais extensa nas áreas dos morros e colinas é a de Formação Barreira (BANDEIRA, 2010).

Em Jaboatão dos Guararapes as áreas de morros são ocupadas irregularmente de forma desordenada. Estas áreas apresentam riscos de acidentes por deslizamentos, devido à formação barreiras e embasamento cristalino pré-cambriano (solo residual), o que deixa a área mais suscetível a deslizamentos e desmoronamentos em função de eventos naturais e/ou induzidos.

As rochas cristalinas pré-cambrianas formam um substrato composto por granitos, migmatitos, gnaisses e cataclasitos, rochas com grandes quantidades de quartzo e feldspato, contendo também na composição biotitas, hornblendas e outros minerais (MOREIRA, 2007).

A formação barreiras é constituída por areias pouco argilosas, fácil de desagregar, com intercaladas ou não de camadas argilosas. Nos morros, esses sedimentos são bem estratificados com alternância de camadas entre argila e areia e não contém ligante entre os grãos. Em alguns casos, apresentam camadas lateralizadas com cimento ferruginoso, resistente ao avanço do mar. Os morros urbanos quando ocupados por edificações e com sedimentos soltos possuem risco de deslizamentos provocados pela chuva.

A formação barreiras é a unidade geológica da Região Metropolitana do Recife, que apresenta maior incidência de processos de instabilidade em encostas. Observa-se a ocupação da encosta de forma irregular com edificações muito próximas da crista de corte e entre si, o corte tem declividade elevada e ausência de sistema de drenagem (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES, 2013). Realidade

essa também verificada no município de Jaboatão dos Guararapes.

A presença de solos residuais de embasamento cristalino no município de Jaboatão dos Guararapes colabora para o aumento nas ocorrências de deslizamentos em áreas de encostas, devido esse tipo de solo encontrado na região (BANDEIRA, 2010).

Solo residual tem origem da decomposição da rocha matriz ou rocha *mater* através do intemperismo químico, a rocha permanece no local exposta a intempéries, sendo influenciadas por agentes externos, resultando em modificações em suas características originais. Assim, os solos residuais do embasamento cristalino apresentaram parâmetros de resistência mais suscetíveis a escorregamentos (erosões, deslizamentos) e às ações estruturais para este tipo de solo devem dar-se por medidas estruturais de contenção (BANDEIRA, 2010).

Nesse contexto, a argilização, é o processo de transformação dos feldspatos, micas e outros minerais em argila e está relacionada à probabilidade de ocorrência de escorregamentos nas áreas com este tipo de formação geológica. E as áreas de encosta do município de Jaboatão dos Guararapes e Camaragibe apresentam solo residual do embasamento cristalino, predominando no município de Jaboatão o solo residual de gnaiss-migmatito complexo com granulometria argilo-arenosa, e suscetibilidade a deslizamentos (BANDEIRA; COUTINHO, 2015).

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos estabelecidos na pesquisa foram divididos em etapas. Nele foram apresentados a análise do processo de urbanização em assentamentos precários, a análise temporal, os riscos em encostas, as tipologias construtivas, os impactos socioambientais, as matrizes de interação de impactos e as restrições da legislação ambiental.

As etapas estabelecidas no fluxograma (Figura 21) foram divididas da seguinte maneira:

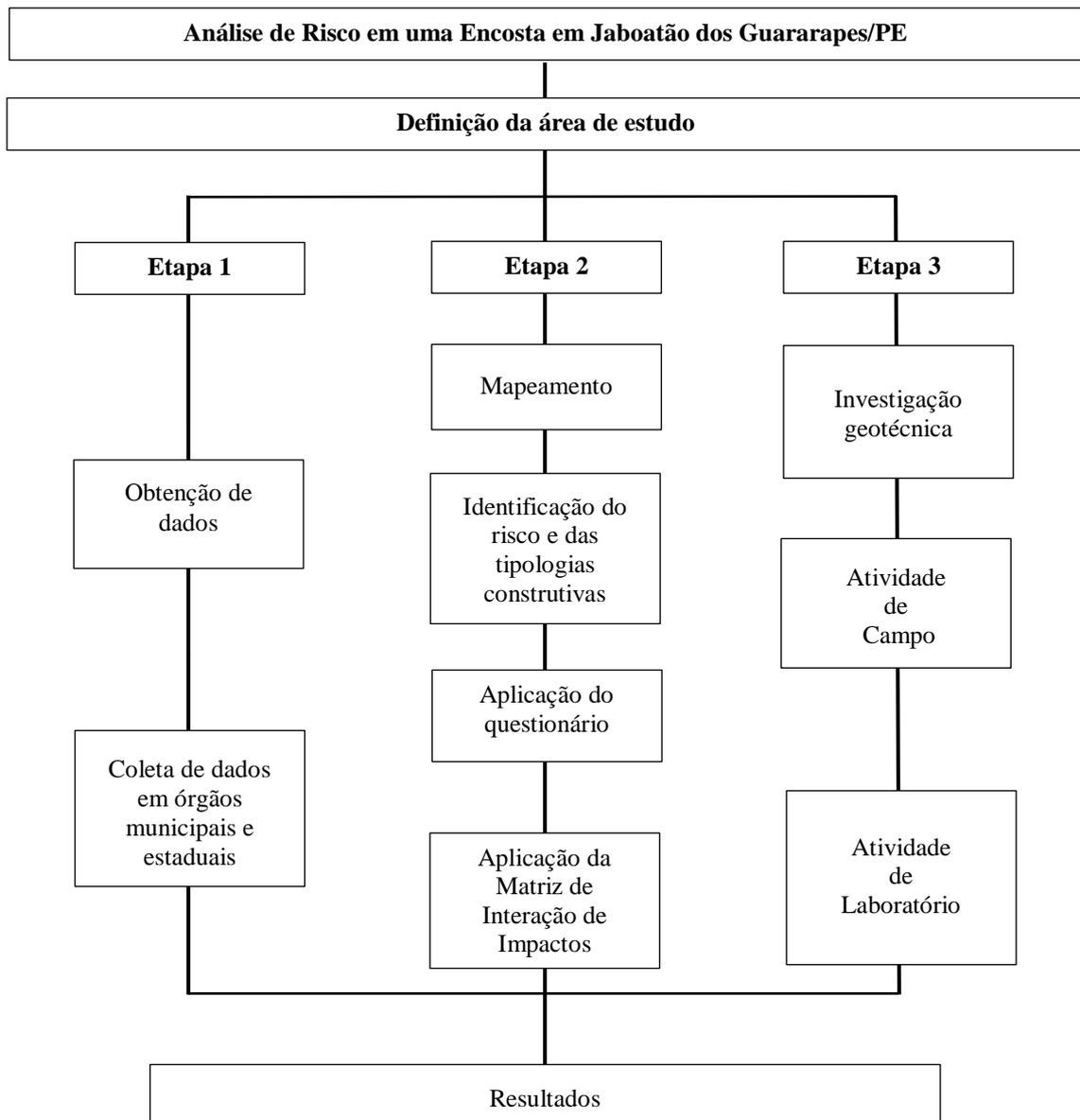
Etapa 1 – Obtenção de dados;

Etapa 2 – Aplicação das matrizes de interação quantitativa e qualitativa;

Etapa 3 – Investigação geotécnica.

A estrutura em etapas proporcionou um melhor direcionamento da dissertação, facilitando a compreensão do processo. Portanto, estas etapas devem ser vinculadas para garantir a coerência em todo o processo em estudo.

Figura 21 - Fluxograma das atividades realizadas



Fonte: A autora (2016).

4.1 Etapa 1 – Obtenção de dados

4.1.1 Obtenção de dados

Na pesquisa bibliográfica foi visto o processo de urbanização em assentamentos precários quanto a ocupação em áreas de risco pela população de baixa renda; a análise temporal com reconhecimento, diagnóstico e prognóstico em áreas vulneráveis de forma atender à legislação ambiental; a definição dos termos risco, perigo e vulnerabilidade e mostra-se os riscos em área de encostas; a importância da gestão de risco obedecendo normatização da ABNT; o

mapeamento do risco e sua hierarquização em âmbito nacional e internacional; os danos em edificações devido aos riscos; as tipologias construtivas quanto a sua vulnerabilidade física; os impactos ambientais associados aos assentamentos em áreas de riscos; e as matrizes de interação de impactos e os aspectos da legislação ambiental.

Quanto à parte documental, foram fornecidas as ortofotocartas dos anos 1975, 2006 e 2014 respectivamente, pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), pelo Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP) e pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). A CONDEPE/FIDEM forneceu a ortofotocarta de 1975, e o ITEP forneceu a ortofotocarta de 2006 e a ortofotocarta de 2014 foi obtida junto a COMPESA. Assim, as ortofocartas georreferenciadas serviram para a elaboração das bases ou mapas vetorizados que auxiliam nas mudanças ocorridas ao longo dos anos quanto à área construída, à impermeabilização e à cobertura vegetal, uma vez que estes dados são imprescindíveis à gestão de risco nas ocupações urbanas. As bases ou mapas vetorizados foram obtidos no ITEP.

4.1.2 Coleta de dados nos órgãos municipais e estaduais

Para a coleta de dados foi necessário estabelecer algumas diretrizes, como visitas de campo, seguida de entrevistas, registro fotográfico e coletas de coordenadas geográficas, todas necessárias para garantir a exatidão dos dados coletados.

A planta de UNIBASE do município de Jaboatão dos Guararapes, fornecida pela CONDEPE/FIDEM, foi utilizada para mapear os pontos de ocupação e mostrar as habitações dentro da APP que contribuíram para o aumento dos impactos socioambientais, devido às ocupações irregulares, e que não foram retiradas desses locais para conjuntos habitacionais fornecidos pelos programas habitacionais do governo, com o fim de garantir a proteção ambiental do ecossistema no ambiente construído, apresentada mais adiante nos resultados da pesquisa.

A Defesa Civil de Jaboatão dos Guararapes forneceu o Plano Municipal de Redução de Risco de Jaboatão dos Guararapes (2006), a ficha de assentamento precário e de risco para cada setor indicado no plano, a classificação dos riscos dos setores mapeados e as respectivas fotografias do setor de risco; além de uma planilha com os dados pluviométricos do município

ao longo dos anos.

4.2 Etapa 2 - Aplicação das matrizes de interação quantitativa e qualitativa

4.2.1 Mapeamento

O mapeamento e a análise temporal das ocupações na encosta foram elaborados a partir das ortofotocartas georreferenciadas fornecidas pela CONDEPE/FIDEM, pelo ITEP e pela COMPESA. A partir destas ortofotocartas foi possível gerar as bases ou mapas vetorizados com os resultados e as convenções adotadas. Foi utilizado o programa ArcGIS 10.0 para elaboração dos mapas vetorizados pelo ITEP e as ortofotocartas georreferenciadas serviram para elaboração no sistema Datum Horizontal SIRGAS 2000 fuso 25S, na escala 1:1000.

Para elaboração dos mapas utilizou-se o software ArcGIS 10, através de vetorização e georreferenciamento, obtendo-se mapas quanto ao uso e ocupação do solo e à cobertura vegetal e sua evolução ao longo do tempo. Além disso, foram discriminadas e quantificadas as classes quanto à área construída, à área impermeabilizada e à cobertura vegetal; bem como às tipologias encontradas no local.

Com o mapeamento nos anos 1975, 2006 e 2014 foi realizada a análise temporal a partir do Sistema de Informações Geográficas (SIG), que é uma importante ferramenta em planejamento urbano. E, ao utilizar aplicativos para coleta de dados espaciais, verificou-se que o desenvolvimento tecnológico no ambiente construído nas áreas de ocupações cresceu ao longo dos anos.

O mapeamento de risco de escorregamentos e inundação de Jaboaão dos Guararapes, ilustrado nesta pesquisa, foi realizado por uma equipe técnica multidisciplinar, com participação de técnicos de engenharia e de uma equipe social da COMDEC-Jaboaão – Coordenadoria de Defesa Civil de Jaboaão dos Guararapes, no ano de 2006 (PMRR-Jaboaão, 2006).

4.2.2 Identificação do risco e das tipologias construtivas

Para a análise de risco da área em estudo foi realizado um acompanhamento do local, durante

toda à pesquisa, através de visitas *in loco*, para comparação da evolução dos registros fotográficos da área na encosta durante os anos de 2015 e 2016.

A análise de risco foi realizada com base no mapa de risco, fornecido pela Defesa Civil. As informações da área foram adquiridas através do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) de Jabotão dos Guararapes, do ano de 2006, cujo material apresenta um conjunto de assentamentos, dentre eles, o Assentamento Precário São José setor SJS12, que foi o escolhido para o estudo. O PMRR mapeou o assentamento São José em 12 setores de riscos, porém, foi escolhido um único setor devido ao fato de que o mesmo possui risco alto - R3.

Para identificação das tipologias construtivas do assentamento precário, foi realizada visita de campo, para registro fotográfico das tipologias. Quanto à análise das tipologias construtivas, foram identificadas duas tipologias e listados os possíveis impactos por estas causados, observando-se tanto as similaridades, quanto às diferenças.

4.2.3 Aplicação do questionário junto à população

Elaborou-se um questionário aplicado junto aos moradores (ver Apêndice) para verificação dos impactos socioambientais no uso e ocupação do solo e das mudanças ocorridas ao longo dos anos; além da frequência dos deslizamentos e inundações, do conhecimento das ações mais impactantes e prioritárias na visão dos moradores e da responsabilidade quanto à preservação da área da encosta e margem do rio. O questionário foi elaborado tomando por base em estudo realizado por Silva (2013).

Já na análise do questionário foram consolidadas as informações das entrevistas realizadas com os moradores na área de preservação ambiental, que também faz parte da área da encosta, pois o limite de demarcação atinge algumas casas localizadas nessa área.

4.2.4 Aplicação das matrizes de interação quantitativa e qualitativa de impactos

Definiu-se a utilização da matriz de interação, em função da área da encosta, para avaliação dos impactos socioambientais decorrentes.

A matriz de interação se baseia na matriz de Leopold et al. (1971), na qual é feita uma

adaptação para atender as especificidades do estudo. Esta consiste em uma tabela bidimensional com os eixos horizontal e vertical, respectivamente, e corresponde às ações impactantes potencialmente e aos fatores ambientais que poderão ser afetados. O cruzamento transversal consiste em uma técnica de causa-efeito ou denexo causal, que reflete em impactos ambientais potencializados (positivamente) ou degradados (negativamente).

Os múltiplos impactos socioambientais que envolvem a área de uma encosta, desde o desmatamento, lançamento de efluentes e resíduos sólidos e de construção e demolição, dentre outros. Os itens identificados foram selecionados e incorporados na matriz de interação que cruza estes dados com fatores ambientais. Os dados foram tratados quantitativamente e qualitativamente, através da matriz de interação.

Assim, foram elaboradas duas matrizes: uma quantitativa e outra qualitativa. As análises quantitativa e qualitativa dos impactos ambientais foram feitas a partir da utilização do método da matriz de interação.

A matriz quantitativa foi estabelecida de acordo com a magnitude, definindo-se uma pontuação para caracterizar as modificações do parâmetro ambiental identificado. Utilizou-se uma escala de graduação de zero a cinco para quantificação, sendo sinal (+) para impacto positivo, sinal (-) para impacto negativo e para a quantificação foram definidos: 0- Nenhum impacto; 1- Impacto desprezível; 2 – Impacto de baixo grau; 3- Impacto de médio grau; 4 - Impacto de alto grau; 5 – Impacto de altíssimo grau (SILVA, 2013).

Vale ressaltar que, a atribuição dos valores foi realizada através de uma percepção crítica, não podendo ser as únicas alternativas estabelecidas de análise. Para uma melhor acurácia na avaliação é necessário um olhar multidisciplinar, associado a um processo de gestão de risco.

Quanto à matriz qualitativa, Valdetaro et al. (2015) destacam que, qualitativamente os impactos são definidos por 06 critérios:

- a) Valor – Impacto positivo (melhoria de um fator ambiental) e impacto negativo (diminuição de um fator ambiental).
- b) Ordem – Impacto direto (causa e efeito) e impacto indireto (reação secundária).

- c) Espaço – Impacto local, impacto regional e impacto estratégico (nacional/internacional).
- d) Tempo – Impacto em curto prazo (etapa de implantação), impacto em médio prazo (etapa de manutenção) e impacto em longo prazo (etapa de resultados).
- e) Dinâmica – Impacto temporário, impacto cíclico e impacto permanente.
- f) Plástica – Impacto reversível (encerrada a ação, o fator ambiental retorna às condições originais) e impacto irreversível (encerrada a ação, o fator ambiental não retorna às condições originais).

Entretanto, na matriz qualitativa deste estudo foi realizada uma avaliação dos possíveis impactos, tendo-se por base três destes critérios, os quais são citados a seguir.

➤ Quanto à Ordem:

- Impacto Direto - (D)
- Impacto Indireto – (I)

➤ Quanto ao Espaço:

- Impacto Local – (L)
- Impacto Regional – (R)

➤ Quanto à Plástica:

- Impacto Reversível – (Rv)
- Impacto Irreversível – (Iv)

Esses três critérios foram utilizados na pesquisa, devido ao diagnóstico ambiental na área de estudo, os quais resumem bem os critérios adotados pelo autor, quanto aos fatores ambientais do meio físico, biótico e antrópico, assim como às ações que podem ser eliminadas ou mitigadas.

4.3 Etapa 3 – Investigação geotécnica

Apresenta a metodologia e os equipamentos utilizados nos ensaios de campo e laboratório. Em campo, foram coletadas amostras de blocos deformados e indeformados. Em laboratório, foram realizados ensaios de caracterização física e mecânica (cisalhamento direto).

4.3.1 Atividade de campo

Foram coletadas amostras deformadas de 30 Kg, as quais foram acondicionadas em saco de rafia, e 02 (dois) blocos indeformados com arestas de 0,30m, que foram armazenados em caixa de madeira.

A Figura 22 apresenta a coleta de uma das amostras indeformadas na encosta. Antes da realização da coleta, foi feita a limpeza do local, para que pudesse ser realizada a escavação e a retirada das respectivas amostras de solo.

Figura 22 - Coleta de amostra indeformada na encosta em Jaboatão dos Guararapes-PE



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

Os blocos foram retirados do trecho à meia encosta, sendo provenientes da parte dos fundos da residência localizada na Praça Dr. Diniz Passos – Padre Roma – Jaboatão dos Guararapes, nº 110.

Na Figura 23, as caixas de madeiras das amostras indeformadas foram devidamente

identificadas com as informações do local, a data da coleta e o número do bloco e sacos com amostras deformadas foram transportados para a câmara úmida do Laboratório de Mecânica dos Solos da UPE.

Figura 23 - Caixas e sacos identificados com amostras indeformadas e deformadas



Fonte: Arquivo pessoal (2015).

4.3.2 Atividade de laboratório

No Laboratório de Mecânica dos Solos da Universidade de Pernambuco (UPE) foi realizada a preparação da amostra deformada, sendo utilizado o procedimento com secagem prévia de acordo com o estabelecido pela NBR 6457/1986 (Figura 24).

Figura 24 – Preparação da amostra deformada



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

4.3.2.1 Caracterização Física

A caracterização física dos solos foi realizada através do ensaio de granulometria com base no estabelecido pela NBR 7181 (ABNT, 1984), por meio do qual foi possível determinar a curva granulométrica do solo, referente a área de estudo. Esses materiais foram classificados de acordo com o Classificação Unificada de Solos (USCS).

Nesta pesquisa, foram determinados os limites de liquidez, de plasticidade e de densidade real, conforme estabelecido pelas NBR 6459 (ABNT, 1984), NBR 7180 (ABNT, 1984) e NBR 6508 (ABNT, 1984), respectivamente.

Após os ensaios de caracterização física, foram feitas as análises do solo para conhecimento e definição do solo encontrado quanto aos aspectos de granulometria, tipo do solo, índice de plasticidade e Classificação Unificada do solo (USCS).

4.3.2.2 Caracterização Mecânica

O ensaio de resistência de cisalhamento corresponde à máxima tensão de cisalhamento que o solo pode suportar sem sofrer ruptura. Quanto à caracterização mecânica, os ensaios de cisalhamento direto obedeceram ao que estabelece na norma ASTM: D3080-90. Nos ensaios de resistência ao cisalhamento direto, para a determinação de resistência das camadas de solo, foram realizados ensaios convencionais e definidas as tensões verticais de 50kPa, 100kPa, 150kPa e 200kPa, nas condições de umidade natural e inundada, este último, por 24 horas nesta condição.

A execução do ensaio de cisalhamento tem por objetivo a obtenção dos parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito). Foi realizado um ensaio rápido, com velocidade de deslocamento horizontal (0,60mm/min), considerado conforme indicado na literatura acadêmica no intervalo de 0,50mm/min até 1mm/min para ensaio rápido. Os deslocamentos horizontais foram 14mm no setor. Foram coletadas amostras no início e final de todos os ensaios, para determinação da umidade dos corpos de prova.

No ensaio, foi utilizada uma prensa de cisalhamento direto produzida pela Contenco, apresentada na Figura 25, com um sistema de cargas utilizadas por peso em pendural. As

leitura das deformações horizontais e verticais foram estabelecidas com auxílio de extensômetros com sensibilidade de 0,01mm, e utilização de anel de carga para determinação das forças horizontais aplicadas aos corpos de prova. Foram utilizados corpos de prova com seção transversal quadrada de 10,16cm de lado (4") e 2cm de altura, moldados com os blocos de amostras indeformadas dos poços de inspeção a meia encosta.

Figura 25 – Ensaio de resistência ao cisalhamento direto



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

CAPÍTULO 5

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos na pesquisa através da análise temporal das ocupações e da ocupação em área de APP, da análise de risco e das tipologias construtivas e a visão dos moradores acerca dos impactos ambientais e dos riscos, bem como da aplicação das matrizes de interação de impactos (quantitativa e qualitativa) e do conhecimento do solo através dos resultados da investigação geotécnica.

