



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS (CFCH)
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS (DCG)**

IGOR GUSTAVO FERREIRA DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE PROTEÇÃO SUPERFICIAL
SUSTENTÁVEL DE ENCOSTAS E SUA
APLICAÇÃO NO ENSINO DE GEOGRAFIA**

**Recife
2022**

IGOR GUSTAVO FERREIRA DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE PROTEÇÃO SUPERFICIAL
SUSTENTÁVEL DE ENCOSTAS E SUA APLICAÇÃO NO
ENSINO DE GEOGRAFIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Fabrizio de Luiz Rosito Listo

Coorientadora: Profa. Msc. Fabiana Souza Ferreira

Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies – ENPLAGEO (UFPE).

Documento assinado digitalmente
 **FABRIZIO DE LUIZ ROSITO LISTO**
Data: 20/01/2023 10:51:24-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Recife
2022**

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE**

Oliveira, Igor Gustavo Ferreira de.

Proposta de proteção superficial sustentável de encostas e sua aplicação no ensino de geografia. / Igor Gustavo Ferreira de Oliveira. - Recife, 2022.
105 : il., tab.

Orientador(a): Fabrizio de Luiz Rosito Listo

Cooorientador(a): Fabiana Souza Ferreira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Geografia - Licenciatura, 2022.

1. Escorregamentos. 2. Fatores Condicionantes. 3. Mecanismo de proteção de encostas. 4. Proposta de ensino. 5. Jaboatão dos Guararapes-PE. I. Listo, Fabrizio de Luiz Rosito. (Orientação). II. Ferreira, Fabiana Souza. (Coorientação). III. Título.

550 CDD (22.ed.)

IGOR GUSTAVO FERREIRA DE OLIVEIRA

**Proposta de proteção superficial sustentável de encostas e sua
aplicação no ensino de geografia.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de Ciências
Geográficas da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
a obtenção do grau de licenciado em
Geografia.

Recife, 08 de julho de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fabrizio de Luiz Rosito Listo - Orientador
Docente do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE

Profa. Msc. Fabiana Souza Ferreira - Coorientadora
Docente do Departamento de Geografia – IFSP

Profa. Dra. Priscylla Karoline de Menezes
Docente do Departamento de Ciências Geográficas – UFPE

Prof. Msc. Edwilson Medeiros dos Santos
Doutorando PPGEIO-UFPE

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sua infinita graça e misericórdia, a quem devo tudo que sou e por me facultar o intelecto de tudo que sei.

Agradeço imensamente a Zenaide por ter sido minha mãe e meu pai, por ter me criado e sustentado nos momentos de dificuldade, por ter me concedido uma educação que não poderia ter sido comprada nos mais caros colégios do Recife, e por ter me auxiliado de forma tão presente em todas as fases da graduação.

Agradeço a minha irmã Priscila por todo o suporte que me deu não somente na graduação, mas em toda minha vida, por ter cuidado de mim, e emprestado seu notebook para que este trabalho fosse feito.

Agradeço ao melhor presente que a geografia poderia ter me dado, minha Shay, que dividiu os melhores e os piores momentos nesta graduação comigo, sempre me apoiando e me incentivando a ser cada dia melhor.

Agradeço aos meus 4 gatos “estagiários” que estiveram comigo, Antônio, Nego, Morcega e em especial a Bibi que além de assistir todas as aulas no período remoto também me ajudou a ministrar aulas nos pré-vestibulares GRADAÇÃO e o PORTAL da UFPE. E o cachorro Véio que me levava pra passear sempre que estava com a minha mente cansada durante a realização das duas iniciações científicas que fiz.

Ao laboratório GEOTEC, Grupo de Pesquisa ENPLAGEO e em especial a Empresa Júnior MapGeo Soluções Geográficas que marcou um novo início em minha carreira acadêmica e que foi fundamental para o meu aprendizado profissional.

Agradeço ao Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação Científica fomentado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) pelas duas pesquisas financiadas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fabrizio Listo pelos ensinamentos e por confiar em meus projetos de pesquisa, serei eternamente grato pelas portas abertas.

