



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO  
E MEIO AMBIENTE

FILLIP GRIMILY PEREIRA FARIAS

A COMPOSIÇÃO DO RISCO AOS MOVIMENTOS DE MASSA NA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE: o caso de Camaragibe-PE

Recife  
2018

FILLIP GRIMILY PEREIRA FARIAS

A COMPOSIÇÃO DO RISCO AOS MOVIMENTOS DE MASSA NA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE: o caso de Camaragibe-PE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

**Área de concentração:** Gestão e Tecnologia Ambiental

**Orientador:** Prof Dr José Coelho de Araújo Filho

**Coorientadora:** Profª Drª Manuella Vieira Barbosa Neto

Recife  
2018

Catalogação na fonte  
Bibliotecária: Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

F224c Farias, Fillip Grimily Pereira.  
A composição do risco aos movimentos de massa na Região Metropolitana do Recife : o caso de Camaragibe-PE / Fillip Grimily Pereira Farias. – 2018.  
115 f. : il. ; 30 cm.

Orientador : Prof. Dr. José Coelho de Araújo Filho.  
Coorientadora : Profª. Drª Manuella Vieira Barbosa Neto.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2018.  
Inclui referências.

1. Meio ambiente. 2. Solo urbano – Uso. 3. Avaliação de riscos ambientais. 4. Relação sociedade-natureza. 5. Análise ambiental. 6. Ocupação urbana da terra. I. Araújo Filho, José Coelho de (Orientador). II. Barbosa Neto, Manuella Vieira (Coorientadora). III. Título.

FILLIP GRIMILY PEREIRA FARIAS

A COMPOSIÇÃO DO RISCO AOS MOVIMENTOS DE MASSA NA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE: O caso de Camaragibe-PE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em : 09/08/2018

---

Prof. Dr. José Coelho de Araújo Filho (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Cláudio Jorge Moura de Castilho (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Rodrigo Dutra Gomes (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Ruy Batista Pordeus (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a todos os professores e amigos que contribuíram para que eu chegasse até aqui!!!

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, pela oportunidade de concluir esse trabalho e por recompensar minha dedicação, e também por ter colocado essa dose extra de curiosidade em minha vida;

À minha Mãe Maria Suely Pereira, pelo carinho e paciência em momentos adversos;

À minha Madrinha Maria José da silva, por sempre estar do meu lado me apoiando;

À Aurora, que vai chegar e redefinir os raios solares da minha vida!

Ao Profº José Coelho de Araújo Filho, pela sua atenção, paciência e confiança e o mais importante por compartilhar comigo sua sabedoria;

À Profª Manuella Vieira Barbosa Neto, por fazer parte da minha evolução acadêmica, e sempre estar solícita às minhas dúvidas e indagações, por me direcionar pelo melhor caminho e pelos conselhos e orientações;

Aos meus Irmãos Igor , Iago e Bárbara Pereira por serem meus Fãs;

À Profª Renata Nunes Azambuja pelos seus conselhos, cuidados e incentivo;

Ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente por ser o real significado do conceito de lugar, onde a interação entre docentes e discentes se perpetuam em um ambiente plural de conhecimento mútuo;

A Coporação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa concedida, fator que auxiliou bastante na produção desse trabalho.

Ao meu Cachorro Paco, por me mostrar o verdadeiro significado da sinceridade e do companheirismo, quando eu olho pra ele, esqueço -me de todos os problemas.

“Não importa o que aconteça, continue a nadar.”

(WALTER, GRAHAM; PROCURANDO NEMO, 2003.)

## RESUMO

O trabalho teve como objetivo relacionar fatores naturais, antrópicos e socioambientais, com os processos de risco a movimentos de massa na cidade de Camaragibe-PE. Com intuito de evidenciar a complexidade da temática trabalhada, foram ressaltados aspectos relacionados a dinâmica histórica das médias diárias de precipitação, elencando os eventos extremos da pluviometria, afim de caracterizar os fatores climáticos do local, e relaciona-los com os parâmetros que delimitam a classificação de alerta máximo nos pontos de risco do município. Para compreender melhor a dinâmica da erosão nos pontos de risco, foi feito um aerolevantamento nos principais pontos, alcançando assim viabilidade para identificar como os processos erosivos ocorrem nas feições geomorfológicas dos pontos, e quais são as condições naturais e antrópicas que potencializam os processos de movimentos de massa. Foi constatado que o período chuvoso na cidade, supera em todos os meses, o parâmetro adotado para atuação da defesa civil, decretando situação de emergência para o município. Foi identificado por meio de um levantamento topográfico, que em todas regiões político administrativas da cidade RPAs, a ocupação das áreas declivosas superam em mais de 100% o valor máximo tomado como parâmetro uso desses localidades, chegando aos 160% na RPA I. Embasados nos dados que evidenciam a configuração da situação de perigo, foi constatado que existe descaso por parte do poder público para com a população residente nos pontos de risco. Isso fica evidenciado devido a situação precária e ausência de infraestrutura urbana para, mitigar os impactos dos deslizamentos. É notória, também, uma falta de sensibilização por parte da população, pois a mesma degrada mais o ambiente perigoso onde está inserida, lançando nos pontos de risco já erodidos águas servidas e resíduos residenciais, potencializando o eminente risco nos pontos. Diante dos exposto se faz necessária uma ação emergencial do poder público, melhorando o seu monitoramento climático para a cidade, preparando a defesa civil para os estágios de alerta máximo contidos no período chuvoso comprovados historicamente, bem como, identificar e realocar a população que reside em declives impróprios para o uso urbano. Consoante a essas atitudes se faz necessário conscientizar a população sobre a ocupação de áreas impróprias bem como, a não degradação desses pontos, elencando as atitudes que agravam a situação de risco/perigo na cidade.

**Palavras-chave:** Relação sociedade-natureza. Análise ambiental. Ocupação urbana da terra.

## ABSTRACT

The goal of this study was to relate natural, anthropogenic and socioenvironmental factors to the risk processes of mass movements in the city of Camaragibe-PE. In order to highlight the complexity of the theme, we emphasized aspects related to the historical dynamics of the daily precipitation averages, listing the extreme events of rainfall, in order to characterize the climatic factors of the site, and relate them to the parameters that delimit the classification of maximum alert in the risk points of the municipality. In order to better understand the erosion dynamics at the points of risk, an aerial survey was made on the main points, thus achieving viability to identify how the erosive processes occur in the geomorphological features of the points, and what are the natural and anthropic conditions that potentiate the movement processes of mass. It was verified that the rainy season in the city exceeds in every month, the parameter adopted for civil defense action, decreasing emergency situation for the municipality. It was identified by means of a topographic survey that in all political administrative regions of the city RPAs, occupation of the declivity areas exceeded by more than 100% the maximum value taken as a parameter of use of these localities, reaching 160% in the RPA I. Based on data that show the configuration of the situation of danger, it was verified that there is negligence on the part of the public power towards the population residing in the points of risk. This is evidenced by the precarious situation and lack of urban infrastructure to mitigate the impacts of landslides. There is also a lack of awareness on the part of the population, as it further degrades the risky environment where it is inserted, releasing at the risk points already eroded wastewater and residential waste, potentializing the eminent risk in the points. In view of the above, it is necessary to take an emergency action of the public power, improving its climate monitoring for the city, preparing the civil defense for the stages of maximum alert contained in the historically proven rainy season, as well as, identifying and relocating the population residing in slopes unsuitable for urban living. According to these attitudes, it is necessary to educate the population about the occupation in inappropriate areas, as well as the non-degradation of these points, listing the attitudes that may aggravate the risk/danger situation in the city.

**Keywords:** Society-nature relation. Environmental analysis. Urban-land occupation

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três Dimensões
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Água
APAC	AGENCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA
CEPEP	Centro de Profissionalização e Educação de Pernambuco
CONDEPE/FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PPA	Plano Plurianual
RMR	Região Metropolitana do Recife
SAMARCO	Samarco Mineração S.A.
<b>c'</b>	Coesão
<b>g</b>	gravidade
<b>f</b>	coeficiente de atrito
$\sigma'$	tensão normal na superfície potencial de ruptura
<b>d</b>	Tensão cisalhante
<b>f</b>	resistência ao cisalhamento
<b>mob</b>	tensões cisalhantes mobilizadas

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ação da gravidade nas encostas.....	36
Figura 2- Atuação gravitacional em diversos níveis de declividade.....	38
Figura 3- Principais movimentos de massa.....	43
Figura 4- Geometria da condição de ruptura por escorregamento.....	46
Figura 5- Levantamento topográfico RPA 1 no Município de Camaragibe.....	64
Figura 6 – Fluxo lateral de massa, registrado equipamento aerofotogramétrico em encostas na área urbana de Camaragibe (PE).....	65
Figura 7- Caracterização do ponto 1 Bairro dos Estados (RPA I).....	84
Figura 8- Levantamento topográfico no ponto 1.....	86
Figura 9- Acumulo de Resíduos na Vertente RPA 1.....	87
Figura 10 - Plano de erosão na encosta RPA 1.....	87
Figura 11 - Avanço da erosão para a rua e moradias RPA 1.....	88
Figura 12 - Acampamento MST RPA 2.....	89
Figura 13 - Transição adaptada em acampamento do MST Bairro João Paulo II (RPA II)....	90
Figura 14 - Levantamento topográfico no Bairro João Paulo II RPA(II).....	91
Figura 15 - Distância da vertente no Bairro São Pedro/ São Paulo RPA (III).....	92
Figura 16 - Moradia interditada pela defesa civil na RPA III.....	93
Figura 17 - Pontos de Risco/Perigo no local, RPA III.....	95
Figura 18 - Impacto da atividade antrópica na vertente, RPA III.....	96
Figura 19 - Presença de bananeiras e uma macaubeira no ponto 4.....	98
Figura 20 - Fundações da residência no ponto de coleta 4, Tabatinga.....	98
Figura 21 - Movimento de massa em contato direto com edificação.....	100
Figura 22 - Desgaste de lonas na encosta na RPA IV Tabatinga.....	101
Figura 23 Medição entre a encosta e a moradia.....	102
Figura 24 Instalações precárias de reservatórios de água em pontos de risco na RPA V - cidade de Camaragibe (PE).....	103
Figura 25 Levantamento Topográfico Ponto 5 Bairro Vera Cruz RPA (V) , cidade de Camaragibe (PE).....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histórico de mortes na Região Metropolitana.....	19
Gráfico 2 – Climograma de Camaragibe-PE.....	58
Gráfico 3 – Médias Trimestrais.....	67
Gráfico 4 – Médias de Precipitação Pluviométrica em Camaragibe-PE.....	69
Gráfico 5 – Níveis de Precipitação de Camaragibe.....	70
Gráfico 6 – Ocorrências precipitação maiores que 50 mm Camaragibe-PE.....	72
Gráfico 7 – Ocorrências com percentual da precipitação significativa Pr95 e Pr99 em Camaragibe (PE).....	74
Gráfico 8 – Precipitação Prmax da série histórica Camaragibe-PE.....	75
Gráfico 9 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao primeiro trimestre do ano (janeiro, fevereiro e março JFM), Camaragibe-PE.....	76
Gráfico 10 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao segundo trimestre do ano (Abril, Maio e Junho - AMJ), Camaragibe-PE.....	77
Gráfico 11 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao terceiro trimestre do ano (Julho, Agosto de Setembro - JAS), Camaragibe-PE.....	78
Gráfico 12 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao quarto trimestre do ano (Outubro, Novembro e Dezembro - OND), Camaragibe-PE.....	78
Gráfico 13 – Precipitação total anual e desvio padronizado DPP da média de chuvas em Camaragibe-PE.....	81
Gráfico 14 – Regressão linear (a) e Teste sequencial de MK (b) para as séries de precipitação anual de Camaragibe-PE.....	82

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1 – Localização da Área de estudo.....	53
Mapa 2 – Geomorfologia de Camaragibe-PE.....	54
Mapa 3 – Precipitação em Camaragibe-PE.....	56
Mapa 4 – Precipitação de Camaragibe-PE.....	57
Mapa 5 – Mapa de solos do município de Camaragibe.....	59

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classes de cada intervalo do Fator de Segurança para os projetos de Taludes Aceitáveis.....	47
Quadro 2 – Fatores deflagradores dos movimentos de massa.....	48
Quadro 3 – Fluxograma da Metodologia usada.....	52
Quadro 4 – Classificação de Riscos (PMRR2006).....	61
Quadro 5 – Equação da declividade.....	64
Quadro 6 – Limites de precipitação para ação da Defesa Civil em Camaragibe-PE.....	66

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Limites aceitáveis para utilização de áreas declivosas.....	63
Tabela 2 - Relação entre a Precipitação e o alerta máximo.....	83
Tabela 3- Dados topográficos Bairro dos Estados RPA (I).....	85
Tabela 4 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA I.....	86
Tabela 5 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA II.....	91
Tabela 6 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA III.....	93
Tabela 7 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA IV.....	99
Tabela 8 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA V.....	104

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos Geral.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>O Ambiente.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>A Relevância das interpretações físicas e humanas do ambiente.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Conceitos Elementares de Riscos e Áreas de Riscos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>A conjuntura Espacial do território brasileiro.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5</b>	<b>A ocupação da região Nordeste.....</b>	<b>32</b>
<b>2.6</b>	<b>Aspectos Meteorológicos e Climáticos.....</b>	<b>34</b>
<b>2.7</b>	<b>Conceito de movimentos de massa.....</b>	<b>34</b>
<b>2.8</b>	<b>Declividade aplicada aos movimentos de massa.....</b>	<b>35</b>
<b>2.9</b>	<b>A Geomorfologia ligada aos movimentos de massa.....</b>	<b>36</b>
<b>2.10</b>	<b>Formas de movimentação geológica nas encostas.....</b>	<b>37</b>
<b>2.11</b>	<b>Características dos movimentos de massa.....</b>	<b>39</b>
2.11.1	Quedas.....	40
2.11.2	Rastejo e Tombamento.....	40
2.11.3	Deslizamentos e Escorregamentos.....	41
2.11.4	Deslizamento de Blocos e placas.....	41
2.11.5	Deslizamento de Rochas.....	42
2.11.6	Deslizamento de Detritos.....	42
2.11.7	Espalhamento Lateral e Fluxos.....	42
<b>2.12</b>	<b>A Estabilidade dos Taludes.....</b>	<b>44</b>
<b>2.13</b>	<b>A Relação entre a precipitação e a água armazenada no solo como fator de segurança.....</b>	<b>47</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>51</b>
<b>3.1</b>	<b>Metodologia aplicada.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterização da Área.....</b>	<b>52</b>
<b>3.3</b>	<b>Geomorfologia.....</b>	<b>55</b>
<b>3.4</b>	<b>Precipitação.....</b>	<b>57</b>
<b>3.5</b>	<b>Solos.....</b>	<b>58</b>

<b>3.6</b>	<b>Critérios de seleção para os dados meteorológicos e das áreas de estudo.....</b>	<b>60</b>
<b>3.7</b>	<b>Tratamento dos dados meteorológicos. ....</b>	<b>61</b>
3.7.1	Procedimento adotado para o Levantamento Topográfico. ....	62
3.7.2	Procedimentos para o Aerolevantamento.....	64
3.7.3	Parâmetro de relação entre a precipitação e risco em Camaragibe- PE.....	65
3.7.4	Critérios para relacionar fatores antrópicos e socioambientais que contribuem para aumentar riscos/perigos a movimento de massa nas áreas de encostas.....	67
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>Dados sistematizados da precipitação pluviométrica do município.....</b>	<b>69</b>
<b>4.2</b>	<b>A relação entre os fatores que compõem o cenário potencial de risco/perigo a movimentos de massa em Camaragibe.....</b>	<b>82</b>
4.2.1	Região político administrativas.....	83
4.2.1.1	<i>(RPA I) Bairro dos Estados.....</i>	83
4.2.1.2	<i>(RPA 2) João Paulo II.....</i>	88
4.2.1.3	<i>(RPA 3) Bairro: São Pedro/ São Paulo.....</i>	91
4.2.1.4	<i>(RPA IV) Bairro: Tabatinga.....</i>	97
4.2.1.5	<i>(RPA 5) Bairro: Vera Cruz.....</i>	101
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>105</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>107</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As análises ambientais são substancialmente complexas, cingidas por um evidente caráter multidisciplinar, de forma que as relações entre os fatores socioambientais estabelecem uma dinâmica crucial na formação e ocupação do espaço. Nesse contexto, os recursos naturais assumem a função de um substrato físico elementar, servindo como uma base física estruturadora onde ocorrem distintas formas de interações socioespaciais.

Com efeito, podemos observar que, para uma abordagem intricada, as relações plurais se fazem pertinentes, fluindo intrinsecamente entre os aspectos físicos e humanos na atividade espacial. Faz-se importante enfatizar o campo social, assim como onde suas interações acontecem, uma vez que é no caminho percorrido desde a ordem até a organização, quando são, tratadas e inseridas para o estudo do sistema ambiental complexo, que identificamos pontos fundamentais para contribuir com o progresso do conhecimento. Existem valores, heranças e culturas presentes na relação simbólica dentro do ambiente ecológico, que abarcam sua fauna e flora, como também nas relações humanas correspondentes às ocupações e interações com o território, os quais refletem diretamente sobre a identidade cultural ao longo da escala espaço-temporal. Nesse sentido, entendemos o vínculo entre a ordem e desordem trabalhadas por Morin (1973) em sua obra “A Natureza da Natureza”.

Assim, ordem, desordem e organização co-produziram-se simultânea e reciprocamente. Sob o efeito dos encontros aleatórios, as imposições originais produziram ordem organizacional, as interações produziram inter-relações organizacionais. Mas também podemos dizer que, sob o efeito das imposições originais e das potencialidades organizacionais, os movimentos desordenados, desencadeando encontros aleatórios, produziram ordem e organização. Existe, portanto, de fato, um anel de co-produção mútua (MORIN, 1973, p. 53)

Para Castro (2005), o risco pode ser tomado como uma categoria de análise associada a priori às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos em função de processos de ordem “natural”(tais como os processos exógenos e endógenos da Terra) e/ou daqueles associados ao trabalho e às relações humanas. O risco lato sensu refere-se, portanto, à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, e à maneira como estes processos afetam direta ou indiretamente a vida humana. Na visão de Castro 2005

De maneira geral, poderíamos dizer que a gênese dos riscos, assim como o aumento da capacidade de gerar danos e de sua escala de abrangência, acompanham a história da sociedade. A questão que pode ser colocada, considerando o risco como objeto de investigação

científica sistemática, atualmente estudado a partir de bases teóricas e conceituais, é: quando e como adquire caráter e status científico (CASTRO, 2005, p. 12).

A exploração colonial predatória marcou o continente americano em diferentes sentidos, de modo que a apropriação da extensão territorial se configurou no litoral graças à extração do pau-brasil e posteriormente com a prática agrícola, que diz respeito a um dos fatores a possibilitar a fixação do homem no espaço.

Inúmeros sistemas de organização espacial fundamentados na agricultura subjugaram o território brasileiro, dentre os quais os engenhos de cana-de-açúcar desempenharam um papel respeitável na formação, ocupação e distribuição antrópica na superfície desde o século XVII até a contemporaneidade. No nordeste brasileiro, por conseguinte, Pernambuco se destacou com a produção da cultura canavieira. Alguns fatores naturais como o tipo de solo, clima e drenagem, representaram os elementos físico-naturais que potencializaram seu rendimento e contribuíram para a atividade cultural da cana-de-açúcar sucedida em boa parte da zona da mata do nordeste brasileiro com o sentido norte-sul, além de algumas localidades peculiares no agreste e sertão.

Em consequência disso, várias cidades atribuíram ao negócio canavieiro sua principal fonte de renda, como, por exemplo, Camaragibe a princípio pertencente ao município de São Lourenço da Mata, e cuja proximidade ao porto do Recife a privilegia geograficamente. Assim, o contato naturalmente vantajoso com a bacia hidrográfica do rio Capibaribe revelou-se favorável a um significante escoamento de produção e consequente comércio entre ambas as cidades.

Com o crescimento da indústria, a cidade foi sede de investimentos no setor têxtil a começar com a fábrica Braspérola alocando trabalhadores em vilas de operários, fator que intensificou o crescimento urbano. Atualmente, Camaragibe apresenta um potencial econômico exponencial, sendo atrativa para os mais diversos projetos de grande porte. Empresas como o Atacadão e Açaí já estão em pleno funcionamento e, além disso, prossegue com o andamento da construção do Shopping Camará, agora em sua fase de acabamento, representando um empreendimento arquitetônico expressivo, que implica direta e indiretamente muitos impactos naturais e sociais.

Essa conjuntura de crescimento desenfreado constitui um sistema de desenvolvimento econômico, envolto no qual o crescimento econômico se apresenta como inversamente proporcional ao desenvolvimento social. Diante de tal perspectiva e sem o

devido acompanhamento e planejamento, tanto da iniciativa privada, que modifica e transforma o espaço de acordo com seu interesse lucrativo, quanto do estado representado pela prefeitura cuja responsabilidade reside na organização e gerenciamento espacial da cidade, mas que, em contraponto, se curva também às imposições do capital, nos deparamos com parte da problemática estudada.

Entre os fatores naturais, cabe destacar a importância da precipitação pluvial que exerce uma influência direta nos deslizamentos da superfície terrestre. Segundo Tatizana (1987), os limites de precipitação causadores de deslizamento variam de região para região da cidade, devido a vários fatores: como ogeológico, o topográfico, a intensidade pluviométrica, e a ocupação e interferência antrópica. De acordo com Lacerda (2015), na Região Metropolitana do Recife estes efeitos podem ser agravados pelo aumento médio do nível do mar, tendo em vista a alta densidade populacional do litoral ( $882\text{ hab./km}^2$ ), o percentual elevado de impermeabilização do solo e as baixas altitudes da área costeira (entre 2 e 4 m). Tudo isso em conjunto acarreta grande risco para a cidade.

Nesse sentido, segundo o plano diretor da cidade de Camaragibe (2007), trata-se de uma cidade dotada de uma densidade demográfica de  $2733\text{ hab/km}^2$ , que, segundo o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNCG), é considerada alta, visto que ultrapassa  $500\text{ hab/km}^2$ . Sendo assim, esse grande volume populacional distribuiu-se irregularmente, uma vez que a desigualdade social reverbera-se diretamente na ocupação do território/espacó urbano. De acordo com o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR 2006), Camaragibe possui uma extensão territorial de 5.180 ha, e desse total 287,10 ha estão situados em áreas de risco, aproximadamente 5,54% do território da cidade.

A cidade de Camaragibe cumpre uma importante função na Região Metropolitana do Recife (RMR). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), possui uma população de 151.587 habitantes, sendo o sexto município mais populoso da RMR.

A concentração da população, em um território com as características ambientais supracitadas, remonta um cenário de risco/perigo a movimentos de massa, e consequentemente a perda de vidas, onde Camaragibe ocupa o terceiro lugar no número de mortes, logo atrás de Recife e Olinda e superando Jaboatão dos Guararapes, como podemos ver no gráfico 1 adaptado por Bandeira (2010).

Gráfico 1 – Histórico de mortes na Região Metropolitana

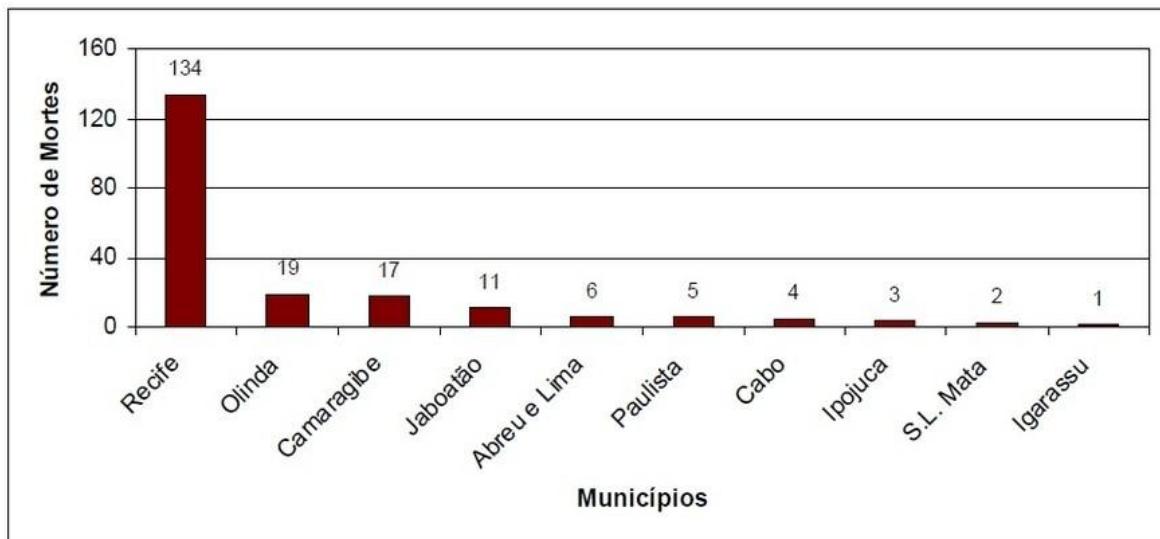


Figura II.28: Histórico de Mortes por Municípios da RM-Recife (1984-2009)

(Fonte: ALHEIROS, 1998; BANDEIRA, 2003; Jornal do Commercio)

## 1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desde trabalho é identificar quais são dos fatores naturais Ambientais que corroboram para a configuração do risco/perigo aos MOVIMENTOS de massa no município de Camaragibe, Pernambuco.

## 1.2 Objetivos Específicos

- 1) Sistematizar informações sobre a precipitação pluviométrica numa série temporal desde 1998 até os dias atuais do município.
- 2) Relacionar a precipitação e os riscos a movimentos de massa.
- 3) Fazer um levantamento aerofotogramétrico (com Drones) em pontos de risco/perigo na cidade.
- 4) Levantar os principais pontos que apresentam riscos/perigos a movimentos de massa nas 5 RPAS da cidade, correlacionando-os com o nível de declividade das encostas.
- 5) Relacionar fatores antrópicas e socioambientais que contribuem para aumentar riscos/perigos aos movimento de massa nas áreas de encostas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 O Ambiente

A epistemologia do ambiente é substancialmente complexa em sua totalidade, na medida em que as relações sociais e os elementos físicos naturais praticam uma atividade contínua em um lineamento tênue desenrolado cronologimamente ao longo do espaço e do tempo, se projetando em um cosmos. Estamos preparados para entender tamanhas relações? Contemplando Carl Sagan (1992), houve um tempo antes do Sol e da Terra existirem, antes de haver dia ou noite, antes, muito antes, de existir alguém para registrar o início em benefícios dos que viessem posteriormente. Esse pensamento revela que não estamos dotados com sentidos adequados para a sua compreensão até então, além de que ele ainda permanece obscuro diante da nossa capacidade de interpretação e desbravamento no que concerne a essa dimensão cosmológica.

Compreender como se comportam as distribuições físicas universais e direcioná-las em uma parte, ainda que relativamente limitada para o aprendizado e interpretação do ambiente, requer uma abstração que rompe com os paradigmas científicos convencionais. Maxwell (1872) foi um pioneiro nessa temática, projetando diante das leis termodinâmicas um experimento imaginário, uma caixa portando gases em equilíbrio térmico, submetida ao grau de desordem entrópico molecular. Maxwell dividiu-a em duas partes, limitadas por uma porta que era controlada por uma entidade, um “demônio”, capaz de enxergar as partículas, bem como sua velocidade, e que, ao observar as diferentes velocidades, separava as moléculas de acordo com sua atividade entrópica.

Existe uma relevância guarnevida de uma precisão cirúrgica, ante os pressupostos traçados. O experimento de Maxwell sinalizou uma pequena amostra da relação entre as organizações complexas e ambientais, declarando que, mesmo diante da desordem cosmológica contida em nosso ambiente, ainda vive a possibilidade de organização que, se devidamente estruturada, tem como resultado uma ordem natural.