5.1 Análise temporal das ocupações e ocupação em Área de Preservação Permanente (APP)

A análise temporal das ocupações vulneráveis é uma importante forma de mapeamento no estudo de encostas. Esta expõe as modificações ocorridas, ao longo dos anos, em virtude das na dinâmica urbana e dos impactos ambientais ocorridos ou prestes a ocorrer, e que são, muitas vezes, provocados por ações naturais ou induzidas pelo homem no ambiente construído. A seguir é apresentada a evolução temporal da encosta estudada nos anos de 1975, 2006 e 2014.

Na Figura 27, apresenta o mapa temporal no ano de 1975, época em que existiam poucas construções sobre a área da encosta e próximas à margem do Rio Jaboatão, consideradas áreas de preservação permanente, conforme enquadramento no Código Florestal Brasileiro. As manchas com contornos pretos representam as áreas construídas existentes. Comparando-se o mapa do ano de 1975 com o mapa de 2006, percebe-se um pequeno acréscimo de área construída.

Comparando-se o mapa do ano de 1975 como mapa de 2014, percebe-se um aumento nas construções. Em 1975, a área delimitada de 50 metros a partir do leito do rio Jaboatão já continha habitações localizadas nas margens do rio, porém, havia poucas edificações construídas.

No ano de 2006, a situação se apresenta diferente, conforme se observa na Figura 28. Os pontos com contornos pretos mostram a expansão urbana nas margens do rio Jaboatão e na área da encosta, e os primeiros indícios de ocupações mais expressivas pelas ações antrópicas provocadas pelo desmatamento e aumento de áreas impermeabilizadas começam a aparecer.

Em 2014, a ocupação indevida na área da encosta remonta de um longo período e as mudanças ocorridas na área, como: desmatamento, áreas construídas em função das habitações e impermeabilizadas nos trechos de calçadas, escadarias e trechos superiores no topo da encosta, que tomaram uma dimensão ainda maior, contribuindo para o agravamento do risco em que a população da encosta e da margem do rio está exposta (Figura 29).

Assim, ao realizar esta análise temporal percebe-se que, no ano de 1975 havia uma ocupação de 3.080m² da área por construções; no ano de 2006, a área ocupada subiu para 3.180m² e em 2014, esse valor aumentou para 3.400m². Foi observado que, em 39 anos (de 1975 a 2014), a área construída teve um acréscimo de 10,39%. Na classe de cobertura vegetal, a área varia entre 4.160m² e 2.910m², sofrendo um decréscimo da ordem de 30,05% como apresenta a (Tabela 2 e Figura 26). Em 1975, a área impermeabilizada não existia, pois não havia pavimentação no local, essa área era constituída de solo natural. A classe de área impermeabilizada veio a crescer no período de 2006 e 2014, variando entre 380m² a 590m², com acréscimo de 55,26%.

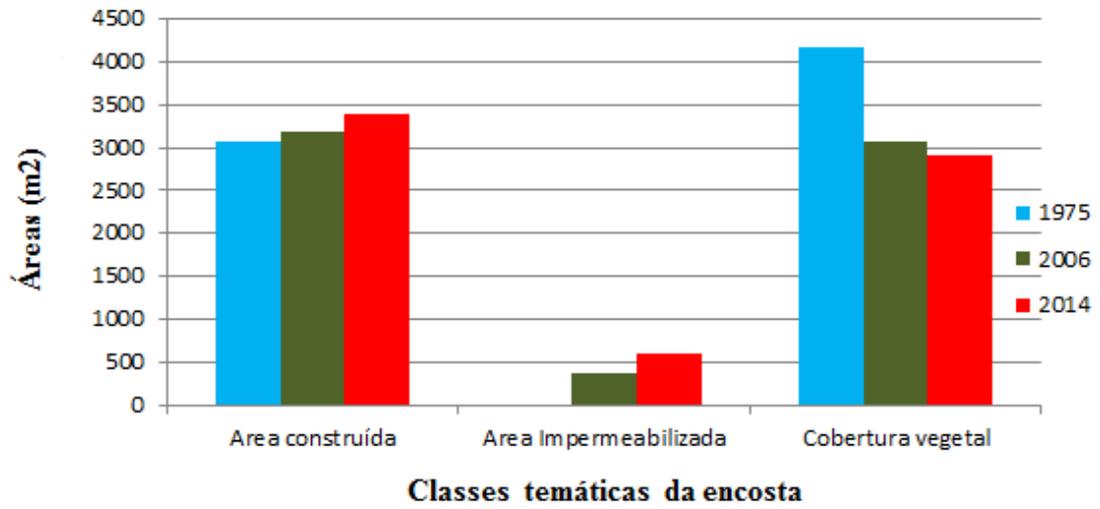
Os valores apresentados na pesquisa foram significativos, devido os impactos socioambientais provocados no ambiente construído e na potencialização do risco, resultantes das classes temáticas (área construída, área impermeabilizada e cobertura vegetal) analisadas nessa pesquisa.

Tabela 2 - Quantificação temporal na área da encosta 1975, 2006 e 2014.

Classes	ANO		
	1975	2006	2014
	Área (m ²)		
Área construída	3.080	3.180	3.400
Área impermeabilizada	-	380	590
Cobertura vegetal	4.160	3.060	2.910

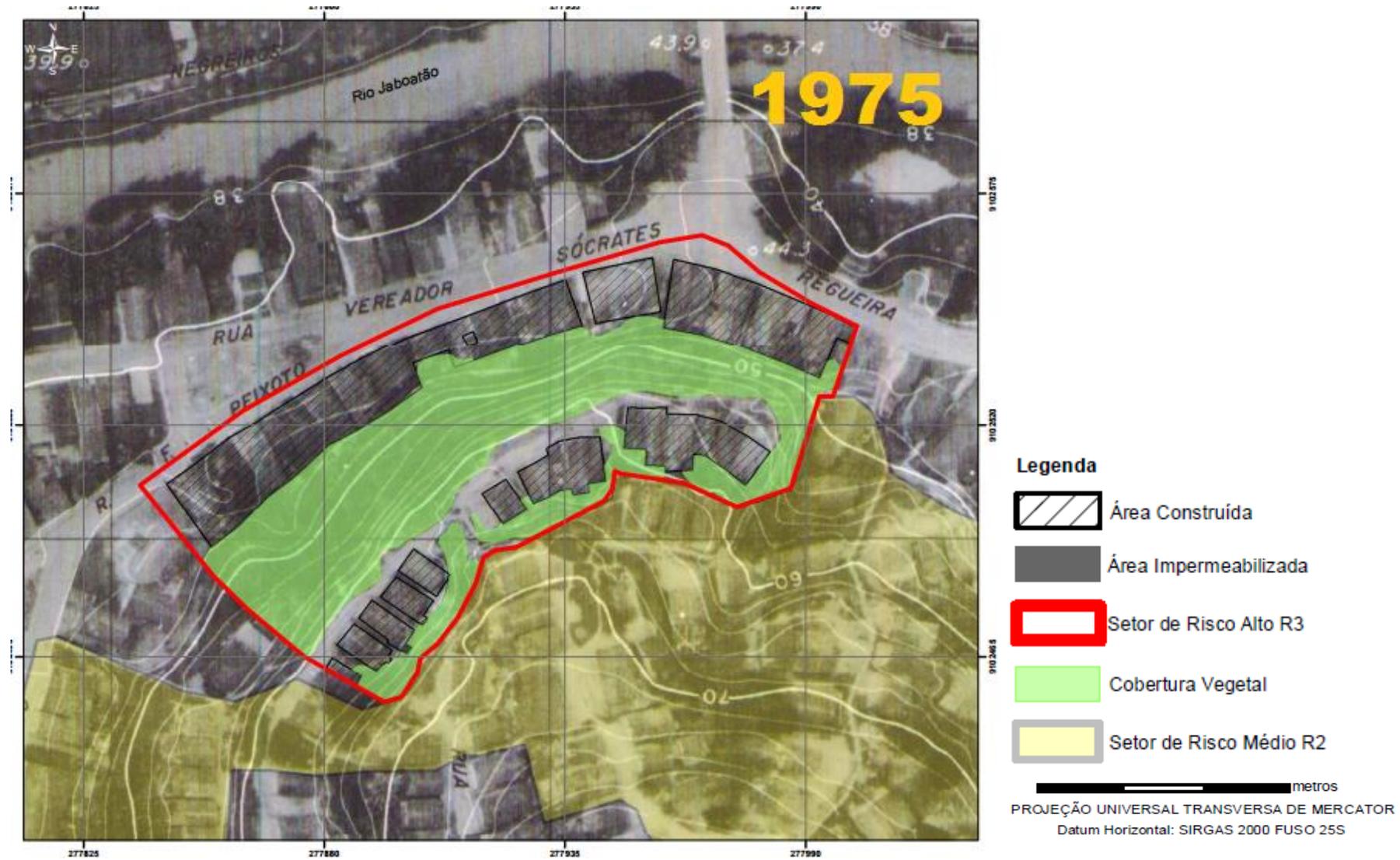
Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Figura 26 - Quantificação das classes temáticas da encosta nos anos 1975, 2006 e 2014.



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Figura 27 - Encosta em Jaboatão, 1975



Fonte: Adaptado de CONDEPE/FIDEM (1975); ITEP (2015)

Figura 28 - Encosta em Jaboatão, 2006.



Fonte: Adaptado de CONDEPE/FIDEM (2006); ITEP (2006); ITEP (2015).

Figura 29 - Encosta em Jaboatão, 2014



Fonte: Adaptado de COMPESA (2014); ITEP (2015).

Fazendo uma análise comparativa é possível constatar que a supressão da vegetação, a área de impermeabilização e a área construída tiveram impactos relevantes na área da encosta que, somados às ações antrópicas, aceleraram o processo de degradação socioambiental nesse ambiente construído de forma não sustentável, comprometendo a qualidade ambiental e a segurança da população residente.

Percebe-se que a vegetação na encosta e na margem do Rio Jaboatão, no ano de 1975, era bastante expressiva, quando comparada aos anos posteriores. Porém, esta foi suprimida para dar espaço às construções, principalmente, nos anos de 2006 e 2014. A biodiversidade, conjunto de todos seres vivos na biosfera, e a flora foram bastante afetadas pelo desmatamento e pelas queimadas nessas áreas, com comprometimento do equilíbrio ecossistêmico.

Verifica-se que, ao longo desses anos, a ausência de fiscalização pelo poder público, a falta de um planejamento adequado, a ausência de recursos financeiros e humanos, a falta da priorização no atendimento da população que mora em áreas de morros e o não atendimento a legislação ambiental estimularam para que as populações de baixa renda procurassem essas áreas, ocasionando a proliferação das autoconstruções.

O processo de urbanização no município de Jaboatão dos Guararapes foi feito sem um planejamento urbano e ambiental, o que proporcionou um aumento populacional na área da encosta e nas margens do Rio Jaboatão. As edificações construídas nessas áreas, como residências, comércios, serviços e indústrias se alastraram de forma desordenada, isso sem respaldo técnico e sem nenhuma preocupação com o meio ambiente.

No bairro de Vila Rica/Centro, a população instalou-se nas margens do rio e na área da encosta, pela facilidade de sobrevivência, de empregos e renda, e em função dessa área ser central em Jaboatão, com a tendência a prosperar devido à chegada das suas indústrias, já que muitos dos seus engenhos vieram a decair no passado. Assim, a expansão das ocupações irregulares foi facilitada pela ausência de fiscalização, planejamento e controle urbano do uso e ocupação do solo, bem como de medidas coercitivas para conter a invasão de área vulnerável e de riscos.

Diante deste cenário, no município que deveria ter seus morros, colinas e margens de rios

preservados, constatam-se construções, nesse ecossistema, que comprometem a saúde, a segurança e até a vida da população que o habita, principalmente em períodos de chuvas prolongadas, que tanto afetam a encosta, com seus deslizamentos e desmoronamentos, assim como, as margens do rio, com o aumento da vazão provocando enxurradas, enchentes e inundações.

No trecho do estudo na área da encosta com declividade superior a 45°, topo do morro e no trecho da largura do rio, calha regular medido aproximadamente 30 metros. De acordo com Código Florestal (2012), a área de preservação permanente (APP), estabelece largura mínima de 50 metros a contar da borda do leito regular, considerando as distâncias marginais de curso d'água, que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura, e ter preservada a sua mata ciliar. A derrubada de vegetação localizada em áreas de preservação permanente é considerada crime ambiental, previsto em lei e obriga ao infrator a repará-la.

A análise de APP foi realizada através da planta de UNIBASE do município de Jaboatão dos Guararapes, que serviu para identificar as edificações dentro da área de preservação permanente, apresentando às restrições de construções nesses locais quanto à legislação ambiental.

Na Figura 30 é possível identificar as edificações dentro da área de APP, partindo-se do leito de inundação, margens do curso d'água das áreas sujeitas a frequentes enchentes, inundações e a até a delimitação da área de preservação, contornados por um polígono na cor verde e as edificações na cor preta, por um desenho em escala 1:1000. Foram identificados 28 pontos de edificações entre as margens do rio e algumas edificações na parte inferior da encosta, observando-se, assim, o não atendimento da legislação ambiental.

A Figura 30 apresenta as construções dentro da área de risco (R3) da encosta, que, além de sofrerem com as enchentes possuem o risco de deslizamentos ou até desmoronamentos. Os processos erosivos se não forem monitorados mais de perto por uma equipe técnica especializada de engenharia, tendem a aumentar. As feições erosivas formam sulcos ou canais, que agredem a área num processo lento e contínuo, contribuem para o aumento do risco e crescem exponencialmente no local, necessitando de medidas de controle.

Além disso, vale lembrar que, de acordo com a legislação ambiental, as áreas de preservação

só devem ser ocupadas com autorização do órgão ambiental responsável e apenas em casos de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental. A área da encosta e as margens do rio não se enquadram nesse item do Código Florestal, logo se observa que a ocupação se dá de forma irregular nessas áreas, acelerando o surgimento de processos erosivos, assoreamentos, enchentes e inundações.

A ocupação em área de preservação permanente (APP) mostra a omissão, ao longo dos anos, de fiscalização pelo poder público e a falta de execução da lei com o fim de evitar a proliferação de ocupações em áreas que deveriam ser preservadas, como é o caso do Código Florestal que desde 1965 ressalta a importância da preservação em margens de curso d'água.

Figura 30 - Delimitação da APP com as edificações na margem esquerda do Rio Jaboatão e na área da encosta



Nº DA EDIF.	TIPO DE EDIFICAÇÃO	E (m)	N (m)
1	Residência	277995,06	9102538,38
2	Residência	277982,97	9102543,93
3	Residência desocupada	277972,19	9102546,87
4	Comércio (Marcenaria)	277962,71	9102550,14
5	Comércio (Conserto motos)	277956,83	9102554,06
6	Residência desocupada	277952,82	9102552,53
7	Residência	277947,68	9102550,64
8	Residência	277942,69	9102549,39
9	Residência	277929,71	9102545,40
10	Comércio (Escola de Informática)	277918,22	9102541,15
11	Residência (3 pav)	277903,99	9102536,66
12	Residência	277895,75	9102530,17
13	Residência	277886,02	9102526,67
14	Residência	277880,52	9102521,68
15	Residência (Aluga-se)	277874,78	9102517,18
16	Residência	277868,54	9102515,44
17	Residência	277865,29	9102510,69
18	Comércio (Lava Jato)	277853,31	9102508,94
19	Residência (2 pav)	277851,31	9102500,46
20	Residência (3 pav)	277840,58	9102523,18
21	Residência	277832,84	9102518,93
22	Residência	277831,34	9102525,92
23	Residência	277826,09	9102543,65
24	Residência (2 pav)	277830,84	9102546,40
25	Residência	277837,33	9102547,64
26	Residência (4 pav)	277843,32	9102548,64
27	Residência	277847,07	9102549,64
28	Residência (2 pav)	277850,56	9102550,14
29	Residência	277855,56	9102551,14
30	Residência (2 pav)	277862,80	9102552,89
31	Residência	277869,04	9102555,63
32	Residência	277876,53	9102562,12
33	Residência	277883,77	9102559,13
34	Residência nova (3 pav)	277889,01	9102559,38
35	Residência	277894,75	9102562,62
36	Escola Conservatório	277903,24	9102562,62
37	Residência	277910,98	9102567,12
38	Residência	277917,22	9102571,11
39	Residência	277926,21	9102566,87
40	Residência	277933,45	9102569,61
41	Terreno Baldio	277946,14	9102573,01
42	Ponto Comercial	277956,82	9102581,60
43	Residência (2 pav)	277962,61	9102586,46

Fonte: Adaptado da Unibase CONDEPE/FIDEM (1997)

As ocupações identificadas na área da APP, na sua maior parte são construções residenciais (unifamiliares ou multifamiliares), representadas por 25 residências e 03 pontos comerciais, totalizando 28 lotes, ocupados e um terreno baldio (Tabela 3). Os pontos comerciais são utilizados apenas para prestação de serviços à comunidade e para emprego e renda.

Tabela 3 - Ocupações identificadas em Área de Preservação Permanente (APP)

Tipo de Ocupação em APP	Quantidade	Edificações
Residências (um, dois, três ou quatro pavimentos)	25	09, 11, 12, 13, 20 a 21, 23 a 35, 37 a 40, 43
Pontos comerciais	3	10, 36, 42
Terreno baldio	1	41

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Na enchente ocorrida em junho de 2005 no município, uma das casas localizada na área de APP, foi levada pela forte correnteza, onde atualmente localiza-se um terreno baldio que facilita o aumento do processo de deterioração ambiental no Rio Jaboatão, por causa dos resíduos lançados de forma indiscriminada e sem controle sobre a mata ciliar, afetando a fauna e flora local, bem como toda espécie de vida aquática, além de contribuir para proliferação de vetores de doenças como dengue, chikungunya, leptospirose, entre outras.

Houve também a enchente em 2010, que, se comparada com a de 2005, foi de menor proporção. Em 2010, em Jaboatão, ficaram desalojados 1.125 pernambucanos e 106.726 pessoas foram afetadas; enquanto que em 2005, houve 4.496 desabrigadas, 5.504 desalojados e 91.596 afetadas. Estas duas enxurradas foram consideradas severas e juntas afetaram um total de 200 mil pessoas (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES, 2013).

Na enchente de 2005, em Jaboatão dos Guararapes, ocorreram 20 mortes e segundo relatório de danos emitido pelo município de Jaboatão, ocorreu o transbordamento dos rios Una e Jaboatão, devido uma intensa precipitação (de 161,40mm) que ocorreu no período de 48 horas. Neste sentido, vale destacar que, precipitações ocorridas em um curto período de tempo, associadas às precipitações mensais acima da média são relatadas como causas de enxurradas e de falecimentos. Porém, não apenas a precipitação ocorrida na enxurrada, mas a precipitação associada a umidade antecedentes ao evento devem ser consideradas (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES, 2013).

Assim, a área que deveria ser preservada apresenta construções no local, muitas delas com mais de 50 anos, o que oferece risco à população localizada na margem do rio e na área da encosta. Os processos destrutivos aceleram ainda mais em períodos de chuvas prolongadas, pois se tem riscos de inundações e de deslizamentos.

A quantidade de moradores nas edificações variou de uma a oito pessoas. Nota-se que os pontos 01 a 03 (Figura 31) se localizam em uma área mais elevada topograficamente, fator este que as favoreceram na enchente de 2005, pois essas edificações não foram atingidas. Diferente do que ocorreu nas edificações localizadas na parte mais baixa, que tiveram suas casas com um nível de água que variou entre 2,0 a 2,70 metros de altura, ocasionando perdas materiais.

Na Figura 31, no ponto nº 03, a edificação encontra-se fechada, segundo os moradores, devido às rachaduras. Porém, não tivemos acesso ao local, pois o morador não foi encontrado. E foi citado por moradores locais, que a Defesa Civil havia interditado, devido ao deslizamento ocorrido anteriormente. Esta é uma edificação muito antiga e sem nenhuma manutenção.

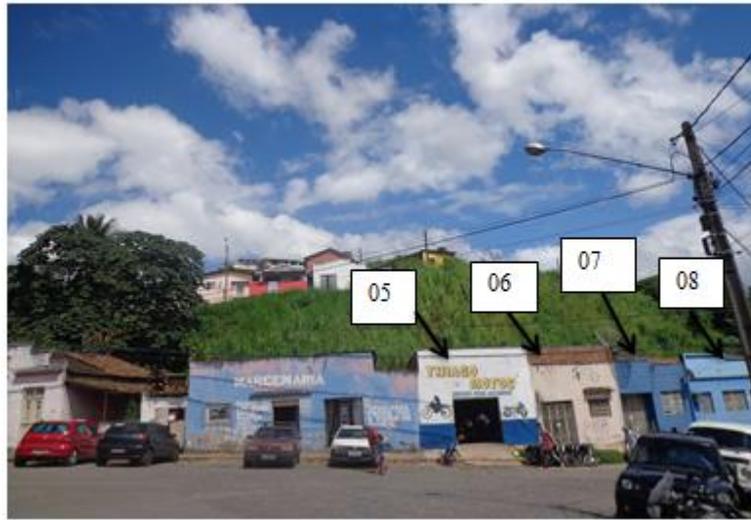
Figura 31 - Pontos identificados na área de estudo (01 ao 04).



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Na Figura 32, a edificação nº 06 se encontra, no momento, desocupada e a edificação nº 08 com placa para venda, isto se dá, segundo os próprios moradores, devido ao risco em que se encontra a encosta. Algumas dessas edificações não tiveram manutenções ao longo dos anos, estando ainda mais suscetíveis a riscos.

Figura 32 - Pontos identificados na área de estudo (05 ao 08).



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Na Figura 33, a edificação nº 09, apresenta risco alto devido à casa que está localizada na parte superior da encosta. Essa edificação passou por manutenção que foi realizada pelo antigo morador. A edificação nº 10 é um ponto comercial e a edificação nº 11 é uma residência com 03 pavimentos totalmente reformada, inclusive com fossa séptica recém-construída.

Figura 33 - Pontos identificados na área de estudo (09 ao 11).