A minha coorientadora Fabiana “Fabi” que sempre esteve disponível para me ajudar com minha vida acadêmica, profissional e emocional, obrigado por tudo!

A professora Dr^a Priscylla Menezes, obrigado por aceitar o convite em participar desse momento tão importante em minha vida acadêmica.

*“Os teus olhos viram a minha substância ainda
informe, e no teu livro foram escritos os dias, sim,
todos os dias que foram ordenados para mim,
quando ainda não havia nem um deles.”*

(Salmos 139:16)

RESUMO

Devido ao histórico do rápido crescimento populacional na Região Metropolitana do Recife (RMR), áreas naturalmente suscetíveis a ocorrência de escorregamentos foram sendo ocupadas de forma espontânea e sem nenhum tipo de planejamento, moradias com ausência de infraestrutura básica, vulneráveis e edificadas em encostas antropizadas, ampliam a frequência com que os acidentes provocados por escorregamentos ocorrem atualmente, ocasionando perdas econômicas e sociais. Diante deste cenário, o presente trabalho buscou produzir e aplicar um mecanismo sustentável e de baixo custo com o objetivo de produzir uma proteção da superfície da encosta, inibindo contra os processos erosivos, diminuição da saturação do solo, e conseqüentemente promovendo maior estabilidade à vertente. A seleção da área piloto para aplicação do mecanismo se deu inicialmente a partir da elaboração do inventário de escorregamentos com base no recorte temporal de 2013 à 2018 no bairro do Curado, município de Jaboatão dos Guararapes (RMR-PE), que sobrepostos aos mapas topográficos e pedológicos foram calculados o índice Frequência de Distribuição (FD) e do índice Concentração de Escorregamentos (CE), definindo a partir desses parâmetros a escolha do local mais suscetível aos processos para aplicação da placa de proteção, onde por 13 semanas foram coletados dados progressivos para comprovação da eficiência do mecanismo. Ademais, propomos neste trabalho a aplicação de um plano de ensino direcionado para a rede básica de educação. Sua aplicabilidade é dividida em aulas teóricas direcionadas aos conceitos sobre a dinâmica de encostas e compressão dos processos de escorregamentos a partir dos condicionantes topográficos e antrópicos, assim como da funcionalidade do mecanismo de proteção superficial, e aulas práticas sob utilização de confecção de maquetes como metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem da temática. Os resultados e produtos obtidos na presente pesquisa poderão ser utilizados pelo poder público no alcance a sociedade, visando uma maior acurácia na prevenção, monitoramento e redução dos riscos, mediante a aplicação ou aprimoramento da placa de proteção em pesquisas futuras, práticas de ensino de geografia física direcionadas a educação básica, que auxiliarão na identificação de áreas de riscos e ações mitigadoras aos processos de escorregamentos, sobretudo em áreas urbanas.

Palavras-chaves: Escorregamentos; Fatores Condicionantes, Mecanismo de proteção de encostas; Proposta de ensino; Jaboatão dos Guararapes-PE.

ABSTRACT

Due to the history of rapid population growth in the Metropolitan Region of Recife (RMR), areas naturally susceptible to landslides are being occupied spontaneously and without any type of planning, housing without basic infrastructure, vulnerable and built on anthropized slopes, increase the frequency with which accidents caused by landslides occur today, causing economic and social losses. In view of this scenario, the present work sought to produce and apply a sustainable and low-cost mechanism with the objective of producing a protection of the surface of the slope, inhibiting against erosive processes, decreasing soil saturation, and consequently promoting greater stability to the slope. The selection of the pilot area for the application of the mechanism was initially based on the elaboration of the landslide inventory based on the time frame from 2013 to 2018 in the neighborhood of Curado, municipality of Jaboatão dos Guararapes (RMR-PE), which superimposed on the topographic maps. The Distribution Frequency Index (FD) and the Landslide Concentration Index (CE) were calculated, defining from these parameters the choice of the most susceptible place to the processes for the application of the protection plate, where progressive data were collected for 13 weeks. to prove the efficiency of the mechanism. In addition, we propose in this work the application of a teaching plan directed to the basic education network. Its applicability is divided into theoretical classes directed to the concepts of slope dynamics and compression of landslide processes from topographic and anthropic conditions, as well as the functionality of the surface protection mechanism, and practical classes using the making of models as a methodology active in the teaching-learning process on the subject. The results and products obtained in this research can be used by the government to reach society, aiming at greater accuracy in the prevention, monitoring and reduction of risks, through the application or improvement of the protection plate in future research, geography teaching practices aimed at basic education, which will help in the identification of risk areas and actions to mitigate the processes of landslides, especially in urban areas.