Para vislumbrar o entendimento da complexidade ambiental, faz-se indispensável uma preparação inicialmente de caráter interdisciplinar, considerando diversas situações que se encontram atuando concomitantemente em seus fundamentos, visto que a relação entre a natureza e a sociedade se confere em constante atividade, suscitando um ambiente cada vez mais plural. Diante da ideia ecologizante proposta por Morin (2003), entendemos que:

Tal pensamento torna-se, inevitavelmente, um pensamento do complexo, pois não basta inscrever todas as coisas ou acontecimentos em um ‘quadro’ ou uma ‘perspectiva’. Trata-se de procurar sempre as relações e inter-retro-ações entre cada fenômeno e seu contexto, as relações de reciprocidade todo/partes: como uma modificação local repercute sobre o todo e como uma modificação do todo repercute sobre as partes. Trata-se, ao mesmo tempo, de reconhecer a unidade dentro do diverso, o diverso dentro da unidade; de reconhecer, por exemplo, a unidade humana em meio às diversidades individuais e culturais, as diversidades individuais e culturais em meio à unidade humana (Morin, 2003, p. 25).

Já para Leff (2009), o ambiente está ligado conceitualmente a um objeto complexo, constituído por processos de ordem natural, técnica e social, cujas causas e objetivos não podem ser contemplados em um modelo global, por mais complexo, aberto e holístico que pretenda ser.

A capacidade de raciocinar, o pensamento, os sentimentos e fundamentalmente a capacidade de estruturar os conhecimentos em seus mais distintos níveis, representa uma característica capital que destaca o homem na natureza. Entretanto, ao longo do desbravamento dos campos científicos, o homem fragmentou de tal modo o conhecimento em sua complexidade, que uma reconstrução inter e transdisciplinar se mostra cada vez mais rara e longínqua para o nosso entendimento. E é diante de inúmeros problemas ambientais apresentados em nossa convivência, que nos vemos cada vez mais amarrados às nossas correntes e ideologias ramificadas cientificamente. Leff (2009) aponta que:

A partir da complexidade da problemática ambiental dos múltiplos processos que a caracterizam, questionou-se a fragmentação e a compartimentação do conhecimento disciplinar, incapaz de explicá-la de resolvê-la. Entretanto, a retotalização do saber proposta pela problemática ambiental é mais do que a soma e a articulação dos paradigmas científicos existentes; implica a transformação de seus conhecimentos para internalizar o saber ambiental emergente. A necessária inter e transdisciplinaridade do saber ambiental transcendem os alcances de um paradigma globalizante, a unificação das homologias de diferentes teorias ou, a integração de saberes diversos por uma metalinguagem comum (Leff, 2009, p. 148).

Qualquer forma de imposição radical relacionada à indução científica ou aos modos de produção do conhecimento, confere-se geralmente equivocada. Não se faz ciência de maneira burocrática, já que a essência do conhecimento do qual somos dotados é livre e natural. O que nos cabe, afinal, é reformular o nosso processo de construção dos saberes e ter humildade de equilibrar os pontos que apresentam déficit de acordo com o que nos é

formalmente apresentado e com as dinâmicas e tendências teóricas descobertas no curso do tempo.

Quando estamos abertos para entender novas ideias e posicionamentos, equilibrando-os e, assim, correlacionando-os com o que trabalhamos, nos tornamos verdadeiramente pesquisadores e pioneiros do saber. Tal exercício se caracteriza como um conhecimento puro, sem a limitação de fatores, anulações ou restrições, que caminha para a essência da complexidade. Edgar Morin (2003) brilhantemente afirma que:

A dialógica permite assumir racionalmente a inseparabilidade de noções contraditórias para conceber um mesmo fenômeno complexo. Niels Bohr, por exemplo, reconheceu a necessidade de conceber partículas físicas como corpúsculos e como ondas, ao mesmo tempo. De um certo ponto de vista, os indivíduos, na medida em que desaparecem, são como corpúsculos autônomos; de um outro ponto de vista – dentro das duas continuidades que são a espécie e a sociedade –, o indivíduo desaparece quando se consideram a espécie e a sociedade; e a espécie e a sociedade desaparecem quando se considera o indivíduo. O pensamento deve assumir dialogicamente os dois termos, que tendem a se excluir um ao outro (Edgar Morin, 2003, p. 89).

## 2.2 A Relevância das interpretações físicas e humanas do ambiente

Segundo Ross (2006), as características físicas e químicas reagem ao funcionamento dos diferentes estados físicos que a natureza apresenta, e esta, apesar das fortes agressões pela ação humana, não sofre mudanças em sua essência, tendo grande capacidade de auto-regeneração. A partir dessa análise, temos a introdução ao conceito de resiliência, o que comumente entende-se por meio de um viés inicial pertinente à visão de equilíbrio. Entretanto, o que realmente prejudica uma concepção mais completa diz respeito ao fato de não conseguirmos distinguir essa impressão originária da real teoria da resiliência. Deparando-se com as indagações de Buschbacher (2014), entende-se

No fundo, a teoria da resiliência faz parte de uma mudança de paradigma na ciência como um todo, desde uma visão baseada na estabilidade e no equilíbrio para um mundo de incerteza e pontos de limiar. A partir da revolução científica de Bacon, Newton e outros no Iluminismo, a ciência avançou a partir da observação empírica e da descrição matemática baseada em uma abordagem “reducionista”, na qual uma variável inserida no sistema é modificada, enquanto outras condições são mantidas constantes (por meio de um tratamento “controle”). O êxito desta abordagem levou ao enraizamento de um paradigma, ainda predominante, de como o universo funciona (Buschbacher, 2014, p. 12).

O século XX sublinhou-se com diversos movimentos confrontando as questões ambientais, movimentos estes fornecidos por diferentes seguidores dos mais variáveis estratos sociais, presentes em um cenário de constante transformação e dinâmica entre os fatores socioambientais e biofísicos. Para Bailly; Ferras (1997) apud Mendonça (2001), em 1917, o meio ambiente correspondia para uma planta ‘o resultante de todos os fatores externos que agem sobre ela’. Em 1944, para um organismo, concordava com ‘a soma total efetiva de fatores aos quais um organismo responde’.

Posteriormente, já na segunda metade do mesmo século, em 1964, Harant; Jarry apud Mendonça (2001) propõem ‘o conjunto de fatores bióticos (vivos) ou abióticos (físico-químicos) do habitat’. Em 1971, segundo Ternisien apud Mendonça (2001), o ‘conjunto, num momento dado, dos agentes físicos, químicos e biológicos e dos fatores sociais suscetíveis de ter um efeito direto ou indireto, imediato ou a termo, sobre os seres vivos e as atividades humanas’. E aí está a palavra epidêmica vítima da inflação “jornalística”.

As desordens entrópicas dos elementos físicos e naturais batem à nossa porta com a classificação de crise no ambiente. Esse fator nos leva a refletir da seguinte forma: qual será o nosso real entendimento sobre a natureza? Leff (2001) apresenta que a crise ambiental é a crise do nosso tempo. O risco ecológico denota um fator limitante e emergencial em nossa realidade, que ressignifica e reorienta o curso da história, como os limites do crescimento econômico, populacional, desequilíbrios ecológicos e a capacidade de sustentação da vida, limites estes que também retratam a pobreza e a desigualdade social.

O homem faz parte da natureza, não podendo se colocar acima do ambiente. Independentemente da maneira como se apropria de seus recursos orgânicos, ele ainda está subjugado às leis da natureza, e essa submissão se espelha na forma de diversos impactos socioambientais. Todavia, mesmo diante de tais situações, segundo as quais apresentavam e apresentam riscos eminentes em múltiplas divisões da sociedade, deixa-se escapar essa questão sem atribuí-la os devidos valor e preocupação, ora por desconhecimento dos fatos, ora por intencionalidades conjecturadas nos sistemas sociais, como, por exemplo, o capital.

Elementos sociais têm uma importância fundamental nas abordagens ambientais. No entanto, o sistema adentrou na sociedade de tal maneira que suas raízes transcendem os aspectos econômicos, sociais e até mesmo psicológicos, se apropriando da capacidade intelectual humana através da materialização do conhecimento na forma de técnica e tecnologia.

Isso se vinculou ao potencial das relações de poder e controle sociais, instaurando uma subversão de valores digna da classificação primitiva do “selvagem”, com ideais de lucro predatório, que são capazes de esvair recursos naturais e inclusive vidas humanas em questão de segundos.

O capital traça uma peculiaridade intricada abastecida de uma capacidade que consegue diluir-se sociometabolicamente no próprio ambiente complexo. No século XIX, a sociedade e a ciência foram presenteadas com as contribuições de Karl Marx nos planos do pensamento sociológico e também complexo, demonstrando a relação entre a sociedade e a natureza.

Norteando-se a partir dessa ideia, Marx produz uma concepção que interliga as relações econômicas, sociais, sistemas políticos e ideologias, dando forma a um sistema catalogado como modo de produção. Essa característica serve como a base do materialismo histórico e dialético, que de maneira teórica nos permite, através de elementos básicos, nos aproximar de um dado momento histórico e compreendê-lo em sua estrutura dinâmica com o comportamento de seus fluxos.

Uma pequena amostra do efeito que o capital exerce na sociedade rente aos impactos irracionais dos seus modos de produção fora apontada por Espícola; Arruda (2008), mostrando que o crescimento populacional em concomitância com os novos padrões de produção e consumo, redundam em quantidades significativas de resíduos e substâncias que são atirados descontroladamente no ambiente. Problemas sociais como a concentração de desempregados e miseráveis excluídos nos espaços urbanos, caracterizados por desigualdades potencialmente extremas, acabam por produzir e reproduzir uma crise social exponencial representada pela marginalidade, delinquência e narcotráfico.

O homem é dotado de capacidade para romper com essas imposições sistemáticas do capitalismo. E nesse sentido outro aspecto pode ser abordado, como a ética humana frente ao real valor que o ambiente simboliza para a sociedade. Segundo Cortella (2009) apud Neme; Santos (2012), a ética consiste no que marca o horizonte da nossa convivência, como também se trata da oportunidade de olharmos para nossos princípios e valores, coexistindo juntos e orientando as nossas condutas. Embasados em tais pensamentos, devemos assumir uma postura ativa acerca da relação que o homem deve ter com o ambiente, para o que Mota (2009) apresenta a seguinte proposição:

As relações entre o homem e a natureza constituem uma das mais importantes instâncias em que se devem unir os adventos do desenvolvimento técnico-científico com as vantagens de uma economia

mais humanista. Para consegui-lo, é preciso não apenas incentivar a ciência e a técnica, mas também equilibrar por todos os meios a estrutura econômica e de produção da economia, desenvolver o enfoque científico integral, sistêmico, que permitirá evitar, onde seja possível, que algumas atividades derivem em danos ecológicos a outras e se deteriore a situação ecológica ainda mais no seu conjunto. É necessário reestruturar aos poucos a produção sobre uma base qualitativamente nova, começar a criar complexos de produção que economizem matérias primas importantes e protejam o ambiente contra sua destruição promovida pela própria produção industrial (e pós-industrial) (Mota, 2009, p. 36).

### 2.3 Conceitos Elementares de Riscos e Áreas de Riscos

O risco é uma situação envolvida por condicionantes, caracterizando uma probabilidade de um evento atingir uma determinada região e assim gerar danos. Para conceituar o risco é necessária uma análise conjuntural levando em consideração principalmente as probabilidades das ocorrências e seus respectivos impactos. Na consideração de Dagino (2007) o risco é interpretado como a probabilidade de que um evento –esperado ou não esperado – se torne realidade. A ideia de que algo pode vir a ocorrer, já é suficiente para configuração do risco.

Dentro da interpretação para sua admissão, o conceito de risco ainda gera muitos debates na comunidade acadêmica internacional, de acordo com Rebelo (2014).

Haverá diferenças entre “hazard” (ou “aléa”, seu equivalente em francês) e risco (“risk”, em inglês, ou “risque” em francês)? E entre “hazard” e perigo. Será tudo a mesma coisa? Os estudos comparativos sobre a utilização de termos para significar esta possibilidade, especialmente na França, mas também noutros países europeus, como por exemplo em Portugal, demonstraram que a palavra risco era quase sempre utilizada para referir a probabilidade de ocorrência de um acontecimento danoso, que a palavra perigo se utilizava para situações de grande proximidade da manifestação de um risco e que a palavra crise era frequentemente utilizada nas situações de manifestação completa de um risco, fora do controle do Homem (Rebelo, 2014, p. 9).

Um fator limitante na tarefa para delimitar a dimensão do risco, se enquadra na caracterização de ocorrências incertas, o que dificulta a sua análise. O sentido para entendemos uma ramificação conceitual e compor a quantificação dos riscos é proposto por Almeida (2014)

O risco é uma realidade objetiva que existe independentemente dos valores e das opiniões subjetivas das pessoas – tal como noutras

situações, a aplicação de uma metodologia científica permitirá a identificação da relação entre fatos, a quantificação, a previsão e o controle do risco— uma posição positivista do risco. Uma construção humana face a acontecimentos incertos com con- sequências danosas. O risco pode até ser considerado como reação subjetiva a fenômenos da experiência pessoal e social — uma posição relativista do risco (Almeida, 2014, p 19).

Diante dessa bifurcação entre as porções positivistas e relativistas do risco, para Almeida (2014) ao analisar na forma quantitativa o risco permite e a internalização dos riscos em análises de “custo-benefício” e em processos multicritérios de decisão. Esta capacidade é apreciada nos projetos de sistemas tecnológicos complexos ou no planeamento de medidas de proteção dispendiosas contra riscos naturais.

Segundo Almeida (2014), a expressão canônica da definição do risco quantitativo é apresentada, atualmente, de diversas formas. Uma das mais eficazes na análise e na gestão de riscos quantitativas é a seguinte:

$$\text{Risco} = \text{Prob}(M) \times \text{Exposição}(M) \times \text{Vulnerabilidade (M)} \quad \text{Risco} = \text{PxExV}$$

Onde  $\text{Prob}(M)$  significa Perigosidade se caracterizando como a probabilidade do processo ocorrer ; Exposição (M) refere-se aos bens expostos ao potencial risco; e Vulnerabilidade (M) (física) grau de dano ou perda.

O perigo está enquadrado dentro das possibilidades conhecidas, dentro do universo de probabilidades que o risco apresenta. Nesse sentido Rebelo (2014) apresenta que quando se fala em perigo, fala-se de um risco devidamente identificado, estudado, analisado, que pode estar muito perto de se manifestar, causando danos — e isso deduzir-se-á do fato de já existirem sinais.

Para Santos (2007) a vulnerabilidade do sistema e os desastres ambientais nunca dependem de um único fator ou variável, mas de um conjunto deles, que determinam as condições do meio. Já para Tedim (2014), a vulnerabilidade refere-se às características inerentes aos sistemas sociais e ecológicos que criam o potencial para o dano em caso de ocorrência de fenômenos potencialmente perigosos.

## 2.4 A conjuntura Espacial da formação do território brasileiro

Conceitualmente, para analisar as modificações sucedidas no ambiente às categorias forma, função, estrutura, processo e totalidade, eleitas por Milton Santos como as principais a serem consideradas no diagnóstico geográfico do espaço, constituem- se como a categoria

principal e, por sua vez, ampara a compreensão do território e o entendimento da dinâmica espacial no que tange a formação do espaço urbano. O espaço, dessa maneira, é construído processualmente no tempo e contém uma estrutura organizada por formas e funções que podem variar historicamente em relação a cada sociedade e lugar. De fato, Milton Santos diz que:

O processo significa a ação que é realizada de modo contínuo, visando a um resultado que implica tempo e mudança. Os processos ocorrem no âmbito de uma estrutura social e econômica, resultando de suas contradições internas. Assim, ao considerarmos esses processos em conjunto, podemos analisar os fenômenos espaciais na sua totalidade. Totalidade e tempo são categorias fundamentais para o estudo do espaço. A totalidade possui caráter global e tecnológico; apresenta-se pelo modo de produção, pelo intermédio da FES (Formação Econômica e Social) e da história; é inseparável da noção de estrutura. (Santos, 1978, apud Saquet e Silva, 2008, p.33).

Na presença dessa interação entre geofatores, podemos frisar a relação dialética entre as categorias de análise, as quais se abreviam em espaço e paisagem, utilizadas como elementos diretamente conectados à compreensão da metamorfose no espaço temporal conjecturando o território urbano.

De acordo com a percepção variável do tempo em atuação, podemos perceber as caracterizações concorrentes e dinâmicas que compõem a forma de interação entre a sociedade e o espaço que, por conseguinte, determinam a complementação entre os geofatores físicos e sociais.

Para Fani (2011), a sociedade e o espaço não podem ser vistos desvinculadamente, pois a cada estágio do desenvolvimento da sociedade corresponderá um estágio de desenvolvimento da produção espacial. De um lado, a sociedade com o seu trabalho, suas técnicas, seus instrumentos; do outro lado, as características geoambientais que são constituídas através dos geofatores físicos presentes no espaço. Ainda com base na mesma autora, na relação do homem com a natureza produz-se:

- A natureza modificada, transformada, reproduzida;
- Os produtos necessários para a sobrevivência da sociedade, capazes de satisfazer suas necessidades;
- Novas relações sociais, modos de pensar e de vida, cultura, ideias etc.

O surgimento de uma cidade vincula-se a uma ou mais funções urbanas. Dessa forma, uma cidade pode ser industrial, cultural, comercial, administrativa ou política, como mostra Fani (1992). E, assim, se difundiu a formação do território urbano brasileiro, inicialmente preso ao domínio exploratório da metrópole portuguesa, que delimitou a extensão física do território em razão de uma organização político administrativa chamada de capitania hereditária. Esta era uma forma de governo e gerenciamento das terras – prática comumente adotada pelas metrópoles ibéricas durante o período das Grandes Navegações em seus “descobrimentos”. Diante dessas subdivisões, a faixa compreendida como o litoral brasileiro fora ocupada originariamente pelos fluxos comerciais com a metrópole e seus concorrentes, Holanda e França.

Os fatos que esboçam a formação do território urbano brasileiro foram deixados para “trás”, historicamente falando. A relação que existe entre Portugal e sua colônia mais importante economicamente (o Brasil), dentro do recorte de práticas feito no período mercantilista, traz à baila que essa prática ocorria da maneira mais comum entre as potências econômicas da época, o que estreita o entendimento sócioespacial existente no processo de colonização.

Para a viabilidade e consolidação da colonização em sua distribuição, precisa-se trazer à tona a dinâmica geral entre sociedade e espaço, e, a partir da compreensão dos mesmos fatores, exemplificar a relação entre a demanda de recursos físico-naturais e o contingente populacional atrelado à sua respectiva distribuição. Moraes (2001) nos apresenta o choque de realidade vivido pelos povos indígenas por se encontrarem no litoral, uma vez que, quando requisitados para suprir a demanda exploratória da qual foram vítimas, tiveram de se retirar do seu lugar.

Vale a pena ressaltar que o processo de colonização e ocupação do espaço deu-se de maneira desigual na América Latina, justamente no ponto elucidado, porque a violência impetrada pela inquisição espanhola sobre Incas e Astecas foi consideravelmente maior que a portuguesa, conforme os exemplos históricos encontrados se é que somos capazes de mensurar essas abominações, lógico. Observando esse panorama histórico, entendemos o quão dura foi essa evasão do seu “lugar” para os indígenas.

Isto é, o lugar guarda em si e não fora dele o seu significado e as dimensões do movimento da vida, possível de ser apreendido pela memória, através dos sentidos e do corpo. O lugar se produz na articulação contraditória entre o mundial que se anuncia e a especificidade histórica do particular. Deste modo *o lugar* se apresentaria como *ponto de articulação* entre a mundialidade em constituição e o local enquanto especificidade concreta, enquanto momento (Fani, 2007, p. 14).

Moraes (2001) vai dizer que uma estratégia de análise territorial estabelecida com relação à densidade demográfica no litoral da colônia brasileira, onde se encontrava o dado de 2 habitantes/km<sup>2</sup>, se trata de um povoamento bastante baixo, fator implicou no processo de povoamento excepcionalmente lento por parte da metrópole nos primeiros 70 anos de colonização. Em 1570, de fato, deu-se início à colonização portuguesa no Brasil, motivada pela descoberta de ouro no Peru.

A primeira “modelagem” territorial no Brasil veio com o tratado de Tordesilhas, com o que o país foi dividido entre Portugal e Espanha. Essa prática ocorreu por volta de seis décadas, nas quais a intensificação do processo se modificou graças à conquista do ouro em terras peruanas, porém boa parte da concentração desse metal precioso residia na linha de Tordesilhas pertencente à Espanha. Para tanto, a busca pelo ouro obteve uma contribuição formidável para a interiorização brasileira com relação aos portugueses, mas, ainda assim, o povoamento desordenado ocupava o litoral. Os bandeirantes, por outro lado, tiveram um papel de destaque no sentido de transformar a condição cartográfica do Tratado de Tordesilhas.

Gerir um país com as dimensões territoriais do Brasil é uma tarefa árdua e complicada, especialmente sob a clara intenção portuguesa de extrativismo e mineração do ouro, sem delegar militarismo suficiente para amparar os capitães donatários na gerência de suas respectivas capitâncias. O movimento intensificado para o controle no sentido norte/sul efetuou-se através da necessidade de combater a interferência dos franceses no Nordeste, mais precisamente nos estados do Maranhão e Pará, e, no sentido sul, para conter as numerosas fugas dos indígenas que não estavam se adaptando ao regime de trabalho imposto pelos portugueses sob tutela jesuítica.

A abordagem historiográfica de Moraes (2001) comprova com precisão cirúrgica os pontos cruciais onde tais processos ocorreram, além dos impactos sofridos em nossa sociedade até hoje. Por isso, a fim de construir uma análise ambiental da formação do território nacional, é imprescindível trabalhar com essa interpretação dentro de uma escala espaço-temporal.

Em um primeiro momento, a exploração das terras do Brasil desenrolou-se por meio do extrativismo do pau-brasil, que era hegemônico em nossa mata atlântica, varrendo grande parte do alcance do litoral brasileiro no sentido de norte/sul, encontrados majoritariamente nas regiões Nordeste e Sudeste. Logo após essa etapa, já no século XVII, os portugueses conceberam diversas alianças com ingleses e holandeses, destinadas a “gerenciar” as riquezas e matérias-primas obtidas na colônia.

A relação que Portugal tinha com a França sempre se mostrou muito cautelosa devido à imponência que o reinado francês reverberava em toda a Europa. Os franceses estavam se instalando no norte do Brasil, nos estados do Pará e Maranhão, e foram expulsos pelos portugueses que estavam tentando retomar o controle do território. Furtado (2005) assinala que houve uma tentativa diferente de colonização quanto aos franceses no território brasileiro, já que implantaram um tipo de colônia de povoamento que pode ser comparado de maneira longínqua com a colonização inglesa nos EUA. Por outro lado, a ligação do norte da América Latina com os franceses ainda era forte, emanando daí a perpetuação da dominação com a Guiana Francesa.

A prática agrícola era a válvula de escape para a instalação do indicador de lucro português, e nesse sentido representou o melhor acordo estabelecido com a Holanda na intenção de Portugal entrar com os recursos da colônia e os holandeses com o processo de beneficiamento e refinamento do açúcar, seu transporte e comércio. Essa prática agrícola foi suficiente para modificar completamente o território das capitâncias de Pernambuco e São Vicente.

Logo após uma breve organização de Portugal, foi instalada uma operação para reaver o domínio sobre o sistema de produção açucareiro e, com batalhas e setores do comércio envolvidos, Portugal consegue expulsar os holandeses do Brasil. Entretanto, por fatores de aclimatação, investigação e pesquisa, os holandeses viram a viabilidade de instalação da cultura da cana-de-açúcar nas Antilhas, onde o tipo de clima e solo tinha condições para implementação da cultura. E, para esse ponto, Furtado (2005) mostra detalhadamente os tópicos abordados nas relações econômicas que transformaram os territórios com essa análise bastante pertinente para a compreensão da formação territorial.

A ideia conceitual de organização socioespacial de uma localidade por outra com cultura diferente predominou no período mercantilista, sendo denominada de colonização, do que se infere que o ato de colonizar se configura como uma relação intrínseca entre a sociedade e o espaço. Para Moraes (2002), a colonização é um ato em que uma sociedade referencialmente realiza uma expansão, e o outro espaço recebe essa expansão, suscitando um choque na ressignificação do território e dos costumes de sua sociedade.

O valor territorial é o vetor que direciona as colonizações, para o que se pode entender a valoração do território brasileiro e como ele se configurou historicamente. Moraes (2002) pontua eventos em que se seguiu um modelo de modernidade. Contudo, mesmo diante de tal

transformação, ainda é possível identificar vestígios de outrora, resultado que cremos como processos de “evolução” diferentes em situações e fatores diversos. Assim, segundo Ana Fani (2007):

Podemos adiantar que a análise deve captar o processo em movimento e, no mundo moderno, esta orientação sinaliza a articulação indissociável de três planos: **o econômico** (a cidade produzida como condição de realização da produção do capital convém não esquecer que a re- produção das frações de capital se realizam através da produção do espaço), **o político** (a cidade produzida como espaço de dominação pelo Estado na medida em que este domina a sociedade através da produção de um espaço normatizado); e **o social** (a cidade produzida como prática sócio-espacial, isto é, elemento central da reprodução da vida humana). Esses três planos revelam dimensões, como aquelas de local e global; tendo como pano de fundo o processo de mundialização da sociedade, enquanto constituição da sociedade urbana / espaço mundial. (Ana Fani, 2007 p.21).

Os elementos que estão inteiramente unidos ao processo de colonização do Brasil ainda são sentidos fisicamente nas estruturas urbanas em nossa sociedade, os quais estiveram presentes cronologicamente, como a independência do Brasil com a manutenção do sistema monárquico conservando os padrões estruturais das cidades, a sobrecarga urbanística reforçando a marginalidade e a segregação espaciais, ao lado da ocupação exponencial das áreas periféricas urbanas com a abolição da escravatura. Consequentemente, apesar da proclamação da república, ainda se mantiveram enraizados na sociedade junto com toda a pseudo-organização política e territorial do espaço urbano vindouro.

Moraes (2002) trabalha os fatos que tiveram real importância para a transformação territorial brasileira, visto que, logo após o período conhecido como a república do café com leite, surgiu o primeiro governo de Getúlio Vargas, onde a população distribuída no território não era entendida e atuante. Os projetos políticos em concomitância com os interesses oligárquicos desprezavam o que entendemos pelo significado da categoria geográfica do lugar, posto que o homem possui uma relação de identidade e sentimento referencial no tocante ao local onde habita. A população era tratada como limitada organização territorial, de modo que apenas os significados do território amarrados à extensão e delimitação do espaço vigoravam a serviço da visão usualmente equivocada da política da época, assim como das imposições do capital.

Os ideais dos governantes corroboravam com os modelos internacionais de mercado, que se verifica logo em seguida ao segundo governo de Vargas, outro notório governante que atuava como “xerox” malsucedida de ideologias e tendências internacionais norte-americanas.

Destarte, o governo de Juscelino Kubitschek foi marcado como o símbolo da industrialização. Nessa perspectiva, Fani evidencia que:

Essa fragmentação produz um constante movimento de atração-expulsão da população do centro para a periferia e vice versa. Produz também uma multiplicidade de centros que tende a dissipar a consciência urbana na medida em que o habitar hoje a metrópole tem um sentido diverso, mudando hábitos e comportamentos, bem como formas de apropriação do espaço público, além da dissolução de antigos modos de vida e relações entre as pessoas (FANI, 2007 p.36)

Por esse ângulo, realça-se a ideia de como o capital acoplado às ideologias de governo foram moldando e suprimindo a organização territorial da sociedade brasileira, e uma divisão política do território para a administração nacional foi efetivada, como a repartição regional. Entretanto, forças existiam socialmente para a residência na terra, e se consolidavam de maneira laboriosa, como a atividade socialista no país. Foi durante essa ocasião que o sociometabolismo do capital se apresentou novamente com o fomento do golpe militar no Brasil, através do apoio do capital norte-americano em busca de controle e retirada de cena dos ativistas socialistas.

É notório que o “desenvolvimento” nacional foi afetado por essa práxis em que os ideais capitalistas atuaram de maneira conjuntural em recinto brasileiro. Moraes (2002) ilumina e aponta uma perspectiva para um outro entendimento da formação e organização do território brasileiro, um que rompe com o alvo dogmático da organização e delimitação do espaço. Esse fator contribui como uma alternativa para a compreensão da dinâmica no espaço do Brasil, nos sentidos natural, econômico, político, cultural e social, exemplos que estão intrinsecamente ligados e que são, em seu cerne, complexos. Isso corrobora para uma análise mais profunda do ambiente na formação do território brasileiro e na distribuição da sua população urbanisticamente.