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Na Figura 34 apresentam-se edificações na área da APP entre residências e pontos comerciais, as edificações do lado esquerdo da margem do Rio Jaboatão e as edificações do lado direito correspondem à base da encosta, área ocupada irregularmente. Essas edificações com 03 pavimentos foram recém-reformadas.

Figura 34 - Pontos identificados na área de APP



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A Figura 35 apresenta edificação sem manutenção na margem esquerda do Rio Jaboatão, ao lado de um terreno baldio. Esse terreno facilita o processo de degradação ambiental na área da APP. A maioria das edificações, principalmente na margem esquerda do Rio Jaboatão, passou por reformas ou até novas construções, após a enchente em 2005.

Figura 35 - Pontos identificados na área de APP próximo ao terreno baldio



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A Figura 36 mostra a margem esquerda do Rio Jaboatão, a qual é coberta por uma grande área de vegetação, que impede a visualização da parte dos fundos das casas que dão para o rio. No local, percebe-se que há muita agressão ao solo com acúmulo de resíduos (de construção e demolição, além do lixo comum) e que o mesmo apresenta trechos pontuais de solo desnudo

pela degradação ambiental.

Figura 36 - Margem esquerda do Rio Jaboatão em APP.



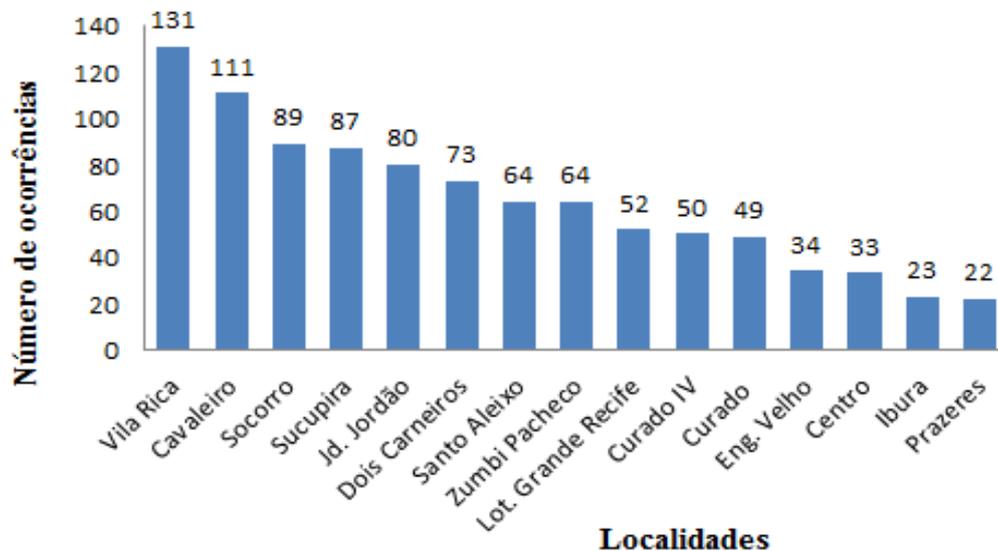
Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

5.2 Análise de risco e das tipologias construtivas e a visão dos moradores acerca dos impactos ambientais e dos riscos

Em Jaboatão dos Guararapes, questões ambientais aceleram os processos de movimentos de terra nos solos areno-argilosos da formação barreiras e do solo residual, onde os problemas com a erosão são quase sempre induzidos pelos cortes executados ou pela ocupação inadequada nas encostas (BRASIL; PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2006).

Portanto, é importante conhecer o risco da área em estudo, conforme referenciado na revisão bibliográfica, através do diagnóstico com antecipação, para aplicação das medidas preventivas no assentamento precário, em função do risco encontrado, priorizando, principalmente, as áreas de risco alto e muito alto, para redução de acidentes, de modo a evitar perdas humanas e materiais.

A Figura 37 apresenta as localidades que possuem maior histórico de deslizamentos de encostas, nos bairros do município de Jaboatão dos Guararapes. Nesta figura, observa-se que as localidades de Vila Rica e Cavaleiro apresentam um maior número de ocorrências de deslizamentos, sendo áreas consideradas de maior suscetibilidade aos processos de instabilização de encostas (BANDEIRA, 2010).

Figura 37 - Histórico de deslizamentos nos bairros do município de Jaboatão dos Guararapes

Fonte: Bandeira (2010).

No município de Jaboatão dos Guararapes, no distrito de Jaboatão Centro, o mapeamento de risco no Assentamento São José (SJS), localizado no bairro de Vila Rica/Centro, foi realizado através do relatório PMRR-Jaboatão dos Guararapes (2006), firmado pela Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes com interveniência Secretaria Municipal de Infra-Estrutura, Habitação e Defesa Civil e a Geosistemas Engenharia e Planejamento Ltda., com recursos do Ministério das Cidades (Tabela 4).

Foram identificadas situações de risco com graus de intensidade diferenciados quanto à probabilidade, à tipologia dos processos e à severidade dos danos. Também se apresentou a delimitação da área com os setores e os riscos a escorregamentos (deslizamentos, desmoronamento, erosão e inundações), exibindo 01 setor de grau de risco baixo, 04 com grau de risco médio, 07 com grau de risco alto e zero (0) com grau de risco muito alto.

Tabela 4 - Mapeamento de riscos em Jaboatão Centro.

Distrito	Bairro	Localidade	Código	Setores por Grau de Riscos				
				R1	R2	R3	R4	Total
Jaboatão Centro	Engenho Velho	Engenho Velho	EGV	1	2	3	1	7
	Floriano	Socorro	SOC	3	2	9	3	17
	Santana	Lote 23	LT23	1	1	0	0	2
		Vila Piedade	VPD	1	2	0	0	3
	Santo Aleixo Manassú	Santo Aleixo	SAX	2	8	8	3	21
	Vila Rica	Vila Rica	VRC	2	5	5	1	13
	Vila Rica/Centro	São José	SJS	1	4	7	0	12
	Vista Alegre	Vista Alegre	VAG	3	1	2	1	7

Fonte: PMRR- Jaboatão (2006).

Observa-se que, no universo de 08 localidades mapeadas pelo PMRR (2006) para avaliação do risco, a localidade de São José possui 12 setores de risco identificados e mapeados, cujos resultados podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Síntese dos resultados dos 12 setores mapeados.

Bairro	Setor	Edificações Setor	Nº de Moradias ameaçadas	Nº Edificações para monitoramento	Grau de Risco
Vila Rica/Centro	SJS-01				R1
	SJS-02				R2
	SJS-03	37	24	24	R3
	SJS-04				R2
	SJS-05	10	8	8	R3
	SJS-06	10	10	10	R3
	SJS-07				R3
	SJS-08	26	19	19	R3
	SJS-09	17	3	3	R3
	SJS-10	7	7	7	R3
	SJS-11				R2
	SJS-12	35	19	19	R3

Fonte: Adaptado de PMRR- Jaboatão (2006).

A análise de risco realizada no setor, inclui os condicionantes que colaboraram para atribuição de risco alto (R3). O grau de risco indicado na composição da encosta foi selecionado com base na metodologia do Ministério das Cidades (2007), descritas neste trabalho no item 2.4.

Avaliando-se as classificações de riscos obtidas na pesquisa de Silva (2016) referente ao mapa de risco de deslizamento e erosão em encostas com ocupações desordenadas em Abreu e

Lima/PE, com as apresentadas no PMRR-Abreu e Lima, que foi elaborado em 2008, percebem-se melhorias quanto à classificação dos riscos. Estas melhorias é resultado de intervenções como retirada de moradias de áreas de risco, principalmente, com risco iminente e implantação de obras (parcial). Realidade diferente da encontrada nessa pesquisa, que necessita de intervenções estruturais na área da encosta e até retiradas de moradias.

Nesse contexto, o mapeamento de risco de Jaboatão dos Guararapes de 2006, apresentado no PMRR, em conjunto com a investigação de campo realizada em 2015 e 2016 possibilitaram a identificação do risco quanto a sua classificação, sendo a área considerada de Risco Alto (R3), em decorrência dos condicionantes apresentados a seguir.

- Risco Alto (R3)

O setor de risco alto (R3) distribuído em Vila Rica/Centro (setor SJS12) contém 35 moradias e é um local em que predomina uma alta potencialidade para desenvolvimento de deslizamentos e erosão (Figura 38), pois, na ocupação subnormal lá existente, foram executados cortes e aterros com inclinação de 70° a 90° muito próximos ao topo ou à base da encosta, os quais podem desencadear instabilizações, afetando às casas conjugadas localizadas nas cotas superiores e inferiores e que aumentam os danos das edificações. Além disso, existe a problemática da falta de manutenção em algumas edificações o que potencializa ainda mais os riscos.

O número de moradias é expressivo nesse local, bem como sua população. Há predominância de construções em alvenaria com baixo padrão construtivo. Quanto às características das ocupações, observou-se que estas se encontram parcialmente consolidadas e apresentam ausência de infraestrutura básica, a exemplo do saneamento básico.

Outros fatores condicionantes estão relacionados ao sistema de drenagem urbana, onde se verificou problemas de concentração de água de chuva e ausência de sistema de drenagem, que potencializam os riscos; além da presença de lançamento das águas servidas, de drenagem e de vazamentos nas tubulações.

Nessa direção, destaca Silva (2010) que, na encosta em Camaragibe-PE devido à falta de drenagem eficiente, o descarte de água servida é feito sobre as encostas. Na área de estudo,

vale destacar que, associado ao descarte há também infiltrações por tubulações de água. Nesse ponto, também contribuem para as situações de riscos a supressão da vegetação, as queimadas e o lançamento de resíduos inertes e de lixos sobre a encosta.

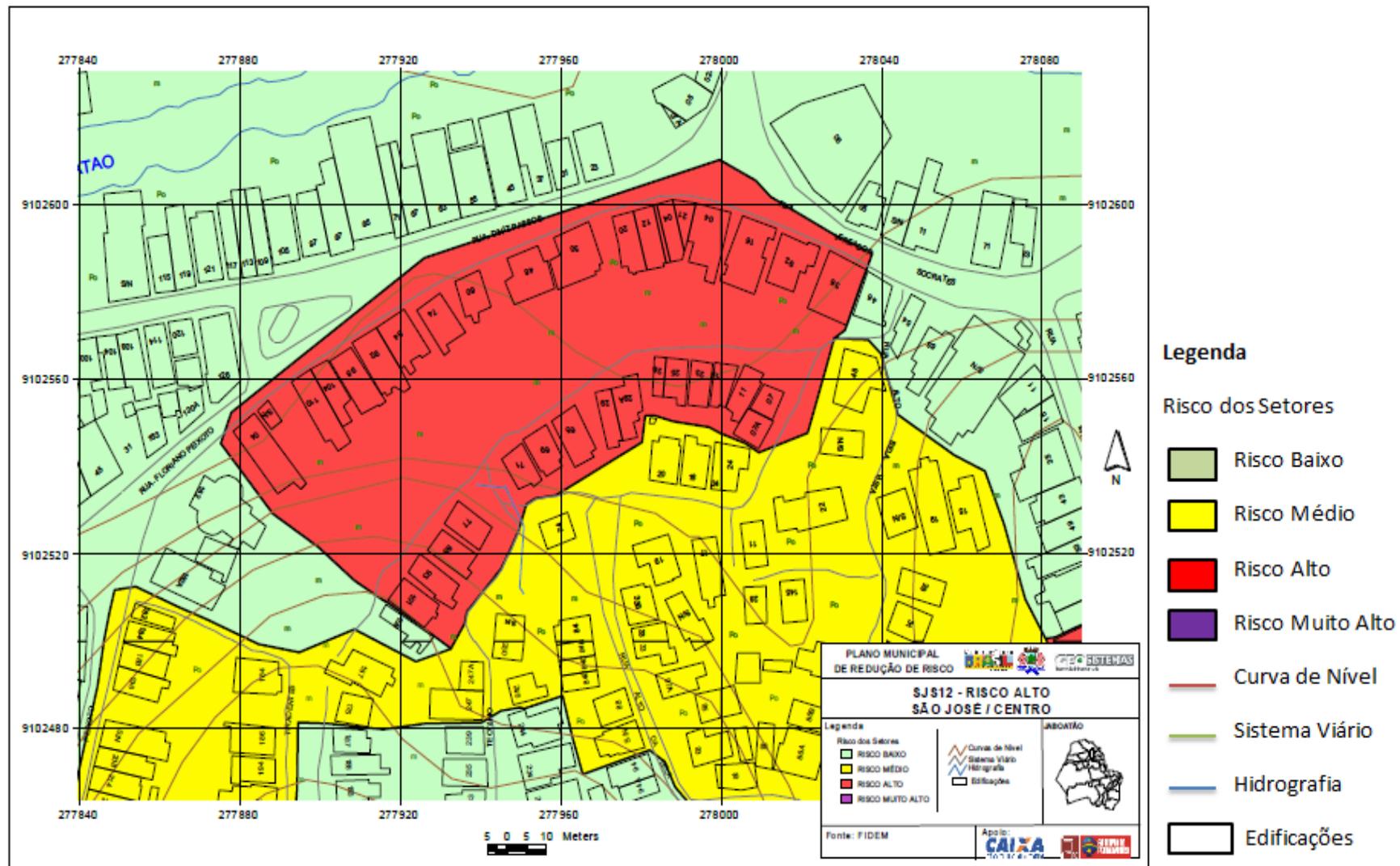
Assim, por ser este um setor densamente ocupado e avaliado como de risco alto-R3, observa-se a necessidade de intervenções de médio a grande porte, devido ao grau de instabilidade encontrado. No entanto, Bandeira (2010) cita que no Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) contêm propostas de intervenções estruturais e medidas não estruturais para a redução dos riscos.

Essas propostas também citadas no Plano de Redução de Riscos de Jabotão (2006), para os setores de risco alto e muito alto. Entretanto, observa-se que não foram implementadas algumas medidas preventivas, a exemplo, manutenção de muro de contenção (medidas estruturais) em um dos trechos da encosta em estudo; ausência de rede de drenagem urbana e de treinamentos em educação ambiental para comunidade; e ausência de manutenção nas escadarias para acessibilidade da própria comunidade, necessitando de mais investimentos por parte dos Governos Federal, Estadual e Municipal em recursos humanos e financeiros.

Durante a pesquisa houve dificuldade de encontrar dissertações e artigos científicos sobre estudos em áreas de assentamentos precários em Jabotão dos Guararapes, quanto a análise e gerenciamento de risco com uso de mapas de risco, de forma que informações a este respeito foram encontradas apenas na de tese do doutorado de Bandeira (2010). Já em outros municípios, como Recife, Camaragibe, Abreu e Lima, Ipojuca, São Lourenço da Mata, e, principalmente, em outros Estados Brasileiros foi possível encontrar estudos envolvendo a temática de assentamentos precários quanto a análise e gerenciamento de riscos.

A Figura 38 apresenta o mapa de risco da encosta estudada, que compõe o assentamento precário São José SJS12, indicado no PMRR - Jabotão dos Guararapes (2006).

Figura 38 - Mapa de risco em assentamento precário setor SJS12 no bairro de São José - Centro – Jaboatão dos Guararapes-PE.



Fonte: CONDEPE/FIDEM (2006); PMRR – Jaboatão dos Guararapes (2006).

As Figuras 39 e 40 apresentam situações de ocupações, caracterizadas com risco alto (R3) por erosões, deslizamentos e/ou inundações.

Figura 39 - Setor da encosta com grau de risco alto (R3).



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

Figura 40 - Setor da encosta com trecho em acelerado processo erosivo.



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Na área de risco alto as ocupações na base e no topo da encosta estão sujeitas a deslizamentos e/ou inundações. As habitações localizadas na base da encosta estão comprometidas devido aos deslizamentos já ocorridos. Nesse sentido, Bandeira (2010) destaca a necessidade de investimentos em obras estruturais e medidas não estruturais de Defesa Civil, com a finalidade de mitigar os riscos.

Observou-se, na área, um aumento lento e contínuo do processo erosivo, que se agravou ao longo deste último ano em decorrência das chuvas intensas e dos impactos ambientais (Figura 41). Todavia, na encosta em Abreu e Lima-PE, a inexistência de rede de drenagem e de esgotamento sanitário, indica local com probabilidade de ocorrência de erosão (SILVA, 2016). Neste contexto, Silva (2016) descreve que, situações como estas interferem de forma decisiva na estabilidade local.

Figura 41 - Processo erosivo na encosta: (a) Janeiro 2015 e (b) Junho 2016 - Jaboatão dos Guararapes.



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

Segundo afirma Meira (2008), em estudo de processo erosivo em encosta em Ibura-PE, as atividades antrópicas relacionadas à supressão da cobertura vegetal e aos cortes, para autoconstruções, somadas às chuvas intensas, à desagregação de sedimentos e às ocupações desordenadas, resultam na degradação do solo. Nesse contexto, ver-se a importância do monitoramento dos processos erosivos para realização de medidas preventivas de segurança, pois, estes indícios de focos de processos erosivos são capazes de gerar instabilizações e desencadear processos de escorregamentos (erosões, deslizamentos e desmoronamentos).

Na Figura 42 é retratada a situação em que se encontra a encosta em Jaboatão dos Guararapes, devido ao processo de escorregamento. A rede de esgoto na área é precária. Na base e no topo da encosta é comum a presença de fossas negras ou fossas sépticas ou ainda lançamentos diretos no Rio Jaboatão. Silva (2016) comenta que na encosta em Abreu e Lima-PE as fossas são construídas sem nenhuma proteção impermeabilizante, que contaminam o lençol freático. Essa forma rudimentar de esgoto provoca a formação de grandes bolsões de solo saturado

comprometendo as condições de estabilidade do terreno. E na encosta em Camaragibe-PE, Silva (2010) afirma que são construídas fossas absorventes (ou sumidouros).

Figura 42 - Edificação com risco muito alto devido erosão – Junho/2016 – Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Também na Figura 42 apresenta-se uma edificação que foi interditada pela Defesa Civil em virtude do desencadeamento de processo erosivo acelerado, de forma que a mesma necessita ser demolida, para eliminar o risco de escorregamento (deslizamento).

No local, observa-se a necessidade de manutenção das muretas de contenção e, como medidas paliativas a construção de meio-fio para o disciplinamento do fluxo de águas pluviais, a construção de canaletas e a colocação de lonas plásticas (Figura 43) com o fim de impedir grandes volumes d'água diretamente sobre a encosta. Realidade essa encontrada nos estudos de Silva (2010), referente à encosta em Camaragibe-PE, o qual afirma que, como medida preventiva para que não ocorram deslizamentos, a Prefeitura colocou, no local, lonas plásticas.

De acordo com Bandeira (2010), para que as ações de Defesa Civil no município de Jaboatão se tornem eficientes, é necessária a realização de ações de prevenção, mantendo-se também em estado de alerta e capacitação para situações de emergência.

Figura 43 - Uso de lona plástica na encosta - Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Em Jaboatão dos Guararapes-PE, as chuvas intensas na região, principalmente no período de inverno, favorecem a ocorrência de escorregamento (deslizamento) na encosta, comprometendo a segurança das populações, gerando danos por escorregamento (Figura 44) e prejuízos financeiros para as famílias de baixa renda que habitam esses locais.

Realidade similar à essa foi encontrada por Bandeira (2010) em outra localidade de Jaboatão dos Guararapes, em que as precipitações acima da média, a impermeabilização do solo, os entupimentos das redes de canaletas e galerias, a deficiência do sistema de esgoto e a falta de educação ambiental por parte da população, são fatores esses que colaboram para que haja um aumento considerável de alagamentos e deslizamentos de encostas.

Figura 44 – Danos por escorregamento - Jaboatão dos Guararapes-PE.



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

Na área de estudo, a pluviosidade local contribui para o desencadeamento dos processos erosivos associados às ações antrópicas. De acordo com Meira, Coutinho e Cantalice (2009) na encosta na cidade do Recife, bairro Ibura, localidade Três Carneiros, a quantidade de chuva é fator primordial para a análise dos fatores que promovem o desencadeamento de processos erosivos em encostas e que intensificam os processos existentes.

Assim, as chuvas intensas podem ocasionar deslizamentos e, conforme mencionado por Meira (2008), na encosta na cidade do Recife, estas podem alterar os parâmetros do solo. Realidade essa, similar à encontrada na área de estudo. Assim, para evitar a instabilidade no local é primordial a manutenção corretiva e preventiva, que deve ser realizada por empresas de engenharia especializadas contratadas pelo poder público.

Outros agravantes são as construções realizadas nesse ambiente, que, frequentemente, não atendem aos critérios urbanísticos preestabelecidos, devido à falta de uma legislação mais específica, com poder de lei para execução e monitoramento. A exemplo da construção de muros na frente das casas, que reduz a acessibilidade ao local e a proximidade com topo da encosta, não há uma distância mínima pré-definida para o local, de forma a minimizar o risco (Figura 45). Segundo Meira (2008) na encosta na cidade do Recife, no bairro do Ibura, foram realizadas intervenções pelos próprios moradores em relação ao acesso às suas residências. Neste contexto, além das intervenções realizadas, existe também a sobrecarga, que pode ultrapassar a capacidade de suporte do terreno, aumentando-se, assim, o risco de acidente.

Diante dessa realidade, Meira (2008) comenta que, a menor intervenção que seja realizada na encosta, sem um conhecimento prévio, pode resultar em áreas de risco muito alto para os próprios moradores que se estabelecem nessas áreas. Além disso, os moradores não respeitam a inclinação da encosta e desconhecem o limite de construção nesses locais, o que se reflete na falta de uma padronização urbanística. Observa-se, então, que os padrões das habitações variam de um morador para outro, conforme recursos financeiros.

Assim, Meira (2008) destaca que, outro aspecto de risco refere-se aos cortes na área de encosta para reforma da moradia, o qual é feito sem conhecimento prévio sobre os parâmetros de resistência do solo, sendo realizado com altos prejuízos ao próprio morador. No contexto da área em estudo, é possível observar a problemática da distância da edificação ao topo da encosta, a ausência de rede de esgoto, contribuindo para infiltrações no terreno e saturando o

solo, causando mais sobrecarga com probabilidade de efeitos destrutivos, gerando prejuízos ou até perdas humanas.