Keywords: Landslides; Conditioning Factors, Slope Protection Mechanism; Teaching proposal; Jaboatão dos Guararapes-PE.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Matéria sobre tragédia decorrente aos processos de inundações e escorregamentos no estado de Pernambuco no ano de 2022, número de vítimas chega a ser o segundo maior da história.....	17
FIGURA 02: Croqui esquemático com as características dos processos de escorregamentos do tipo planares/translacionais.....	23
FIGURA 03: Croqui esquemático com as características dos processos de escorregamentos do tipo circulares/rotacional.....	23
FIGURA 04: Croqui esquemático com as características dos processos de escorregamentos do tipo em cunha.....	24
FIGURA 05: Esquema para cálculo de declividade da encosta.....	26
FIGURA 06: Tipos, formas geométricas e fluxos superficiais da água nas encostas.....	27
FIGURA 07: Representação dos efeitos da presença de uma árvore na estabilidade da encosta.....	29
FIGURA 08: Classificação dos riscos ambientais de acordo com o agente causador.....	31
FIGURA 09: Medidas estruturais e não estruturais para prevenção de acidentes.....	32
FIGURA 10: Localização do bairro do Curado, município de Jaboatão dos Guararapes-PE.....	38
FIGURA 11: Mapa geológico do bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE.....	39
FIGURA 12: Mapa de isoietas de precipitação, série histórica (1967-2017), bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE.....	40
FIGURA 13: Climograma do município de Jaboatão dos Guararapes-PE para o ano de 2021.....	41
FIGURA 14: Mapa de Solos do bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE.....	42
FIGURA 15: Parcela de Argissolo vermelho-amarelo no bairro do Curado IV. A) Talude de corte na base da vertente; B) Horizontes do solo de forma mais aproximada.....	42

FIGURA 16: Visita de Roberto Magalhães, ex-governador de Pernambuco nas obras de edificação do Conjunto Habitacional do Curado IV.....	43
FIGURA 17: Matéria histórica sobre inauguração do Conjunto Habitacional do Curado IV em 1986.....	44
FIGURA 18: Imagem aérea do Conjunto Habitacional do Curado IV com delimitações das áreas planejadas e encostas ainda não ocupadas (1986)	45
FIGURA 19: Comparação do processo uso e ocupação da terra entre os anos de 1984 e 2022 com foco na ocupação espontânea nas vertentes na atualidade.....	46
FIGURA 20: Encosta ocupada no setor nordeste da favela Bola de Ouro no bairro do Curado IV.....	47
FIGURA 21: Vista Aérea do bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE....	47
FIGURA 22: Gráfico comparativo da distribuição de ocorrências de escorregamentos entre a Bola de Ouro e o bairro do Curado.....	48
FIGURA 23: Registro midiático datado do ano de 2012 referente a um escorregamento sem vítimas no bairro do Curado IV.....	49
FIGURA 24: Matéria sobre as vítimas de escorregamento no Curado IV no ano de 2022.....	49
FIGURA 25: A) Cicatriz do escorregamento que vitimou 6 pessoas em 28 de maio de 2022; B) População local realizando a busca pelas vítimas no dia da ocorrência; C) Visualização da cicatriz a partir da crista da cicatriz.....	40
FIGURA 26: Fluxograma dos procedimentos metodológicos realizados.....	41
FIGURA 27: Interpretação de ortofotocartas da FIDEM na realização do mapeamento de uso da terra no <i>ArcMap</i>	53
FIGURA 28: Planilha com os registros de ocorrência de escorregamentos no município de Jaboatão dos Guararapes-PE.....	55
FIGURA 29: Localização da área selecionada para aplicação do mecanismo de proteção superficial na favela de Bola de Ouro, Curado IV.....	56
FIGURA 30: Modelagem em 3D realizado pelo <i>ArcScene</i> da encosta selecionada e mapas temáticos. (Exagero vertical de: 1,5).....	47