## 2.5 A ocupação da região Nordeste

Dentre as regiões brasileiras, o Nordeste tem essencialidades importantes desde a sua formação, possuindo elementos naturais e sociais que reiteram exemplos de sua complexidade. A conjuntura territorial dessa região foi moldada por influência direta da metrópole portuguesa. O privilégio geográfico pela proximidade com o continente europeu possibilitou que essa região fosse palco de diversos acontecimentos históricos, envolvendo diversas “potências” da época, não apenas a dualidade ibérica expressa por Portugal e Espanha, mas também quanto aos

franceses e holandeses. Andrade (1963) exemplifica os momentos iniciais desse contato:

A costa nordestina foi inegavelmente dentre a grande extensão litorânea brasileira, a primeira a ser explorada. Por aqui passavam as naus que a Europa vinham para a Terra de Santa Cruz, aqui encontravam, por trás dos recifes, penetrando os estuários por um ou dois quilômetros, abrigo contra as forças da natureza e contra os inimigos. Aqui havia também o pau-brasil largamente utilizado na Europa pela indústria da Tinta (Andrade, 1963, p.65).

Nos séculos XVIII e XIX ciclos econômicos virtuosos se desenvolveram em outras regiões do Brasil (TANIA; VALDECI, 2009). Nesse caso, é sublinhada a questão do direcionamento da coroa portuguesa para o Rio de Janeiro em 1808, fator que atuou de maneira migratória nos investimentos econômicos e sociais da região Nordeste para a Sudeste, marco que também influencia nas mudanças e organizações territoriais em sua totalidade.

O Nordeste vai acompanhar esses movimentos sem estar no centro das decisões econômicas e políticas, mesmo que diretamente ligados aos impactos positivos ou negativos de movimentos como o da independência política em relação à metrópole portuguesa, ou como o que define o fim da escravidão na vida institucional brasileira.

Devido à influência direta dos portugueses, a região Nordeste ainda possui marcas sócio-espaciais dos seus modelos exploratórios. Atualmente, é composta por nove estados, quais sejam: Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Em sua subdivisão político administrativa, a região Nordeste possui quatro sub-regiões: Meio-Norte, Zona da Mata, Sertão e Agreste.

De acordo com o último censo demográfico realizado pelo IBGE (2010), a região Nordeste contém o indicador de 53.081.950 habitantes, dos quais uma média de 40% está concentrada na Zona da Mata. Os arranjos populacionais estão predominantemente concentrados nos domínios geomorfológicos dos mares de morros e tabuleiros costeiros. Em Pernambuco, a Meso Região da Mata, localidade que está diretamente ligada à RMR do Recife, possui, segundo o IBGE (2010), uma população majoritariamente urbana com total de 3.591.806 e contabiliza apenas 101.371 localizados em áreas rurais.

Dentre os municípios que integram a RMR, alguns não apresentam ocupações em áreas rurais, dado que expressa uma aglomeração no território urbano. É sempre válido ressaltar que essa ocupação é em sua maioria feita de maneira desenfreada, ocupando terrenos de morros, tabuleiros costeiros e até encostas, como taludes, locais que são estruturalmente inadequados para a ocupação e residência. Entretanto, por sua proximidade com os centros de

comércio e serviços, são ocupados desalinhadamente.

Partindo de tais pontos, entendemos que existe uma relação complexa com impactos negativos entre a ocupação desses locais e sua dinâmica físico-natural. Fatores como a distribuição da precipitação, morfologia das encostas e estrutura litológica atrelados às ocupações sem planejamento e ao acúmulo de resíduos, resultam em diversos tipos erosivos, motores que desencadeiam vários movimentos de massa nas áreas ocupadas.

## 2.6 Aspectos Meteorológicos e Climáticos

Entender a dinâmica física do ambiente é indispensável para uma interpretação complexa de suas interações. Quando estamos envolvidos nos estudos da ciência da atmosfera, nos deparamos com a ramificação entre o tempo e o clima elencada pela meteorologia e a climatologia.

Nos estudos meteorológicos, o tempo é tido como um significado de análises e características dos indicadores médios atmosféricos, como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos junto à distribuição, organização e estruturas das nuvens. Para Ayoade (1996), a meteorologia é geralmente definida como a ciência da atmosfera e está relacionada com o estado físico, químico e dinâmico da atmosfera, e as interações entre eles imediatas à superfície terrestre subjacente.

Já nos estudos climáticos, os resultados emergem da análise comportamental de uma série de padrões meteorológicos ao longo do tempo. Nesse sentido, Ayoade (1996) destaca que o tempo e o clima podem ser considerados como uma consequência e uma demonstração da ação dos processos complexos na atmosfera, nos oceanos e na terra.

## 2.7 Conceito de movimentos de massa

Deslizamentos em si, como outros movimentos de massa, compõem a dinâmica natural e a transformação da superfície topográfica terrestre. Tal dinâmica está relacionada também a fenômenos naturais, como desníveis gravimétricos e variações climáticas.

De acordo com Guidicini (1984), muitas são as causas ou os agentes que conduzem ao aparecimento de deslizamentos. Um deles são os fatores endógenos e exógenos, porém as ações antrópicas são as que interferem na ocorrência, ou no agravamento destes movimentos.

Os movimentos de massa são caracterizados por sua velocidade e curta duração, possuindo um plano de ruptura bem definido, permitindo que a distinção entre o material deslizado e

aquele não movimentado se apresentem bem evidentes, gerando, assim, feições geralmente longas, podendo apresentar uma relação comprimento/largura de cerca de 10:1 (GUERRA, 2000).

Nas palavras de Guidicini (1984), uma das causas mais comuns e óbvias no desencadeamento das condições que oferecem instabilidade geológica consiste em modificar as condições geométricas da massa terrosa ou rochosa, que esteja servindo de base estruturadora, acrescentando-lhe uma sobrecarga em uma proporção superior à sua capacidade de suporte, retirando ou transportando de maneira natural ou antrópica parte de sua massa inferior, “base” que confere suporte à encosta.

## 2.8 Declividade aplicada aos movimentos de massa

Dentro das observações das características geomorfológicas e ambientais, percebemos um fator que acentua o risco e consequentemente a instabilidade das encostas, classificada como declividade.

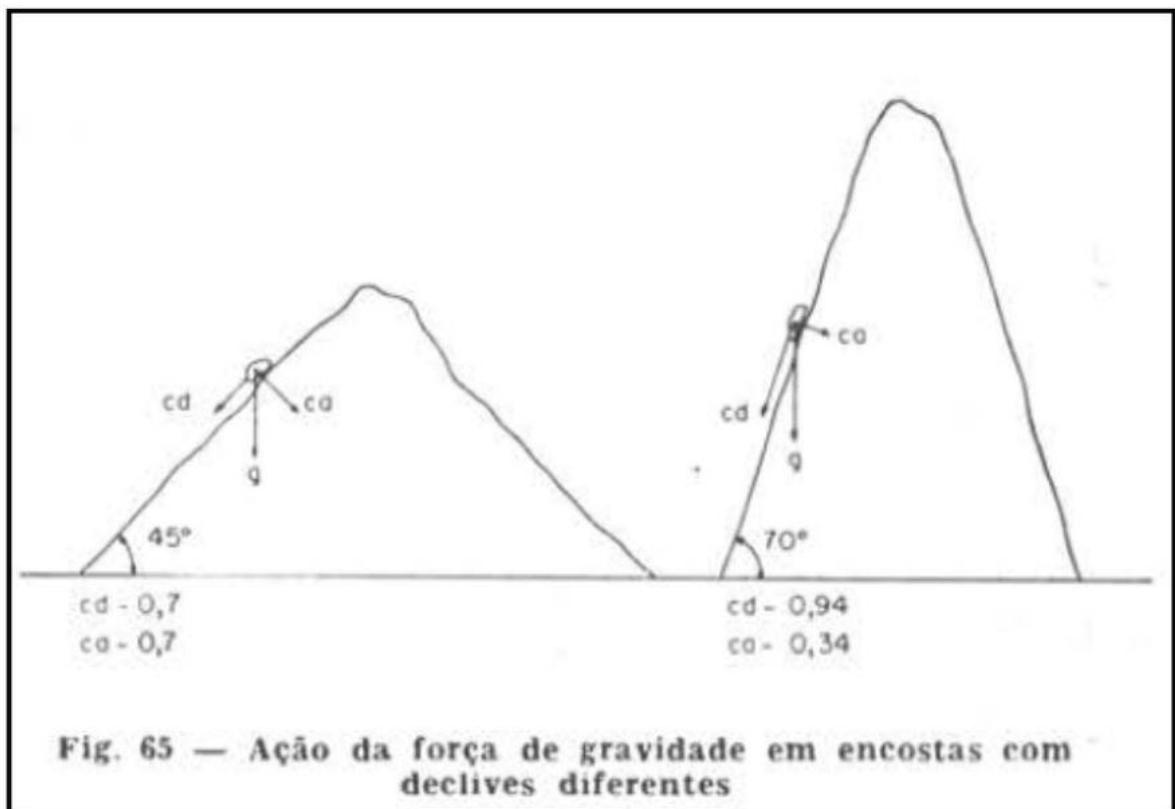
Ao analisar-se a declividade de determinada vertente, é possível evidenciar na superfície terrestre a distribuição das inclinações do terreno, sendo esse um fator de suma importância no estudo da instabilidade das vertentes, pois esta, juntamente com demais fatores, como a própria gravidade ou mesmo a ação antrópica, pode acarretar processos erosivos ou movimentos de massa (Vargas, 2015, p. 58).

Assim seguindo o pensamento de Silveira (2005) quando analisamos a declividade das vertentes é possível evidenciar o comportamento e a distribuição das inclinações na superfície do terreno, sendo uma importante característica na análise do balanço de deposição e retirada de material através da dinâmica erosiva. Quanto maior a declividade, mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais se transforma em energia cinética, aumentando a velocidade da água e sua capacidade de transporte através da transformação em energia mecânica, responsável pelos processos erosivos que modelam as formas do relevo.

Como podemos perceber, o efeito gravitacional (figura 1) exemplos com declives aproximados de 45° possuem um coeficiente de atrito 0,7 e já os de 70° se aproximam de 0,94. Onde o efeito da gravidade atua concomitante com à encosta nesse sentido é estabelecida uma proporção de relação entre ângulos, estabelecendo os elementos ligados aos ângulos de inclinação e ao coeficiente de fricção do movimento de massa, classificados como: coeficiente

de deslize (cd) e coeficiente de aderência perpendicular (ca).

Figura 1 – Ação da Gravidade nas encostas



Fonte: Penteado (1983).

Interpretar o tipo e a angulação da declividade no ambiente é de fundamental importância para mitigar os danos causados pela ocupação desordenada em áreas de risco. Para Vargas (2015):

Assim, entende-se que a declividade do terreno é determinante no disciplinamento do uso e ocupação da terra, visto que serve de patamar para elementos restritivos, como por exemplo, o uso e ocupação acima de 45° de declividade (Vargas, 2015, p. 58).

## 2.9 A Geomorfologia ligada aos movimentos de massa

Na jornada para compreender a atividade geomorfológica, somos brindados com uma clássica concepção, formulada por Penck (1953) apud Ross (2006), apontando com clareza que as forças causadoras das formas de relevo são resultantes das interações entre as forças motoras dos processos endógenos e exógenos, significando uma interação dual entre forças

interiores da crosta terrestre e os processos atmosféricos intempéricos.

A constante ocupação dos taludes conjecturada historicamente extrapola uma concepção básica para melhor aproveitamento do espaço em sua extensão, da mesma maneira que dos seus recursos naturais. Apreender as potencialidades do espaço junto aos seus recursos é uma tarefa que exige requisitos importantes diretamente atados às interpretações das suas fragilidades. Ross (2006), portanto, chegou à seguinte conclusão:

O conhecimento das potencialidades dos recursos naturais de um determinado sistema natural passa pelos levantamentos dos solos, relevo, rochas e minerais, das águas, do clima, da flora e fauna, enfim, de todos os componentes do estrato geográfico natural que dão suporte à vida animal e ao homem. Para análise da fragilidade, entretanto, exige-se que esses conhecimentos setorizados sejam avaliados de forma integrada, caldada sempre no princípio de que na natureza a funcionalidade é intrínseca entre os componentes físicos, bióticos e socioeconômicos. (Ross 2006 p, 316)

O homem tem a capacidade de modelar a paisagem de acordo com seus interesses e capacidades. Dentro de tamanha perspectiva, alcançamos o entendimento de que nem sempre essa transformação do espaço acontece planejada e organizadamente, o que ocasiona múltiplos impactos socioambientais, e, dentre eles, estão os deslizamentos, que nas encostas são reflexos recorrentes das atividades humanas. Compartilhamos do entendimento de Amaral; Fernandes (2006), ao dizer que:

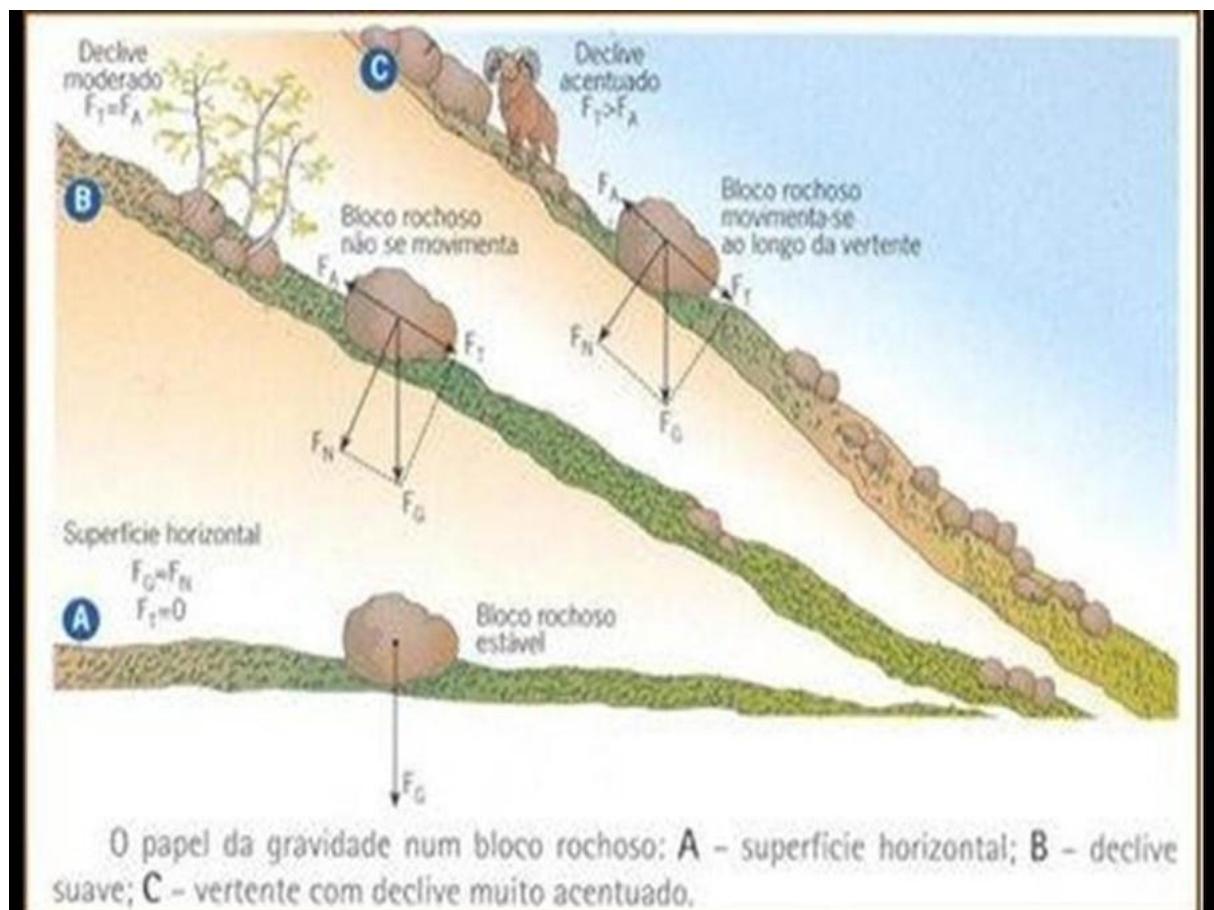
Os deslizamentos são, assim como os processos de intemperismo e erosão, fenômenos naturais constituídos da dinâmica externa, que modelam a superfície terrestre. No entanto, destacam-se pelos grandes danos ao homem, causando prejuízo a propriedades da ordem de dezenas de bilhões de dólares por ano (Amaral; Fernandes, 2006, p.124).

## 2.10 Formas de movimentação geológica nas encostas

Conhece-se que movimentos de massa de ordem gravitacional são basicamente fenômenos naturais contínuos de ordem universal, considerado um dos principais modeladores da superfície topográfica da Terra. Para Guerra; Marçal apud Pinto et al. (2013), os movimentos possuem o transporte coletivo de material rochoso ou de solo, onde a ação da gravidade tem papel preponderante, podendo ser potencializado, ou não, pela ação da água e da declividade como podemos ver na figura (2). Sabe-se que os movimentos não são apenas limitados pela ação da gravidade, pois Drew (2010) argumenta que existem fatores intempéricos e condicionantes que variam em função da natureza do material, da topografia, do clima e da

vegetação.

Figura 2 – Atuação gravitacional em diversos níveis de declividade



Fonte: Wicander (2009).

Os movimentos de massa, através dos fatores de desintegração mecânica, decomposições químicas ou ações antrópicas, podem surgir em uma vertente simultaneamente, desencadeando a diminuição da resistência do solo ou da rocha, e potencializados pela existência de ações antrópicas.

Em consonância com Bigarella apud Pinto et al. (2013), esses processos podem ser deflagrados por uma série de fatores, como a estrutura geológica, a declividade da vertente (forma topográfica), regime de chuvas (em especial de episódios pluviais intensos), a perda de vegetação e da atividade antrópica.

Já conforme Drew (2010), quaisquer mudanças feitas nas encostas, por construção ou escavação, drenagem ou agricultura, são de molde a alterar a natureza do movimento de massa. Assim, de acordo com a Norma Brasileira Regulamentar (NBR) 11682 itens 3.5 (2009), a definição de encosta significa "talude de origem natural", porém há ocasiões em que

a intervenção humana em uma vertente acaba tornando-se catastrófica.

Ainda, fatores decorrentes das atividades humanas com o uso da ocupação do solo de forma imoderada, principalmente em encostas, enquadram-se nas alterações do meio natural, onde existe a eliminação da cobertura vegetal, cortes e aterros, o que o deixa suscetível à movimentos deterra.

Segundo Guerra; Cunha (2000), “as metrópoles brasileiras convivem com acentuada incidência de diversos tipos de deslizamentos induzidos por cortes para implantação de moradias e de estradas, desmatamentos, atividades de pedreiras, disposição final dos resíduos sólidos e das águas servidas no ambiente gerando assim grandes danos associados”.

Sendo assim, é interessante salientar que, não é a presença do homem que influencia o meio, mas, sim, suas atividades empenhadas em modificá-lo. Nesse contexto, o conhecimento referido à tipologia dos movimentos de massa que buscam identificar a relação entre os agentes externos e internos desses processos, convertem-se na compreensão do processo evolutivo e por envolver o homem de forma indireta e direta.

## 2.11 Características dos movimentos de massa

Os principais movimentos de massa podem ser divididos naqueles resultantes de causas exógenas e nos de causas endógenas. Terzaghi (1952) indica que as causas externas são os principais produtores que operam provocando o aumento das instabilidades, sem que haja aumento da resistência ao cisalhamento do material da encosta. As causas internas são aquelas que germinam o movimento de massa sem que haja modificações das condições superficiais, ou seja, sem que ocorra aumento das tensões cisalhantes, mas, sim, de uma redução da resistência ao cisalhamento do material da encosta.

Em harmonia com Guerra (2000), o transporte sedimentar ocorre sempre através de um meio fluído, parado ou em movimento, seja ele o ar, a água ou uma massa viscosa constituída pela mistura entre sedimentos de água e/ou ar. O gelo também pode estar presente no meio, e até mesmo composto sob a forma de geleiras. Para ele, os processos pedogenéticos (de formação do solo) acontecem quando as modificações causadas nas rochas pelas atividades intempéricas, além de serem químicas e mineralógicas, tornam-se, sobretudo, fisicamente estruturais, com importante reorganização e transferências dos seus minerais formadores.

Através da abordagem de Guerra, comprehende-se que de modo geral o transporte de massa realiza-se por causas externas e internas e por fatores de meteorização e condicionantes,

fornecendo elementos de estudos a novas formações de solo e, por análise contextual, tais transportes estão acoplados aos movimentos gravitacionais e deslizamentos.

Wincander *et al.* apud Bastos (2012), descrevem que os movimentos gravitacionais de massa são geralmente classificados com base em três critérios principais:1. A velocidade do movimento (lento ou rápido); 2. Tipo de movimento (queda, escorregamento e fluxo); e 3. Tipo do material envolvido (rocha, solos ou detritos). Eles podem ser subdivididos em quedas (quedas de blocos), escorregamentos (rotacional e translacional), corridas de massa (fluxo de lama, fluxo de detritos, fluxos de terra, quick clays, solifluxão e rastejamento) e movimentos complexos. A subdivisão apresentada pelo autor repercute em movimentos de massa e quedas (falls), tombamentos (topple), deslizamentos (slides) rotacionais e translacionais, espalhamentos laterais (lateral spreading) e fluxos ou corridas (flow).

### 2.11.1 Quedas

São movimentos bruscos de massa de materiais geológicos, tais como pedras e pedregulhos, que se desprendem de encostas íngremes ou falésias (VARNES, 1978). As quedas são movimentos livres de material a partir de encostas íngremes. Existem alguns termos alternativos, como avalanche (rockfall), queda de rochas (stone fall), queda de seixos (pebblefall), queda de pedregulho (boulder fall), queda de detritos (debris fall) e queda de solo (soil fall). As quedas podem dar-se em vários ambientes naturais, como, por exemplo, falésias, margens íngremes de rios, bordas de planaltos e vertentes escarpadas de montanhas, além de áreas instabilizadas pela ação antrópica (DIKAU apud BASTOS, 2012).

### 2.11.2 Rastejo e Tombamento

São movimentos que ocorrem a velocidades muito baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade; podem ser constantes, sazonais ou intermitentes, possuindo geometria indefinida (CRUDEN; VARNES apud RAFAEL, 2006).

Falhas de tombamento distinguem-se por uma marcha à frente de uma unidade ou um ponto crucial no âmbito das ações de gravidade e as forças exercidas pelas unidades adjacentes ou por fluídos em rachaduras (VARNES, 1978).

O tombamento é constituído por uma rotação frontal de massa composta por rochas, detritos ou solos sobre um pivô em uma encosta. Ele pode culminar em queda abrupta ou deslizamento, mas a forma do movimento é de inclinação sem colapso. Existem alguns termos

facultativos, como tombamento de rochas (rock topple), tombamento de detritos (debris topple), tombamento de solos (soil topple) e inclinação de blocos (tilting blocks), (DIKAU apud BASTOS, 2012).

Tratam-se também de movimentos desencadeados pelos processos de rotação dos blocos rochosos, condicionados pela presença de estruturas geológicas, em um maciço rochoso, com grande desnível “mergulho” inserido em um plano de análise (RAFAEL, 2006).

#### 2.11.3 Deslizamentos e Escorregamentos

O deslizamento rotacional é um movimento em que a superfície de ruptura é curvada sobre um eixo paralelo aos contornos do declive, envolvendo deslocamento de material de forma côncava a partir de uma superfície de ruptura visível e razoavelmente deduzida (VARNES, 1978).

Esses movimentos possuem uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual verifica-se um movimento rotacional de massa de solo (GUERRA, 2000). Os deslizamentos rotacionais de solos geralmente apresentam material coeso de textura fina, como argilas consolidadas, margas intemperizadas e argilitos. Já os deslizamentos rotacionais de rochas, ocorrem frequentemente em estruturas intercaladas de material resistente e fraco (DIKAU apud BASTOS, 2012).

Os escorregamentos translacionais são movimentos que se desenrolam quando o material se move encosta abaixo, ao longo de uma ou mais superfícies relativamente planares. Reiterando o pensamento de DIKAU apud BASTOS (2012), esses movimentos são controlados pela superfície de fraqueza dentro da estrutura do material formador da inclinação e podem ocorrer associados com três tipos de material: rochas, detritos e solos.

Nos tipos de deslizamentos referenciados, a massa se move através da distância de uma superfície aproximadamente planar com pouca rotação ou inclinação no sentido posterior (VARNES, 1978). Os movimentos translacionais apresentam um plano de movimentação condicionado por anisotropias presentes nas massas de solo ou rocha. Esse tipo de movimento pode ocorrer em grandes extensões, podendo atingir centenas de metros (GUIDICINI; NIEBLE apud BRUNO, 2014).

#### 2.11.4 Deslizamento de Blocos e placas

Segundo Dikau (2004), os deslizamentos de blocos ocorrem em argilas muito consolidadas, fissuradas ou duras, correntemente associadas a formações rochosas resistentes. Esse padrão de deslizamento se processa de forma translacional, envolvendo material coeso

de fino calibre sedimentológico (argila e silte). São movimentos extremamente sensíveis às mudanças sazonais no nível do lençol freático (BASTOS, 2012).

#### 2.11.5 Deslizamento de Rochas

Os deslizamentos de rochas são fluxos translacionais de rocha que transcorrem ao longo de superfícies mais ou menos planas ou suavemente onduladas (VARNES, 1978). Corresponde à movimentos de massas rochosas no curso de descontinuidades, planos de fraqueza preexistentes. Tais movimentos ocorrem nas mais variadas escalas, desde o mais simples deslocamento de um bloco isolado de dimensões reduzidas, até a movimentação de constituintes nos limites das encostas mais íngremes (GUIDICINI, NIEBLE, 1984).

#### 2.11.6 Deslizamento de Detritos

Os deslizamentos de detritos são movimentos de material inconsolidado, que se divide em partes menores no decorrer da descida. No entanto, esses deslizamentos de detritos são conhecidos como deslizamentos translacionais rasos (shallow translational slides), deslizamento em lençol (sheet slides) ou deslizamentos de solos (soil slides) (BASTOS, 2012). Segundo Bastos (2012), caracteriza-se como uma forma de movimento em que uma massa siltosa ou de areia muito fina desliza numa discreta superfície de ruptura em velocidades relativamente baixas, formando uma superfície alongada.

#### 2.11.7 Espalhamento Lateral e Fluxos

Nas palavras de Dikau (2004), espalhamento lateral refere-se à extensão lateral de rochas coesas ou volumes de solos ao longo de uma massa subjacente de material mais macio deformado.

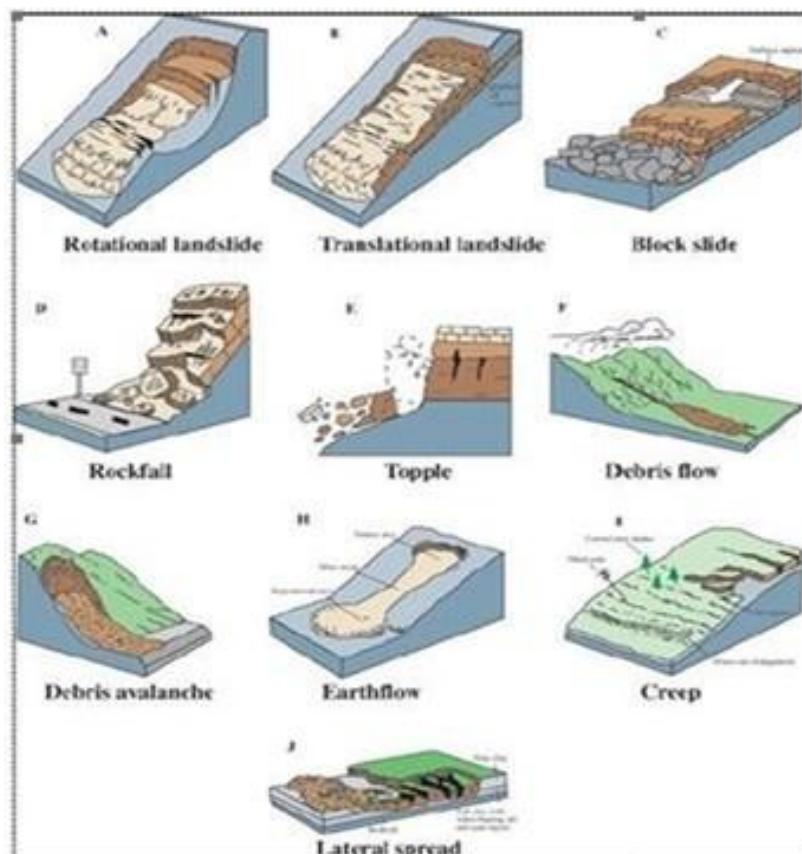
Fluxo, no sentido físico, é definido como uma contínua e irreversível deformação de materiais que ocorre em resposta a um estresse aplicado. Ele é, portanto, caracterizado por movimentos internos diferenciados distribuídos dentro da massa (DIKAU apud BASTOS, 2012).