Figura 45 - Construção de muro próximo à crista da encosta – Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A Figura 46 apresenta um terreno baldio na parte superior da encosta com tijolos, para futura construção no local. Pressupondo-se que, no futuro, haverá aumento de área construída e de sobrecarga sobre o terreno. Este tipo de situação demonstra a necessidade de haver mais fiscalização por parte do poder público, para coibir essas ocupações em áreas inadequadas.

Figura 46 – Terreno destinado a futuras construções na encosta - Jaboatão do Guararapes



Fonte: Arquivo pessoal (2016)

Na Figura 47 apresenta-se uma edificação construída na parte superior da encosta, próxima à crista, com avanços na construção, que colaboram para o aumento de risco no local, devido à

ausência de uma política urbanística para esses locais de assentamentos e da aplicação de multas, proibindo o avanço das construções ou até a construção nesses locais. Inclusive, alguns moradores do assentamento têm ciência dos riscos causados pelos avanços nas construções e tem receio dos futuros acidentes. E, a este respeito, ressalta Meira (2008) que, nas áreas de encostas o traçado urbano sem prévio planejamento das construções, bem como a precariedade do sistema de drenagem colaboram para as perdas.

Figura 47 - Edificação no topo da encosta com avanços na construção.



Fonte: Arquivo pessoal (2016)

As tipologias construtivas foram descritas, com base na definição e a partir das propostas apresentadas por autores, como: Cavalcanti et al. (2016), Luiz (2009), Gonçalves e Zancheti (2014). A tipologia construtiva influencia a ocorrência de escorregamentos devido à sua vulnerabilidade física.

As tipologias construtivas encontradas foram, na maior parte, edificações de baixo padrão construtivo em alvenaria (Figura 48), principalmente, nas edificações localizadas na parte superior, que apresenta construções com mais de 50 anos. Além de apresentarem precariedade na construção, resultante da falta de orientação por profissional habilitado e de recursos financeiros.

Figura 48 – Tipologias construtivas com baixo padrão construtivo – Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Sendo assim, as construções na parte superior da encosta foram realizadas em etapas pelos próprios moradores, desde a execução de fundação rasa e direta até o levantamento da superestrutura com paredes de até dois pavimentos, sendo esta realidade da superestrutura de dois ou mais pavimentos, também mencionada em Gonçalves e Zancheti (2014), no assentamento em Jaboatão-PE inserido em Parque Histórico Nacional.

Em sua maioria, as casas conjugadas (Figura 49) e sem áreas verdes são distribuídas sem critério de projeto, com ausência de ventilação e iluminação natural. Nessa mesma direção, enfatiza Gonçalves e Zancheti (2014) em assentamento em Jaboatão-PE, que parte considerável das construções ocupa quase toda a área do lote, com tendência a verticalização e impermeabilização total do solo natural.

Na encosta em estudo, percebe-se que não existe uma padronização. Na maior parte, as cobertas são construídas com telhas cerâmicas, sendo esta realidade também citada nos estudos de Gonçalves e Zancheti (2014) em Jaboatão-PE, ou apenas com laje, conforme encontrado por Gomes et al. (2012) no Córrego do Jenipapo, Recife-PE, e as habitações apresentam pinturas externas sem acabamento, existindo ainda, aquelas de tijolos aparentes, sem chapisco ou reboco.

Figura 49 - Casas conjugadas de baixo padrão - Jaboatão dos Guararapes-PE



Fonte: Arquivo Pessoal, 2016.

As edificações localizadas na base da encosta têm tipologias construtivas em alvenaria, com algumas edificações de médio padrão construtivo (Figura 50). Porém, algumas construções necessitam de manutenção, devido à idade da ocupação e à ausência de manutenção por causa de situações financeiras do morador, o que pode ocasionar deslizamentos com maior intensidade de destruição, sendo também observada a ausência de área de segurança na parte dos fundos das edificações. Realidade também encontrada no Córrego do Jenipapo, em Recife-PE, citado por Gomes et al. (2012), pois durante a investigação de campo foi observado que as edificações se encontravam bem próximas às encostas.

Figura 50 – Tipologias construtivas com médio padrão construtivo – Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Observa-se que as construções ocorrem em várias etapas, sem nenhum planejamento, em

ambientes com pouca estética e funcionalidade e com inclusão de muitas áreas de “puxadinhos” (frontal ou vertical), também mencionado nos estudos de Gonçalves e Zancheti (2014) em Jaboatão-PE, quanto a tendência a médio e longo prazo de adensamento construtivo mediante verticalização. A ausência de fiscalização e de controle nas construções realizadas pela população é perceptível nesse local. Entretanto, esta não é uma realidade exclusiva a esta área de encosta.

A padronização das tipologias construtivas evidencia construções em alvenaria, não existindo edificações em madeira ou outros materiais. Observa-se que algumas casas têm os seus terraços com muros recém-construídos e outras têm apenas a calçada como acesso, com escadas de alguns degraus; também são executados alguns “avanços” na construção fora do limite do terreno. Neste sentido, Gonçalves e Zancheti (2014) destacam que, em assentamento em Jaboatão-PE predominam edificações simples e de elevado grau de consolidação. As habitações são quase 97,2% do total existente de domicílios, em alvenaria e parte considerável das construções ocupa quase toda a área do lote.

A Figura 51 apresenta uma edificação localizada na base da encosta com idade de ocupação com mais de 50 anos, a qual acompanhou diversos escorregamentos (deslizamentos) da encosta, inclusive com perdas materiais. A cobertura foi feita com telhas cerâmicas apoiadas em caibros e ripas em madeiras, totalmente vulnerável ao risco e com alto potencial destrutivo.

Figura 51 - Tipologia construtiva sem manutenção – Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Essas áreas que vêm sendo ocupadas sem condições adequadas de infraestrutura acentuam os problemas ambientais e ampliam as situações de risco em encostas, isso ocorre em decorrência da expansão urbana, do desenvolvimento econômico não sustentável e do adensamento populacional. Em contrapartida, as residências localizadas na parte inferior da encosta pagam valores elevados de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), em função de sua localização central em área urbana, área construída, área do terreno e acabamento da construção.

Segundo as definições de tipologias construtivas mencionadas pelo Ministério das Cidades (2007), quanto à baixa e alta vulnerabilidade de acidentes. Observa-se em Jaboaão, que as edificações localizadas na margem esquerda do Rio Jaboaão, na área de preservação permanente do estudo, são moradias em alvenaria de médio padrão, consideradas de baixa vulnerabilidade de acidentes.

Foi aplicado um questionário, para verificação dos itens que foram observados na visão dos moradores, quanto aos impactos e aos riscos que envolvem essa área, de forma a provocar mudanças na dinâmica urbana e a refletir em eventos inesperados ou até esperados pelos próprios moradores.

Inicialmente, a seleção das moradias foi baseada no mapeamento de risco apresentado pelo Plano Municipal de Redução de Risco em Assentamentos Precários (PMRR) em Jaboaão dos Guararapes (2006), fornecido pela Defesa Civil, com indicação de 35 moradias, com 175 pessoas residentes no assentamento precário São José, setor SJS-12, na regional de Jaboaão Centro e com edificações para monitoramento com um total de 19 (Risco R3) e com zero moradia para relocação (Risco R4).

Porém, as moradias escolhidas para aplicação do questionário foram definidas na área de preservação permanente (APP), ou seja, a 50 metros da calha regular na margem esquerda do rio Jaboaão, sendo esta área delimitada com as respectivas edificações, entre residências e pontos comerciais, que se localizam na área de proteção ambiental, inclusive algumas edificações localizadas na parte inferior da encosta.

Na área da APP foram identificadas 28 edificações, um terreno baldio e entrevistados 21 moradores. Na tabela 6, são indicados os moradores que responderam ao questionário, e

àqueles que não quiseram responder ou não se encontravam no local no momento da pesquisa. De acordo com a opinião dos moradores, as áreas da margem do rio e da encosta não têm relação direta com o Rio Jaboatão, mas são a favor de sua preservação, pois, as consideram um recurso hídrico importante.

Tabela 6 - Entrevista com os moradores

Moradores	Frequência de resposta
Moradores que responderam ao questionário	21
Moradores que não quiseram responder	1
Moradores que não se encontravam no local	6
Total	28

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

As entrevistas com os moradores das residências situadas no setor de alto risco (R3), serviram de base para o levantamento de informações, como: idade da ocupação; existência de fossas e lançamento de esgoto a céu aberto; deslizamentos ou tombamentos de contenções, enchentes e inundações; e lançamento de lixos e entulhos sobre a encosta, que influenciam na estabilidade da mesma e nos impactos socioambientais decorrentes dessas ações.

Dez moradores entrevistados afirmaram ter sido vítimas da enchente no município em 2005, a qual foi considerada a mais crítica. Enquanto que onze informaram que não passaram por este tipo de situação, pois são moradores recém-chegados ao local ou sua edificação se encontra em nível mais elevado. Já os moradores que foram vítimas da enchente e tiveram suas casas atingidas, alguns foram desabrigados (pessoa afetada por dano necessita de abrigo provido pelo Sistema) e outros desalojados (pessoa obrigada a abandonar temporariamente ou definitivamente a habitação, por evacuações, desastres, e que não necessariamente carece de abrigo provido pelo Sistema). Esse fato também contribuiu para elaboração do Plano Municipal de Redução de Risco de Jaboatão dos Guararapes.

Durante entrevista com os moradores, foram citadas às enchentes ocorridas no município de Jaboatão no ano de 1966, 2005 e 2010 na APP, sendo a mais comentada a de 2005 devido às perdas materiais e prejuízos financeiros ocasionados à população de baixa renda.

Os moradores mais antigos citaram que a inundações em 1966 atingiu à altura das janelas nas edificações e a ocorrida em 2005 atingiu uma altura entre 2,10 a 2,70 metros, chegando até o

teto de algumas edificações. Assim, esta última foi considerada uma das piores enchentes ocorridas no local, tendo derrubado até as paredes dos fundos de casas localizadas na margem do rio.

A ausência do poder público é enfatizada pelos moradores, sobretudo, no que diz respeito à ajuda aos desabrigados e aos desalojados após as enchentes, uma vez que, as despesas ocasionadas ficaram por conta dos próprios moradores. Também não foi citado nenhum plano de emergência e evacuação, com treinamentos específicos, para essa área.

A enchente de 2005 deixou muita sujeira, uma casa foi levada durante a enxurrada e a população de baixa renda perdeu muitos bens materiais (móveis, utensílios, documentos), configurando-se, na ocasião, uma situação de verdadeira calamidade pública.

Na enchente de 2005, os moradores citaram que foi feito um mutirão para realização da limpeza das casas após à enchente. Foram contratados carros pipas, para limpeza das casas, tudo por conta dos próprios moradores. Alguns moradores comentaram que a Prefeitura fez apenas a limpeza da rua com máquinas (tratores), devido ao carreamento de sedimentos que se acumulou na via pavimentada.

Foi citada também a enchente de 2010, que atingiu uma altura 0,30m aproximadamente em relação ao meio-fio na parte inferior da encosta. Não chegou a entrar em algumas residências devido à altura das edificações. Essa enchente não teve tanto impacto, quanto a de 2005, na visão dos moradores.

Outros prejuízos citados como irreparáveis pelos moradores, diz respeito à questão da perda de documentos e registros fotográficos, pois representam a história de vida destes e que são bens que não se recuperam mais.

Quanto às alterações que vêm ocorrendo ao longo dos anos, os moradores citaram vários fatores, sendo os mais destacados o lixo, o assoreamento, a poluição do solo e da água, e o esgoto, devido à falta da rede de drenagem, que causam erosões também no calçamento das ruas na parte inferior da encosta, sobretudo, quando ocorrem chuvas intensas no local.

Os problemas socioambientais, que também foram pontos apontados pelos moradores, são

apresentados na Tabela 7.

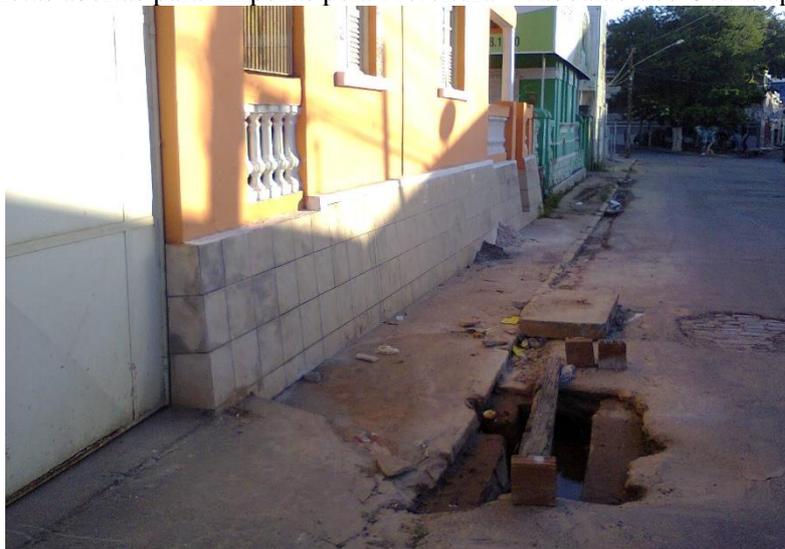
Tabela 7 - Problemas socioambientais citados pelos moradores.

Problemas socioambientais	% (percentual) de respostas
Presença de lixo na encosta	80%
Lançamento de esgoto na encosta	50%
Falta de educação ambiental	75%
Falta de investimentos dos órgãos governamentais	80%
Riscos de inundações ou de enchentes	80%
Riscos de contrair doenças pelo lixo	80%
Falta de manutenção na encosta	75%

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A maior parte dos moradores enfatizou que o rio Jaboatão necessita ser revitalizado, e ser executada toda a rede de esgoto, pois o esgoto é lançado sem tratamento adequado. Foi comentado por alguns moradores que a Prefeitura realiza trabalhos de limpeza nas canaletas na parte inferior da encosta (Figura 52), mas que a área não possui rede de saneamento básico.

Figura 52 - Canaletas abertas para limpezas pela Prefeitura – Jaboatão dos Guararapes



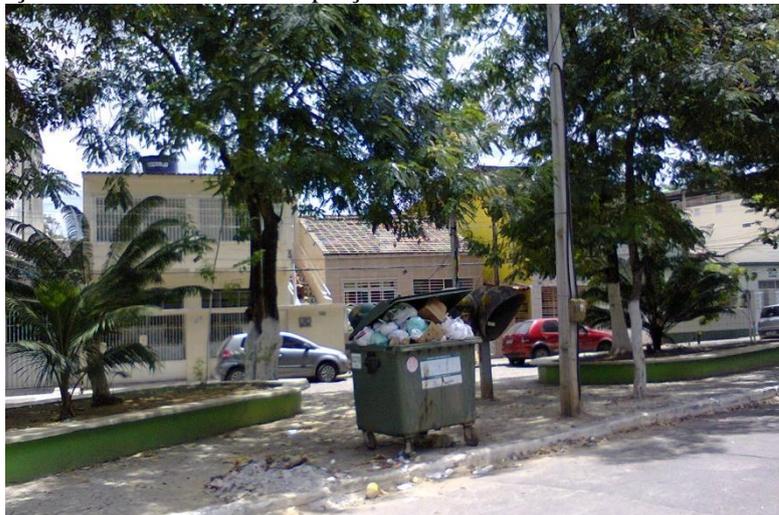
Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Os moradores relataram que a coleta seletiva é realizada três vezes por semana. Foi citado que alguns moradores na parte superior da encosta, ignoram a coleta de lixo por parte da Prefeitura, lançando o lixo na encosta ou próximo às edificações na parte inferior. Existe um catador, que recolhe o lixo com carrinho de mão, já que o local não tem acessibilidade de veículos.

Os moradores na APP anteriormente jogavam o lixo na praça Dr. Diniz Passos a céu aberto ou

na calçada, provocando sujeiras e risco biológico, que refletiam no aumento das doenças, na poluição visual e no descaso com o meio ambiente. Recentemente, foi instalado um coletor móvel com tampa, na praça Dr. Diniz Passos (Figura 53), o que reduziu um pouco à exposição do lixo. Citaram também que, os feirantes estão jogando o lixo nesse coletor e o tamanho do coletor não está atendendo à demanda prevista para a área.

Figura 53 - Instalação de coletor de lixo na praça Dr. Diniz Passos – Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Na Figura 54, observa-se o lançamento de lixo na base da encosta, próximo às edificações. Com as chuvas intensas no município, esse lixo é levado pela força da água, entupindo as galerias e canaletas existentes, além de dirigirem-se para o Rio Jaboatão e comprometerem todo o ecossistema.

Figura 54 - Lançamento de lixo na base da encosta – Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Quanto à responsabilidade dos cuidados com a encosta, foram citados que é de responsabilidade da Prefeitura Municipal, Defesa Civil e do Governo, que têm por obrigação preservar e manter essas áreas de proteção ambiental e de risco; além de garantir que toda a população tenha segurança, saúde e higiene. E a maioria não reconhece a sua própria responsabilidade no cuidado local (Tabela 8).

Tabela 8 - Responsabilidade quanto à conservação da encosta

Responsável	% (percentual)
Prefeitura	62%
Defesa civil	33%
Governo	5%

Fonte: Arquivo pessoal (2016)

Quanto às melhorias necessárias na encosta, foram citadas: limpeza do mato (podação); plantação de gramíneas; retirada do lixo e dos entulhos da encosta; corte das bananeiras; construção do enrocamento (muro de contenção); conserto das canaletas; corte das árvores inclinadas para o terreno; trabalho de educação ambiental para toda a população; e instalação de rede de esgotos. Foi citado por um dos moradores que a Prefeitura não tem culpa de nada e sim, dos moradores por construírem em áreas inadequadas e de risco. E, outro morador, citou que o poder público deve visitar a área também no período de verão e não apenas no período de inverno ou durante chuvas intensas, que a vistoria da área deve acontecer sempre.

Na Tabela 9 são citadas as despesas com IPTU, Bombeiro, faturas de conta de água e de energia elétrica. Nela, indica-se a faixa de valores citados pelos moradores. Porém, vale lembrar que, a taxa do IPTU depende também da área construída e do acabamento da construção (tipologia construtiva). Pelo valor do IPTU, observa-se que são edificações de médio e baixo padrão construtivo.

Tabela 9 - Despesas dos moradores

Despesas	Pagamentos (R\$)
IPTU	R\$ 180,00 a R\$ 800,00
Bombeiro	R\$ 70,00 a R\$ 110,00
Conta de água	R\$ 8,00 a R\$ 100,00
Conta de energia elétrica	R\$ 23,00 a R\$ 500,00

Fonte: Arquivo pessoal (2016)

Na Tabela 10 apresenta-se a faixa aproximada de rendimentos dos moradores na área da APP, para destacar que alguns moradores não tem condições financeiras de arcar com despesas, por deslizamentos ou até inundações.

Tabela 10 - Rendimentos versus número de moradores

Rendimentos	Nº de Moradores
Menos de 01 salário mínimo	0
01 salário mínimo	4
01 a 02 salários mínimos	3
03 salários mínimos	6
04 salários mínimos	4
05 salários mínimos	2
06 salários mínimos	2

Fonte: Arquivo pessoal (2016)

No final da dissertação (ver Apêndice), apresenta-se o modelo de questionário aplicado na área da encosta, ou seja, especificamente na área de preservação permanente (APP) junto à população, para consolidação dos dados que foram levantados, quanto aos aspectos físicos, socioambientais e econômicos.

5.3 Matrizes de interação de impactos

A matriz de interação proporcionou a utilização da análise quantitativa e qualitativa, a identificação dos itens a considerar na área de estudo e da interrelação entre os fatores socioambientais e suas ações causadoras de impactos. Essa matriz vem para complementar a avaliação da análise temporal e da entrevista com os moradores.

Nas matrizes foram estabelecidos os fatores e as ações causadoras de impactos, sendo eles:

a) Os fatores ambientais que podem ser afetados no meio físico, biótico e antrópico:

Meio Físico

- Qualidade da água, do solo e do ar
- Processos erosivos
- Deslizamento
- Assoreamento
- Microclima
- Aumento do escoamento

Meio Biótico

- Flora
- Fauna

- Biodiversidade

Meio Antrópico

- Doenças
- Qualidade de vida
- Construção desordenada
- Risco de desabamento das casas
- Risco de inundação
- Poluição visual
- Exclusão social

b) As ações que podem causar impactos podendo ser negativos ou positivos:

- Supressão de cobertura vegetal
- Uso e ocupação do solo
- Impermeabilização do solo
- Edificações em área de encosta
- Tipologias construtivas
- Esgoto
- Descarga de água pluvial
- Lixo
- Vegetação de grande porte
- Educação ambiental
- Plantio de gramíneas
- Limpeza das calhas
- Muretas de contenção
- Manutenção das estruturas de contenção

5.3.1 Análise Quantitativa (meio físico, biótico e antrópico)

A Matriz de interação de impactos quantitativa mostra o cruzamento da quadrícula, interação quantitativa resultante das ações impactantes e os fatores que podem ser afetados nos meios físicos, bióticos e antrópicos. Os critérios estabelecidos foram identificação, observação e

percepção, os quais foram obtidos na área de estudo da pesquisa.

A Tabela 11 mostra a matriz de interação quantitativa da área em estudo. Nela foram quantificadas 143 quadrículas, referentes aos impactos negativos e 57 aos impactos positivos, no que se referem às ações e os fatores ambientais impactados. O valor zero refere-se à ausência de impacto que aparece em 52 quadrículas. A soma de todos os valores, considerando o saldo total das linhas e das colunas foi (-) 672, confirmando a predominância dos impactos negativos causados pelas ações enumeradas na área de estudo da encosta.

As ações que causam impactos positivos foram:

- Plantio de gramíneas
- Educação ambiental
- Manutenção das estruturas de contenção/muro de contenção
- Limpeza de calhas
- Vegetação de grande porte.