FIGURA 31: Etapas de produção da medida protetiva.....	59
FIGURA 32: Esquema de funcionamento da medida de proteção superficial e coletor de sedimentos.....	60
FIGURA 33: Sistema coletor para talhões de 100 0 m ² (2 0 x 50 m); A) tanque de decantação com telas; B) divisor tipo Geib com 11 janelas; C) tanque de armazenamento; D) divisor tipo Geib com 5 janelas; E) tanque de armazenamento.....	61
FIGURA 34: Fases de produção e medidas do coletor de sedimentos.....	61
FIGURA 35: Instalação da medida protetiva e dos coletores de sedimento na encosta...	62
FIGURA 36: Processo de coleta dos sedimentos realizada semanalmente.....	63
FIGURA 37: Mapa de localização da estação pluviométrica do CEMADEN no bairro do Curado IV.....	64
FIGURA 38: Pesagem dos sedimentos coletados realizados em balança de precisão.....	65
FIGURA 39: Valor em porcentagem para cada classe de uso da terra ano de 1984.....	73
FIGURA 40: Valor em porcentagem para cada classe de uso da terra ano de 2022.....	73
FIGURA 41: Mapa de uso da terra (1984), bairro do Curado Jaboatão dos Guararapes-PE.....	74
FIGURA 42: Mapa de uso da terra (2022), bairro do Curado Jaboatão dos Guararapes-PE.....	75
FIGURA 43: Percentual da evolução de duas classes de uso do solo (cobertura vegetal e áreas urbanas) no período 1984-2022.....	76
FIGURA 44: Inventário de escorregamentos (2013-2018) no bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes-PE.....	77
FIGURA 45: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro hipsometria.....	73
FIGURA 46: Mapa Hipsométrico do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.....	76
FIGURA 47: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro declividade.....	80

FIGURA 48: Mapa de Declividade do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.....	81
FIGURA 49: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro curvatura.....	82
FIGURA 50: Mapa de Curvatura do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.....	83
FIGURA 51: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro orientação de encostas.....	84
FIGURA 52: Mapa de Orientação de encostas do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.....	85
FIGURA 53: Polígono com demarcação da cicatriz deixada pelo escorregamento ocorrido no dia 28 de maio de 2022 com vítimas fatais na favela de Bola de Ouro no Curado IV.....	86
FIGURA 54: Cicatriz deixada pelo escorregamento ocorrido na Bola de Ouro Curado IV no dia 28 de maio de 2022 com vítimas fatais.....	87
FIGURA 55: Gráfico com relação precipitação x sedimentos com e sem medida protetiva.....	89
FIGURA 56: Crescimento de vegetação existente após retirada da placa de proteção....	89
FIGURA 57: Aplicação de aula teórica sobre o contexto histórico das áreas de risco a escorregamentos na região metropolitana do Recife-PE.....	90
FIGURA 58: Imagens com diferentes tipos de risco para que os estudantes identifiquem quais destas se caracterizam ou não (obs. Todas se caracterizam com um tipo de risco diferente).....	91
FIGURA 59: Fase de trabalho em grupo na produção das maquetes.....	92
FIGURA 60: Maquetes prontas, representando os dois cenários distintos propostos aos grupos.....	93

LISTAS DE QUADROS

QUADRO 01: Classificação dos principais grupos de escorregamentos.....	22
QUADRO 02: Agentes e causas dos escorregamentos e processos correlatos.....	25
QUADRO 03: Habilidades da BNCC concernentes aos processos de escorregamentos desenvolvidas no ensino fundamental.....	34
QUADRO 04: Conteúdos de geografia por bimestre para o ensino médio com base nos parâmetros curriculares do estado de Pernambuco.....	66
QUADRO 05: Organizador curricular por bimestre formação geral básica (FGB).....	67
QUADRO 06: Plano de aula de geografia para o 1º ano do Ensino Médio.....	68