De acordo com as citações referentes aos diversos tipos de movimentos, percebe-se

que há pequenas variações entre os autores no que diz respeito à definição de classificações de movimentos. De modo geral, os movimentos de massa se distinguem por ações realizadas pelos agentes internos e externos, ações antrópicas e seus condicionantes.

Em consonância com a situação encontrada na vertente, pode-se assumir uma dessas formas de classificação do movimento, tal como ilustra a figura 03. A figura representa de forma ilustrativa os principais movimentos com suas respectivas descrições:

Figura 3 – Principais movimentos de massa



Fonte: PINTO et al. (2013).

- A: Deslizamento Rotacional;
- B: Deslizamento Translacional;
- C: Deslizamento de blocos;
- D: Queda de blocos;

- E: Tombamentos;
- F: Fluxo de Detritos;
- G: Avalanche;
- H: Fluxo de Terra;
- I: Rastejamento;
- J: Espalhamentos Laterais.

## 2.12 A Estabilidade dos Taludes

A norma 11682 da ABNT (ABNT, 2009) descreve infimamente o talude como “terreno inclinado”. De maneira mais conceituada, Braja (2007) indica que se refere a uma superfície de solo exposta na forma horizontal possuindo um ângulo com superfície vertical, ganhando, assim, a classificação de talude, podendo ser natural ou artificial. Entretanto, Gerscovich (2012) delineia o talude de forma que engloba a visão limitada da NBR 11682 e o conceito de Braja. Para ele, então, talude é a denominação que se dá a qualquer superfície inclinada de um maciço de solo ou rocha. Ele pode ser natural, também denominado de encosta, ou construído pelo homem, como, por exemplo, os aterros e cortes.

Sabe-se que, para formação de solo em um determinado terreno, naturalmente levam-se centenas de anos, pois são necessários a atuação de fatores e processos de formação além da desagregação da matriz “ou rocha” de processos de compactação. As ações antrópicas, por não respeitarem esse tempo, acabam destruindo os solos, com cortes e aterros, o que ocasiona novos taludes e consequentes riscos. Os taludes construídos pela ação humana resultam de cortes em encostas, de escavações ou de lançamento de aterros (GERSCOVICH, 2012).

Ainda seguindo os pensamentos de GERSCOVICH (2012), “os cortes devem ser executados com altura e inclinação adequadas, para garantir a estabilidade da obra. O projeto depende das propriedades geomecânicas dos materiais e das condições de fluxo”. Caputo apud Eduardo (2009), refere-se a cuidados, comentando que, apesar dos cuidados, acidentes ocorrem principalmente em estações chuvosas, basta atentar para os numerosos acidentes ocorridos, iminentes ou receados, em todas as épocas e em todas as partes do mundo.

Ao analisar os taludes, tanto naturais quanto artificiais, leva-se mais em consideração a “probabilidade” do que a certeza. E a engenharia reúne técnicas construtivas, onde a força peso “das edificações” são transmitidas aos solos, configurando, portanto, as fundações. Mesmo assim, os riscos estão intrinsecamente ligados a quaisquer técnicas ou tecnologias que envolvam as leis da natureza.

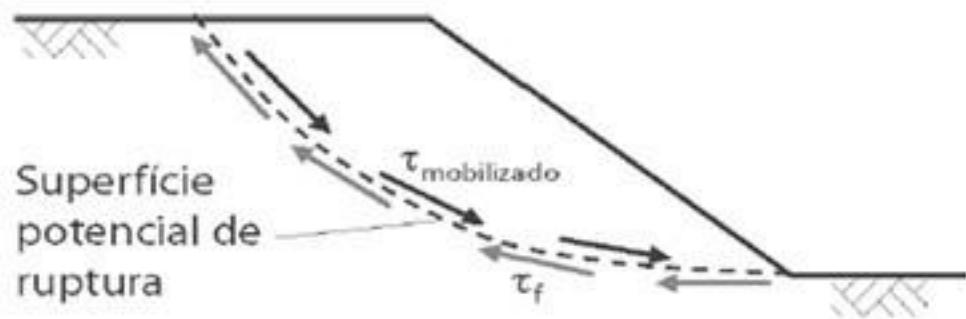
Quando se trata de estabilidade de taludes, medidas de segurança são adotadas, mas, não obstante, prevalece à probabilidade significativa de prejuízos por inconstâncias, que acarretam, além de perdas de vidas, custos altos para a reconstrução dos danos materiais.

Segundo Gerscovich (2012), ao relacionar-se à análise da estabilidade de taludes, alguns fatores devem ser estudados, como sua topografia, sobrecargas a serem aplicadas sobre ele, caso existam; execução das investigações de campo para definir a estratigrafia e identificar os elementos estruturais eventualmente enterrados na massa e os níveis freáticos; definir as condições críticas do talude, considerando diversos momentos da vida útil da obra; determinar os locais da amostra indeformada; realizar ensaios de caracterização, resistência ao cisalhamento e deformidade.

Visando esses cuidados, BRAJA (2007) informa que a análise de estabilidade de um talude é de difícil realização. A avaliação das variáveis, como a estratificação do solo e parâmetros de resistência ao cisalhamento no local, pode mostrar-se uma tarefa formidável. A percolação através do talude e a escolha de uma superfície potencial de deslizamento adicionam complexidade ao problema, entretanto, “a análise da estabilidade do talude é determinar o fator de segurança”.

O fator de segurança é caracterizado pela resistência ao cisalhamento e suas tensões de cisalhamento, como é ilustrado a figura 04, apresentando o quanto as tensões cisalhantes mobilizadas atreladas ao fator potencial gravitacional se tornam maiores do que a tensão de resistência, dando início à movimentação.

Figura 4 – Geometria da condição de ruptura por escorregamento



$$\text{Fator de segurança} = \frac{\tau_f}{\tau_{\text{mob}}} = 1; \text{ onde:}$$

$\tau_f$  = resistência ao cisalhamento

$\tau_{\text{mob}}$  = tensões cisalhantes mobilizadas

Fonte: Gerscovich (2012).

Na exemplificação de Braja (2007), esboça-se uma classificação em que os fatores que apresentam “a resistência ao cisalhamento de um solo têm dois componentes, coesão e atrito, e pode ser escrita como”:

$$f = c' + \sigma' \tan \phi'$$

Onde:

$c'$  = coesão;

$\phi$  = ângulo de atrito

$\sigma'$  = tensão normal na superfície potencial de ruptura;

$\tan \phi'$  = gravidade

Sendo assim, como foi demonstrado anteriormente, o fator de segurança é a razão entre a resistência ao cisalhamento e as tensões cisalhantes mobilizadas. De acordo com a tabela 01, entendemos com detalhes que, para o tipo de classe, há um valor específico do fator de segurança. Mas BRAJA (2007) conceitua que, geralmente, um valor de 1,5 para o fator de segurança ( $F_s$ ) em relação à resistência é aceitável para o projeto de um talude estável. Os respectivos valores de intervalos de acordo com o ( $F_s$ ) encontrado, denominando as condições de segurança de cada talude (Quadro 1).

Quadro 1 – Classes de cada intervalo do Fator de Segurança para os projetos de Taludes Aceitáveis

Intervalos de $F_s$	Classes	Diagnóstico
$0 < F_s < 1$	1	
$1 \leq F_s < 1,5$	2	Instabilidade
$1,5 \leq F_s < 2$	3	Estabilidade crítica
$2 \leq F_s < 3$	4	Boa estabilidade
$3 \leq F_s < 4$	5	Alta estabilidade
$4 \leq F_s < 5$	6	
$5 \leq F_s < 8$	7	
$8 \leq F_s < 10$	8	Excelente estabilidade
$F_s \geq 10$	9	

Fonte: DNER (1996).

## 2.13 A Relação entre a precipitação e a água armazenada no solo como fator de segurança

O fator de segurança é nítido como uma expressão de equilíbrio entre as forças atuantes, que tendem a manter as partículas de solos imóveis, em que as energias impõem os sedimentos a se movimentarem. A textura do solo é um elemento fundamental dentro dessa relação, uma vez que as caracterizações das propriedades granulométricas fornecem ao pesquisador elementos para ter as primeiras impressões dos pontos de risco analisados em campo.

A textura do solo corresponde à distribuição dos tamanhos das partículas de solo. É possível encontrar uma variedade granulométrica textural em alguns pontos de um mesmo perfil de solo a depender do seu tipo. A análise granulométrica textural é feita a partir da preparação da amostra de um ponto. A NBR 6467/86 regulamenta os procedimentos a serem tomados com a amostra em laboratório. Segundo Brady (1989) Apud Azambuja (2007), a análise por tamanho da partícula fornece uma ideia geral das propriedades físicas de um solo, podendo classificá-lo como: solos arenosos, compostos por textura grossa; francoarenoso, variando entre texturas moderadamente grossas, media e moderadamente finas; e solos argilosos compostos basicamente por textura fina.

Segundo Gerscovich (2009), o plano de ruptura pode ser atingido com o aumento das

tensões cisalhantes mobilizadas, ou pela redução da resistência. Para chegar nesse aumento de tensão ou diminuição na resistência, alguns dos fatores como ações dos processos intempéricos ou ações antrópicas são levados em consideração, descritos por Varnes (1978). A ordem os principais fatores relatados por Varnes que contribuem para a instabilidade de taludes constam no quadro 2.

Quadro 2 – Fatores deflagradores dos movimentos de massa

Ação	Fatores	Fenômenos geológicos / antrópicos
Aumento da solicitação	Remoção de massa (lateral ou da base)	Erosão Escorregamentos Cortes
	Sobrecarga	Peso da água de chuva, neve, grânizo etc. Acúmulo natural de material (depósitos) Peso da vegetação Construção de estruturas, aterros etc.
	Solicitações dinâmicas	Terremotos, ondas, vulcões etc. Explosões, tráfego, sismos induzidos
	Pressões laterais	Água em trinca Congelamento Material expansivo
Redução da resistência	Características inerentes ao material (geometria, estruturas etc.)	Características geomecânicas do material. Tensões
	Mudanças ou fatores variáveis	Intemperismo: redução na coesão, ângulo de atrito Variação das poropressões.

Fonte: Gerscovich (2009).

Um dos princípios do aumento do plano de ruptura é o aumento da solicitação, sendo crucial o peso da água da chuva. Tais ações percolam pelo solo por haver índices de vazios, causando uma poropressão que pode ser pressão positiva ou negativa, estando em movimento ou não. Ainda assim, “para que ocorra movimento de água entre dois pontos (A e B) de um meio poroso, é necessário que haja, entre eles, uma diferença de carga total ( $AH = HA - HB$ )” (MASSAD, 2003).

A água que percola no interior de um talude, exerce, em virtude de sua viscosidade, uma pressão sobre as partículas de solo (TERZAGHI, 1950). Mas, quando o solo se torna saturado, ou seja, a máxima absorção de água começa a ter a zona de escoamento laminar, e quando acontece em taludes, havendo fendas ou fissuras, há um acúmulo entre elas. Dependendo da quantidade percolada de água no seio do talude, as partículas finas se arrastam da terra deixando o lugar vazio que irão produzir o adensamento do terreno, o que forma lama dentro do talude e faz com que este deslize sobre a lâmina de lama.

Em alguns tipos de solo a coesão se torna mais eficaz e, em outros, se torna aparente. Nos casos em que a coesão atua na diminuição do empuxo, pois, caso o talude seja formado por argila – ou seja, um material expansível e coesivo –, a força que opera sobre o talude será a combinação do empuxo com a coesão. Entretanto, a coesão age no sentido contrário à do empuxo, e dependendo do resultado será criada uma zona de tração e outra de compressão. O solo exposto às ações intempéricas se torna vulnerável, uma vez que a propriedade da coesão vai diminuindo ao longo do tempo de exposição aos condicionantes intempéricos.

A presença intersticial em solos, mesmo em materiais perfeitamente não-coesivos, como as areias finas e limpas, pode conferir, por efeito de pressão capilar, características de materiais coesivos (TERZAGHI; PECK, 1950). Como a coesão desses solos desaparece completamente após a imersão ou secagem, ela é chamada de coesão aparente (GUIDICINI, 1984).

Mas quando falamos da poropressão (GERSCOVICH, 2009), queremos dizer que a água presente no solo está anexa a uma determinada zona, seja ela (saturada, capilar ou não saturada), fazendo com que a pressão na água possa variar entre pontos positivos e negativos.

Já os solos não saturados são diferentes do solo saturado, dado que apresentam seus índices de vazios preenchidos – metade por água e outra por ar. A presença de ambos os fluídos desencadeia uma determinada pressão de succão, que se diferencia dessas duas pressões (ar e água). No âmbito dos solos saturados, em contraponto, a água presente internamente no maciço tende, devido ao efeito potencial gravitacional, a acumular-se na base da encosta, reduzindo a succão e agravando o comportamento mecânico, o que auxilia os processos de instabilização (JESUS apud CARVALHO *et al.*, 2015).

Pinto apud Zarnado (2014) afirma que, devido à existência de duas pressões distintas, não é possível aplicar a equação de Terzaghi. Transcrevendo, diz respeito à “tensão efetiva [que] é igual a tensão total menos a tensão neutra, uma vez que existem duas pressões atuando em diferentes pontos”.

A diferença de pressão entre as fases ar e água é denominada comumente de succão do solo, e se refere a uma grandeza normalmente utilizada para representar o estado energético da água em solos não saturados (CARVALHO *et al.*, 2015).

Tais particularidades têm, por consequência, no que se refere aos solos não saturados, mais referência física de que eletroquímica respeitando a ocorrência da succão matricial relacionada ao efeito capilar com a natureza. Todavia, o estudo e o entendimento da succão

exposta em solos saturados são possíveis através da combinação de dois componentes, quais sejam, uma matricial e outra osmótica. O componente matricial é função das forças capilares e, a osmótica, das interações moleculares da água com solutos (FREIRE apud ZARNADO, 2014).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Procedimentos metodológicos adotados

Nessa etapa será exposta uma metodologia com caráter quantitativo empírico e experimental, elencada a partir de uma reunião de informações disponíveis na literatura, moldadas e validadas em campo a fim de exemplificar o comportamento da distribuição da precipitação ao longo de uma série histórica e dos fatores físico-naturais e antrópicos e como esses fatores estão associados ao cenário de risco/perigo a movimentos de massa no município de Camaragibe utilizando os métodos propostos por (Araújo; Hélio 2011)

Para explicação e interpretação dos processos atuantes nas formas do relevo auxilia-se de técnicas cartográficas e estatísticas e como documentos de base, mapas de dados dos sensores remotos. Outra técnica auxiliar ainda muito importante é a fotointerpretação bastante utilizada no levantamento e reconhecimento dos fatos e base para elaboração e mapeamento de risco geológico/geomorfológico. Dentre os métodos mais usados destacam-se:

a) Abordagem Teórica de um problema significa a análise dos fatores envolvidos na solução de um problema. Tais fatores podem ser medidos no campo e trabalhados em fórmulas matemáticas. Neste caso, observações de campo são feitas para testar os resultados teóricos.

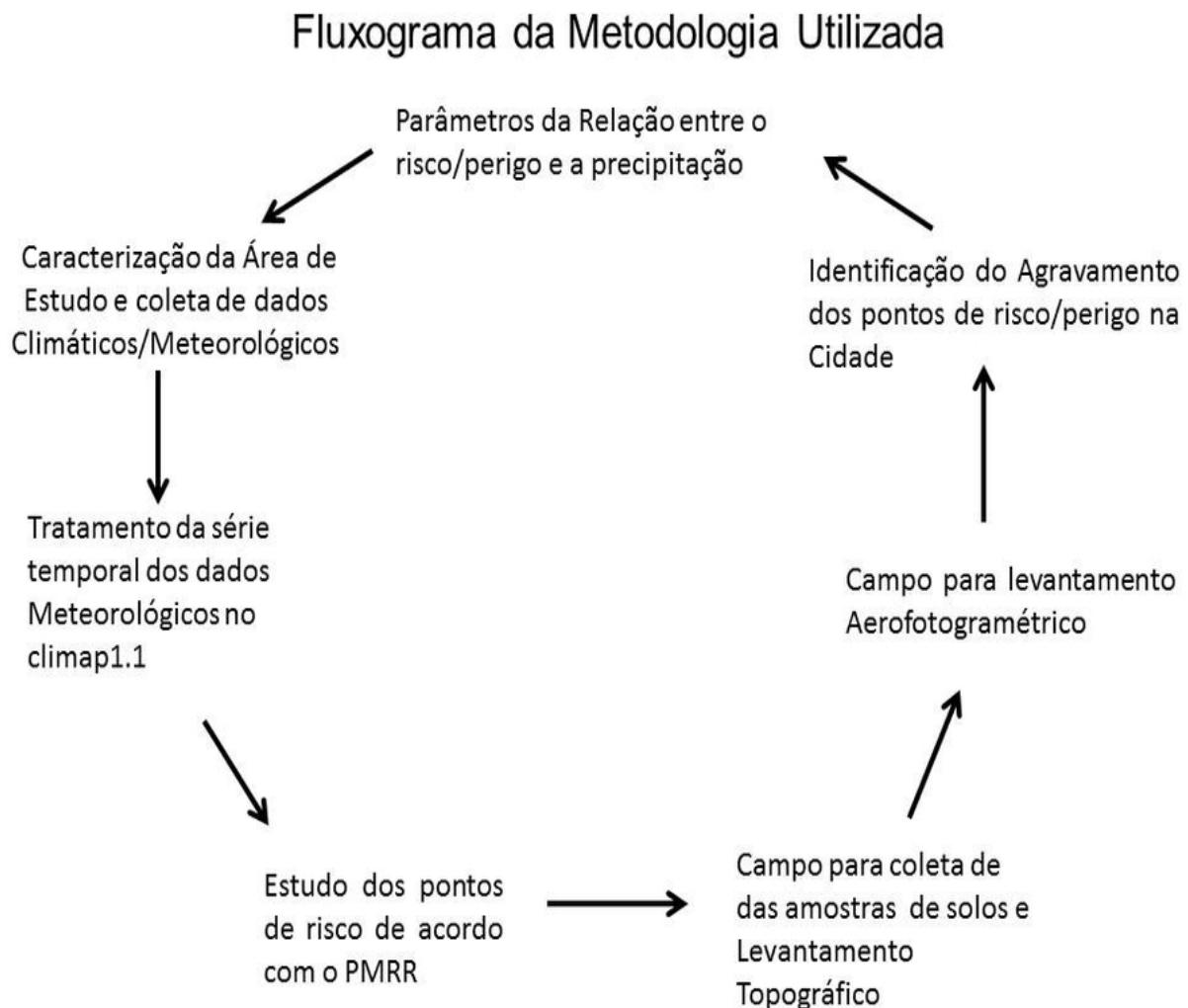
b) Observação no campo – as observações podem ser feitas de vários modos e para atender a várias finalidades de trabalho, tais como: a) para testar resultados de trabalho teóricos; b) para fazer observações qualitativas; c) observações com medições utilizando- se instrumentos apropriados.

c) Experimentos – podem ser levados a efeito no campo ou no laboratório (escala reduzida).

d) Empírico quantitativo esse método é auxiliar da observação. As relações empíricas podem ser de grande valor mas constituem, um meio e não um fim. Um campo em que esse método tem sido dominante é no de leis morfométricas para as bacias de drenagem (HORTON, 1945) e vertentes. Araújo; Hélio (2011, p13)

Os processos naturais e antrópicos se apresentam na ótica do risco/perigo em Camaragibe. Diante disso é notório a identificação de um círculo que interrelaciona a sequência das etapas do trabalho, evidenciando a complexidade do ambiente. A Figura 5 representa fluxograma que exemplifica o desenvolvimento do método de trabalhado.

Quadro 3 – Fluxograma da Metodologia Utilizada

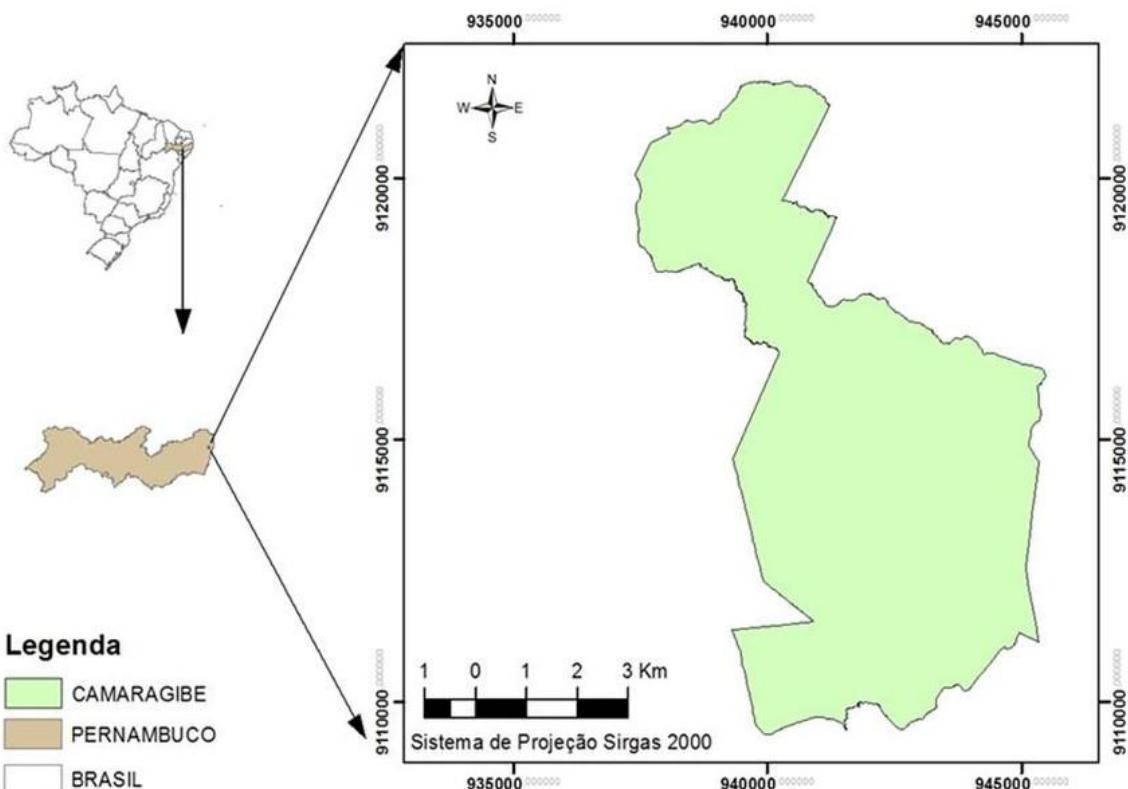


Fonte: Adaptada pelo autor 2017.

### 3.2 Caracterização da Área

Camaragibe, está localizada na Região metropolitana do Recife, de acordo com o IBGE (2010) ao norte faz divisa com os municípios de Abreu e Lima e Paudalho, ao sudeste com a Capital Recife, já na parte oeste a divisão territorial é com o município de São Lourenço da mata (Mapa 1)

Mapa 1 – Localização da Área de estudo



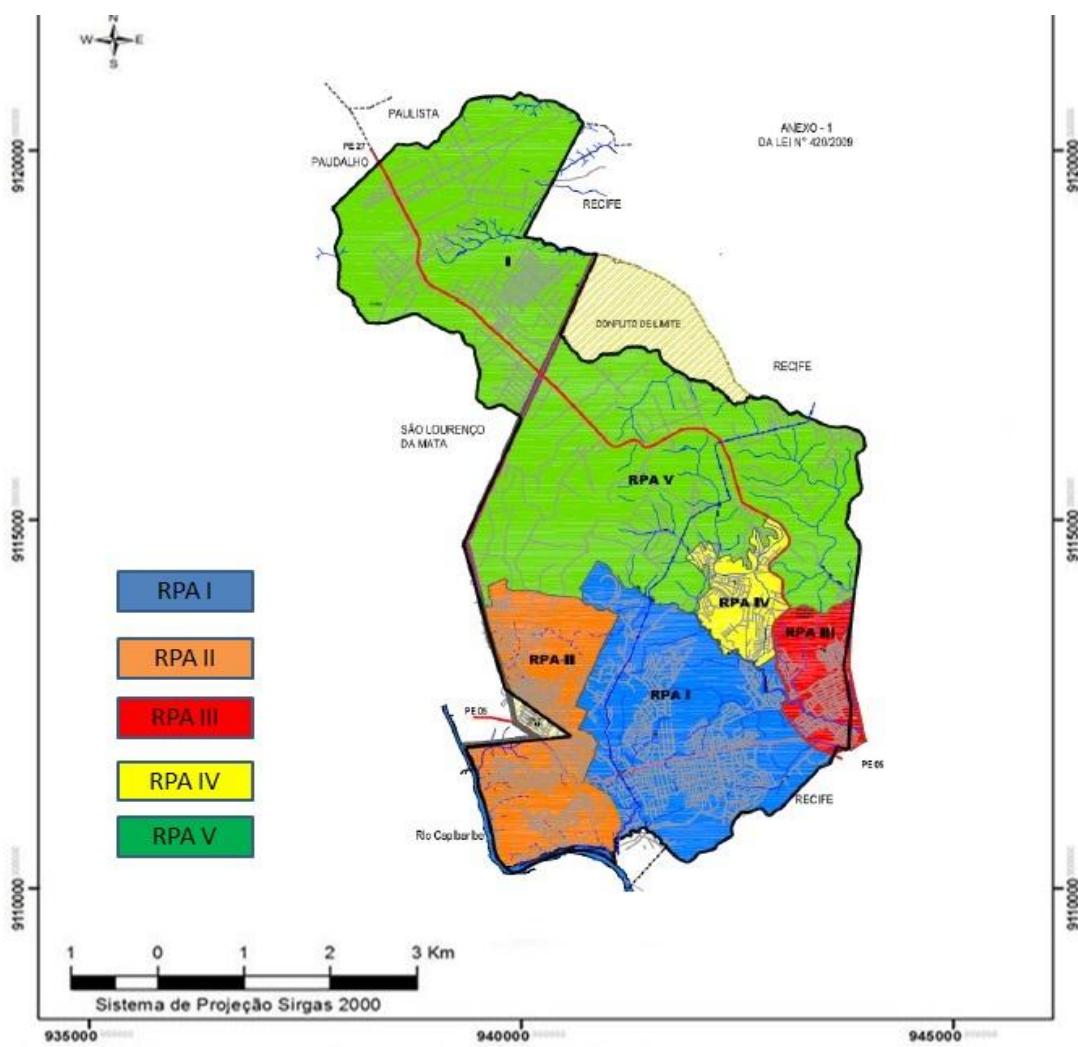
Fonte: Embrapa 2018.

De acordo com o censo demográfico de 2010, a cidade possui uma população de 144.466 habitantes, entretanto possuía uma projeção de 156,149 habitantes para o ano de 2016. A área da unidade territorial é de 51,257 (km<sup>2</sup>). Integrando os dados demográficos de 2010 a cidade possui uma Densidade demográfica de 2.818,46 (hab/km<sup>2</sup>). Analisando o município abordado, observa-se contrastes no desenvolvimento. Camaragibe está inserido nas bacias hidrográficas dos rios Capibaribe, Beberibe e Paratibe, tendo como principais tributários os rios Pacas, Morno e Macacos. Grande parte do território está inserida na área de proteção de mananciais, com expressiva vegetação remanescente da Mata Atlântica. Essas áreas de mananciais e densas florestas determinam os contrastes, que a priori são de ocupação, gerando assim, vulnerabilidades. O sul do município é o centro da cidade de Camaragibe e reúne a maior densidade de equipamentos médico-hospitalares, educacionais, grandes equipamentos públicos voltados para o consumo coletivo e grande parte dos estabelecimentos comerciais e industriais do município; essa área onde se observa a maior quantidade de pessoas, estas de baixa renda, morando em lugares de riscos (morros). No norte,

se tem a demanda ambiental em ênfase no município; atualmente se nota o surgimento de espaços habitados por condomínios verticais no norte de Camaragibe, da população de alto padrão social, dento exemplo o bairro de Aldeia.