Ações que causam impactos negativos foram:

- Supressão de cobertura vegetal
- Uso e ocupação do solo
- Edificações em áreas encostas
- Tipologias Construtivas
- Lixo
- Esgoto
- Impermeabilização do solo
- Descarga da água pluvial.

Vale ressaltar que, os impactos positivos listados na matriz são pertinentes às ações que devem ser realizadas na área ou àquelas que devem ser mantidas. Não foram detectadas ações positivas na encosta. Em relação aos impactos negativos, estes se referem às atividades que aconteceram no passado, que ocorrem no presente e que poderão acontecer no futuro.

A Tabela 11 mostra a matriz de interação quantitativa da área em estudo.

Tabela 11 - Matriz de interação de impactos quantitativa

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS	FATORES QUE PODEM SER AFETADOS																		Total (+)	Total (-)	Saldo
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO			MEIO ANTRÓPICO									
	Qualidade da água	Qualidade do solo	Qualidade do ar	Erosão e instabilidade do solo	Deslizamento	Assoreamento	Microclima	Aumento do escoamento superficial	Flora	Fauna	Biodiversidade	Doenças	Qualidade de vida	Construções Inadequadas	Risco de desabamento casas	Risco de inundação	Poluição visual	Exclusão social			
Supressão de cobertura vegetal	-2	-3	-2	-5	-5	-5	-3	-4	-5	-5	-5	0	-4	1	-4	-5	-1	0	1	-56	-55
Uso e ocupação do solo	-3	-3	-2	-4	-4	-3	-2	-4	-4	-4	-3	0	-1	-4	-5	-5	-4	-3	0	-55	-55
Impermeabilização do solo	-1	-4	-1	-4	-5	-4	-2	-5	-3	-4	-3	0	-1	-1	-3	-4	-2	-1	0	-47	-47
Edificações em Área de Encosta	-2	-4	-2	-4	-4	-3	-2	-4	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-3	-4	-3	-3	0	-50	-50
Tipologias Construtivas	-2	-4	0	-4	-5	-3	-2	-4	0	0	0	-4	-4	-4	-5	-4	-4	-4	0	-51	-51
Esgoto	-5	-4	-3	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-4	-2	-5	-4	-2	-2	-2	-2	-4	0	-45	-45
Descarga de água pluvial	-3	-3	-2	-5	-5	-5	-1	-4	-3	-1	-1	-1	-1	0	-5	-5	-1	0	0	-43	-43
Lixo	-4	-4	-3	-3	-3	-2	0	-1	-2	-3	-2	-5	-5	-2	-2	-3	-4	-4	0	-48	-48
Vegetação de grande porte	2	-5	4	-4	-4	-3	-5	3	4	3	4	4	4	0	-4	-3	5	0	33	-28	5
Educação ambiental	2	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	5	3	3	0	2	3	5	30	0	30
Plantio de gramíneas	3	4	4	4	4	2	5	5	5	-1	-2	-4	3	0	5	3	0	0	47	-7	40
Limpeza de calhas	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	2	4	0	2	3	0	0	18	0	18
Muretas de contenção	0	3	0	5	3	3	0	0	0	0	0	0	1	2	5	3	4	0	29	0	29
Manutenção das estruturas de contenção	2	2	0	5	5	4	0	3	0	0	0	0	0	1	5	3	0	0	30	0	30
Total(+)	9	11	10	17	16	9	5	11	10	4	5	11	15	7	17		12	5			
Total(-)	-20	-31	-13	-30	-32	-25	-16	-23	-16	-19	-15	-21	-18	-17	-29		-20	-19			
Saldo	-11	-20	-3	-13	-16	-16	-11	-12	-6	-15	-10	-10	-3	-10	-12		-8	-14			-672

Sinal (+): Impacto positivo, sinal (-) Impacto negativo; 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 altíssimo grau.

Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Em síntese, com a aplicação da matriz de interação quantitativa, a maior parte dos impactos ambientais identificados na área de estudo foi negativa, com saldo de -672. Esse método de avaliação utilizado apresentou-se eficiente para a área estudada, permitindo a identificação, a descrição dos impactos ambientais e o diagnóstico ambiental da área.

Quanto aos impactos positivos visualizados nessa matriz, foram: educação ambiental através de projetos sociais de coleta seletiva com inclusão social da comunidade; plantio de gramíneas; manutenção preventiva da contenção e das muretas, dentre outros. E os impactos negativos apresentados na matriz foram: supressão de vegetação; as áreas construídas e impermeabilizadas; lançamentos de efluentes e resíduos sólidos, que prejudicam a flora e fauna e contribuem para assoreamentos e deslizamentos, além de comprometer a saúde, e segurança e qualidade da água, do solo e do ar.

As tipologias construtivas influenciam na vulnerabilidade, baixo padrão construtivo em alvenaria e baixa vulnerabilidade a acidentes, implica em riscos. Foi importante uma visão holística e multidisciplinar da área estudada de modo a tornar o ambiente mais seguro e saudável, através de ações que visem o equilíbrio ecológico local, tais como controlar o desmatamento, proibir as ocupações nesses locais, gerenciamento dos resíduos sólidos, gestão ambiental da área, acessibilidade da população local, execução de sistema de drenagem e saneamento básico, controle na impermeabilização do solo, dentre outros.

a) Impactos Positivos

Na área em estudo, a educação ambiental traria muitos benefícios para população local, gerando impacto positivo alto, com melhoria da qualidade de vida da população. Os moradores instruídos quanto à importância de não jogarem entulhos e lixos na encosta, poderão perceber a importância das suas ações. Mendonça (2013) afirma que, devem-se incluir novas possibilidades socioeducativas em áreas de riscos. Diante deste contexto, uma nova possibilidade seria às empresas privadas apoiarem projetos sociais para coleta seletiva, gerando emprego e renda para população local.

Na área da encosta, o plantio de gramíneas seria fundamental para a proteção do solo e do ecossistema natural. Rodrigues, Pissarra e Campos (2011) afirmam que áreas com cobertura vegetal original, próximas as nascentes permitem maior proteção dos impactos das gotas de

chuva sobre o solo. Entretanto, no local, verifica-se a formação de sulcos nos períodos de maior precipitação, o que faz da conservação da vegetação na área da encosta e nas margens do rio, indispensáveis para minimização dos impactos ambientais.

Em toda a área da encosta, é importante a manutenção das contenções e das muretas, pois a manutenção preventiva como medida mitigadora minimiza ou até elimina os riscos, devendo, por isso, ser utilizada não apenas como medida corretiva.

Figura 55 – Vegetação recuperada na área da encosta



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

b) Impactos Negativos

Quanto aos impactos negativos na área em estudo, a supressão da vegetação gera vários problemas para o meio ambiente e para população, ocasionando constantes feições erosivas, deslizamentos, assoreamentos, vulnerabilidade da área, aumento do escoamento superficial, enchentes, extinção da biodiversidade e alteração do microclima com o aumento da temperatura no ambiente.

Os impactos de alta magnitude na encosta, causados por essa atividade, foram qualidade do solo e da água, deslizamento, assoreamento, fauna, risco de desabamento, aumento do escoamento, exclusão social, entre outros.

A supressão da vegetação, a impermeabilização da área e as construções na área da encosta, colaboraram de forma acelerada para os processos de deslizamentos, os quais foram

apresentados na análise temporal, quanto aos impactos ao longo dos anos, e na matriz de interação.

O lançamento de resíduos sólidos e líquidos na encosta prejudica toda a flora e fauna, compromete o solo, a água e o ar, e contribui para a proliferação de vetores que geram doenças para população local e seu entorno.

O lixo na área da encosta e na margem do rio necessita ser controlado, pois esses resíduos tendem a ir para o rio, gerando acúmulos de sedimentos e aumentando o nível laminar, tendo como consequência enchentes e inundações. Além de contribuir para a extinção das espécies aquáticas nesse corpo hídrico.

As tipologias construtivas encontradas na encosta também influenciam para ocorrência de deslizamentos, devido a sua vulnerabilidade física quanto ao tipo de material, idade da construção, construção realizada sem respaldo técnico, ausência de manutenção, topografia acidentada, para eventos esperados ou até desastres.

Desta forma, no planejamento urbano e ambiental da área é crucial uma visão holística. A avaliação das variáveis como uso e ocupação do solo ao longo dos anos, a declividade, a vegetação, a hidrografia e o solo, possibilitam uma panorâmica do ambiente para ações intervencionistas, a fim de garantir a segurança e o bem estar da população que ali reside.

5.3.2 Análise Qualitativa (meio físico, biótico e antrópico)

A matriz de interação qualitativa mostra a transversalidade da interação qualitativa resultante das ações impactantes e os fatores afetados nos meios físicos, bióticos e antrópicos. A classificação foi estabelecida pela percepção obtida na área de estudo dessa pesquisa, em conjunto com um engenheiro especialista com experiência em planejamento e gestão ambiental. Porém, essa avaliação depende do nível de acurácia do avaliador.

Meio físico

Em relação às características dos impactos no meio físico, todas foram consideradas reversíveis, se as ações que podem causar impactos forem mínimas ou até serem eliminadas, a

exemplo de uma delas como a supressão da cobertura vegetal, que, depende do controle no desmatamento, é possível mitigar esse impacto, que tanto afeta a biodiversidade, a vida e a segurança na área da encosta.

Na área em estudo, a maior parte dos impactos tem extensão local, reversível e direta, com algumas exceções quanto a ser irreversível ou extensão regional ou de origem indireta. A extensão regional foi observada no assoreamento, provocado pelo desmatamento, propiciando o arraste de sedimentos com as chuvas intensas, comprometendo a encosta e as margens do curso fluvial e atingindo outros municípios através das inundações. Silva (2013) também menciona que a maioria dos impactos socioambientais na microbacia tem extensão local, reversível e direta, com poucas exceções. Apresentando, assim, a associação dos impactos em áreas de encostas com as microbacias (bacias hidrográficas).

A educação ambiental também é considerada de extensão regional direta, sendo um impacto positivo na área de estudo. Considera-se com extensão regional pela dimensão que atinge através de treinamentos a toda comunidade, de forma a sensibilizar a população acerca de questões, como: conceitos de preservação e conservação do meio ambiente; segurança quanto aos riscos em áreas de encostas e margens de rio; e atitudes proativas simples para com o ecossistema natural, a exemplo de não jogar lixo sobre a encosta. A plantação de gramíneas e limpeza das calhas também podem causar impactos positivos, reduzindo as ameaças de processos erosivos e na função de preservação ambiental.

a) Qualidade da água

O lançamento de esgoto a céu aberto sobre a encosta e à margem do rio pela população causam impactos negativos de alta magnitude, devido à proliferação de vetores de doenças, com risco de contaminação de pessoas, dos solos, da água e do ar, como observado nas Figuras 56 e 57.

Os resíduos lançados dos lixos e esgotos sobre a encosta e na margem fluvial liberam substâncias prejudiciais, como metais pesados que em contato com a água proveniente das chuvas prolongadas contaminam o lençol freático. Tudo isso compromete a qualidade da água subterrânea e da água que escoar no assoreamento, gera desequilíbrios no ecossistema e prejudica toda forma de vida, inclusive a humana. Além de contribuir para a turbidez do rio,

devido à grande quantidade de material plástico em suspensão, gerando efeito erosivo ou de arraste.

Figura 56 - Esgoto a céu aberto sobre a encosta



Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Figura 57 - Lixo despejado à margem do Rio Jabotão.



Fonte: Arquivo pessoal (2015).

b) Qualidade do Solo

Na encosta, a retirada da vegetação torna o solo desprotegido e exposto a contaminantes físicos, químicos e biológicos, resultantes, muitas vezes, do lançamento inadequado de efluentes domésticos, lixos e entulhos. Portanto, faz-se necessária a preservação da vegetação nesses locais, que funciona como elemento filtrante e de proteção ambiental à biodiversidade. O lançamento de resíduos inertes sobre a encosta, além de comprometer a vegetação, gera

sobrecarga sobre o terreno, contribuindo para o aumento de processos erosivos, que, associado às chuvas prolongadas, provoca risco de deslizamentos e, se não controlado, pode levar a processos destrutivos com perdas humanas e materiais.

c) Qualidade do Ar

Na área da encosta, a atmosfera é prejudicada com a poluição do ar, devido à proximidade com as indústrias que lançam seus contaminantes em suspensão e pelas edificações que contribuem para emissão de gases poluentes, como é o caso dos que são liberados pelos processos de decomposição dos resíduos lançados no ambiente (Figura 58). Neste contexto, é importante o controle da poluição na encosta, que reflete na qualidade ambiental.

Percebe-se o lançamento de materiais particulados pelas indústrias locais, que provocam doenças. Observam-se nas edificações, uma fuligem preta, proveniente da poluição do ar, promovida pelas indústrias próximas à encosta. Vale destacar que, as indústrias têm sistemas de filtros, porém, estes são insuficientes para o controle da poluição e manutenção da qualidade ambiental.

Figura 58 - Lançamento de lixos e entulhos sobre a encosta



Fonte: Arquivo pessoal (2015).

d) Erosão e instabilidade do Solo

Na área de estudo, os processos erosivos que ocasionam a supressão da vegetação encontram-se associados a ações, como: rompimento de caixa d'água; ausência de manutenção em muretas de proteção, que a direcionam o fluxo de escoamento; chuvas intensas, que aceleram

o processo de arraste das partículas com desagregação; e carreamento de sedimentos para o curso fluvial. Estes sinais de erosão são apresentados principalmente nos caminhos de acessos às edificações no topo da encosta.

As chuvas prolongadas, na área, promovem o processo de carreamento de sedimentos, que deixa a água com a cor turva (Figura 59), pois as partículas ficam em suspensão até a total decantação. Assim, a luz solar é impedida de penetrar, dificultando a realização do processo de fotossíntese e afetando as espécies que vivem neste habitat. Neste aspecto, as chuvas intensas em contato com solo, desagregam e provocam o arraste das partículas, que gera processos de carreamento de sedimentos e de instabilidade do solo.

Na encosta, o rompimento de um reservatório d'água somado à ausência da mureta de disciplinamento do escoamento, foram fatores determinantes para o início da erosão local, devido à velocidade e arraste das partículas; bem como a geologia natural do solo, que contribuíram para um processo de instabilidade maciço do mesmo.

Figura 59 - Carreamento de sedimentos que contribui para turbidez do Rio Jaboatão.



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

e) Deslizamento

Na área em estudo, as ocupações subnormais associadas aos fatores condicionantes, como chuvas intensas, deposição de lixo e resíduos de construção, supressão da vegetação, ausência de infraestrutura de esgoto e de águas pluviais, impermeabilização de áreas,

construções em área inadequada, entre outros, contribuíram para os deslizamentos. Os processos de escorregamentos (deslizamentos, erosões e desmoronamentos), se não forem controlados, poderão provocar perdas materiais e humanas.

As edificações localizadas na base ou topo da encosta são mais vulneráveis a deslizamentos e inundações. Neste contexto, é importante a manutenção preventiva na área da encosta, de forma a mitigar os riscos.

A Figura 60 apresenta um deslizamento ocorrido na área, aonde foi colocada lona plástica como medida preventiva. Entretanto, é importante a execução do muro de contenção nessa área, obedecendo a um projeto de engenharia com responsabilidade técnica.

Figura 60 - Deslizamento da contenção com lona plástica em Jaboatão dos Guararapes-PE.



Fonte: Arquivo pessoal (2015).

f) Assoreamento

Na encosta, os processos erosivos causados pelas chuvas intensas desagregam material e lixiviam o solo, contribuindo para o carreamento de sedimentos que são despejados nas vias pavimentadas e/ou na bacia hidrográfica. E, no caso da bacia, provocam o assoreamento ou desbarrancamento das margens, reduzindo a profundidade do rio e aumentando os riscos de inundações.

g) Microclima

O microclima da região pode ser modificado pela supressão da vegetação, tornando-se mais quente e seco. A vegetação apresenta-se extremamente seca, principalmente no período de verão, quando as temperaturas aumentam consideravelmente, gerando desconforto térmico e prejudicando a qualidade de vida da população residente no local.

Em área de preservação permanente, como é o caso da encosta, a execução de autoconstruções e as áreas impermeabilizadas contribuem para as alterações bruscas no microclima, por estarem contidas em áreas que deveriam conter vegetações rasteiras e arbustivas, o que contribuiria para redução das temperaturas e ofereceria um maior conforto térmico ao local.

h) Aumento do Escoamento Superficial

A impermeabilização pelas autoconstruções, calçadas, vias de acesso e escadarias, compromete a infiltração das águas e acarreta o aumento no volume de escoamento sobre a encosta, gerando uma menor infiltração da água no solo, e, como consequência, reduz as águas no lençol freático. A água que desce da encosta, para os níveis mais baixos da bacia hidrográfica, provoca o aumento do fluxo no rio, causando enchentes e inundações, que atingem o local e os demais municípios da região.

Meio Biótico

Na área da encosta, os impactos causados no meio biótico, representados pela flora, fauna e biodiversidade podem ser interpretados, na sua maior parte, como reversíveis, devido à capacidade de regeneração que tem o meio ambiente e de sua rápida resposta. Pois, a redução das ações causadoras dos impactos negativos e a intervenção humana podem auxiliar para a recuperação da área.

Observa-se, no local, que a fauna e a flora, se recuperadas, não substituirão as originais que foram perdidas, mas existe a possibilidade de regeneração com outras espécies, como forma de manter a proteção física e térmica do solo.

a) Flora

Com o desmatamento, o lançamento de resíduos de construção, lixos e queimadas na área da encosta, toda à flora pode vir a ser comprometida e ter sua caracterização original modificada. Observa-se, nessa área, a predominância de árvores frutíferas, como mamoeiros, coqueiros, bananeiras, goiabeiras, entre outros. Alguns autores defendem que é importante ter árvores de grande porte nesses locais, para suporte da fauna e para conforto térmico.

Silva (2013) afirma que o desmatamento e a descaracterização do ambiente comprometem a flora. E, Tabalipa & Fiori (2008) destacam que, com o mapeamento de fatores de segurança nas encostas, é possível observar o surgimento de zonas estabilizadas pela cobertura vegetal em encostas íngremes, que se tornaram instáveis com a supressão da vegetação. Portanto, é importante o controle do desmatamento na área da encosta.

A área em estudo tem grande poder de resiliência ambiental e se a agressão ao meio for interrompida, o local poderá se regenerar. A destruição da flora, também reflete na fauna, em um efeito em cadeia, por consequência na biodiversidade.

As árvores na área da encosta também sofrem ataque de cupins, mostrando o início da degradação do solo. Os cupins também podem afetar as construções, podendo levar a danos materiais nos imóveis, a exemplo do ocorrido em uma das casas na encosta, que teve que executar um reforço em todo o piso da casa devido os cupins na área. Assim, faz-se necessária a poda ou até o corte de algumas árvores com substituição por outra espécie.

b) Fauna

Quanto à fauna local, com a presença de vegetação rasteira e arbustiva na área é possível observar uma diversidade de espécies como saguis, aves, répteis, roedores e insetos, considerados importantes para manutenção do equilíbrio ecológico (Figura 61). A preservação desses animais é importante para garantir o bioma na sua função ambiental.

Figura 61 - Árvores de grande porte com espécies (saguis) na encosta



Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

Na encosta, o meio ambiente sofreu impactos ao longo dos anos pela extinção da vegetação e crescimento de construções, gerando problemas para os elementos bióticos, trazendo prejuízos para cadeia alimentar e provocando a migração das espécies para outras áreas, ou até a perda ou extinção de algumas espécies.

O ambiente construído e degradado com supressão da vegetação, extinção da fauna e intervenções humanas, promove sérios problemas socioambientais no meio biótico, reduzindo ou até eliminando a proliferação das espécies nesse habitat.

c) Biodiversidade

Na encosta, a supressão da vegetação provoca prejuízos a curto, médio e longo prazos para a fauna, pois, conforme já mencionado, as espécies tendem a migrar para outras áreas. As autoconstruções em área de preservação permanente eliminam as áreas verdes e de proteção, reduzindo, assim, a flora e a fauna ou até eliminando-as de vez. O equilíbrio na área da encosta depende da interação entre os seres vivos (fauna e flora) e o meio ambiente. Nesse contexto, a fauna não pode estar separada da flora, sendo as ações do homem determinantes para os benefícios ou prejuízos advindos.

Meio Antrópico

Na área de estudo, os impactos no meio antrópico representados pelas doenças, qualidade de vida, construção desordenada, risco de desabamento das casas, risco de inundação, poluição

visual e exclusão social. Todos esses impactos são considerados, na maior parte, reversíveis, diretos e locais.

Na encosta, quanto à extensão regional, destaca-se a educação ambiental, que, como já mencionado, influencia e sensibiliza a população de baixa renda para a mudança de atitudes, fazendo com que a mesma busque melhorias na qualidade de vida e de segurança em áreas de encostas e margens de rio; atenuar os riscos de doenças; tenha mais cuidado com os resíduos sólidos e preocupe-se com a poluição visual e estética. Pois, para que o município se torne mais resiliente, é também importante a participação da comunidade nos treinamentos de educação ambiental, coleta seletiva e segurança em áreas de morros.

A recuperação da vegetação pode beneficiar várias áreas, principalmente, a área da encosta e margem do rio, diminuindo o risco de feições erosivas, inundação e até melhorando o microclima local, com mais conforto térmico.

a) Doenças

A localização da encosta e margens do Rio Jaboatão influencia diretamente no lançamento de lixo e de esgotos nesses locais. Na primeira, devido às questões de acessibilidade e mobilidade urbana e, na segunda, porque a maioria das construções se estabelece em suas margens e há a ausência de uma infraestrutura de rede de esgoto. Assim, a falta de educação ambiental por parte da população colabora para o aumento do quadro de degradação ambiental.

Diante disso, a comunidade local fica sujeita ao risco de contrair doenças transmitidas por vetores (ratos, baratas, escorpiões, entre outros) e que podem levar até ao óbito. Já que estes vetores são atraídos pela sujeira realizada pela própria população (Figura 62).