As RPAs I, II, III e IV estão situadas na parte sul do município, onde se concentra boa parte da população ao lado do setor de comércio e serviços, e onde, também, estão configuradas as intensidades das relações de fluxos urbanos, bem como seus problemas eventuais. Em contrapartida, de acordo com o Atlas Pernambuco Mapas organizado pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM, 2011), a RPA V compreende a região de Aldeia, situada no Norte, possuindo baixa densidade populacional como podemos identificar no mapa (2)

Mapa 2 – Representação das RPAs de Camaragibe



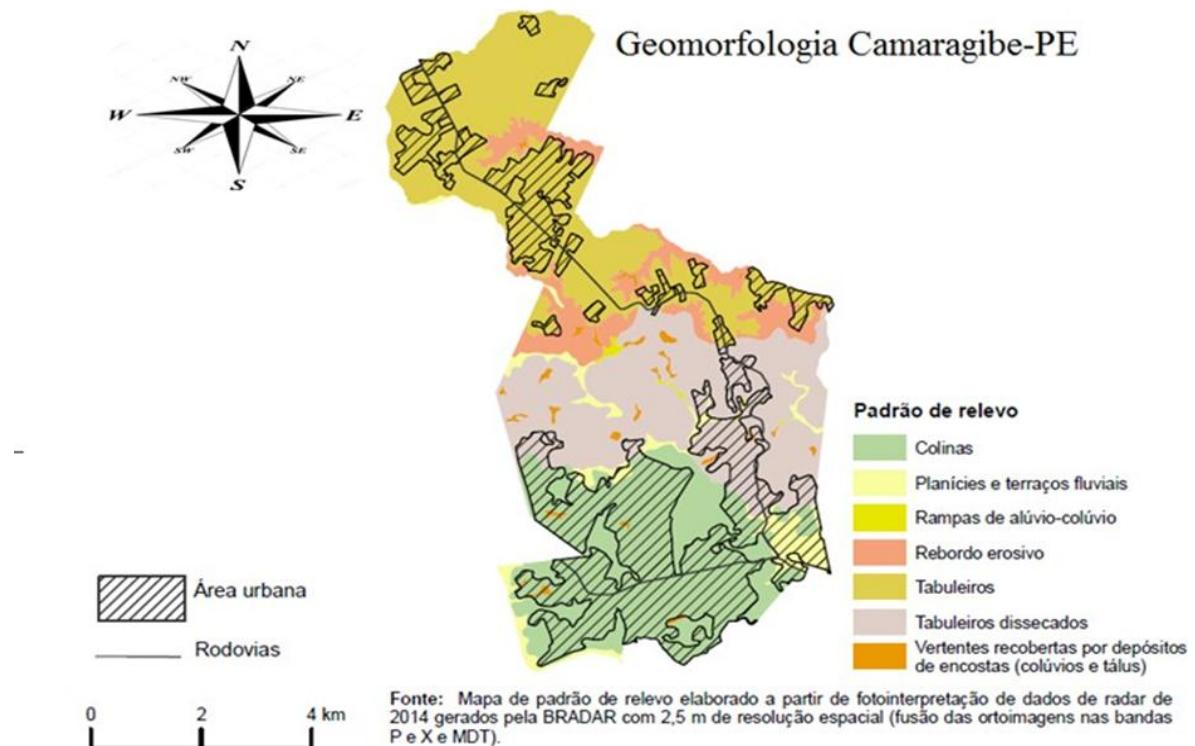
Fonte: Leis das Cidades 420, 2009 adaptado pelo autor.

### 3.3 Geomorfologia

A área possui uma característica geomorfológica frágil e potencialmente complexa, essa peculiaridade contribui para a apresentação de diversas formas de risco, entre elas, está o risco geológico/geomorfológico, agravado, pela descontinuidade do relevo, presente no grupo barreiras. De acordo com o mapa 2 podemos identificar que na parte sul da cidade são encontradas feições geomorfológicas em forma de colina, característica comum na zona da mata pernambucana consagrada com denominação de mares de morros por Aziz Ab'Saber. Planícies e Terraços fluviais, também são ressaltados, entretanto com menor predominância no território do município. O rebordo erosivo contrasta e interliga tabuleiros dissecados na parte norte da cidade onde são encontradas uma grande concentração de rampas no tipo de alúvio-colúvio. A morfologia dos tabuleiros costeiros são identificadas de maneira constante na parte norte da cidade. Algumas vertentes são recobertas por depósitos das encostas e aparecem com mais frequência, onde existe a predominância de colinas e tabuleiros dissecados.

A geomorfologia da região se caracteriza pela presença de tabuleiros costeiros, com pontos máximos chegando a 160 m de altitude em relação ao nível do mar, cujo relevo manifesta poucas descontinuidades e pertence ao tipo topoplano, intercalado por vales de pequeno porte.

Mapa 3 – Geomorfologia Camaragibe-PE

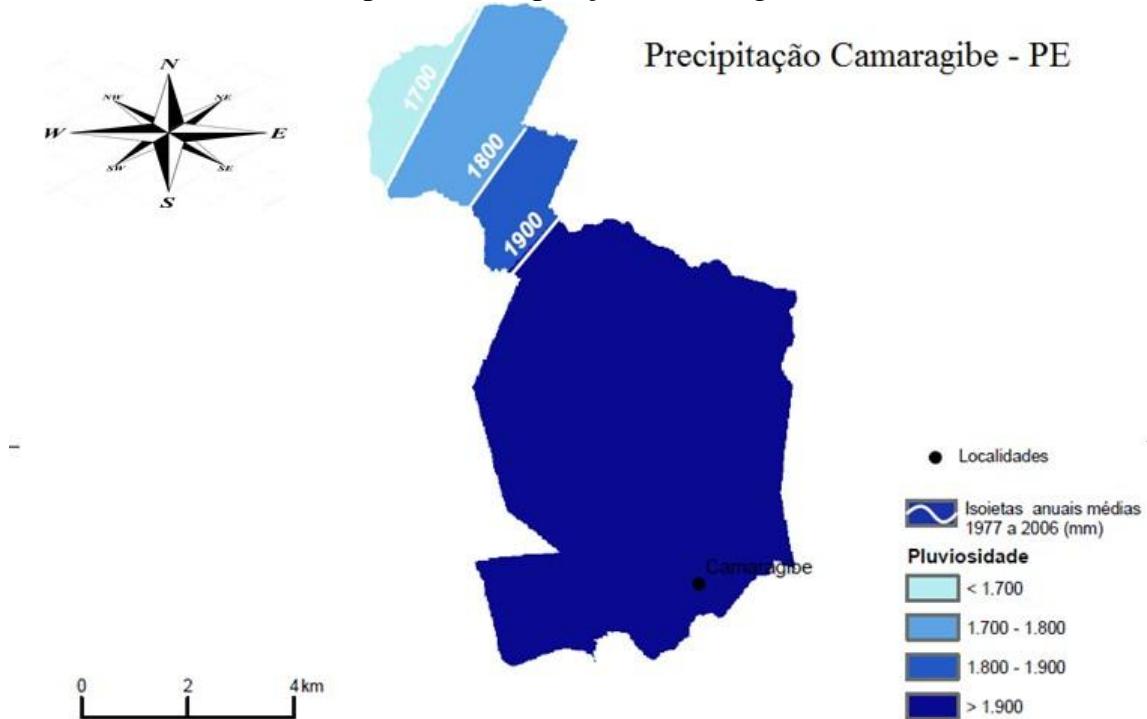


Fonte: CPRM 2010, adaptado pelo autor.

### 3.4 Precipitação

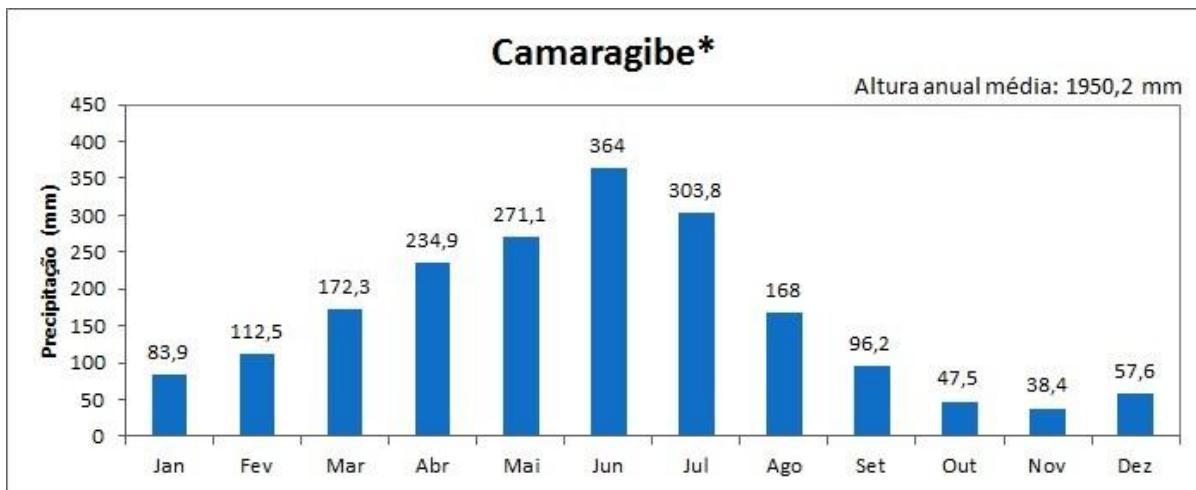
De acordo com o mapa 3 a cidade possui uma variação média crescente, no sentido norte-sul, partindo de 1700 mm nos limites da parte norte, para mais de 1900 mm ao sul, indicador que recobre a maior parte da cidade. Entretanto de acordo com o gráfico 2, podemos ver que essa precipitação sofre variações significativas ao longo do ano, onde tem uma elevação inicialmente fugindo do seu padrão, no mês de fevereiro, atingindo seu ápice em junho, e retornando ao menores níveis de precipitação no mês de agosto.

Mapa 4 – Precipitação Camaragibe-PE



Fonte: CPRM 2010, adaptado pelo autor.

Gráfico 2 – Climograma Camaragibe-PE



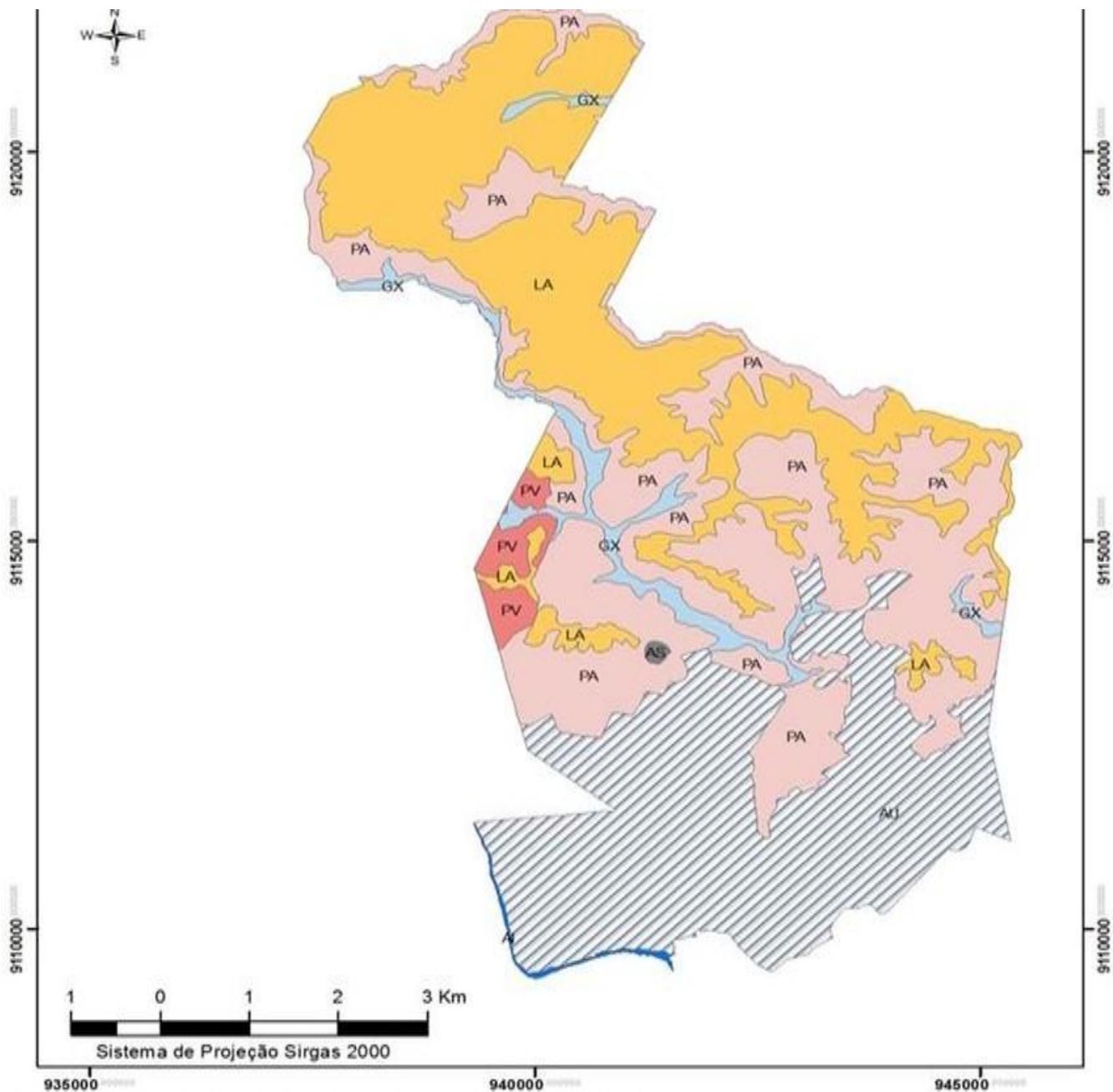
Fonte: Adaptado pelo Autor

### 3.5 Solos

Os solos do município de Camaragibe (mapa 4) são predominantemente Latossolos Amarelos (LA) e Argissolos Amarelos (PA). Nos topos planos da área municipal predominam os Latossolos que são solos relativamente uniformes, com boa drenagem, alto grau de intemperismo e, localmente, com textura argilosa. Portanto, são solos com boa estabilidade ambiental. Por outro lado, os Argissolos se destacam nas encostas dos vales e, sobretudo, onde o relevo encontra-se dissecado na forma de morros e colinas. São solos que apresentam uma acentuada diferença de textura entre os horizontes superficiais (mais arenosos) e os de subsuperfície (mais argilosos) e, por isso, são relativamente mais vulneráveis aos processos erosivos em relação aos Latossolos, sobretudo por estarem posicionados em relevo movimentado.

Ocorrem também, alguns afloramentos rochosos em parte das encostas do território municipal onde se destacam os Argissolos Vermelhos (PV). Cabe salientar ainda que esses afloramentos rochosos podem contribuir para ampliar o escoamento de água superficial durante as chuvas mais intensas e gerar mais instabilidades das encostas durante esses eventos. As várzeas, por sua vez, ocupam ambientes muito restritos nas partes baixas onde se destacam os Gleissolos (GX). Estas deveriam ser protegidas pois são ambientes frágeis e ficam sujeitas à inundações.

Mapa 5 – Mapa de solos do município de Camaragibe



#### Legenda de solos com base em dados morfológicos

- PA - ARGISSOLO AMARELO textura média/argilosa fase relevo forte ondulado e ondulado
- PV - ARGISSOLO VERMELHO, textura média/argilosa fase moderadamente rochosa relevo forte ondulado e ondulado
- GX - GLEISSOLO HÁPLICO, textura média a argilosa fase relevo plano
- LA - LATOSOLO AMARELO, textura argilosa fase relevo plano e suave ondulado
- AI - ÁGUAS INTERNAS
- AS - ATERRO SANITÁRIO
- AU - ÁREAS URBANAS

Fonte: Embrapa Solos UEP Recife 2018.

### **3.6 Critérios de seleção para os dados meteorológicos e das áreas de estudo**

Os dados de precipitação foram obtidos junto a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), em um universo temporal de 1998 até o 2016. A APAC foi escolhida como fonte para obtenção de dados, por sua presença no cenário estadual, uma vez que realiza pesquisas no âmbito meteorológico e climático constantemente, a agência emite alertas principalmente de precipitação, não só no Recife, mas também em toda sua Região Metropolitana, Agreste e Sertão do Estado.

O intervalo de tempo foi escolhido e parametrizado em função da distribuição constante dos dados de precipitação histórica do município, assim à pesquisa está diretamente ligada aos dados reais e mais aproximados da incidência da precipitação na área estuda.

Outro ponto que foi preponderante e potencializa ainda mais essa escolha, é que a APAC possui sete plataformas de coleta de dados meteorológicos (PCDs) no município de Camaragibe, esse fator expressa se aproxima mais fielmente a real distribuição da precipitação, uma vez que a dinâmica atmosférica é muito acentuada, fator que resulta em diversas variáveis para sua análise. Reiterada a relevância supracitada, direcionando e acentuando a contribuição da agência no quesito monitoramento climático do município.

Das sete PCDs da APAC, quatro estão localizadas em pontos com grau de risco R4 classificado como Muito Alto e R3 apresentando risco Alto, respectivamente. Além disso, as PCDs estão distribuídas em quatro das cinco RPAs de Camaragibe classificadas de acordo com o Plano Plurianual de Camaragibe (PPA 2012), no Bairro de Tabatinga (RPA IV), Bairro dos Estados (RPA I), Bairro João Paulo II (RPA II) e Bairro Vera Cruz (RPA V), representados no quadro 4. Perceber a inter-relação que existe entre esses pontos é uma pequena amostra que deve ser levada em consideração para percepção da complexidade ambiental.. Os Graus de Risco apontados pelo Plano municipal de Redução de Riscos (PMRR) de Camaragibe (2006) coloca em evidência a classificação dos riscos mostrados no quadro 4.

Quadro 4 – Classificação de Riscos (PMRR2006)

<u>Risco Muito Alto</u> (R4)	<u>Risco Alto</u> (R3)	<u>Risco Médio</u> (R2)	<u>Risco Baixo</u> (R1)
os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e a falta de intervenção no Setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e erosão. As evidências de instabilidade são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.	os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e a falta de intervenção no Setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de deslizamentos e erosão. Observa-se a presença de significativas evidências de instabilidades. Processo de instabilização em pleno desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.	os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e a falta de intervenção no Setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e erosão. Observa-se a presença de algumas evidências de instabilidade. Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.	os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e a falta de intervenção no Setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e erosão. Não se observa(m) evidência(s) de instabilidade ou processos de instabilização de encostas. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de 1 ano.

Fonte: Plano municipal de Redução de Riscos de Camaragibe (2006).

### 3.7 Tratamento dos dados meteorológicos

Para desenvolvimento dessa etapa do trabalho, foram selecionadas algumas etapas: 1) organização dos dados de precipitação pluviométrica; 2) tratamento dos dados em um software que faz correções estatísticas para análise em série temporal; 3) agrupamento dos dados em sequências no Microsoft Office Excel onde foram “verticalizados” distribuídos em colunas com sequência: ano, mês, dia e volume diário de precipitação no período de 1998 a 2016 série temporal disponível no banco de dados da APAC e depois convertido para o formato “txt” separado por tabulação, totalizando 6575 dados, para converter esse volume informação das

precipitações diárias em médias mensais foi utilizado um software livre para gerenciamento de dados, o Climap 1.1 que exporta dos dados trabalhados em gráficos corrigidos estatisticamente.

O climap 1.1 é um software que trabalha com os dados meteorológicos de precipitação e temperatura, juntas ou independentes e com suas respectivas variações dentro de uma determinada escala temporal. Em sua operacionalização, é possível exportar os dados em forma de gráficos, para uma melhor exemplificação dos comportamentos dos indicadores de uma série histórica.

Os indicadores que foram gerados a partir dos dados de precipitação pluviométrica para o trabalho:

- Totais de Precipitação no período mensal e trimestral.
- Pr1 Números de dias com precipitação 1mm/dia.
- Pr10 Números de dias com precipitação 10mm/dia.
- Pr20 Números de dias com precipitação 20mm/dia.
- Pr95 e Pr 99 Relação das ocorrências de precipitação de toda a série temporal.
- DPP: Desvio padronizado da precipitação dos totais mensais, trimestrais e anuais.  $DPP = (\text{total-média}) / \text{desvio-padrão}$ .
- Prnn: Número de dias por ano com precipitação mm (nn) definido pelo usuário.

### 3.7.1 Procedimento adotado para o Levantamento Topográfico

Diante das aplicabilidades encontradas na literatura, que servem de metodologia para relacionar a declividade como uma parâmetro de viabilidade ou restrição ao uso e ocupação do solo, a que mais se adéqua a realidade do trabalho é a proposta por De Biase (1992) onde o mesmo relaciona o percentual da declividade com parâmetro de sua utilização, em suas contribuições para a identificação e análise do ambiente. Podemos identificar os percentuais

junto com suas respectivas indicações de uso na tabela 1.

**Tabela 1 – limites aceitáveis para utilização de áreas declivosas**

Percentual de declividade (%)	<b>Limite utilizado internacionalmente</b>
<5%	Para uso urbano-industrial e em trabalhos de planejamento urbano
5-12%,	Limite máximo do emprego da mecanização na agricultura
12-30%	Limite máximo para urbanização sem restrições
30-47%	Estabelece como limite máximo de corte raso $25^\circ$ (equivalente a 47% de inclinação)
>47%	Perfis de Declividade com mais de $45^\circ$ são classificados como Áreas de Preservação Permanente –APP

Fonte: De Biase (1992), adaptado pelo autor 2018.

Para fazer o levantamento topográfico (Figura 5), foi utilizado o método topométrico, aplicando irradiações do referencial de nível RN até o nível superior NS da escarpa como observado na composição da equação no quadro 5, adquirindo assim distâncias e ângulos. Analisando as grandezas lineares e angulares, podemos mensurar geometricamente o nível de inclinação e distância tangencial entre a base (RN) e o topo dos pontos de risco trabalhados. O método para mensurar-se o desnível, foi à composição da equação da declividade, cuja mesma reúne informação necessárias para esse tipo de levantamento topográfico.

Quadro 5 – Equação da declividade

## Declividade %

**Declividade = δ**

**H1-H2=Variação de Altura=ΔH**

**Distância entre os pontos=D**

$$\delta = \frac{\Delta H}{D} \times 100$$

Fonte: Autor 2017

Figura 5 – Levantamento Topográfico RPA 1 no município de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017

### 3.7.2 Procedimentos para o Aerolevantamento

O equipamento utilizado para fazer o levantamento aerofotogramétrico, foi um *Drone*, *Hubsan h501s x4 advanced version*, pois o mesmo possui tecnologia de transmissão de imagens em primeira pessoa e visualização (First person view (FPV)), recurso que permite uma

sincronização do sistema de capturas de imagens do equipamento com a observação em tempo real.

Esse recurso tecnológico ainda está se difundindo em nossa sociedade, mas se fez indispensável à pesquisa, uma vez que o acesso aos pontos de risco/perigo elencados ao longo do trabalho é potencialmente limitado. E as perspectivas ortométricas junto com os ângulos para o registro aerofotográfico se apresentam como inovadores na análise das condições ambientais da Cidade. A figura 6 exemplifica o corrimento lateral de massa, junto com o tombamento da vegetação, captada com o equipamento.

Figura 6 – Fluxo lateral de massa, registrado com o equipamento aerofotogramétrico em encostas na área urbana de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor, 2018.

### 3.7.3 Parâmetro de relação entre a precipitação e risco/perigo em Camaragibe-PE

A relação entre o risco/perigo e a precipitação emerge do estudo de Bandeira; Coutinho (2015) onde o estudo envolveu as cidades: Recife, Jaboatão do Guararapes e Camaragibe. O intuito do trabalho era relacionar a precipitação e os movimentos de massa. O objetivo era integrar o total de precipitação acumulada com a linha de ação da defesa civil. Os componentes

para identificar os níveis de precipitação acumulada em 72h (I72) com o tempo acumulado de precipitação ao longo do trimestre (Pac) e o parâmetro (Rcrit), que o resultado da multiplicação entre (I72h x Pac). Assim Bandeira; Coutinho (2015) aplicaram essa metodologia em Camaragibe afim de sinalizar a defesa civil para tomada de decisão sob as condições meteorológicas. O quadro 6 exemplifica as condições de (72),(pac) e (Rcrit) em cada uma das RPAS da cidade, e estipula o parâmetro para o estado de alerta geral.

Quadro 6 – Limites de precipitação para ação da Defesa Civil em Camaragibe-PE

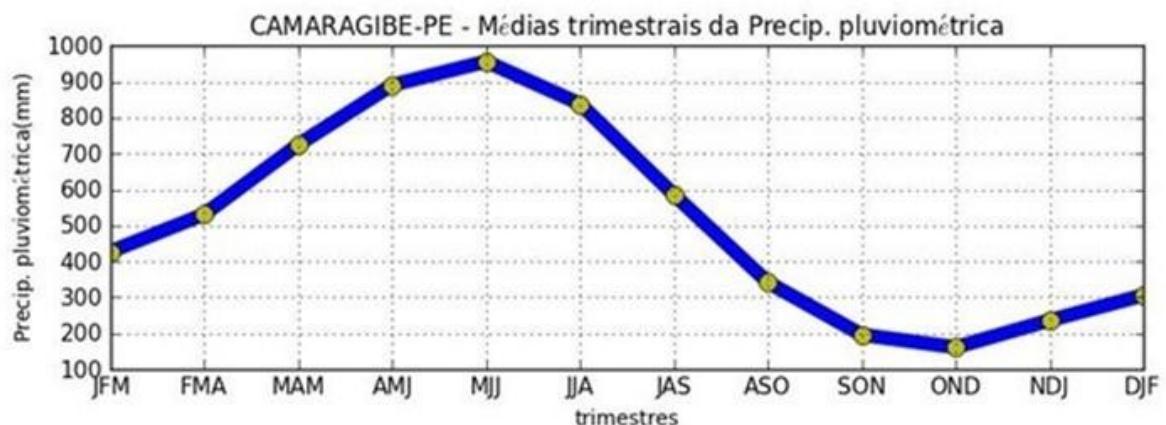
Level/area	Area I	Area II	Area III	Area IV - Tabatinga	Area IV-Vera Cruz
Observation	From December 1 <sup>st</sup>				
Warning*	$I_{72h} = 100 \text{ mm or}$ $P_{ac} = 750 \text{ mm or}$ $R_{crit} = 75,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 60 \text{ mm or}$ $P_{ac} = 600 \text{ mm or}$ $R_{crit} = 36,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 80 \text{ mm or}$ $P_{ac} = 600 \text{ mm or}$ $R_{crit} = 48,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 60 \text{ mm or}$ $P_{ac} = 750 \text{ mm or}$ $R_{crit} = 45,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 80 \text{ mm or}$ $P_{ac} = 600 \text{ mm or}$ $R_{crit} = 48,000 \text{ mm}^2$
Alert	$I_{72h} = 100 \text{ mm and}$ $R_{crit} = 75,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 60 \text{ mm and}$ $R_{crit} = 36,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 80 \text{ mm and}$ $R_{crit} = 48,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 60 \text{ mm and}$ $R_{crit} = 45,000 \text{ mm}^2$	$I_{72h} = 80 \text{ mm and}$ $R_{crit} = 48,000 \text{ mm}^2$
Maximum alert	When Alert occurs in all areas of the municipality				

\*In this state isolated landslides may occur, particularly with heavy rainfall concentrated in 24 h.

Fonte: Bandeira; Coutinho 2015.

Neste trabalho, ajustamos a série histórica da distribuição da precipitação, com a metodologia supracitada, a fim de identificar em quais meses estão concentrados os maiores precipitações e quais os valores que alertam para o cenário potencial de risco na cidade. O gráfico 3 mostra as médias trimestrais de precipitação ao longo da série histórica.

Gráfico 3 – Médias Trimestrais da precipitação pluviométrica no município de Camaragibe (PE)



Fonte: Adaptado pelo autor 2017.

### 3.7.4 Critérios para relacionar fatores antrópicos e socioambientais que contribuem para aumentar riscos/perigos a movimento de massa nas áreas de encostas.

Os fatores antrópicos que potencializam os riscos a movimento de massa na cidade de Camaragibe, dar-se-ão, pela ocupação de taludes declivosos, bem como, a falta de um efetivo planejamento urbano com intuito de mitigar os impactos causados pelos movimentos de massa. A educação da população também é um fator que se soma a todo o descaso do poder público, uma vez que a mesma, descarta resíduos sólidos e líquidos nas vertentes. Fator que corrobora para aumentar a susceptibilidade aos movimentos de massa.

Já com relação aos fatores socioambientais, entendemos que existe uma acentuada precipitação na cidade e que esse índice pluviométrico é um fator natural, que está diretamente ligado aos movimentos de massa.

Outro ponto importante são as feições geomorfológicas da cidade, uma vez que o relevo da cidade apresenta várias descontinuidades e, nesse sentido, percebemos que a ocupação acontecesse em áreas potencialmente declivosas.

O ponto crucial para entender essas relações está situado no período do inverno, pois é justamente onde ocorre uma integração de fatores antrópicos e socioambientais, materializados na forma de risco potencial, uma vez que a intensidade da precipitação interfere diretamente no aumento dos movimentos de massa.

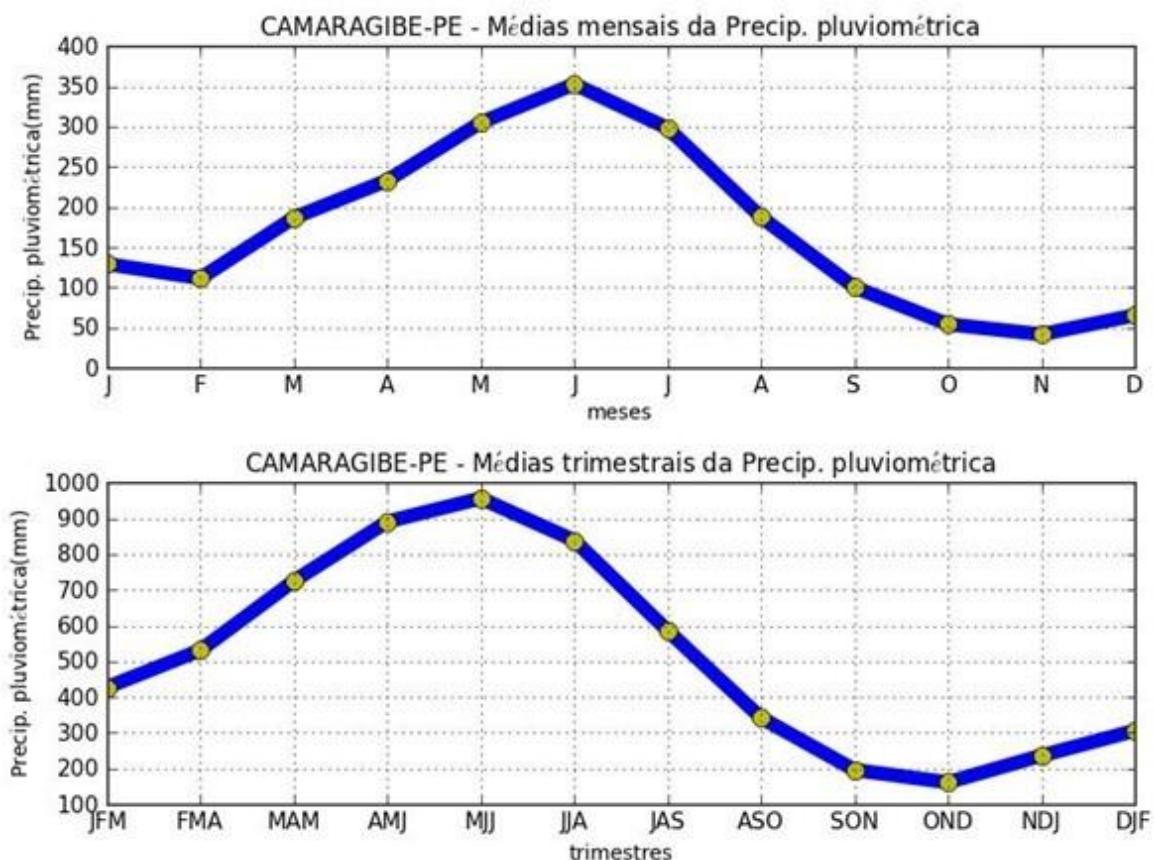
Esses movimentos de massa são agravados em sua magnitude, uma vez que, a precipitação ocorre justamente em áreas declivosas, ocupadas e sem a mínima proteção, esses riscos ainda se somam ao trato que a população dá ao local onde estão inseridas, com o acúmulos de resíduos sólidos nas encostas, bem como o descarte de águas servidas nas vertentes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Dados sistematizados da precipitação pluviométrica do município de Camaragibe

A área do município de Camaragibe está inserida na classificação climática de Köppen tipo As', com temperaturas médias nos meses mais frios superiores a 18°C e com precipitação anual normalmente superior à taxa de evapotranspiração. Na área, de concentração de precipitação pluviométrica está mais acentuada nos meses de maio, junho e julho como podemos identificar no gráfico 4 da média de precipitação mensal e trimestral com dados diários numa série temporal de 1998 até 2016

Gráfico 4 – Médias de precipitação pluviométrica de Camaragibe-PE



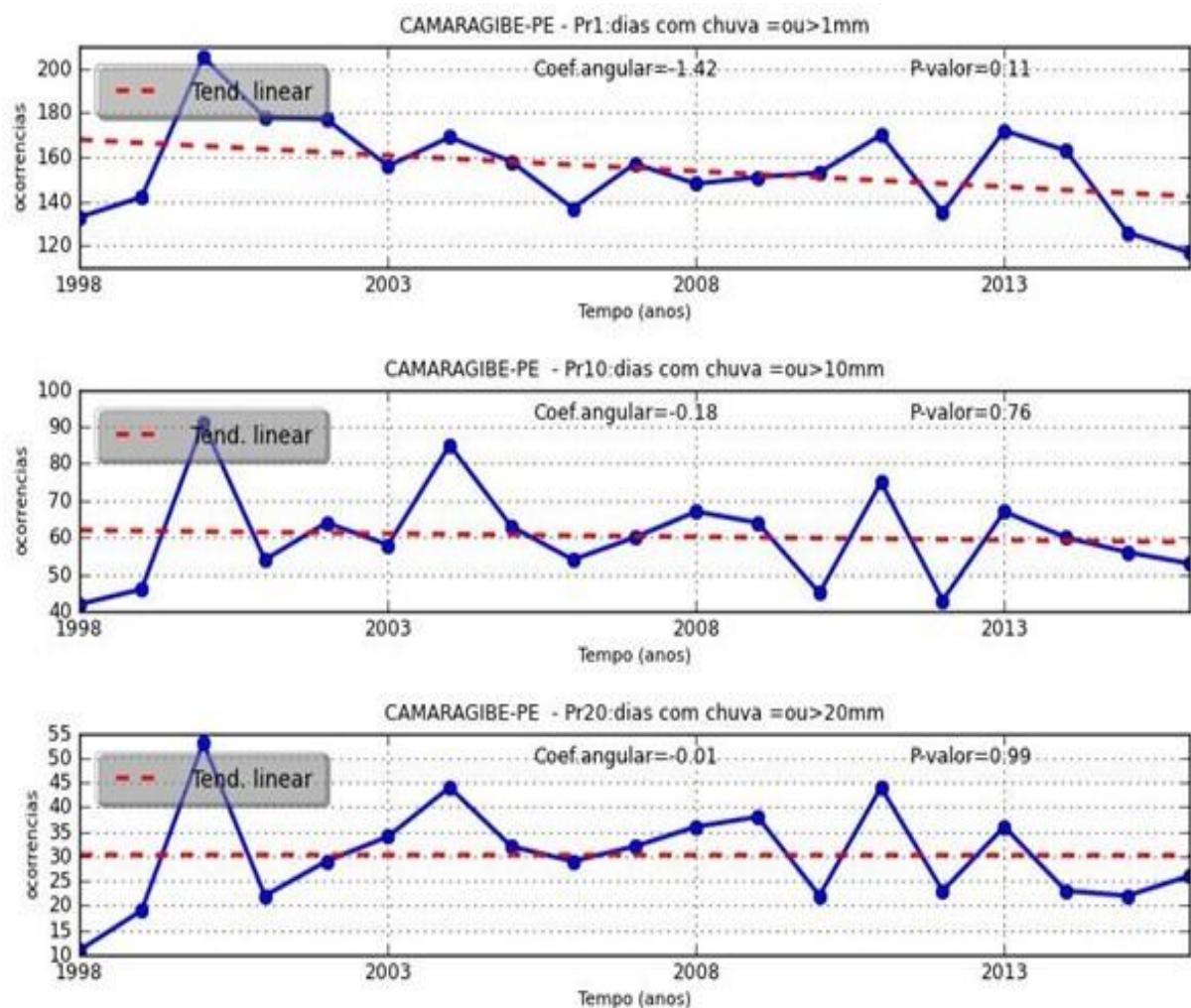
Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017

Como podemos visualizar existe uma intensificação da precipitação, nos meses de Maio, Junho e Julho, chegando a médias mensais superiores a 300 mm, e com agrupamentos trimestrais com precipitação superior a 900 mm. Essa concentração de precipitação gera impactos significativos sobretudo na intensificação dos riscos na área de

estudo. Esse trabalho assemelha-se ao desenvolvido por Barbosa et al. (2016), que utilizando-se do climap 1.1 fez um levantamento nos índices pluviométricos da cidade de Garanhuns-PE na série temporal dos anos 1961 até 2012.

Os dados de Pr1, Pr10 e Pr20 e Prnn definido com 50 mm (Gráfico 5) são preponderantes para a compreensão da distribuição da precipitação diária, fator que dentro do espaço amostral temporal analisado sinaliza os dias com precipitação acima de 1mm, 10 mm e 20 mm e precipitação (nn de 50 mm) dos anos em que os dados foram trabalhados, evidenciam as condições favoráveis as ocorrências de movimentos de massa.

Gráfico 5 – Níveis de Precipitação de Camaragibe



Fonte: APAC, adaptado pelo Autor 2017

Os intervalos foram de 5 anos sendo separados no climap 1.1, partindo do ano de 1998/2003, 2003/2008, 2008/2013 e como é observado o intervalo 2013/2018 ainda está em

andamento.

O intervalo 1998/2003 apresentou mais de 200 ocorrências “dias”, com precipitação superior a 1 mm. No ano de 1999 as ocorrências tiveram significativo aumento partindo de uma média de 130 ocorrências para mais de 200 nos anos 2000. Esse valor só voltou a se aproximar da média inicial em 2003 apresentando 160 ocorrências. Na continuidade da série temporal 2003/2008, é visível um declínio de dias com a referida pluviometria. Tendo seus picos máximos e mínimos entre 170 e 125 mm respectivamente.

No intervalo 2008/2013 nota-se uma similaridade nos 3 primeiros anos, sem muitas variações. Entretanto percebemos que as fortes chuvas de 2010, que desencadearam estado de calamidade pública principalmente na região da mata sul, em municípios como Palmares, Bezerros, Vitória de Santo Antão e também na RMR, estão apresentadas no gráfico através de uma variação na média 20 ocorrências quando comparados ao ano anterior. Já no ano seguinte existe uma diminuição substancial de 40 ocorrências, cujas quais são somadas novamente ao intervalo analisado. No intervalo 2013/2016 é notório um declínio significativo de 170 ocorrências para menos de 120 em 2016, caracterizado pelo déficit hídrico no período analisado.

Na continuidade do Pr10 mm com intervalo 1998/2003, o ano 2000 apresenta o maior número de ocorrências de toda série temporal estudada, com mais de 90 dias com pluviometria superior 10 mm. Já no ano 2001 até 2003 os indicadores pluviométricos se estabilizam entre 55 e 60 ocorrências. No intervalo 2003/2008 o ano 2004 vem com uma precipitação que quase se equipara ao primeiro intervalo, apresentando 85 dias com a precipitação acima de 10 mm. Nos anos de 2005 até 2008 a precipitação volta para a média das 60 ocorrências por ano.

O intervalo 2008/2013 apresenta considerável variação, onde no decorrer do ano 2010, a pluviometria aumenta em 30 ocorrências variando de 45 para 75 dias com precipitação superior a 10 mm. No ano posterior existe um reflexo negativo, com variação diminuindo de 75 para menos de 45 ocorrências. Na sequência 2013/2016 existe uma diminuição de aproximadamente 70 para quase 50 dias com indicadores pluviométricos acima de 10 mm.

Dentro da série temporal percebemos que as ocorrências vêm diminuindo significativamente. Com os dados Pr1 as ocorrências giram em torno de 200 dias. Já na Pr10 esse valor passa para 90 dias. Já com relação à Pr20, constatam-se 55 ocorrências com precipitação superior a 20 mm diários no período de 1998/2003. Essa representação é a maior

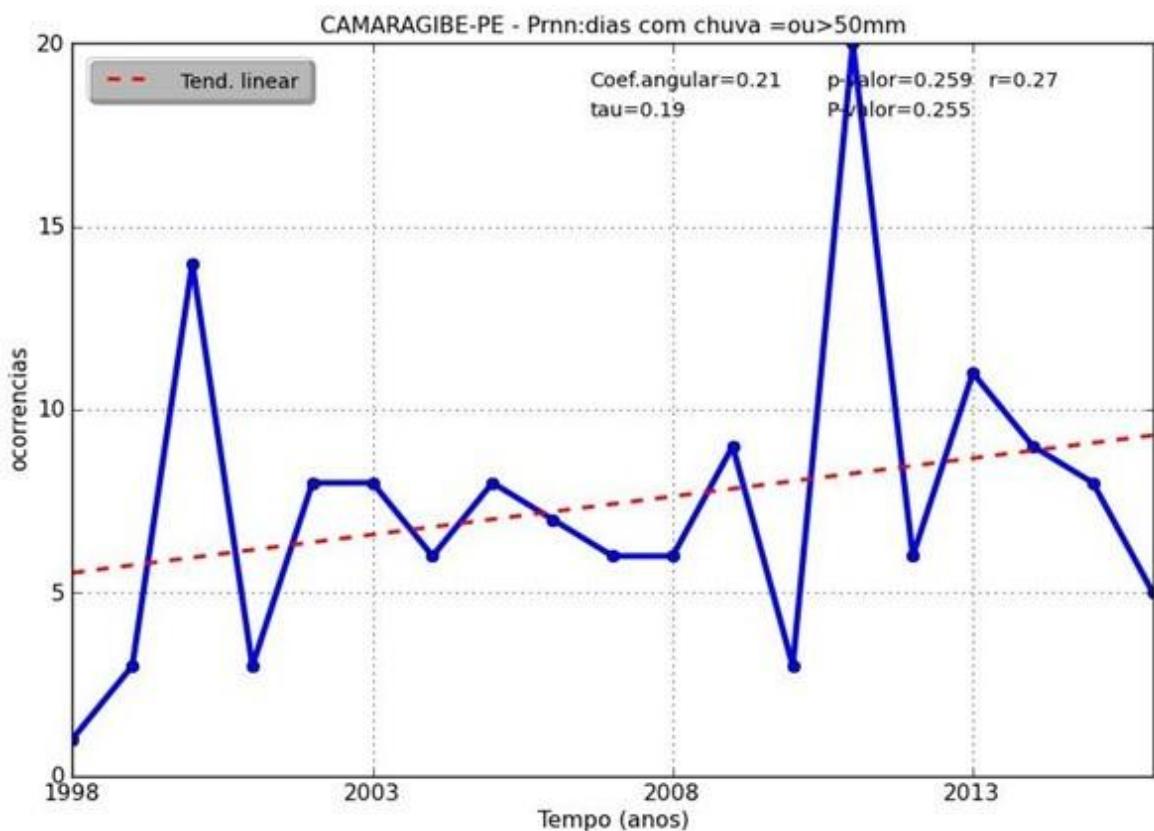
para toda série temporal da Pr20.

Já no recorte temporal 2003/2008 a ocorrência máxima de precipitação (Pr20) gira em torno de 45 dias no ano 2004. Já em 2005 esse valor fica por volta de 30 dias que se mantém em uma variação média de 30 até 35 ocorrências até o ano 2008.

No período 2008/2013 o comportamento se mantém de acordo com a média dos Pr1 e Pr10, principalmente quando acompanhamos a transição do ano 2010 para 2011, onde também no Pr20 apresenta aumento significativo partindo de 20 ocorrências para 45, regredindo para menos de 25 dias com precipitação acima de 20mm em 2012. O intervalo 2013/2016 no Pr20 inicia com 35 ocorrências e termina com 25 em 2016.

O Prnn ajustado no valor de 50 mm de precipitação pluviométrica faz um recorte na variável tempo, projetando uma visão amplificada na escala temporal analisada. Assim percebemos como está distribuída a intensidade da precipitação e suas respectivas ocorrências (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Ocorrências com precipitação maiores que 50 mm em Camaragibe-PE

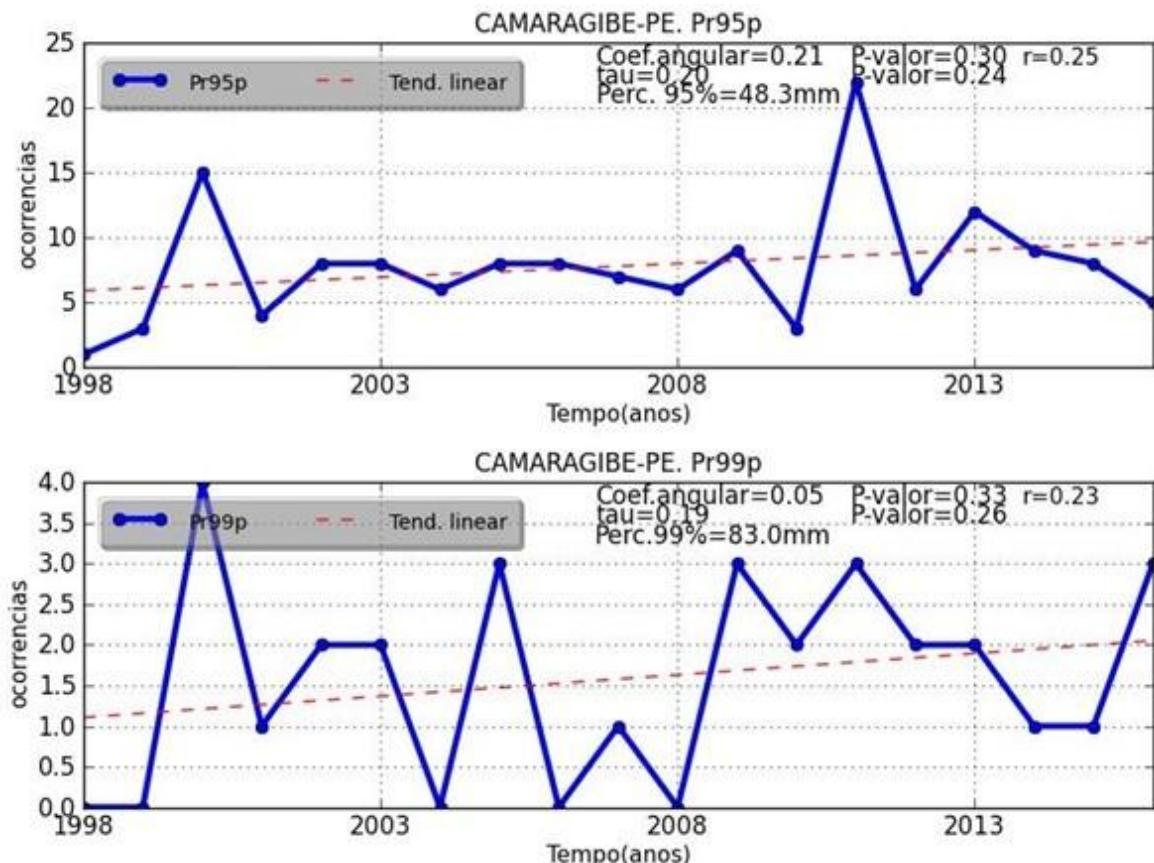


Fonte: APAC, Adaptado pelo Autor 2017

Na análise da série histórica de dados, vemos que o período 1998/2003 e o de 2008/2013 possuem ocorrências de índices pluviométricos mais acentuados. Entretanto, quando amplificamos a série temporal para elencar os dias com precipitação acima de 50 mm, que são chuvas com alto poder erosivo, percebemos que existe uma distinção para maiores ocorrências, onde no decorrer do ano 2010 temos 20 dias com precipitação superando o valor estabelecido. Já no ano 2000 apenas 14 ocorrências estão acima do valor supracitado.

Na análise dos dados meteorológicos, oferecidas pelo climap1.1 encontramos classificações com precipitação pluviométrica bastante expressivos na série temporal o Pr95p e Pr99p apresentados no gráfico 7. Os anos 1999/2000 e 2010/2011 apresentam variações nas ocorrências diárias máximas dos referido períodos, dando uma diferença de aproximadamente 7 ocorrências. Nesta análise os indicadores Pr95p e Pr99p apresentam uma relação percentual da ocorrência de chuvas, expondo graficamente 95 e 99% das precipitações significativas a série temporal.

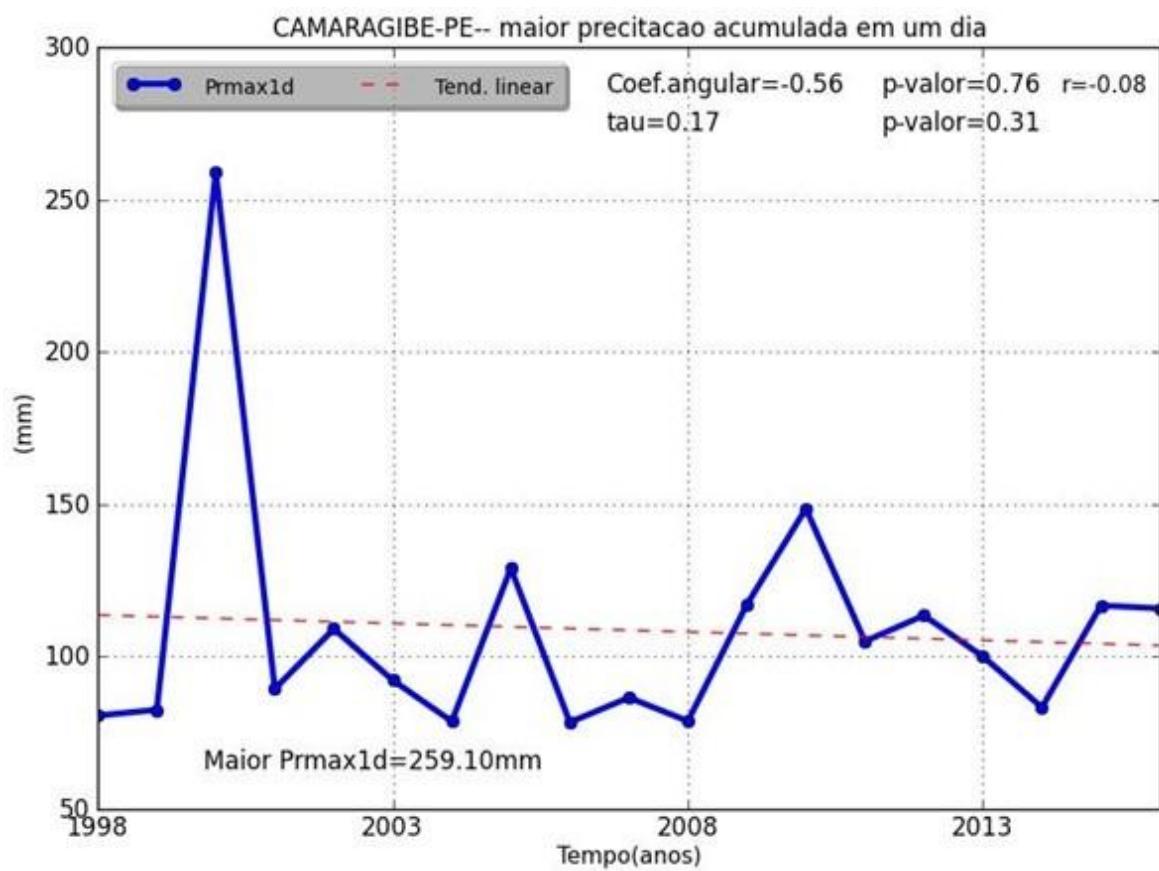
Gráfico 7 – Ocorrências com percentual da precipitação significativa Pr95 e Pr99 em Camaragibe (PE)



Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017

O climap 1.1 apresenta a precipitação máxima (Prmax) da série histórica dos dados, sendo crucial para entender como ocorrem eventos extremos dentro da série histórica estudada. No gráfico 8, o ano 2000 apresentou um dia com precipitação superior a 250 mm, já em 2010 a precipitação chegou aos 150 mm, que são dados alarmantes de precipitação.

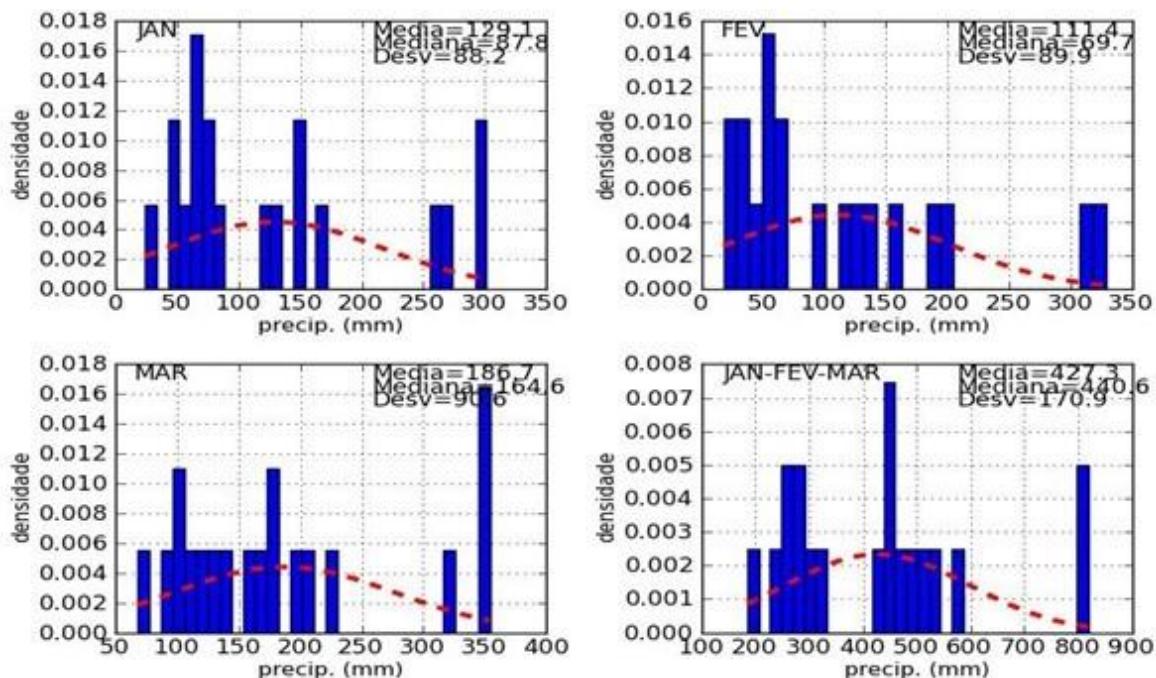
Gráfico 8 – Precipitação Prmax da série histórica Camaragibe-PE



Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017.