Figura 62 - Lixo depositado na encosta, causando a proliferação de vetores de doenças



Fonte: Arquivo pessoal (2015).

b) Qualidade de vida

Na encosta estudada, a mudança na paisagem natural e a poluição podem afetar diretamente a saúde e qualidade de vida da comunidade e até na apresentação do local para os visitantes. A preservação e conservação da encosta e da margem do Rio Jaboatão com sua mata ciliar sem intervenção humana, promove a higiene, a saúde e a segurança. A ausência dessas ações reduz a qualidade de vida e o bem-estar da população no ambiente.

c) Construções desordenadas

Na encosta, o processo de urbanização acelerado provocou uma alteração drástica na paisagem local, resultante da ausência de planejamento urbano e ambiental e do controle e monitoramento da área. As modificações no ambiente construído, promovidas pelas autoconstruções desordenadas na encosta e na margem do rio, prejudicaram o próprio bem estar da população, que se vê em um ambiente insalubre e de risco alto, sem às mínimas condições de infraestrutura urbana e de serviços básicos.

d) Risco de desabamento de casas

O risco de desabamento de residências na encosta e na margem de curso d'água pode ser intensificado pela destruição da vegetação; pela impermeabilização das áreas; por processos erosivos iniciados e não controlados; por construções próximas à base ou ao topo da encosta e margem do rio; por chuvas prolongadas com espaço curto de tempo, que proporcionam riscos iminentes para quem reside nesses locais que pode ter a sua edificação destruída ou levada

pelas enxurradas e inundações. Assim, a população afetada pode ter perdas materiais e humanas irremediáveis.

As autoconstruções nas margens do rio e na parte superior da encosta, provocam aumento de carga no terreno, podendo ultrapassar a capacidade de suporte do mesmo, já que as famílias executam construções verticais, sem critérios técnicos de engenharia, sem preocupação com as fundações pré-existentes e sem o conhecimento do solo em questão, além de aumentarem o número de pavimentos de forma ascendente.

e) Risco de Inundação

Na encosta, a extinção da vegetação; a impermeabilização nas áreas, como: vias de acesso e escadarias; e as construções desordenadas em APP podem ocasionar impactos negativos, que refletem na capacidade de infiltração do solo, no aumento da vazão de escoamento superficial, na redução de áreas verdes e de proteção à biodiversidade, aumentando, como consequência, o risco de enchentes, enxurradas, inundações, deslizamentos e desabamentos. A força da correnteza durante a inundação pode, inclusive, carregar edificações ou até partes desta.

f) Poluição Visual

A poluição é a modificação do estado natural de um ecossistema, tendo como resultado a introdução de um agente adverso, que causa desequilíbrio, instabilidade e perturba toda cadeia.

A poluição visual percebe-se pela quantidade de lixos, entulhos e esgotos lançados na encosta e na margem do rio, provenientes das construções inadequadas nessa área de preservação. Esse tipo de poluição gera desconforto visual para a comunidade local e para os seus visitantes, que mostra a falta de cuidado com a área, quanto à conservação do ambiente natural e a manutenção do ambiente construído.

g) Exclusão Social

O processo de urbanização acelerado levou a um quadro de degradação socioambiental com exclusão. A encosta e as margens do rio, que são áreas de preservação permanentes, foram locais que se mostraram favoráveis a instalação da população de baixa renda, que se instalou

nas periferias e áreas íngremes, em locais com infraestrutura e serviços urbanos inadequados.

Na maior parte das cidades e municípios, a especulação imobiliária privilegia as classes médias e altas, em função do emprego formal e rendas compatíveis com esse mercado habitacional. A escassez de conjuntos habitacionais para população de baixa renda no município de Jabotão acarreta a desigualdade social, mostrando a necessidade de se haver, nessa área, mais investimentos públicos e projetos sociais de habitação e interesse social.

Nesse contexto, surge à segregação socioespacial da população, que passa a ocupar áreas inadequadas para habitação e que não dispõem de condições mínimas de habitabilidade. E esta é a realidade das ocupações nesta área da encosta, que, não possui coleta de lixo regular, apresenta falta de container para lixo comum e resíduos de construção; possui ausência de rede de drenagem e condições mínimas de acessibilidade urbana; falta de manutenção, limpeza e podação nas escadarias (Figura 63), oferecendo todo tipo de risco, principalmente, de acidentes, com perdas materiais ou até humanas. Assim, Silva (2016) comenta a necessidade de implantação de escadarias e rampas com corrimões laterais, facilitando, desta forma, a circulação.

Figura 63 – Escadarias da encosta sem manutenção e com degraus danificados



Fonte: Arquivo pessoal (2015)

Assim, na Tabela 12 visualiza-se a matriz de interação qualitativa da área em estudo.

Tabela 12 - Matriz de interação de impactos qualitativa

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	Erosão e instabilidade solo	Deslizamento	Assoreamento	Microclima	Aumento do escoamento superficial	Flora	Fauna	Biodiversidade	Doenças	Qualidade de vida	Construções Inadequadas	Risco de desabamento casa	Risco de inundação	Polição visual	Exclusão social
Supressão de cobertura vegetal	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvRD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-
Uso e ocupação do solo	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	RvLI	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD
Impermeabilização do solo	RvLI	RvLI	-	RvLD	RvLD	-	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-
Edificações em Área de Encosta	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvRI	RvLD	IvLI	IvLD	IvLD	-	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	RvLD	RvLD
Tipologias Construtivas	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	-	-	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	IvLD	RvLD	RvLD
Esgoto	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	-	-	RvLD	RvLI	RvLI	RvLI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	RvLD	RvLD
Descarga de água pluvial	RvLD	-	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	-	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	RvLD
Lixo	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD
Vegetação de grande porte	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-
Educação ambiental	RvRD	RvRD	RvRD	RvRD	RvRD	RvRD	RvRI	RvRD	RvRD	RvRD	RvRD	RvRD	RvRD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD
Plantio de gramíneas	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	-	-	-	-
Limpeza de calhas	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	-
Muretas de contenção	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	RvLI	-	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	-
Manutenção das estruturas de contenção	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLI	RvLI	-	RvLD	RvLD	RvLD	-	RvLD	RvLD

Admitindo-se: Reversibilidade: Reversível- (Rv) – Irreversibilidade - (Iv); Extensão: (L) - Local e (R) - Regional; Origem: (D) - Direta e (I) - Indireta.

Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Na aplicação da matriz de interação de impactos qualitativa mostrou-se que a maioria dos impactos foi local, reversível e direto, com algumas exceções quanto à irreversível, regional e indireto. Um exemplo de impacto irreversível é o desaparecimento da fauna e flora, devido às ações impactantes. E quanto ao impacto regional, o assoreamento e as inundações que atingem outros municípios próximos. E impacto indireto, o esgoto sendo lançado na encosta, com rupturas ou colapsos futuros no solo. No entanto, a maior parte dos impactos pode ser revertida, através de ações integradas por parte do poder público, privado, da comunidade e das escolas e universidades ou até pela regeneração natural.

A partir da análise das duas matrizes, quantitativa e qualitativa, foi possível obter um cenário da área em estudo. Isso mostra que os impactos podem ser identificados e monitorados através de medidas mitigadoras ou até eliminados, ou de compensação ambiental. Um exemplo de compensação ambiental seria a vegetação desmatada ser plantada em outra área do município.

Assim, a aplicação das matrizes foi primordial para o resultado apresentado na pesquisa sobre o diagnóstico ambiental na área. E quando associadas a outras análises e a investigação geotécnica do solo, possibilitam a tomada de decisão pelos gestores ambientais e de riscos. Porém, faz-se necessário o conhecimento do solo e de suas propriedades físicas e mecânicas, para realizar-se uma inter-relação com as matrizes.

Finalmente, conclui-se que após aplicar as matrizes, foram definidas as medidas preventivas (para eliminar ou minimizar os impactos negativos) e/ou a compensação ambiental (contrabalancear os impactos previstos ou já ocorridos).

5.4 Investigação Geotécnica

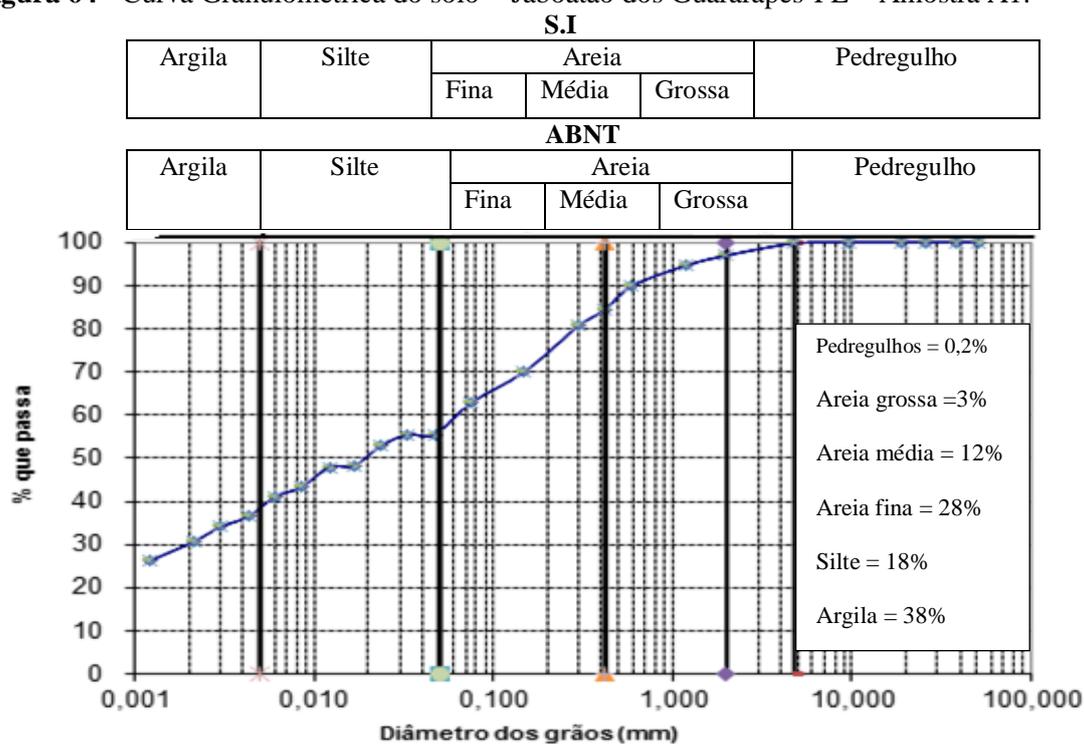
5.4.1 Caracterização Física

5.4.1.1 Granulometria e índices físicos

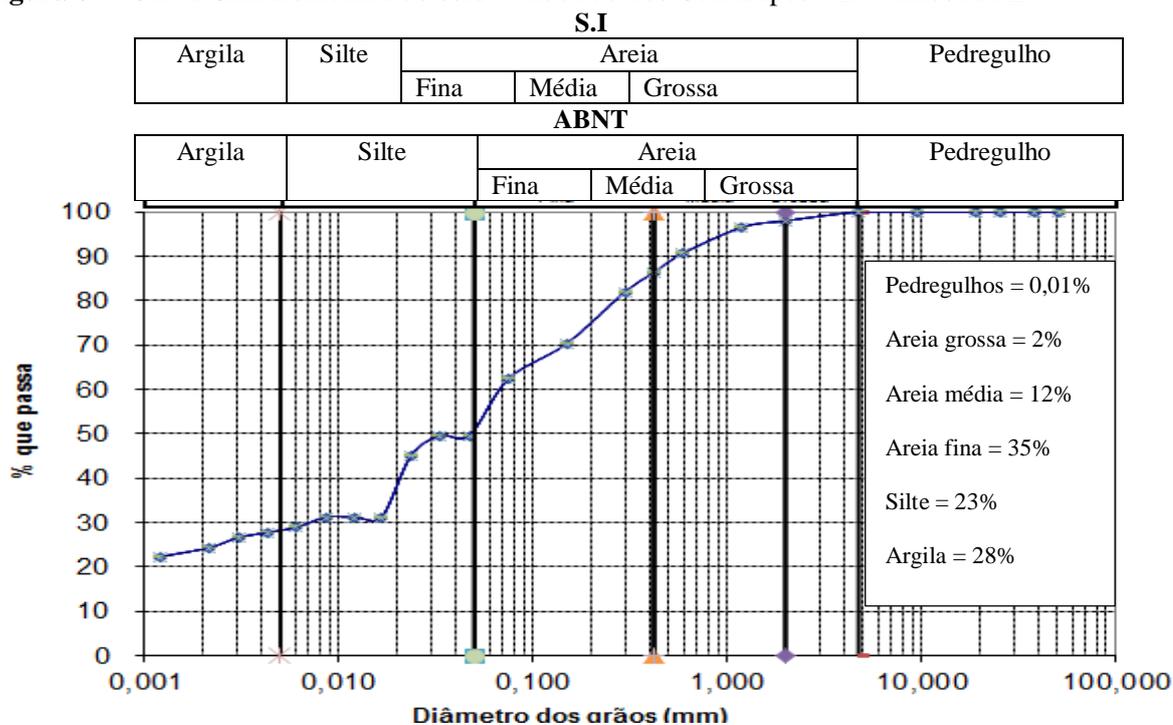
Foram realizados ensaios de análise granulométrica, com o objetivo de relacionar os materiais com os padrões encontrados na literatura. A determinação de cada fração (areia, silte, argila) foi realizada obedecendo a ABNT NBR 7181/84.

Nas Figuras 64 e 65 estão apresentadas as curvas granulométricas referentes aos ensaios realizados com uso de defloculante. As amostras (A1 e A2), foram coletadas na parte dos fundos da residência de nº 110 (residência que fica defronte a praça Dr. Diniz Passos) e apresentam o solo com textura ou granulometria fina, com mais de 50% passando na peneira nº 200 (0,075mm). Segundo a classificação unificada (USCS), os solos estudados apresentam textura fina e foram classificados como Grupo CL (Argilas arenosas). Já a Tabela 13 apresenta o percentual de cada constituinte do solo.

Figura 64 - Curva Granulométrica do solo - Jaboatão dos Guararapes-PE – Amostra A1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Figura 65 - Curva Granulométrica do solo – Jaboatão dos Guararapes-PE – Amostra A2.**Tabela 13** – Percentual de argila, silte, areia e pedregulhos nas amostras de solo.

Amostra	Pedregulhos (%)	Areia (%)			Silte (%)	Argila (%)
		Areia grossa	Areia média	Areia fina		
A1	0	3	13	28	18	38
A2	0	2	12	35	23	28

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Pode-se observar que as amostras estudadas apresentam predominância de argila e silte, correspondendo a um solo com sedimentos finos.

5.4.1.2 Limite de Atterberg

Os ensaios de caracterização física seguiram as metodologias das normas ABNT, NBR 6459/84 para limite de liquidez e limite de plasticidade e a NBR 6508/84 para peso específico dos grãos. Na tabela 14, são apresentados as massas específicas e os limites de Atterberg (limite de liquidez, plasticidade e índice de plasticidade).

Tabela 14 – Massas específicas e limites de Atterberg.

Amostra	Prof.(m)	Gs(g/m ³)	Limites Atterberg (%)		
			LL	LP	IP
A1	1,00	2,58	10,87	37,48	26,61
A2	1,00	2,64	-	-	-

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Os resultados obtidos no ensaio apresentam que o Limite de Liquidez (LL) < 50, a amostra pode ser considerada de baixa compressibilidade. Os Limites de Atterberg indicam amostras de alta plasticidade conforme valor do IP. De acordo com a determinação da densidade real dos grãos as amostras apresentaram valores variando entre 2,58 g/cm³ e 2,64 g/cm³.

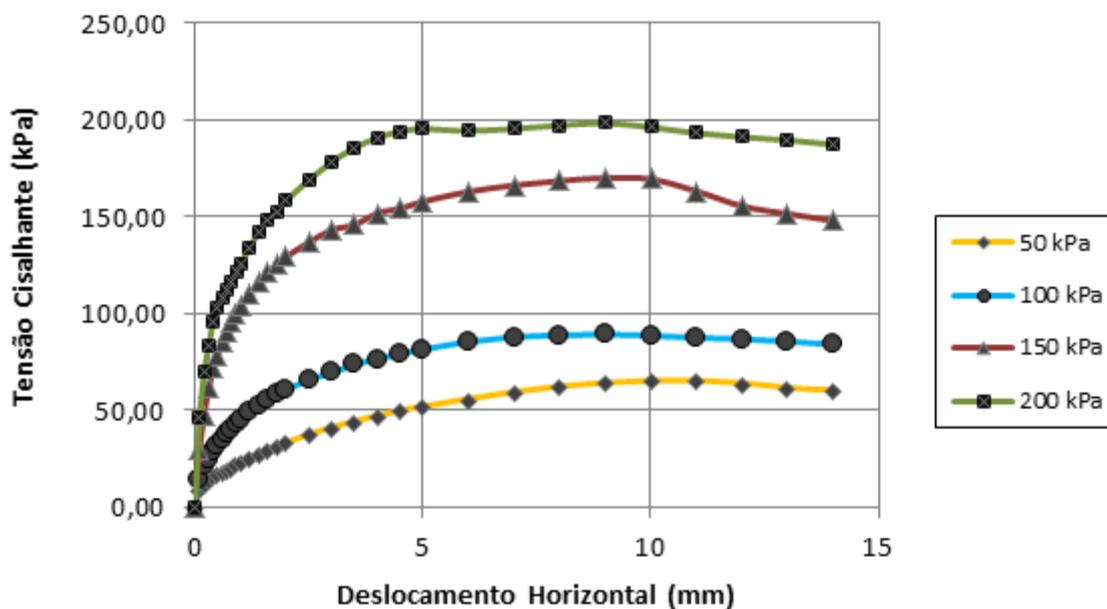
5.4.2 Caracterização Mecânica

Para realização do ensaio de cisalhamento direto, utilizou-se a amostra indeformada (Bloco 01), que foi submetida a condições de umidade natural e inundada, perfazendo um total de 08 ensaios. O cisalhamento dos corpos de prova, para cada tensão normal (σ_n) aplicada, foi realizado com prensa de velocidade constante de 0,60mm/min.

Nos ensaios de cisalhamento direto, adotaram-se como critério de ruptura os valores de pico da tensão cisalhante ou valores máximos, quando a curva de tensão-deformação não apresentava valores de pico bem definidos. O deslocamento máximo adotado foi 14mm, sendo o limite do equipamento de até 15mm.

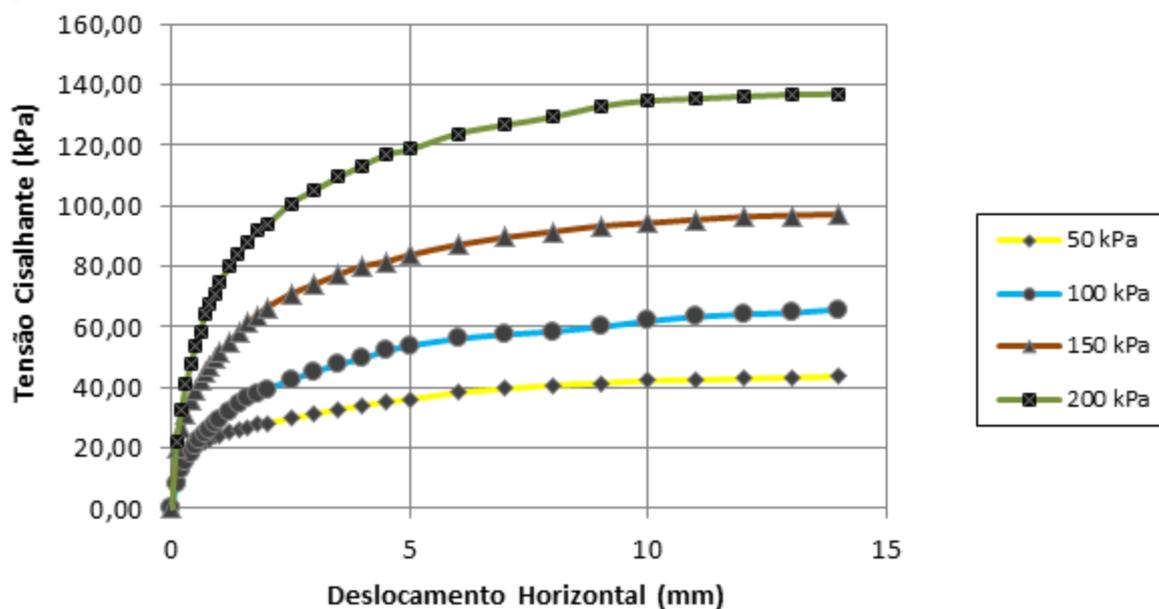
As Figuras 66 e 67 apresentam os gráficos tensão cisalhante *versus* deslocamento horizontal, nas condições natural e inundada. Foram utilizadas tensões de compressão de 50kPa, 100kPa, 150kPa e 200kPa com objetivo de apresentar melhor as tensões sofridas pelo peso das terras na encosta estudada. Os corpos de prova, na condição inundada, foram mantidos submersos por um período de 24 horas antes da realização do ensaio.

Figura 66 - Curva tensão deformação – Cisalhamento direto na condição natural - Bloco 01



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Figura 67 - Curva tensão deformação – cisalhamento direto na condição inundada - Bloco 01



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A Tabela 15 apresenta as características dos corpos de prova ensaiados na condição inundada, quanto à tensão normal, à umidade inicial, ao peso específico aparente úmido, aos índices de vazios, à umidade final e ao grau de saturação. O solo na área de estudo classifica-se como solo muito úmido, conforme grau de saturação apresentado.

Tabela 15 - Características dos corpos de prova na condição inundada

Amostra	CP	σ_n (kPa)	h_o (%)	δ_s (KN/ m ³)	e_o	h_f (%)	S_o (%)
Bloco 01	1	50	21,59	18	0,7200	29,09	77,36
	2	100	21,31	17	0,8428	30,13	65,23
	3	150	23,1	16	0,9846	31,73	60,53
	4	200	21,77	16	0,9846	28,74	57,04

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A Tabela 16 apresenta os valores da coesão e do ângulo de atrito das amostras analisadas da área do estudo. Observa-se que, os parâmetros de resistência (coesão e de ângulo de atrito) sofreram reduções na presença da água, principalmente, na parcela da coesão. O ângulo de atrito apresenta mudança significativa quando da condição natural para inundada de 43,84° para 31,39°, respectivamente.