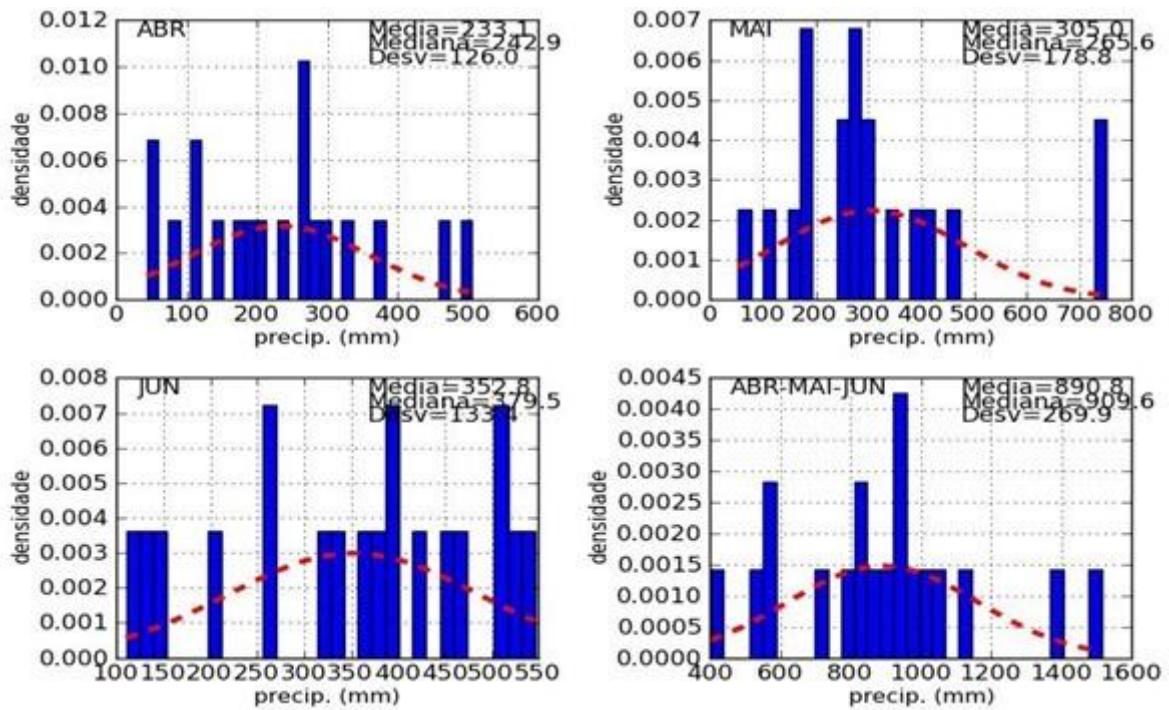
Na sequência do trabalho, os histogramas (Gráficos 9 a 12) da série temporal, apresentando as médias de precipitação em Camaragibe nos trimestres JFM, AMJ, JAS e OND, respectivamente. Essa exemplificação é de fundamental importância para compreensão da frequência e distribuição das chuvas e assim, correlaciona-las com os fatores atmosféricos atuantes na área de estudo.

Gráfico 9 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao primeiro trimestre do ano (janeiro, fevereiro e março JFM), Camaragibe-PE.



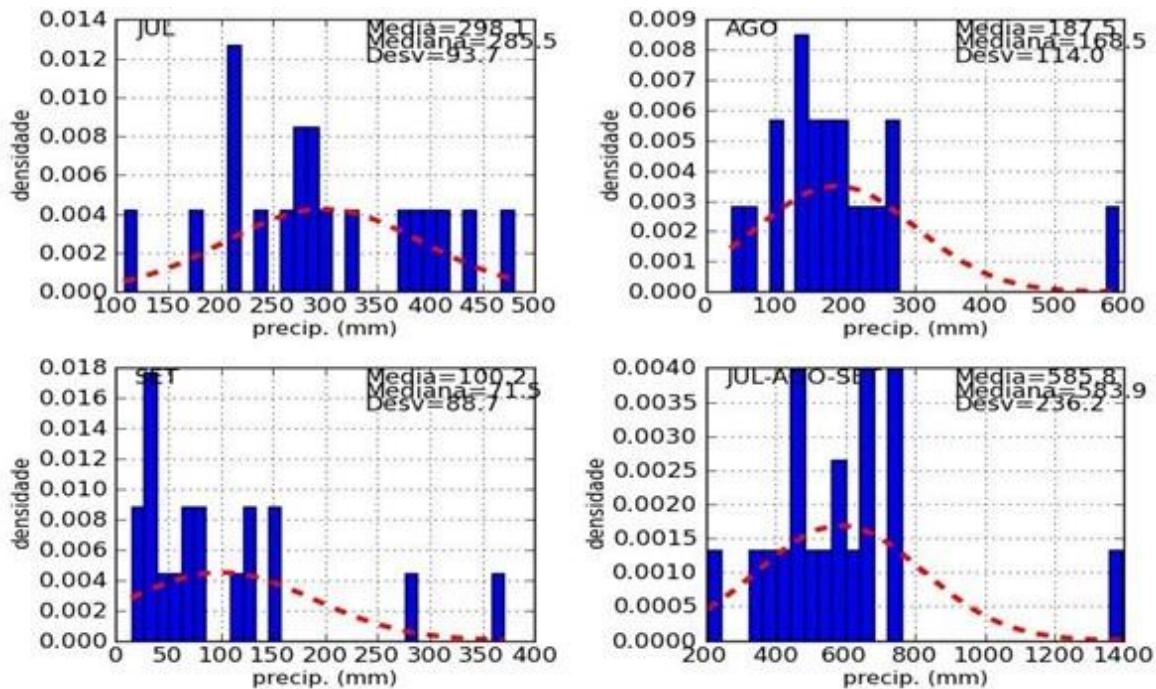
Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017.

Gráfico 10 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao segundo trimestre do ano (Abril, Maio e Junho - AMJ), Camaragibe-PE



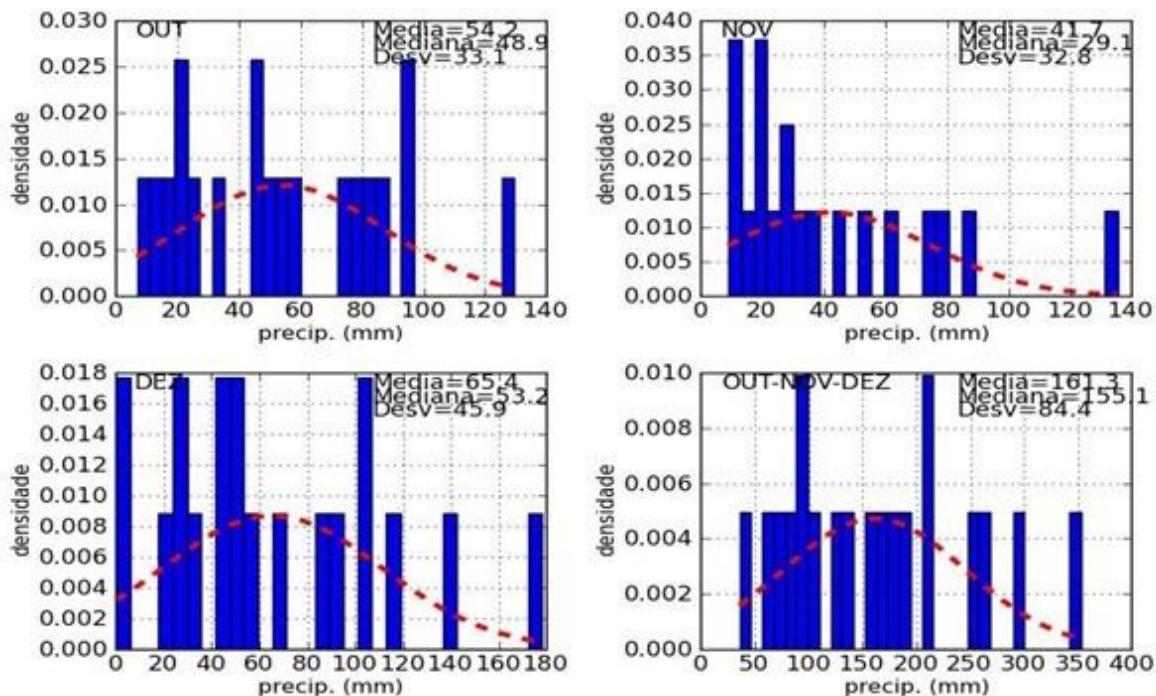
Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017.

Gráfico 11 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao terceiro trimestre do ano (Julho, Agosto de Setembro - JAS), Camaragibe-PE



Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017

Gráfico 12 – Histograma das médias trimestrais dos indicadores pluviométricos referentes ao quarto trimestre do ano (Outubro, Novembro e Dezembro - OND), Camaragibe-PE



Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017.

Os gráficos 7, 8, 9 e 10 não possuem relação simétrica e são preenchidos com substanciais descontinuidades. Essa assimetria é a ferramenta que nos possibilita identificar uma variação constante no decorrer da análise das médias em todos os intervalos, evidenciando assim um erro nas médias anuais. Esse “erro” é o resultado da má distribuição da precipitação. Fator que corrobora com a classificação climática de Köppen definindo pelo clima As’ que aponta uma precipitação mais concentrada no outono e inverno. Essa prerrogativa reitera o desvio apresentado nos gráficos 7,8,9 e 10.

No gráfico 7 identificamos um desvio bem próximo a média nos meses de janeiro e fevereiro, já no mês de março, temos um desvio com quase o metade da média esse fator está atrelado a transição das estações verão/outono e é justamente no mês de março que verificamos o aumento da precipitação.

O gráfico 8 é composto de uma dualidade bastante peculiar, com o aumento significativo da precipitação e o acentuado desvio das médias. Esse gráfico coloca em evidência a intensidade e a distribuição da precipitação no outono/inverno de Camaragibe. Os desvios apresentam em torno da metade da média nos meses de Abril e Maio. Isso ocorre por serem meses onde a curva da precipitação é bastante ascendente. Já no mês de junho ocorre o ápice de precipitação e sendo um mês considerado chuvoso segundo Duarte et al. (2015). Por ser o mês mais chuvoso, junho é o que apresenta o maior número de dias com chuvas acima de 50 mm, principalmente de chuvas acima de 100 mm, seguido dos meses de maio e abril. Agosto apresentou um maior número de dias com chuvas acima de 100 mm do que dos demais intervalos. O desvio volta a se enquadrar gradualmente diminuindo sua discrepância com relação à média, saindo da metade para um terço do valor médio apresentado.

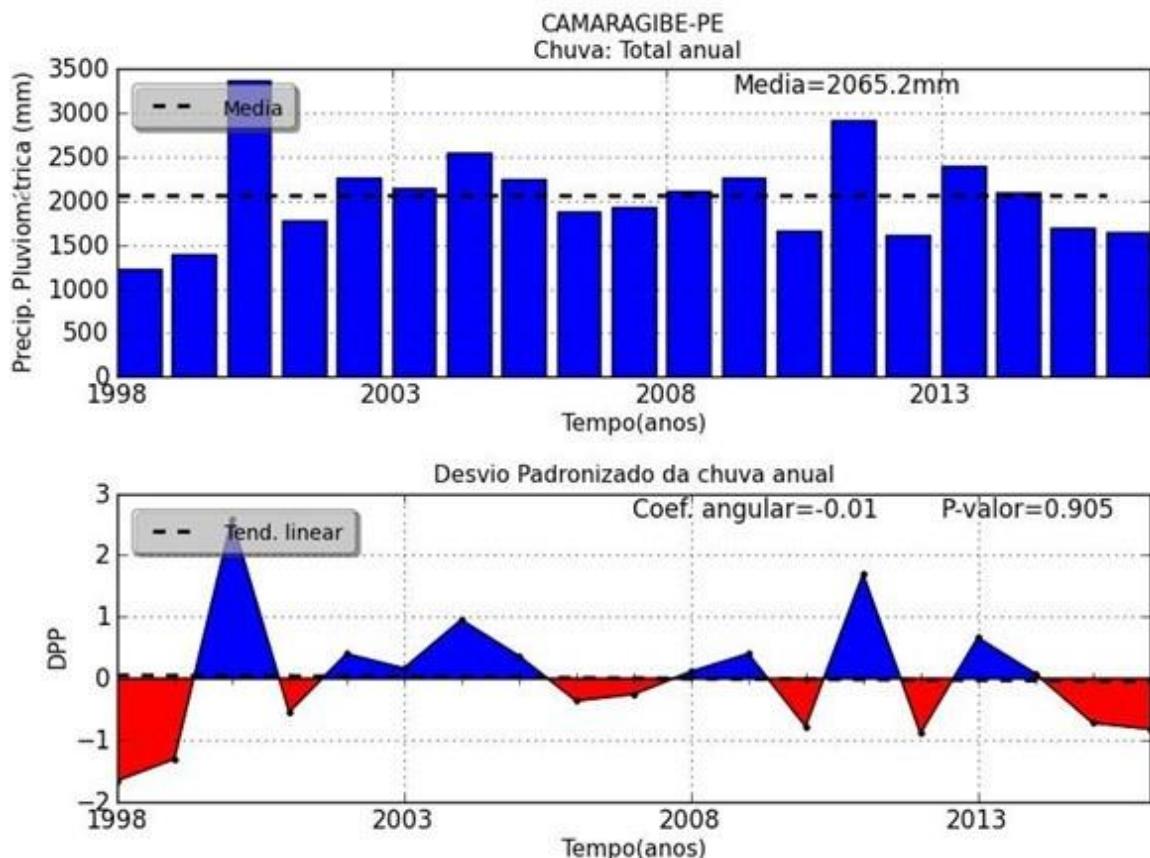
Quando estamos analisando o gráfico 10 identificamos o desvio sair de um terço do mês de julho para mais da metade nos meses de agosto e setembro. Isso ocorre pelo fato de que no mês de julho ainda apresenta precipitação significativa, e quando partimos para os meses de agosto e setembro voltamos para um cenário instável para as precipitações.

Na análise do gráfico 11 presenciamos desvios acima da metade da média em todos os meses, uma vez que esses meses apresentam baixo volume pluviométrico e as chuvas acontecem de forma isolada. Entretanto deve-se sempre ressaltar o impacto que a precipitação exerce não só no Recife, mas também em toda sua região metropolitana.

Com o climap 1.1 foi estabelecido um desvio padronizado de precipitação, o DPP, indicador que ressalta o acumulado da precipitação e coloca em evidencia as variações nos

anos onde ocorreram déficit e excesso de precipitação como verificamos no gráfico 12. Analisar esse comportamento é de vital importância em qualquer espera social, uma vez que essa prerrogativa deve estar inserida em quaisquer tomada de decisão, em projetos governamentais ou privados. Essa análise é crucial para a avaliação de impacto ambiental.

Gráfico 13 – Precipitação total anual e desvio padronizado DPP da média de chuvas em Camaragibe - PE.



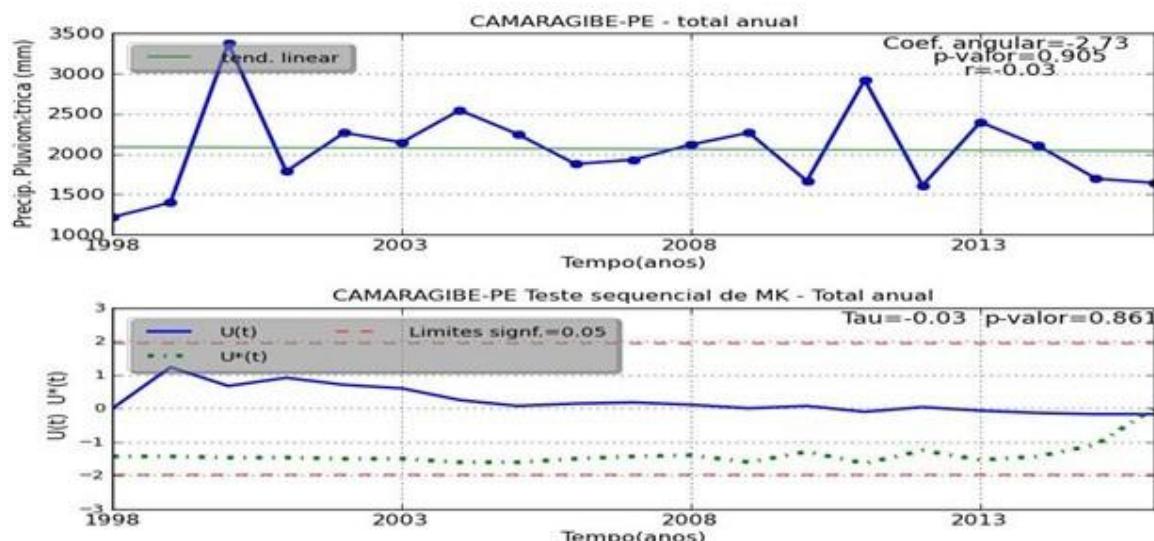
Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017.

Analisando o gráfico 13, percebemos os anos onde existem superávit e déficit hídricos, distribuídos ao longo da linha de tendência. O ano 2000 e o ano 2010 são novamente colocados em evidência apresentando mais de 3300 mm e 2900 mm de precipitação anual acumulada. Esse dados são de acordo com a afirmativa de Duarte et al. (2015). A década de 2000 também apresentou uma grande variabilidade em relação às categorias, apresentando dois anos extremamente chuvosos (2000 e 2004) e um ano extremamente seco, 2006.

A dinâmica complexa da atmosfera é a regente das variações meteorológicas. Assim, ainda seguindo o raciocínio de Duarte et al. (2015), o ano de 2010 apresentou totais anuais de chuva normal, com anomalias negativas de precipitação em relação à média. Grande parte do ano esteve sob a influência de um El Niño fraco. Todavia, as temperaturas do Oceano Atlântico Tropical Sul apresentavam-se elevadas, configurando-se uma fase Negativa do Dipolo do Atlântico. Concluindo a abordagem meteorológica, para tratamento dos dados, foi

aplicado no Climap 1.1 o teste sequencial de Mann-Kendall (Gráfico 14), que estabelece limites estatísticos aceitáveis com extremos de alternância, totalizando 4, apresentando limites de tendência situados com tolerância máxima 2 e -2 mínima ao longo de toda série temporal. No gráfico é notório que os dados trabalhados mesmo estando com série temporal reduzida, em virtude da disponibilidade dos dados pela APAC, se enquadram perfeitamente dentro da  $\alpha = 0,05$  que corresponde aos limites significantes, evidenciando que os dados não sofreram variação “tendência” significativa. A intersecção das curvas da estatística de MK ( $U(t)$ ) e  $U^*(t)$ ) apresentam indícios de ruptura no patamar em 2016, onde foram detectadas possíveis alterações nessa série, perfeitamente comprehensível quando levamos em consideração o intervalo adequado é de 5 anos e o intervalo 2013/2016 contempla apenas 4.

Gráfico 14 – Regressão linear (a) e Teste sequencial de MK (b) para as séries de precipitação anual de Camaragibe-PE



Fonte: APAC, adaptado pelo autor, 2017.

#### 4.2 A relação entre os fatores que compõem o cenário potencial de risco/perigo a movimentos de massa em Camaragibe

Os pontos analisados fazem parte das 5 RPAs da cidade de Camaragibe, na qual foi identificado que os fatores precipitação, declividade e o uso do solo são elementos que compõem o cenário que configura a situação de risco/perigo.

O conceito de Perigo está diretamente ligado a probabilidade do acidente causador de

dano acontecer. O parâmetro de Bandeira; Coutinho abordado na metodologia utilizada neste trabalho (2015) permeia o conceito de perigo e intervém para que impactos da precipitação sobre as áreas de risco sejam mitigados.

Diante do exposto, quando correlacionamos os indicadores pluviométricos contidos nas médias trimestrais históricas desse trabalho, com o método proposto por Bandeira; Coutinho (2015) identificamos que na estação das chuvas, compreendidas pela transição entre os trimestres MAM e AMJ bem como nos trimestres AMJ, MJJ e JJA, a precipitação supera a indicação de alerta geral para a cidade, prevista na metodologia. Conforme observamos na Tabela 2, esse indicador mostra que nesse período a Defesa Civil da cidade deve estar em constante atuação, reforçando o monitoramento meteorológico e auxiliando a população vítima de eventuais movimentos de massa.

Tabela 2 – Relação entre a Precipitação e o alerta máximo

Trimestres da estação das chuvas	Precipitação (mm)	(R <sub>crit</sub> ) Para alerta Máximo para toda cidade	(R <sub>crit</sub> ) da média Histórica para toda cidade	Precipitação histórica que excede o R <sub>crit</sub> (%)
MAM e AMJ	800	75000	80000	6,6
AMJ	900	75000	90000	20
MJJ	1000	75000	100000	33,3
JJA	800	75000	80000	6,6

Fonte: APAC adaptado pelo autor 2017.

#### 4.2.1 Região político administrativa

Para cada uma das Regiões político administrativas foram realizadas as seguintes observações: A) o número de pessoas inseridas na área de risco; B) verificação do percentual de declividade dos respectivos pontos; C) visualização da área por meio de aerolevantamentos

##### 4.2.1.1 RPA I – Bairro dos Estados

A figura 7 mostra o mirante onde foi realizada coleta dos dados topográficos(A), a vista em perspectiva da área evidenciando a atividade da erosão em seu avanço para a rua, onde

já foi improvisada uma contenção para limitar o contato direto da população com o ponto de risco (B) e a área da vertente, ocupada por bananeiras e deposição de resíduos sólidos (lixo) por parte da população (C).

Figura 7 – Situação da RPA I, município de Camaragibe (PE): A) mirante; B) vista do avanço da erosão da encosta em direção à rua; C) acúmulo de resíduos depositado pela população



Fonte: Autor 2017

Nesse ponto cerca de 192 pessoas estão distribuídas em 48 moradias de acordo com o PMRR de Camaragibe. Essa é uma situação alarmante diante das circunstâncias apresentadas. Segundo a agência estadual de planejamento e pesquisa CONDEPE/ FIDEM (2000), as corridas de areia ou de lama são movimentos muito rápidos, envolvendo grandes quantidades de água misturadas aos sedimentos e solos, formando um fluido viscoso com características próprias de escoamento. O trabalho de Bandeira (2003) oferece uma abordagem relevante acerca da dinâmica do solo arenoso também da RPA (I) Córrego do Desastre em Camaragibe:

O clima quente e úmido no município favorece o desenvolvimento

rápido de solos sobre todos os materiais, independentemente de sua origem: sedimentos e rochas cristalinas. Na Região 1 do município de Camaragibe, os morros constituídos pela Formação Barreiras, de fácies arenosa, mostram um padrão erosivo diferenciado, de forma mais brusca. Nesta região, a rápida remoção de sedimentos/solos nas encostas, seja para a exploração de material, seja para a implantação de casas, expõe à erosão solos antes preservados da ação intempéricas (Bandeira, 2003, p 112).

No levantamento topográfico do ponto 1 (Figura 8), foi levado em consideração a variação de altura AH (Referencia de nível RN e Nível superior NS= AH) em relação à distância horizontal perpendicular ao nível superior do talude. O RN foi ajustado para 0, uma vez que é o nível de base do talude, apresentando superfície uniforme, com descontinuidades pouco significativas configurando assim a equação da Declividade. O indicador de declividade reitera as condições de risco já evidenciadas.

Tabela 3 – Dados topográficos Bairro dos Estados RPA (I)

RN(m)	NS(m)	Dist(m)	Declividade %
0	25	32	78,12

Fonte: Autor 2017.

Figura 8 – Levantamento topográfico ponto 1, na RPA (1), cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017

De acordo com a metodologia proposta, identificamos que o limite percentual aceitável para ocupação de declives em áreas urbanas vai de 12 % até 30%. Entretanto nesta RPA a declividade chega os 78% superando em 160% o máximo aceitável (Tabela 4).

Tabela 4 – Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA I na cidade de Camaragibe (PE)

Limite proposto para áreas Urbanas	RPA 1 Bairro dos Estados	Porcentagem que excede do limite máximo
12 até 30%	78%	160%

Fonte: Autor 2018.

O levantamento aerofotogramétrico foi feito em um momento posterior a coleta dos dados topográficos. Mas serviu como elemento de apoio para visualizar em outras perspectivas, a erosão das encostas, a deposição de resíduos nas vertentes e os efeitos da ação antrópica que aceleram a situação potencial de risco/perigo aos movimentos de massa (Figura 9). De acordo com a figura 10 podemos perceber a ação erosiva na encosta. Já na Figura 11

identificamos os planos de erosão e percebemos o seu avanço para a via de tráfego local bem como para as edificações.

Figura 9 – Acúmulo de Resíduos na Vertente RPA 1, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2018.

Figura 10 – Plano de erosão na encosta RPA 1, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2018.

Figura 11 – Avanço da erosão para a rua e moradias na RPA 1, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2018.

#### 4.2.1.2 RPA 2 - João Paulo II

Esse ponto apresentou diversas peculiaridades. A principal delas foi que durante o desenvolvimento da atividade de campo, a localidade elencada no PMRR 2006 não condiz com a realidade encontrada. O referido ponto está sob ocupação do movimento sem terra, MST, onde os ocupantes estão se distribuindo desordenadamente em acampamentos, recortando as áreas de risco em lotes como está representado na Figura 12.

Grande parte das moradias estão sendo construídas com alvenaria convencional enquadrando-se na classificação popular de “Meia água” mas ainda é perceptível a presença de barracos com lonas e madeiras. A comunidade, até a presente data, não ganhou o status de assentamento, assumindo o posto de acampamento irregular.

Figura 12 – Acampamento MST RPA 2, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017.

Nesse ponto houve dificuldade de acesso aos pontos de coleta de dados, por parte da comunidade local, limitando o desenvolvimento do trabalho. Assim a entrada só aconteceu mediante alguns ajustes e esclarecimentos, dentre eles, a finalidade do trabalho e não realizar o levantamento aerofotogramétrico.

No desenvolvimento do levantamento topográfico foi identificado um acúmulo de água cada vez mais expressivo, como podemos visualizar na figura 13. Em A, B, C e D exemplificando sequencialmente o trajeto percorrido entre os pontos. Em B e C mostra-se o nível de base do talude, que também possui nível de risco, não de deslizamento, mas de alagamento uma vez que é um ponto com recepção de água por ser uma região de baixada (Figura 14). Esse ponto, por suas vez, não possui nenhuma moradia, entretanto é de ligação entre dois pontos de risco da comunidade partes A e D.

Conforme a metodologia proposta, o limite percentual aceitável para ocupação de declives em áreas urbanas fica no intervalo de 12 % até 30%. Entretanto, nesta RPA a declividade chega os 67% superando em 125% o máximo aceitável (Tabela 5).

Figura 13 – Transição adaptada em acampamento do MST, Bairro João Paulo II (RPA II). A) Vista da parte inferior da encosta; B) passagem improvisada pelos moradores; C) pontos de retenção da água na parte inferior da encosta; D) continuidade da transição para lado superior.



Fonte: Autor 2017

Figura 14 – Levantamento topográfico Bairro João Paulo II RPA(II), cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017

Tabela 5 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA II

Limite proposto para áreas Urbanas	RPA2 Bairro João Paulo II	Porcentagem que excede o limite máximo
12 até 30%	67,44%	124,8%

Fonte: Adaptado pelo autor 2017.

#### 4.2.1.3 RPA 3 - Bairro: São Pedro/ São Paulo

Os bairros de São Pedro e São Paulo não apresentam uma divisão clara no Plano diretor da cidade de 2007. Entretanto, no PMRR de 2006 apresentam consideráveis indicadores de risco. Isso mostra que não existe ou é mínima a preocupação do poder público

nesses pontos. O ponto de coleta está situado exatamente na Travessa Beira Rio, está locado em uma escadaria paralela onde foram feitas as irradiações com a estação total para mensurar a declividade o levantamento topográfico ( figura 15 A e B). Na mesma localidade é encontrada uma edificação interditada pela defesa civil do município, entretanto as únicas medidas para mitigar o desmoronamento no ponto é a implantação de lonas( figura 16)

Figura 15 – Distância da vertente Bairro São Pedro/ São Paulo RPA (III), cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017.

Figura 16 – Moradia interditada pela defesa civil RPA III, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: autor 2017.

Nesse ponto, o PMRR 2006 da cidade indica 26 moradias com 104 habitantes, entretanto na atividade de campo verificou-se que existem mais moradias e, consequentemente, mais pessoas. Os dados obtidos nas análises topométricas, de acordo com a tabela 6, resultam no segundo maior percentual de declividade encontrado em campo.

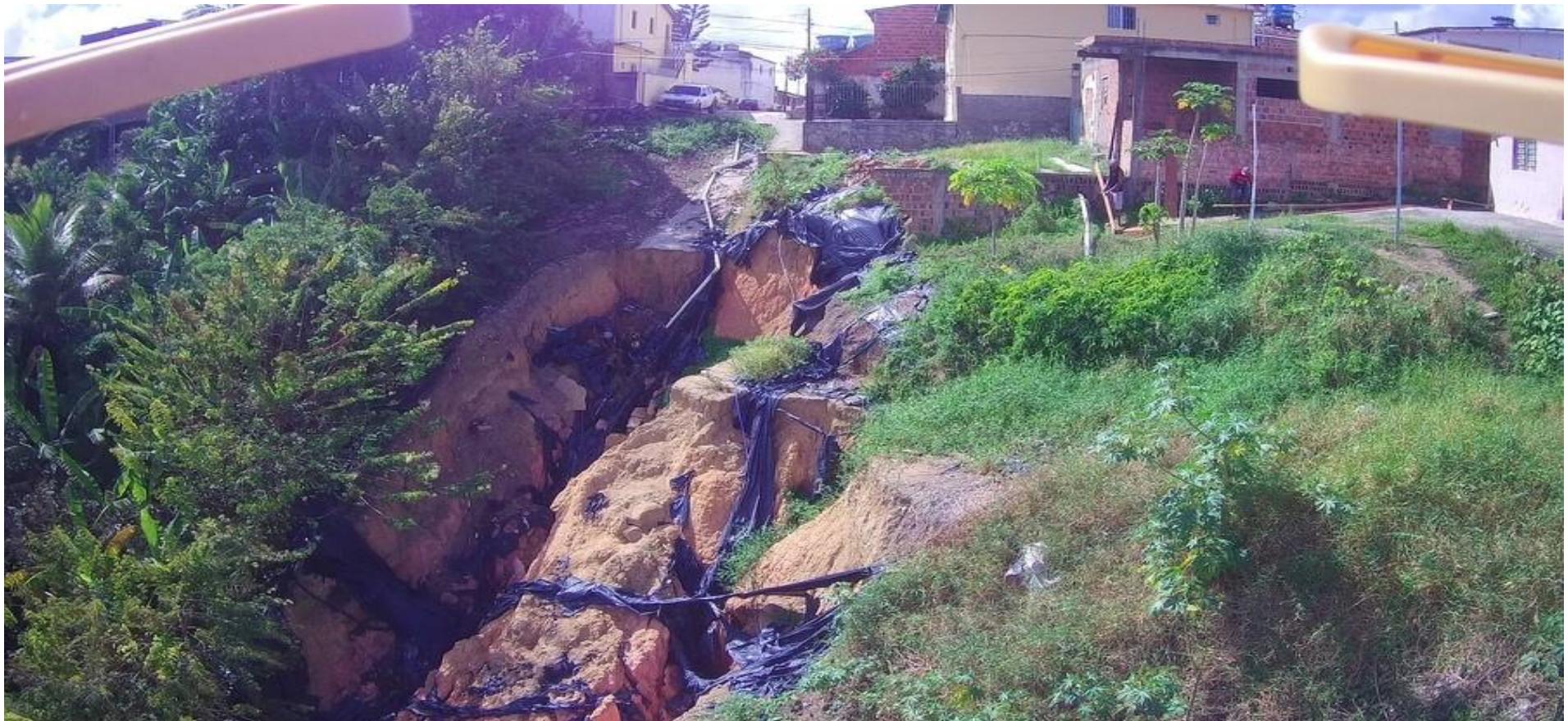
Tabela 6 – Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA III

Limite proposto para áreas Urbanas	RPA3 Bairros São Pedro/ São Paulo	Porcentagem que excede o limite máximo
12 até 30%	75%	150%

Fonte: Autor 2017.

Ainda neste ponto, na Travessa Beira Rio, é perceptível uma situação de agravamento da condição de risco/perigo no local. Diante do exposto vemos que os movimentos de massa também são deflagrados pela ação antrópica, pois a comunidade faz o descarte das suas águas servidas dentro os pontos de voçorocamento expostos nas figuras 17 e 18.

Figura 17 – Pontos de Risco/Perigo no local, RPA III, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2018.

Figura 18 – Impacto da atividade antrópica na vertente, RPA III, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2018.

#### 4.2.1.4 RPA IV - Bairro Tabatinga

O ponto 4 situa-se no bairro de Tabatinga com densidade demográfica alta. Segundo o PMRR (2006), existem diversas ocorrências relacionadas ao risco geológico nesse bairro. A intensidade das alterações antrópicas possibilita interpretar e correlacionar várias alterações no ponto estudado. Essa característica é crucial para evidenciar o ambiente complexo e a relativa dificuldade para mitigar tais alterações. Nesse sentido Oliveira et al. (2006) faz uma relato sobre a situação do bairro:

Nos últimos cinco anos, aproximadamente, cinquenta ruas foram afetadas com deslizamentos no Bairro da Tabatinga, o mais atingido pelos 83 movimentos de massa, sendo, consequentemente, área considerada foco de estudo, o que é justificado pela intensidade dos processos erosivos e pela complexidade dos fatores atuantes na região em pauta (OLIVEIRA et al., 2006).

O ponto se caracteriza como uma escarpa bastante intemperizada e em constante atividade. A distribuição de lonas plásticas serve como medida paliativa que mitiga de forma mínima a convivência com o risco potencial. Na figura 19 visualiza-se a quantidade de bananeiras e uma grande macaubeira no talude, que é um fator que potencializa o desmoronamento, aumentando a tração na vertente principalmente no período chuvoso. Segundo Vieira (2005) é comum encontrar o uso de espécies que acentuam a suscetibilidade das encostas, como bananeiras e árvores de grande porte.

Na residência onde foi realizada a coleta dos dados percebe-se tipos de fundações suspensas improvisadas com sapatas situadas a 1 metro de profundidade de acordo com o morador e construtor da edificação como pode-se visualizar na figura 20.

Figura 19 – Presença significativa de bananeiras e uma grande macaubeira no ponto 4, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017

Figura 20 – Estruturas e Fundações de uma residência ponto de análise 4 tabatinga: A) ; B)



Fonte: Autor 2017.

Nesse ponto o PMRR 2006 da cidade indica 23 moradias com 93 habitantes, mas pode-se inferir, claramente, que esse indicador não condiz com a realidade, uma vez que se faz necessária uma nova contagem populacional, em toda RPA IV, e principalmente nos seus pontos de risco. A declividade desse ponto também é bastante significativa como podemos ver na tabela 7.

Tabela 7 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA IV

Limite proposto para áreas Urbanas	RPA4 Bairro Tabatinga	Porcentagem que excede o limite máximo
12 até 30%	74,5	148,3%

Fonte: Autor 2017

No levantamento aerofotogramétrico foi identificado um movimento de massa em contato direto com uma edificação (Figura 21). Pode-se verificar o desgaste das lonas de proteção colocadas em outro ponto, com uma proteção parcial da encosta (Figura 22).

Figura 21 – Movimento de massa em contado direto com edificação, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2018.

Figura 22 – Desgaste de lonas na encosta RPA IV Tabatinga, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2018.

#### *4.2.1.5 RPA 5 - Bairro Vera Cruz*

O bairro Vera Cruz, está localizado na RPA V que abarca a uma população comumente mais abastada da cidade de Camaragibe. Essa RPA apresenta poucos desníveis topográficos, mas um ponto rompe com a visão topo plana dessa região.

Na figura 23, verifica-se a situação real e a forma como as edificações estão encrustadas na vertente. Esse contato direto implica em na configuração potencial do perigo, principalmente no período chuvoso onde as susceptibilidades aos movimentos de massa são ainda mais agravadas devido ao volume de precipitação somado ao nível de declividade da encosta.

Figura 23 – Medição entre a encosta e a moradia: A) preparo da superfície para medição B) furo no local; C) medição da encosta até a edificação; D) vertente onde se encontra a edificação



Fonte: Autor 2017.

A interação do homem presente na natureza, o modifica constantemente, mas estas alterações sem conhecimentos técnicos acabam gerando risco elevados, como os movimentos de terra, onde, muitos são as causas, para que ocorra o deslizamento onde as construções e somem formando desmoronamentos nestas áreas de risco. As moradias são de estrutura precária como vemos na figura 24.

Quando expostas ao elevado índice de precipitação da cidade, no período de inverno em concomitância com as condições de saturamento do solo exposto junto com a declividade encontrada, geram diversos prejuízos a população agravando os impactos do risco.

Figura 24 – Instalações precárias de reservatórios de água em pontos de risco na RPA V, cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017.

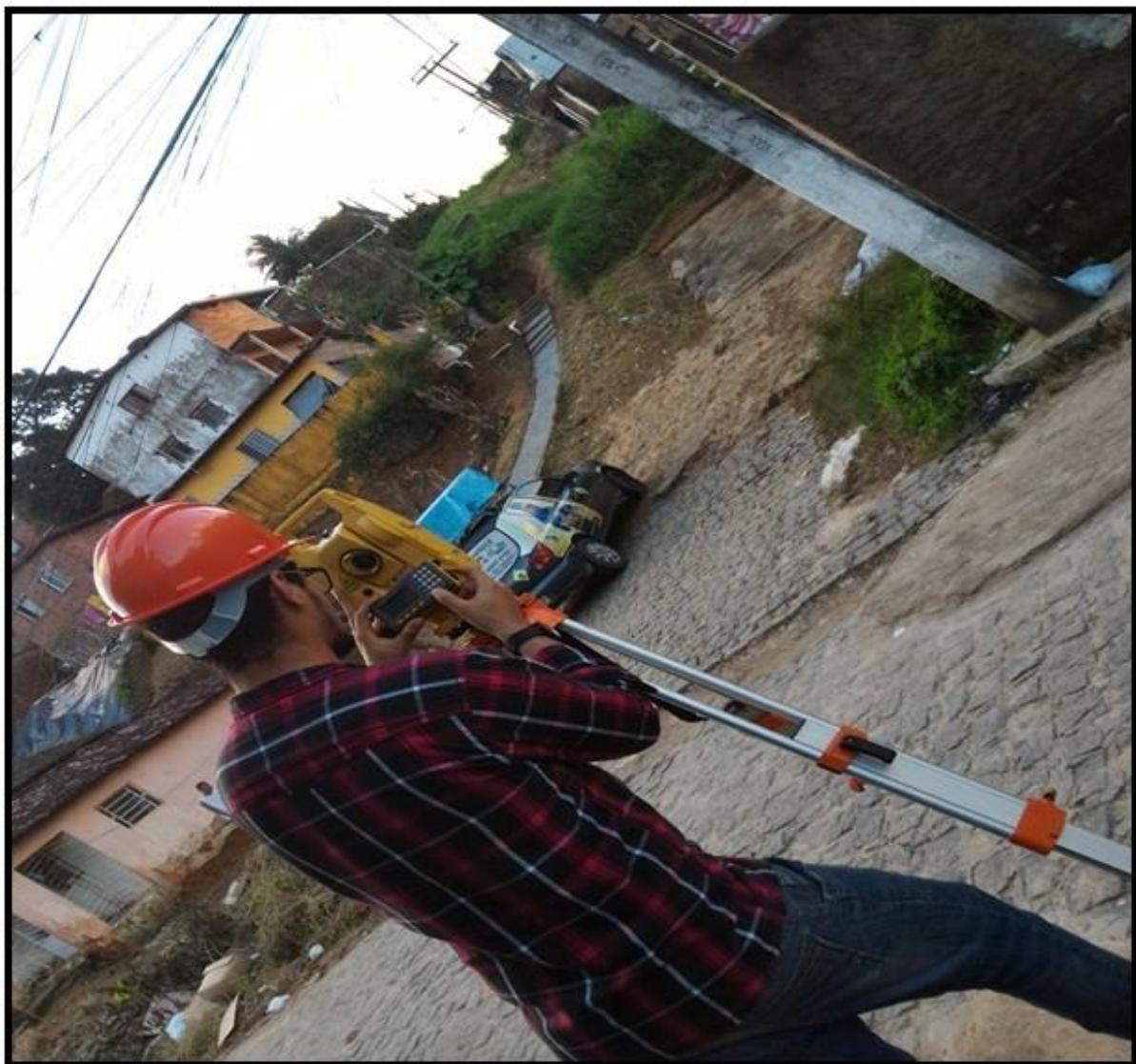
Esse é o único ponto com o RN pavimentado evidenciando que as moradias estão instaladas em uma encosta com declividade de 69%. No Levantamento topográfico identificamos que esse ponto é o que apresenta menor declividade desde estudo e mesmo nessa condição ainda supera em mais de 100% o limite permitido para a ocupação de áreas urbanas declivosas como pode-se verificar na figura 25 e na Tabela 8.

A comunidade local sofre com a falta de estrutura e abastecimento de água, vemos na figura 25 uma escadaria sendo sobreposta por um matagal, onde também existe uma concentração de edificações com um significativo distribuídas ao longo do desnível interligadas pela escadaria.

A RPA V do município Região de Aldeia possui um valor econômico significativo e é onde está situada uma parcela financeiramente mais abastada da população no município, entretanto, mesmo com essa característica, ainda não existe uma iniciativa por parte do poder

público para controlar o gerir o território urbano nesse ponto de maneira efetiva.

Figura 25 – Levantamento Topográfico Ponto 5 Bairro Vera Cruz RPA (V) , cidade de Camaragibe (PE)



Fonte: Autor 2017. (Corrigir a posição da foto)

Tabela 8 - Relação entre a declividade do local e o limite permitido RPA V

Limite proposto para áreas Urbanas	RPA4 Bairro Tabatinga	Porcentagem que excede o limite máximo %
12 até 30%	69%	130

Fonte: Autor 2017.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados do trabalho apontam que na cidade de Camaragibe, no período das chuvas, nos trimestres MAM, AMJ, MJJ e JJA existem indicadores de precipitação pluviométrica que excedem os parâmetros propostos para a ação emergencial da defesa civil no município, sendo decretado o estado de alerta máximo.

Além do fator precipitação, ainda é levado em consideração o local onde a população está instalada. Pois o relevo da cidade apresenta diversas descontinuidades, e esses declives são apresentados em todas RPAs evidenciadas neste trabalho. Pontos que ultrapassam 160% do limite proposto para ocupação de áreas declivosas urbanas corroboram para que essas localidades se tornem o cenário potencial de risco/perigo aos movimentos de massa.

Constata-se que determinadas área do município, sobretudo as encostas, possuem características naturais que favorecem a condição de risco/perigo, entretanto é perceptível um completo descaso por parte do poder público com relação a ocupação e uso dessas áreas, pois o PMRR de 2006 está exponencialmente desatualizado, onde atualmente é verificada uma situação caótica e precária em todas as RPAs do município.

Ao longo deste trabalho foi possível ver os corrimientos de massa praticamente em andamento, em contato direto com as moradias, como é o caso da RPA IV Tabatinga. As lonas plásticas que são colocadas nos declives, são medidas paliativas que postergam minimamente o impacto dos deslizamentos.

Outro fato que merece atenção é o uso do solo e como a população se distribui no ambiente. Confrontados com o processo histórico e atual da ocupação territorial da cidade, percebemos que a população se instalou desordenadamente ocupando pontos de risco. E neles depositam os seus resíduos, principalmente lixo doméstico e águas servidas, justamente nos declives onde a erosão apresenta um estágio mais avançado.

Haja vista os pressupostos delineados, e diante dos fatores mencionados, é perceptível que é necessária uma ação por parte do poder público, para mitigar o impacto ambiental supracitado. Deve ser feito um acompanhamento das condições meteorológicas e climáticas da cidade principalmente no período chuvoso, bem como um controle e ação da ocupação das áreas declivosas da cidade, principalmente as elencadas neste trabalho. Outro aspecto importante é que a população deve se sensibilizar das causas e feitos das suas ações no ambiente, o qual elas estão inseridas e que essa atitude é um ato de segurança ambiental e pública

Este estudo buscou integrar informações, de forma interdisciplinar, levando em consideração aspectos antrópicos e físicos do ambiente, além de levar em consideração as vertentes que estão envolvidas na composição do risco/perigo aos movimentos de massa. Entretanto, se constitui em uma tentativa, para analisar o ambiente buscando compreender sua complexidade, não sendo, uma análise puramente cartesiana e compartmentada do conhecimento.

Para entender a complexidade do ambiente é necessária uma imaginação. Primeiramente temos que localizar a psicosfera humana e correlacioná-la diretamente com a ação do homem no ambiente. O homem deve se conhecer, não em detrimento do ambiente, mas sim situando-se nele. Na reforma do pensamento idealizada por Edgar Morin (2004) o homem deveria interpretar o conhecimento, de forma contextualizada, abrangente e completa. Analisar a dinâmica da natureza é um exercício contínuo, uma vez que a caracterização do risco geológico é uma amostra da complexidade ambiental, e, uma análise compartmentada do espaço é insuficiente para compreender tal complexidade.

Para compreender os padrões que integram o risco geológico nas encostas, é de fundamental importância, analisar os processos endógenos e exógenos. São esses processos que desencadeiam as transformações no espaço, trabalhando na identificação climática e como se dá sua atuação sobre os materiais geológicos constituintes dos pontos, sendo eles em sua maioria: solos e rochas, e como esse material se comporta sob a influência das ações intempéricas. Entretanto, o entendimento complexo se faz intrínseco a esse processo de compreensão agregando a essa análise as ações antrópicas, sendo elas: o uso e ocupação do solo, a estrutura urbana e também a percepção que o homem tem do ambiente em que reside. Analisar essa totalidade, em sua complexidade, é crucial para mitigar os impactos causados pela conjuntura que monta a situação de risco, buscando limitá-lo para afim de se gerar uma viabilidade para conviver com as ações deflagradoras que potencializam o risco/perigo.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682 Estabilidade de taludes.** Comitê Brasileiro de Construção Civil. Rio de Janeiro, (2009)
- ALMEIDA ,A. B GESTÃO DO RISCO E DA INCERTEZA. CONCEITOS E FILOSOFIA SUBJACENTE** Realidades e Desafios na Gestão de Riscos (2014)
- AMARAL & FERNANDES Movimentos de Massa : uma abordagem geológica-Geomorfológica ( p, 124) Geomorfologia e Meio Ambiente / Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (organizadores). 6<sup>a</sup> Ed** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006
- ANALICE, F . L** comportamento geomecânico e análise de estabilidade de uma encosta da formação barreiras na área urbana da cidade do recife, **ABRIL DE 2002**
- ANDRADE, M. A Terra e o Homem no Nordeste.** Brasiliense. (1963) 2<sup>a</sup> edição
- ARAÚJO, H. M de. Geomorfologia Estrutural /** Hélio Mário de Araújo, Ana Claudia da Silva Andrade. – São Cristóvão : Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2011
- ARAÚJO, T.B & SANTOS, V.M DESIGUALDADES REGIONAIS E NORDESTE EM FORMAÇÃO ECONÔMICA DO BRASIL (2009)**
- AYOADE, J.O. Introdução à climatologia para os trópicos /** J.O.ayoade; Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; Revisão Suely Bastos; Coordenação Editorial de Antônio Christofeletti -4º ed- Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1996
- AZAMBUJA, R. N Análise geomorfológica em áreas de expansão urbana no Município de Garanhuns – PE.** – Recife: O Autor, 2007.
- BAILLY, A., FERRAS, R.** *Éléments d'épistémologie de la géographie.* Paris: Armand Colin, 1997.
- BANDEIRA, A. P. N.; COUTINHO R. Q.** (2015) Critical Rainfall Parameters: Proposed Landslide Warning System for the Metropolitan Region of Recife, PE, Brasil. *Soil and Rocks*, São Paulo, 38(1):27-48, January-April.

BUSCHBACHER. R A Teoria da Resiliência e os Sistemas Socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível? Boletim regional, urbano e ambiental 09 | Jan. Jun. 2014.

BARBIERI, A. F **Mobilidade populacional, meio ambiente e uso da terra em áreas de fronteira: uma abordagem multiescalar** Rev. bras. estud. popul. vol.24 no.2 São PAULO JULY/DEC. 2007

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais.** Ed. Da UFSC, 2003 v.3 (p.877 – 1436).

BASTOS. F. H. **Movimentos de Massa no Maciço de Baturité** (CE) e Contribuições para Estratégias de Planejamento Ambiental. Fortaleza – Ceará, 2012.

BRAJA.M. **Fundamentos da engenharia geotécnica.**6.ed.São Paulo: thomson Learning, 2007.

BARBOSA, V. V **Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil** Revista Brasileira de Geografia Física V.09 N. 02 (2016) 353-367.

BANDEIRA, A. P. N . **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no Município de Camaragibe-PE** / Ana Patrícia Nunes Bandeira. – Recife: O Autor, 2003. xxiii, 209 folhas : il., tab.

CASTRO, M.C Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas Anuário do Instituto de Geociências - **UFRJ ISSN 0101-9759 Vol. 28-2 / 2005 p. 11-30**

CPRM. **Sistema de Informação Geoambientais da Região Metropolitana do Recife.** Recife, 2003

CORTELLA, M. S. **Qual é a tua obra? Inquietações, propositivas sobre gestão, liderança e ética.** Petrópolis: Vozes, 2009.

CARLOS, A, A. **A Cidade.** 2. Ed. São Paulo: Contexto, 1992. (Coleção Repensando a Geografia).

CARLOS, A, F. **A O lugar no/do mundo.** São Paulo: Labur Edições, 2007, p 24. Inclui

bibliografia 1 Geografia Urbana 2. Cidade 3. Lugar

CASTRO, J.F. M **História da Cartografia e Cartografia sistemática** / José Flávio Morais Castro, Belo Horizonte Ed PUC Minas,2012

CARVALHO.J.C.. Et al. **Solos não saturados no Contexto Geotécnico**. São Paulo, Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2015.

**CONDEPE/FIDEM 2 Processos que Causam Acidentes CAP 4 2000 DAGNINO, R.S RISCO AMBIENTAL: CONCEITOS E APLICAÇÕES 2007**

DREW. D. **Processos interativos Homem- Meio Ambiente**. 7<sup>a</sup> Ed, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2010.

DIKAU, R. **Mass Movement**. In: GOUDIE, A. (hrsg.). Encyclopedia of Geo- morphology. Bonn University, 2004. p. 644-653.

DNIT –. **Manual de implantação básica de rodovia**. 3<sup>a</sup> ed – Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:<<http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S037575362012000100002&scriptAcesso> em: 10 maio 2017.

DUARTE et al., 2015 **ANÁLISE CLIMATOLÓGICA E DOS EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NO MUNICÍPIO DO IPOJUCA, PERNAMBUCO** Revista de Geografia (UFPE) V. 32, No. 2, 2015

**ESPÍDOLA & ARRUDA Desenvolvimento sustentável no modo de produção capitalista** Revista Visões 4<sup>a</sup> Edição, Nº4, Volume 1 Jan/Jun 2008

FURTADO, CELSO, 1920-**Foratação econômica do Brasil** / Ceso Furtado. -32. ed. — 510 Faul© e Companhia Editeis Nacional, 2003. — (Biblioteca unlvctstatia. Série 2, Citadas social» í v.23)

GIBSON, C. C.; OSTROM, E.; AHN, T.K. **The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey**. Ecological Economics, v.32, n.2, p. 217-239, 2000.

GUIDICINI.G.NIEBLE.C.M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**.2. ed. São Paulo, Edgard Blucher,1984

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**, 3<sup>a</sup> Ed, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 372p. 2000.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**, 3<sup>a</sup> Ed, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 372p. 2000.

GERSCOVICH. D. **Estabilidade de Taludes**. São Paulo, Oficina de Textos, 2012.

GERSCOVICH. D.M.S **Estabilidade de Taludes**. Faculdade de Engenharia Departamento de Estruturas e Fundações, São Paulo, 2009.

GERSCOVICH.D.M.S. **Estabilidade de taludes** .São Paulo Faculdade de Engenharia Departamento de Estruturas e Fundações 2009.

IBGE **demografia de Camaragibe 2010** Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=260345> Acesso em: 14 maio 2017

**LEFF** , Enrique Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder/ Enrique Leff: Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth 7. ed—Petrópolis, RJ: Vozes, 2009p 148

**LACERDA, F. F.** TENDÊNCIAS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO E CE- NÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE LONGO PRAZO NO NORDESTE DO BRASIL E EM ILHAS OCEÂNICAS. Brasil. 2015

MASSAD.F. **Obras de Terra**. 2.ed. São Paulo; Oficina de Textos, 2003. MAXWELL, J.C **Teoria do Calor** (1872)

MIRIAN, C. M da, 1987. Escorregamentos – Serra do Mar, Municípios de Cuba- tão. Anais do 5º congresso brasileiro de geologia e engenharia. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo S.A. – IPT, 23p.

MORIN; E A Natureza da Natureza 2<sup>a</sup> Edição Publicações Europa América (1973p 53)

NEME,C.M,B & SANTOS, M.A,P **Ética Conceitos e Fundamentos** (2012)

NIÉDJA, M.G.A et. Al 1 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA FRAGILIDADE DAS VERTEN- TES NO BAIRRO DE TABATINGA, MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE – PE Revista do Departamento de Geografia, 19 (2006) 92-103.

PENCK,G (1953)—Morphological Analysis of Landforms. Mac-Millan, and Co., London p350

PINTO.R.C.PASSOS.E.CANEPARO.S.C. Considerações a Respeito dos Condicionantes Utilizados em Pesquisas Envolvendo Movimentos de Massa. Revista do programa de pós-graduação em geografia, Maringá, 2013.

PINTO.R.C.PASSOS.E.CANEPARO.S.C. Movimentos de Massa como Processo Naturais de Evolução das Encostas, Estudo de caso: Bacia do Rio Jacareí, Municípios de Morretes e Paranaguá – PR. Revista do programa de pós- graduação em geografia, Maringá, 2013.

PINTO.C.S. Mecânicas dos solos – Estudo e Ensino.3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS,L. S. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto,199

ROSS, J. L. S **Geomorfologia Aplicada aos Eias-Rimas** (p, 316) **Geomorfologia e Meio Ambiente / Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (organizadores).** 6<sup>a</sup> Ed Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006

**REBELO, F** TERMINOLOGIA DO RISCO. ORIGENS, DIFICULDADES TRADUÇÃO E **BOM SENSO.** Realidades e Desafios na Gestão de Riscos(2014)

**SAGAN CARL** Sombras do Antepassados que esqueci **1992**

**SANTANA, R.** Análises de soluções de engenharia para estabilização de encostas ocupadas na região metropolitana do Recife-PE. Estudo de caso ruptura ocorrida em encosta com ocupação desordenada na UR-2 Ibura **2006**

**SANTOS, Milton, Pensando o espaço do homem**, São Paulo, Hucitec, 1986. **Metamorfozes do espaço habitado.** Ed. Hucitec, SP,1991

SANTOS, R. F **Vulnerabilidade Ambiental**, organizadora. – Brasília: MMA, 2007. 192 p. : il. color. ; 29 cm.

SELBY, M. J **Hillslope Materials and Processes**. Oxford University Pres, New York (1993, p 451)

SILVA, R. M da.; *et. al.* **Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na Bacia do Rio Tapacurá, Pernambuco**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 22 (2): 357-372,ago. 2010.

SILVA; F.H.B. & PRINCIPAIS CLASSES DE SOLOS DO ESTADO DE PERNAM- BUCO (2000).

SILVEIRA; C.T FIORI A;P FIORI C;O **POTENTIAL INSTABILITY ECODYNAMIC UNITS STUDY AT GUARATUBA'S APA: SUPPORT TO THE ENVIRONMENTAL PLANNING** Boletim Paranaense de Geociências, n. 57, p. 9-23, 2005. Editora UFPR (2005)

TEIXEIRA, Wilson. FAIRCHILD, Thomas Rich. TOLEDO, M. Cristina Motta de. TAIOLI, Fabio. **Decifrando a Terra – 2<sup>a</sup> edição**. Companhia Editora Nacional. São Paulo. (2009).

**TEDIN, F** A CONCEPTUALIZAÇÃO NOS RISCOS NATURAIS: IMPACTOS NA CIÊNCIA E NA AÇÃO Realidades e Desafios na Gestão de Riscos(2014)

TERZAGHI, K. **Mecanismo dos Escorregamentos de Terra**. São Paulo: Grêmio Politécnico, 36 p.1950.

TATIZANA, Celso; Ogura, Agostinho Tadashi; CERRI, Lendro E. da Silva; ROCHA,1987

VARNES, D.J **Slope movement types and processes**. In special report 176 : LandSlides: Analysis and control TRB National Reaserch Council WASHINGTON, D.C (1978)

VIEIRA, F. **O tempo-espacão: ficção, teoria e sociedade**. Volume I – Número 1 – Agosto

2003.

WICANDER, Reed.; JAMES, Monroe. **Fundamentos de geologia.** São Paulo, Cengage Learning, 2009.

ZARNADO.F.B. **Analise de Estabilidade de Taludes de Escavação em Mina de Bauxita.** Minas Gerais, Poço de caldas. 2015