Os resultados obtidos neste estudo mostram sedimentos com valor intercepto de coesão 8,07 kPa e ângulo de atrito efetivo do solo de 31,39°. Considera-se que os parâmetros obtidos na condição de ruptura rápida são representativos da resistência ao cisalhamento e podem subsidiar análises futuras de estabilidade desta encosta. Os valores relativos aos parâmetros de resistência do solo também foram observados no trabalho de Silva (2010), que traz a proposta de estabilização de uma encosta ocupada em Camaragibe-PE, quanto à coesão e ângulo de atrito para condição inundada.

Tabela 16 - Síntese dos resultados nas condições natural e inundada

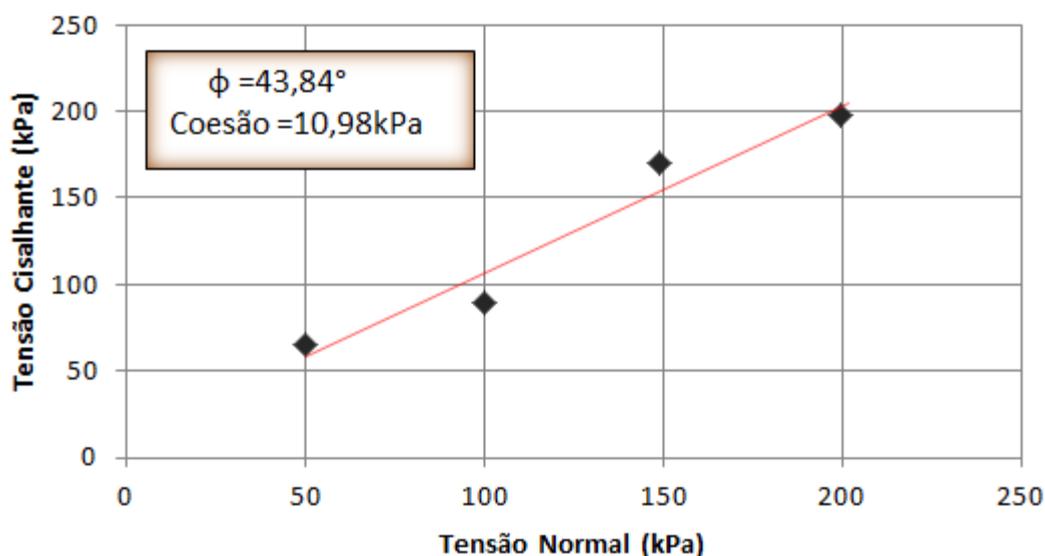
Amostra	Coesão (kPa)		Ângulo de Atrito (°)	
	Natural	Inundada	Natural	Inundada
Bloco 01	10,98	8,07	43,84	31,39

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A síntese dos resultados obtidos neste estudo para os sedimentos, quanto ao intercepto de coesão e ângulo de atrito apresentam similaridades aos apresentados na literatura.

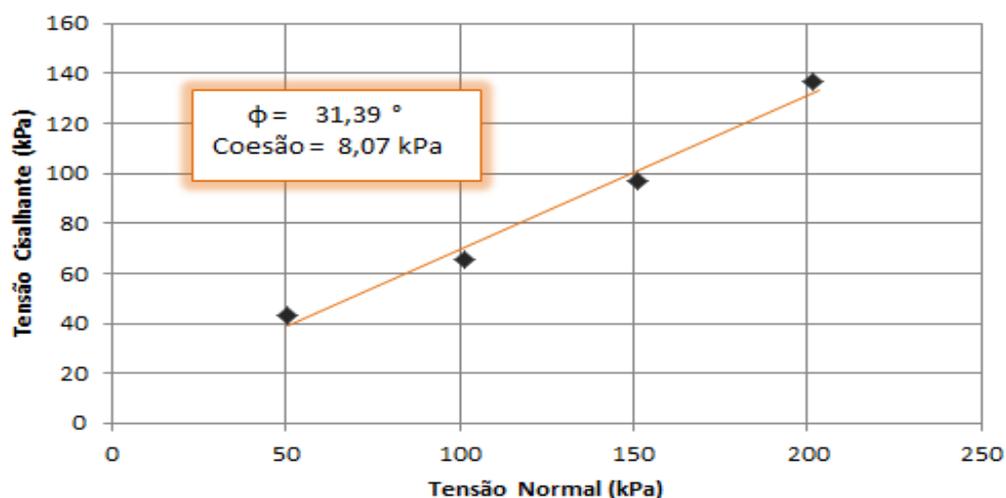
As Figuras 68 e 69 apresentam a envoltória de resistência de cisalhamento direto na condição natural e inundada, referentes às amostras do Bloco 01. A envoltória de resistência apresentaram $R^2 = 0,94692$ (na condição natural) e $R^2 = 0,98344$ (na condição inundada).

Figura 68 - Envoltória na condição natural – Bloco 01



Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Figura 69 – Envoltória na condição inundada – Bloco 01



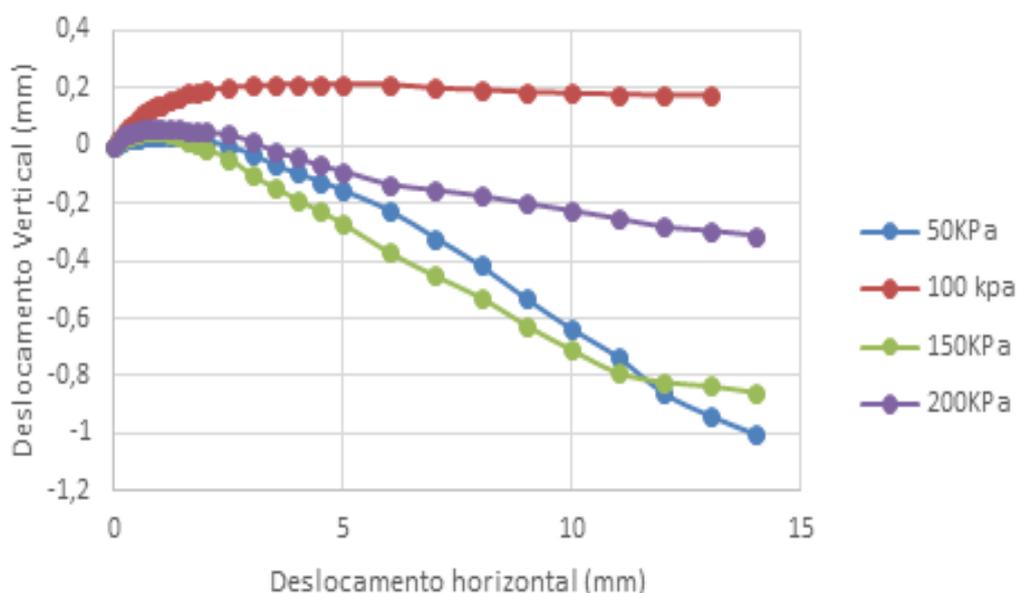
Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Foram utilizadas tensões de compressão de 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa e 200 kPa, para representar as tensões sofridas pelo peso das terras na encosta estudada. As Figura 70 e 71, apresentam as curvas de deslocamento vertical versus deslocamento horizontal na condição natural e inundada, referente ao Bloco 01, retiradas a uma profundidade de 1,0 metro na encosta.

Na Figura 70, as curvas de Deslocamento Vertical (mm) *versus* Deslocamento Horizontal (mm) na condição natural apresentam, nas tensões de 50kPa, 150kPa e 200kPa, comportamento de compressão, exceto na tensão de 100kPa com expressiva expansão.

Para o ensaio na condição natural, observa-se o surgimento de curva resistência de pico em tensão, acompanhada de aumento de volume da amostra. Segundo Diemer (2014), nas amostras ensaiadas na condição natural, a tensão cisalhante aumenta rapidamente nos primeiros deslocamentos até atingir um valor máximo, que se chama de resistência de pico. Por outro lado, atingida a resistência de pico, ao continuar com deslocamento horizontal da amostra, a tensão cisalhante decresce em torno de uma resistência chamada de residual. Em relação ao deslocamento vertical, pode-se observar uma pequena redução no começo e logo após um aumento do volume ou dilatância.

Figura 70 - Curva tensão deformação – Cisalhamento na condição natural (deslocamentos) – Bloco 01.

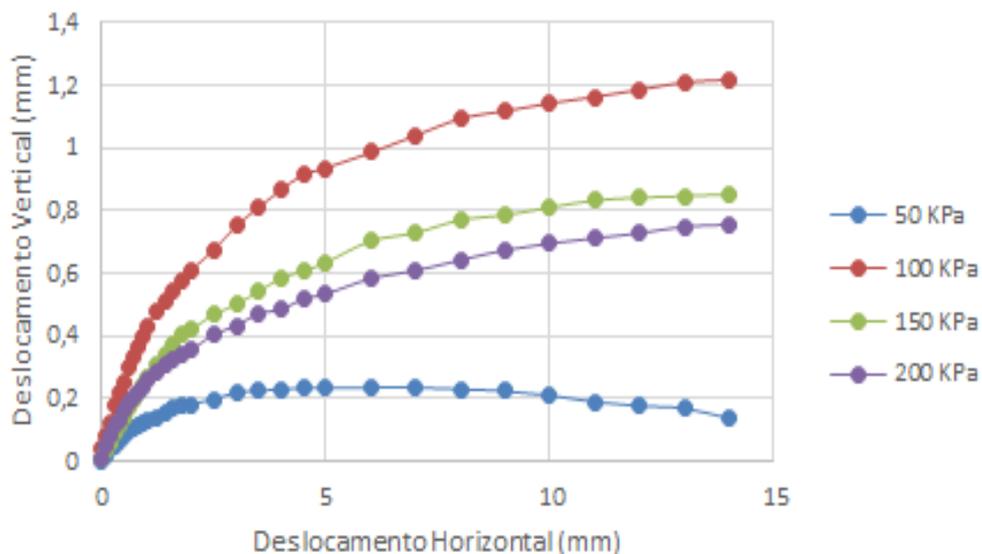


Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Na Figura 71 as curvas de deslocamento vertical (mm) *versus* deslocamento horizontal (mm) para os ensaios na condição inundada apresentam, na sua maioria, comportamento de expansão, sendo esse comportamento também citado na pesquisa de Bandeira (2010), com diferença apenas na tensão de 50kPa que tem leve compressão.

De acordo com Bandeira (2010), os ensaios de resistência ao cisalhamento na condição inundada mostraram que o comportamento tensão-deformação dos sedimentos apresenta comportamento plástico, sem apresentar picos nas curvas de tensão-deformação. A ruptura se dá de forma lenta ao longo do tempo, sendo essa realidade, também observada nesta pesquisa.

Figura 71 - Curva tensão deformação – cisalhamento na condição inundada (deslocamentos) – Bloco 01.



Fonte: Arquivo pessoal (2016)

Em síntese, quanto ao conhecimento do solo, foi realizada a investigação geotécnica com atividade de campo e de laboratório, para avaliar as propriedades físicas e mecânicas do solo. Os ensaios realizados apresentaram um solo com textura ou granulometria fina, e de acordo com o Sistema Unificado de Classificação do Solo, é um solo grupo CL (Argilas Arenosas), também confirmado no ensaio de resistência ao cisalhamento. Essa investigação geotécnica foi importante para o conhecimento do solo na área da encosta e apresenta resultados satisfatórios comparados aos encontrados na literatura acadêmica.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Tendo em vista a análise de uma encosta em área de risco, localizada no município de Jaboatão dos Guararapes, apresenta-se as principais conclusões, recomendações e sugestões para futuras pesquisas.

6.1 Conclusões e recomendações

A pesquisa se propôs a identificação e análise dos impactos socioambientais decorrentes das ocupações irregulares na Área de Preservação Permanente (APP) e áreas de risco, em Jaboatão Centro, no município de Jaboatão dos Guararapes-PE. Foram realizadas análise temporal, na APP, na área de risco, das tipologias construtivas e aplicação das matrizes de interação de impactos, e os principais pontos apresentados no estudo foram:

Na análise temporal, os dados analisados demonstraram, na encosta no município de Jaboatão dos Guararapes, que em 39 anos (1975 a 2014) houve supressão da cobertura vegetal de 30,05% e acréscimo de área construída de 10,39%. E, em relação à área impermeabilizada, esta aumentou no período de 2006 a 2014, com um acréscimo de 55,26%. Nesse contexto, foram constatados, na área de estudo, os impactos decorrentes do desmatamento, das construções em área inadequada à habitação e da impermeabilização do solo, contribuindo para degradação ambiental, tendo por consequência aumento dos riscos.

Contudo, a falta de controle do uso e ocupação solo e do não atendimento ao estabelecido pela legislação ambiental na área estudada contribuiu para que as edificações tornem-se mais vulneráveis aos processos erosivos, aos deslizamentos e às inundações.

Na análise de risco da área estudada, constata-se risco alto (R3), com alta potencialidade para o desenvolvimento de deslizamentos e erosão, devido às ocupações subnormais, resultantes de cortes e aterros com inclinação 70° a 90° executados muito próximos ao topo ou base da encosta, que associados às ações antrópicas podem gerar instabilizações nas edificações na parte superior e inferior da encosta. Conforme foi mencionado nessa pesquisa, em áreas de

riscos percebem-se vulnerabilidades pela ausência de infraestrutura urbana, sendo importante a realização de um planejamento ambiental urbano, como medidas de prevenção resultantes das ocupações irregulares.

Nessa mesma direção, quanto às tipologias construtivas, na maioria, constatou-se precariedade nas construções, vulnerabilidade física, baixo padrão construtivo em alvenaria, edificações com mais de 50 anos, ausência de manutenção e a falta de orientação por profissional habilitado durante as construções e de recursos financeiros. Tudo isso contribuiu para o aumento de risco na área. O ideal seria evitar ocupação nessas áreas de risco devido à sua vulnerabilidade.

As autoconstruções, as tipologias construtivas, o desmatamento, o lançamento de esgoto e de lixo, a impermeabilização do solo, a ausência de rede de drenagem evidenciados na área de risco e da APP da área estudada, representam ações impactantes, que, associadas às chuvas intensas, podem desencadear processos erosivos, instabilidade da encosta, solapamento das margens ripárias, causando riscos e comprometendo a segurança e a qualidade de vida da população.

Apesar das intervenções estruturais e não estruturais previstas no PMRR (2006) no município de Jabotão têm-se na área estudada trechos da encosta suscetível a escorregamentos (deslizamentos, erosões), deflagrados em virtude das ações antrópicas e naturais, como execução de cortes e aterros, eventos inesperados como rompimento de reservatório, falta de manutenção em muretas, ausência de reforço estrutural nas contenções, lançamento de resíduos, avanços nas construções, construções sem critérios técnico-legais, além de eventos naturais como chuvas intensas, entre outros. O local necessita de mais investimentos, para intervenções estruturais e não estruturais.

Entretanto, a aplicação da matriz de interação de impactos quantitativa e qualitativa, proporcionaram o diagnóstico ambiental do meio físico, biótico e antrópico e as condições adversas impostas por esses meios, e que contribuíram para o surgimento de situações de riscos.

O diagnóstico ambiental representou o primeiro passo para estabelecer o planejamento, subsidiar a gestão ambiental e equacionar os conflitos do uso e ocupação do solo quanto aos

impactos socioambientais. De forma a permitir, ao gestor público, o planejamento ambiental urbano com antecipação, reconhecimento, medidas de controle e mitigação e de compensação ambiental.

Quanto aos impactos positivos, constatou-se, na área de estudo, a educação ambiental com sensibilização da população. Em relação aos impactos negativos, é importante uma maior atenção por parte da população na área da encosta e da margem do rio, principalmente, durante o período de chuvas intensas, que podem alterar os parâmetros do solo, aumentando assim os riscos de deslizamentos, desmoronamentos e inundações. Portanto, foi imprescindível a investigação geotécnica.

Assim, a investigação na área estudada, foi fundamental para o conhecimento do solo e dos parâmetros de resistência. Durante a investigação geotécnica, os ensaios granulométricos realizados evidenciaram partículas com texturas ou granulometrias finas, o solo foi classificado como Grupo CL (argilas arenosas) de baixa plasticidade, e também confirmado no ensaio de resistência ao cisalhamento que apresentaram resultados satisfatórios comparados aos encontrados na literatura. Assim, a predominância de solos argilosos, mais suscetíveis aos processos de escorregamentos (erosão, deslizamentos).

Conclui-se ser importante as seguintes recomendações ao poder público:

- Relocar a população para local seguro;
- Faz-se necessária a retirada de moradias em risco e proibição de novas construções nessa área, para eliminar ou minimizar os riscos;
- Proibir construções muito próximas da base ou topo da encosta;
- Implantação de sistema de drenagem urbana e saneamento ambiental, conforme estabelecido nas normas técnicas vigentes;
- Realização de manutenções preventivas nas estruturas de contenção e também nas muretas da encosta;

- Garantir acessibilidade e segurança nas escadarias da encosta, inclusive com manutenção preventiva;
- Acompanhamento e monitoramento dos processos erosivos;
- Proteção da encosta e a margem do rio, que apresentam trechos de solo desnudo, necessitam plantação de gramíneas e da retirada de resíduos, além de material em suspensão no curso fluvial;
- Orientar à comunidade quanto a educação ambiental na área de risco e da APP através de treinamentos;
- Firmar parcerias entre a Prefeitura e as Universidades para treinamentos em Educação Ambiental para comunidade, principalmente em áreas de morro e APP;
- Criar áreas verdes e de lazer;
- Implementar plano de emergência e evacuação, para orientação da população local;
- As empresas privadas devem apoiar projetos de coleta seletiva com utilização de mão-de-obra pela população de baixa renda do município, de forma a orientá-los sobre importância da educação ambiental, além de apoio financeiro;
- Investir em tecnologia, quanto à elaboração das ortofotocartas georreferenciadas, para maior representatividade nas análises temporais;
- Investimentos em recursos humanos e financeiros, para garantir as medidas estruturais e não estruturais de forma preventiva e corretiva;
- Fiscalizar e garantir o apoio à população local durante enchentes, inundações, deslizamentos ou até desmoronamentos;
- A utilização de base vetorial obtida de ortofotocarta georreferenciada, pode subsidiar no

planejamento ambiental urbano e a gestão territorial e de risco, para a tomada de decisão pelo poder público e privado.

6.2 Sugestões para pesquisas futuras

A partir desta pesquisa é possível perceber que alguns estudos são interessantes para dar continuidade a este projeto, por se tratar de um assunto importante para o município de Jaboatão dos Guararapes-PE, assim como, para outras cidades e municípios que enfrentam problemática semelhante em áreas de risco.

Diante disso, sugerimos, para realização de estudos futuros, os seguintes tópicos:

- Analisar a estabilidade da encosta, quanto ao fator de segurança;
- Realizar estudo geológico-geotécnico com realização de ensaio de SPT (Sondagem à percussão) e levantamento planialtimétrico;
- Desenvolver estudos nos demais assentamentos precários no município de Jaboatão dos Guararapes, conforme Plano Municipal de Redução de Risco (2006).

REFERÊNCIAS

ABREU, S. H. C. **Escorregamento de encostas em áreas urbanas habitadas por populações de baixa renda.** 2007. 54p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil pela Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2007.

ALCOFORADO, F. **Cidades sustentáveis: exigências do século XXI.** 2013. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/falcoforado/cidades-sustentveis-exigencia-do-sculo-xxi>. Acesso em: 28 abr. 2016.

ALHEIROS, M. M. **Riscos de escorregamentos na Região Metropolitana de Recife.** 1998. 135 p. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Geociências, área de Concentração em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

ARAÚJO, J. M. de M. **Impactos socioambientais da mineração de brita no município de Jaboatão dos Guararapes: estudo de caso da mineração USIBRITA.** 2011. 78p. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT - NBR ISO 31000: gestão de riscos- princípios e diretrizes.** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://gestravp.files.wordpress.com/2013/06/iso31000-gestc3a3o-de-riscos.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.

_____. **NBR 6457: amostra de solo, preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.** Rio de Janeiro, Ago/1986. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/98211804/NBR-6457-AMOSTRAS-DE-SOLO-Preparacao-de-ensaio-de-compactacao-e-ensaio-de-caracterizacao>. Acesso em: 28 abr. 2016.

_____. **NBR 7180: determinação do limite de plasticidade.** Out. 1984. Disponível em: <files.ilcoribeiro.webnode.com.br/200000085-5d2195d9d7/NBR%207180.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.

_____. **NBR 9604: Abertura de Poço e Trincheira de Inspeção em Solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas.** Rio de Janeiro, 1986. Disponível em: <https://files.ilcoribeiro.webnode.com.br/200000079-0dd620ed0b/NBR%209604.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.

_____. **NRB 6459: solo – determinação do limite de liquidez.** Out. 1984. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2012/03/nbr-6459.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.

_____. **NRB 7181.** Dez. 1984. Disponível em: <https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2015/03/nbr-7181.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL. **Jaboatão dos Guararapes – PE.** PNUD; IPEA; FJP, 2010. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/1530. Acesso em: 30 set. 2016.

BANDEIRA, A. P. N.; COUTINHO, R. Q. **Critical Rainfall Parameters: Proposed System for the Metropolitan Region of Recife, PE, Brazil.** ABMS- Brazilian Association for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. In: HACHICH, W. C. (Ed.); FERNANDES, M. M. (Co-ed.). **Soils and Rocks. An International Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering.** V. 38, n. 1, January-April, 2015. p. 27-48

BANDEIRA, A. P. N.; COUTINHO, R. Q.; ALHEIROS, M. M. **Importância da caracterização geológico-geotécnica e da chuva para gerenciamento de áreas de riscos.** Recife: ABMS - Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2009.

BANDEIRA, A. P. N. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE.** 2003. 209p. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2003.

_____. **Parâmetros técnicos para gerenciamento de áreas de riscos de escorregamentos de encostas na Região Metropolitana do Recife.** 2010. 340p. Tese de Doutorado pela Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2010.

BALTHAZAR, R. D. S. **A permanência da autoconstrução: um estudo de sua prática no Município de Vargem Grande Paulista.** 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Dissertação do Mestrado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

BARRETO, E. P.; SILVA, C. M. M. e; OLIVEIRA, P. F. P. de. Análise da mineração em áreas urbanas no contexto do ordenamento territorial: estudo de caso do município de Jaboatão dos Guararapes, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, p.1002-1018, 2012.

BRANDÃO, D. M.S.; WANDERLEY, O. V.; CANDEIAS, A. L. B. Utilização do geoprocessamento para implantação da linha de transmissão 230kV Recife II/Pau Ferro. **XVI-SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica**, Campinas - SP, p. 1-4, 2001.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 28 abr. 2016.

_____. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 30 set.2016.

_____. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio

ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em: 30 set.2016.

_____. **Lei nº 002**, de 11 de janeiro de 2008. Institui o Plano Diretor do Município do Jaboatão dos Guararapes e estabelece as diretrizes para a sua implantação. Disponível em: <http://legis.jaboatao.pe.gov.br/lei-complementar/2009/00002/>. Acesso em: 30 set.2016.

_____. **Lei nº14.249**, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe sobre licenciamento ambiental, infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Lei%20Est%2014249;141010;20101228.pdf. Acesso em: 30 set. 2016.

_____. **Lei nº00944/2013**. Dispõe sobre a Política Municipal de Habitação de Interesse Social, sobre o Plano Municipal de Habitação de Interesse Social - PMHIS e dá outras providências. Disponível em: <http://legis.jaboatao.pe.gov.br/lei/2013/00944/>. Acesso em: 30 set.2016.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES. **Plano Municipal de Redução de Risco em Assentamentos Precários PMRR Final Jaboatão Dos Guararapes**. v. 1. Jaboatão dos Guararapes: Junho/2006.

_____.; MINISTÉRIO DAS CIDADES; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Organizado por: Celso Santos Carvalho; Eduardo Soares de Macedo; e Agostinho Tadashi Ogura. Brasília: Ministério das Cidades; IPT, 2007.

_____.; MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Curso de capacitação – gestão e mapeamento de riscos socioambientais**. Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2008.

BROLLO, M. J.; FERREIRA, C. J.; TOMINAGA, L. K. 2015. **Gestão de Riscos de Desastres no Estado de São Paulo: Cenário 2014**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 2015. (Meio Ambiente Paulista: Relatório de Qualidade Ambiental 2015). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/278302072_GESTAO_DE_RISCOS_DE_DESASTRES_NO_ESTADO_DE_SAO_PAULO_CENARIO_2014. Acesso em: 13 set. 2016.

CARVALHO, J. C. de; LUIZ, G. C.; GONCALVES, T. D. A infiltração no contexto do Plano Urbanístico e dos Projetos Paisagístico e Arquitetônico. In: CARVALHO, José Camapum de; GITIRANA JUNIOR, Gilson de Farias Neves; CARVALHO, Eufrosina Terezinha Leão de. (Org.). **Tópicos sobre infiltração: teoria e prática aplicadas a solos tropicais**. v. 1, 1. ed. Brasília: Faculdade de Tecnologia, 2012, p. 25-47.

CASTRO, C. O. de. **A habitabilidade urbana como referencial para a gestão de ocupações irregulares**. 2007. 185p. Dissertação de Mestrado pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2007.

CAVALCANTI, H.; MIRANDA, L.; SOUZA, M. A.; NEVES, N. Tipologia e caracterização dos assentamentos precários: Região Metropolitana do Recife. In.: MORAIS, M. da P.;

KRAUSE, C.; LIMA NETO, V. C. (Ed.). **Caracterização e tipologia de Assentamentos Precários estudos de caso brasileiros**. Brasília: Ipea, 2016, p. 307-376.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas de desastres naturais 1991 A 2012**. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED; UFSC, 2013. 130 p.

CIDADE, L. C. F. Urbanização, ambiente, risco e vulnerabilidade: em busca de uma construção interdisciplinar. **Cad. Metrop.**, São Paulo-SP, v. 15, n. 29, p.171-191, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Publicada no **D. O. U.** n. 61, de 29 de março de 2006, Seção 1, p.150-151. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>. Acesso em: 27 jan. 2016.

COSTA, Gabriela Freitas. **Avaliação da ocorrência de áreas de risco de escorregamento em encostas na cidade de Ilhéus - Bahia**. 2015. 91p. Dissertação de Mestrado pela Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus - Bahia, 2015.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: Município de Jaboatão dos Guararapes-PE**. Escala 1:40.000. Datum horizontal: SIRGAS 2000. Agosto 2014.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P. de.; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: metodologia aplicada no Brasil. **Revista Monografias Ambientais - Remoa**, Santa Maria, v. 13, n. 5, p.3821-3830, 2014.

CRUZ, F. C. da; CRUZ, A. C. da; ROSSATO, M. V. Identificação e avaliação de impactos ambientais: um estudo de caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - Reget**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p.777-791, 2014.

DAVIDSON, J. **Um passeio pelo Rio Jaboatão**. 25/02/2008. Disponível em: <http://jaboataodosguararapes.blogspot.com.br/2008/02/um-passeio-pelo-rio-jaboato.html> Acesso em: 07 jan. 2016.

_____. **Bacia hidrográfica do Rio Jaboatão**. 14/10/2008. Disponível em: <http://jaboataodosguararapes.blogspot.com.br/2008/10/bacia-hidrografica-do-rio-jaboato.html>. Acesso em 02 abr. 2016.

_____. **Geologia de Jaboatão dos Guararapes**. 18/10/2010. Disponível em: http://jaboataodosguararapes.blogspot.com.br/2010_10_01_archive.html Acesso em: 15 abr. 2016.

DIEMER, Francielle. **Caracterização da resistência de um solo tropical a partir do ensaio de penetração dinâmica com energia variável (PANDA)**. 2014. 223 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Geotecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

EMBRAPA. **Solos do Nordeste: Pernambuco**. Recife: UEP, 2001. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pe> Acesso em: 02 abr. 2016.

FARIA, D. G. M. **Mapeamento de perigo de escorregamento em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do processo de análise hierárquica (AHP)**. 2011. 194p. Tese de Doutorado pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.

FRANCO, G. B. **Risco a escorregamento de encostas do sítio urbano de Ilhéus (BA) como contribuição ao planejamento urbano**. 2008. 159 p. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus - Bahia, 2008.

GOMES, J. H.; SILVA, T.L.V.; GUERRA, E.R.; ANASTACIO, D.T.D. Ocupação em área de risco de deslizamentos no córrego do jenipapo, Recife-Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, p.524-539, 2012.

GONÇALVES, N. L.; ZANCHETTI, S. M. Conservação urbana e regularização fundiária de assentamentos populares. **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Paraná, v. 6, n. 583, p.323-337, 2014. Pontificia Universidade Catolica do Parana - PUCPR.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Jaboatão dos Guararapes: aspectos históricos**. Disponível em: http://www.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=18393234&folderId=18394117&name=DLFE-89587.pdf Acesso em: 17 set. 2016

GUIMARÃES, N. A.; PENHA, J. W. da. Mapeamento das áreas de risco de inundação no município de Muriaé-MG, com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal - Brasil, p. 3875-3882, 2009.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Aglomerados subnormais: informações territoriais**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000015164811202013480105748802.pdf> Acesso em: 30 set. 2016

_____. **Aniversário de Jaboaão dos Guararapes (PE)**. 04/05/2016. Disponível em: <http://teen.ibge.gov.br/calendario-teen-7a12/evento/639-aniversario-de-jaboatao-dos-guararapes-pe.html> . Acesso em: 16 set. 2016.

_____. **Censo Demográfico 2010**. Aglomerados subnormais: informações territoriais. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=7552>. Acesso em: 04 set. 2016.

_____. **Pernambuco: Jaboaão dos Guararapes**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=260790>. Acesso em: 16 set. 2016.

_____. **Sinopse do Senso Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=26&dados=0>. Acesso em: 31 ago. 2016

JABOATÃO DOS GUARARAPES. **Lei Complementar n° 2/2008 (Município)**, de 2009. Institui o Plano Diretor do Município do Jaboaão dos Guararapes e estabelece as diretrizes para a sua implantação. 1. ed. Jaboaão dos Guararapes, 2008.

_____. PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES. **Projeto de Melhoria da Estrutura de Equipamentos Públicos e Programas de Saúde**. Jaboaão dos Guararapes: 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16809-jaboatao-dos-guararapes-pe&Itemid=30192. Acesso em: 20 out. 2016.

_____. PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES. **Plano Municipal de Regularização Fundiária do Município de Jaboaão Dos Guararapes**. Lei n° 00636/2011. Jaboaão dos Guararapes: 2011. Disponível em: <http://legis.jaboatao.pe.gov.br/0/2011/00636/>.html Acesso em 20 set. 2016.

LEOPOLD. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington, U. S. Geological Survey, 1971.

LAFAYETTE, K. P. V. **Estudo geológico-geotécnico do processo erosivo em encostas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti - Cabo de Santo Agostinho/PE**. 2006. 161p. Tese de Doutorado pela Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006.

LUIZ, G. Diagnóstico de estabilidade aparente de encostas – hierarquização de riscos e planejamento de intervenções. **Anais do 5º Congresso Internacional Sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas CINPAR 2009**, Curitiba, p.1-16, 2009.

MAIOR, M. M. S.; CÂNDIDO, G. A. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. **Cad. Metrop.**, São Paulo-SP, v. 16, n. 31, p.239-262, 2014.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geoteconologias: conceitos básicos**. Santa Maria: CRS; INPE, 2008.

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. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Dissertação (mestrado Ambiente Construído), Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

MEIRA, F. F. D. de A. **Estudo do processo erosivo em encostas ocupadas**. 2008. 474 p. Tese (Doutorado) - Curso de Tese (doutorado), Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MEIRA, F.F.D. de A.; COUTINHO, R. Q.; CANTALICE, J. R. B. . Estudo do processo erosivo em uma encosta ocupada pertencente à formação barreiras. **5º Congresso Brasileiro de Estabilidade de Encostas – COBRAE**. São Paulo, 2009. p. 6.

MELLO, S. S. de. As funções ambientais e as funções de urbanidade das margens de cursos d'água. **Oculum Ensaios - Revista de Arquitetura e Urbanismo**, Campinas - SP, p. 46-61, 2012.

MENDONÇA, M. B. Atividades socioeducativas sobre desastres associados a deslizamentos de terra. Estudo de caso numa comunidade em Niterói, RJ. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. 9, n. 6, p.1-10, 2013.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

MOLFI, P. R. **A urbanização e os impactos ambientais em Palmas: o caso do Jardim Aurenny III**. 2009.130p. Tese de Doutorado pela Universidade de Brasília – Unb. Brasília, 2009.

MOREIRA, H. A. **Diagnóstico da qualidade ambiental da Bacia do Rio Jaboatão: sugestão de enquadramento preliminar**. 2007. 101 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

NASCIMENTO, M. O. T. do. **Riscos de deslizamentos e condições de moradia em aglomerados subnormais na bacia do rio Sanhauá: avaliação e análise integrada**. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB, 2009.

NASCIMENTO, S. P. G. do; SANTOS, J. R. U. dos; MELO, N. A. de. Os riscos ambientais ocasionados pela ocupação irregular na comunidade Vila Emater II, Maceió - AL. **Revista Geonorte**, Maceió, Al, v. 1, n. 4, p.929-937, 2012.

OLIVEIRA, G. O. de. **Assentamentos precários em áreas ambientalmente sensíveis: políticas públicas e recuperação urbana e ambiental em Campinas**. 2008. 200p. Dissertação de Mestrado pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC). Campinas, 2008.

OLIVEIRA, E. L. de A.; ROBAINA, L. E. de S. Gerenciamento de áreas de risco em cidades brasileiras: projetos e programas. **Ciência e Natura**, Santa Maria-RS, v. 37, n. 4, p. 366-384, 2015.

PAULA, B. L. de. **Aplicação do Processo Hierárquico Analítico (AHP) na priorização de áreas de risco geológico para a implantação de intervenções em assentamentos urbanos precários**. 2011. 198 p. Tese (Doutorado) - Curso de Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

PERNAMBUCO. **Agência Estadual de Meio Ambiente: missão, visão e valores**. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/Institucional/missao_visao_valores/41780%3B69304%3B4701%3B0%3B0. Acesso em: 25 set. 2016.

_____. GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA). **Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco**. Coordenação Técnica de Simone Rosa da Silva. Recife – PE, 2006. 104p.

_____. PDE – BASE DE DADOS DO ESTADO. **Aptidão agroecológica dos municípios.** Disponível em: http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?CodInformacao=637&Cod=1 Acesso em: 30 set. 2016.

PFALTZGRAFF, P. A. dos S. **Mapa de susceptibilidade a deslizamentos na Região Metropolitana do Recife.** 2007. 120 p. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2007.

PIZZO, H. da S.; SALAZAR, P. R.; FREITAS, V. E. de. Proposta de utilização da matriz de impactos ambientais (Leopold) variada aplicada ao processo ensino-aprendizagem em IES: Disciplinas Teóricas. **ABENGE - Associação Brasileira de Educação de Engenharia**, Juiz de Fora - MG, p.1-8, 2014.

RIZZON, M. M. **Risco geotécnico de encostas ocupadas:** avaliação e indicação de soluções para mitigar problemas na Vila Graciliano Ramos em Porto Alegre. 2012. 86 P. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

RODRIGUES, C. de Sousa **Mapeamento de suscetibilidade a escorregamentos de Nova Friburgo-RJ por meio de inferência Fuzzy e elaboração de cenários de alerta com uso do TerraMA2.** 2013. 113 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto, Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2013.

RODRIGUES, F. M.; PISSARA, T. C. T.; CAMPOS, S. Análise temporal dos processos erosivos na microbacia hidrográfica do córrego da Fazenda Glória, Taquaritinga-SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-mg, v. 35, n. 3, p.745-750, 2011 (Edição Especial).

SÁ, W. L. F. de. **Autoconstrução na cidade informal:** relações com a política habitacional e formas de financiamento. 2009. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009.

SCHÄFFER, W. B.; ROSA, M. R.; AQUINO, L. C. S. de; MEDEIROS, J. de D. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco.** O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília, p.1-96, 2011. (Série Biodiversidade, v. 41).

SAKIYAMA, N. R. M.; VIANA, L. A.; SILVA, L. K. O. da. Degradação de encostas nos bairros Funcionários e Jardim São Paulo em Teófilo Otoni - MG. **Revista Científica Vozes dos Vales**, Minas Gerais, n. 9, p.1-21, 2016.

SILVA, C. F. A.; BARRETO, E. P. B.; SHULLER, C. A. B.; FERREIRA, B.; MELO, W. D. A. Evolução Multi-temporal do Uso e Ocupação do Solo no Entorno do Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco em Recife. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 9, n. 2, p.319-333, 2016.

SILVA, D. J. da. **Mapa de Riscos de deslizamento e erosão em encostas com ocupações desordenadas no município de Abreu e Lima-PE.** 2016. 200 p. Dissertação (Mestrado) -

Curso de Centro de Tecnologia e Geociências, Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.

SILVA, F. da; FOLETO, E. M.; ROBAINA, L. E. de S. Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Riscos Ambiental: quando as duas terminologias se concentram na mesma tragédia. O caso do morro do baú em Santa Catarina e da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Geonorte**, Amazônia, v. 1, n. 4, p.459-473, 2012.

SILVA, L. S. e; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole** 19, São Paulo, p. 27-47, 2008.

SILVA, M. L. O. da. **Impactos socioambientais decorrentes de ocupações nas margens do Rio Capibaribe, município de São Lourenço da Mata/PE**. 2013. 114p. Monografia - do Curso de Pós Graduação em Gestão e Controle Ambiental pela Universidade de Pernambuco. Recife, 2013.

SILVA, R. R. da. **Proposta para estabilização de uma encosta ocupada em Camaragibe-PE com a consideração de um tratamento global**. 213p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2010.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia do rio Ligeiro (PR). **Revista Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p.387-399, 2008.

TINÓS, T. M.; ZAINÉ, J. E.; FERREIRA, M. V. Proposta de carta geológico-geotécnica a partir de análise integrada: uma ferramenta de planejamento urbano para Poços de Caldas (MG). **Revista Ung - Geociências**, Guarulhos-SP, p.18-37, 2014.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S.; SILVEIRA, V. S. Zoneamento do risco de inundação do Rio Vacacaí no município de São Gabriel, RS. **Geo Uerj**, v. 1, n. 24, p.161-180, 12 ago. 2013. Universidade de Estado do Rio de Janeiro.

TV RAMACHANDRA. **Disasters due to Unplanned Urbanisation**. National Institute Of Disaster Management, New Delhi, India, p.50-65, 2011.

UN-HABITAT. **International guidelines on Urban Territorial Planning**. Publisher: UN-Habitat, 2015. Disponível em: <http://unhabitat.org/books/international-guidelines-on-urban-and-territorial-planning>. Acesso em: 28 abr. 2016.

VALDETARO, E. B.; SILVA, E.; SILVA, J. de C.; JACOVINE, L. A. G. Conjugação dos métodos da matriz de interação e do check-list na avaliação quali-quantitativa de impactos ambientais de um programa de fomento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 611-622, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v39n4/0100-6762-rarv-39-04-0611.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.

VALLE, T. F. **Vulnerabilidade e uso do solo urbano em assentamentos informais em áreas de encosta. Estudo de caso: Comunidade Sete Cruzes no município de São Gonçalo – RJ**. 2009.119 p. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coppe. Rio de Janeiro, 2009.

VIDAL, F. E. C. **A autoconstrução e o mutirão assistidos como alternativas para a produção de habitação de interesse social.** 2008. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2008.

ZIEGLER, G. L. F. **Avaliação do Risco a escorregamentos devido a ocupação na Vila Bela Vista em Santa Maria - RS.** 2013.143p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Construção Civil e Preservação Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2013.

APÊNDICE

Questionário para Encosta

ROTEIRO DA ENTREVISTA COM A POPULAÇÃO DA ÁREA DA ENCOSTA EM JABOATÃO DOS GUARARAPES

- 1) Qual a idade da Ocupação? Especificar _____
- 2) Quantas pessoas residem na casa? Especificar _____
- 3) Usa água do rio Jaboaão para alguma atividade?
 - () Sim
 - () Não
- 4) Já foi vítima de inundação ou enchente na área?
 - () Nunca
 - () Uma vez
 - () Mais de uma vez
- 5) Quais os problemas ambientais e sociais mais ocorridos na área?
 - () Presença de lixo na encosta
 - () Lançamento de esgoto doméstico na encosta
 - () Desmatamento
 - () Falta de educação ambiental na área
 - () Falta de investimentos dos órgãos governamentais
 - () Riscos de inundação ou de enchentes
 - () Risco de contrair doenças por contato com lixo
 - () Falta de manutenção da encosta
 - () Outros
- 6) Existe serviço de coleta de lixo na área?
 - () Sim
 - () Não
- 7) Onde deve ser colocado o lixo?
 - () na Rua
 - () na Encosta
 - () na calçada e em saco plástico para a coleta
- 8) A coleta de lixo na encosta é feita quantas vezes por semana
 - () Nunca
 - () Uma vez
 - () Mais de uma vez

- 9) Como é feita a coleta seletiva na parte superior da encosta?
- 10) Há serviço de abastecimento de água na área?
 Sim
 Não
- 11) Existe tratamento de Esgoto na Área?
 Sim
 Não
- 12) Que providências a Prefeitura e/ou Defesa Civil tomou durante e depois dos episódios de inundações na região?
- 13) Quem você acha que é responsável pela preservação da encosta?
 Prefeitura
 Defesa Civil
 População
 Governo do Estado
 Outro
- 14) Já foi vítima de deslizamento da encosta?
 Nunca
 Uma vez
 Mais de uma vez
- 15) Sua residência tem alguma rachadura ou fissuras?
 Sim
 Não
- 16) A plantação de bananeira na encosta você aprova?
 Sim
 Não
- 17) Sua residência tem fossa?
 Sim
 Não
- 18) Onde a fossa despeja o esgoto?
 na canaleta
 na encosta
 outro
- 19) Já participou de alguma Palestra sobre Educação Ambiental?
 Sim
 Não
- 20) Você também se acha responsável pelas suas ações sobre a encosta?
 Sim
 Não

- 21) Você também já gastou dinheiro com a encosta? Com muro de arrimo ou contenções? ou limpeza de calhas?
- Sim
 Não
- 22) Os resíduos de construção e demolição, o que você faz com eles?
- Joga na encosta
 Procurar os container da Prefeitura para despejos
 Não faz nada e joga no local mais fácil
 Deixa em frente à sua casa
- 23) Você já participou de alguma reunião com a Prefeitura ou Defesa Civil sobre a Encosta?
- Sim
 Não
- 24) Em que ano teve à enchente?
- 25) Sua casa foi atingida pela enchente do Rio Jaboaão?
- 26) Sua casa teve algum dano devido a erosão da encosta? Em que ano?
- 27) Tipo de Construção? Em Alvenaria () Em taipa () Em madeira ()
- 28) Vive nesse local há quantos anos?
- 29) Participa de algum movimento promovido pela Prefeitura ou Defesa Civil?
- Sim
 Não
- 30) Paga IPTU do imóvel ? Qual o valor ? Especificar: _____
- Sim
 Não
- 31) Paga taxa do Bombeiro do imóvel? Qual o valor? Especificar: _____
- Sim
 Não
- 32) Paga conta de água? Qual o valor? Especificar: _____
- Sim
 Não
- 33) Paga conta de energia? Qual o valor? Especificar: _____
- Sim
 Não
- 34) Qual o rendimento médio da família?
- menos de 01 Salário mínimo
 01 Salário mínimo
 01 e 02 Salários mínimos
 Outros (Especificar) _____

35) Citar algumas melhorias que devem ser realizadas na Encosta?