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Dados coletados durante o período de monitoramento da placa de proteção superficial.....	88
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

BNH - Banco Nacional de Habitação

CE – Concentração de Escorregamentos

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

COHAB – Companhia de Habitação Popular

CONDEPE - Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

DOL'S – Distúrbios Ondulatórios de Leste

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FD – Frequência de Distribuição

FIDEM - Fundação de Desenvolvimento Municipal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDE – Modelo Digital de Elevação

MDT – Modelo Digital do Terreno

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PMRR – Plano Municipal de Redução de Risco

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UCN - Unidades de Conservação da Natureza

USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey*)

ZAPE – Zoneamento Agroecológico de Pernambuco

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO e JUSTIFICATIVA.....	17
1.1 Objetivos	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Escorregamentos: conceitos e tipologia	21
2.1.1 Fatores condicionantes (geológicos, topográficos, pedológico e antrópicos)	24
2.2 Áreas de risco	30
2.3 Medidas estruturais e não estruturais	31
2.4 O ensino de geografia: metodologias ativas e o uso de maquetes para investigação dos processos de escorregamentos e proteção superficial de encostas	33
3. ÁREA DE ESTUDO: BAIRRO DO CURADO, JABOATÃO DOS GUARARAPES (RMR) PE	37
3.1 Meio físico	37
3.2 Meio antrópico: processo de urbanização e suas características de ocupação e uso da terra	43
3.2 Histórico de escorregamentos	48
4. MATERIAIS E MÉTODOS	51
4.1 Elaboração dos mapas topográficos	52
4.2 Mapeamento do uso da terra (1984-2022)	52
4.3 Elaboração do inventário de escorregamentos (2013-2018)	54
4.4 Visita de campo, validação dos mapeamentos e seleção de encosta	55
4.5 Conceito, produção e instalação do mecanismo de proteção	58
4.6 Coleta dos dados progressivos	62
4.7 Proposta de ensino e plano de aula	65

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
5.1 Mapa de uso da terra (1984-2022).....	72
5.2 Inventário de escorregamentos (2013-2018).....	77
5.3 Parâmetros topográficos na deflagração dos escorregamentos	78
5.3.1 Hipsometria	78
5.3.2 Declividade	80
5.3.3 Curvatura.....	82
5.3.4 Orientação das Encostas	84
5.4 Parâmetros antrópicos na deflagração dos escorregamentos	86
5.5 Dados progressivos e validação do mecanismo de proteção superficial	88
5.6 Aplicação de oficina e sequência didática para o ensino de áreas de risco e proteção superficial de encostas	90
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS	96

1. INTRODUÇÃO e JUSTIFICATIVA

Os países em desenvolvimento comumente apresentam um cenário de rápido processo de urbanização, com isso, áreas consideradas de risco como encostas íngremes, fundos de vale e planícies de inundação são majoritariamente ocupadas pela população socioeconomicamente mais vulnerável, ampliando a ocorrência dos processos de escorregamentos e inundação resultando em perdas econômicas e vítimas fatais (NATENZON e RÍOS, 2015; LISTO *et al.*, 2021).

O processo de urbanização na Região Metropolitana do Recife se deu prioritariamente sob ocupação das planícies costeiras pela classe mais rica até meados do século XX. No entanto, a população mais vulnerável socioeconomicamente necessitou ocupar áreas "sem donos" como os manguezais e alagadiços por meio da edificação de mocambos e palafitas. A expansão urbana e os recorrentes processos de enchentes e inundações nos manguezais empurrou essa população mais vulnerável para áreas mais periféricas ocupando encostas e fundos de vale, dando início aos eventos de escorregamentos com vítimas (MELO, 1978; ALHEIROS, 2004; SANTOS e GOMES, 2016; SANTANA, 2019).

Figura 01: Matéria sobre tragédia decorrente aos processos de inundações e escorregamentos no estado de Pernambuco no ano de 2022, número de vítimas chega a ser o segundo maior da história.



Fonte: CNN Brasil, (2022).

No estado de Pernambuco os processos de escorregamentos são recorrentes todos os anos, particularmente nos períodos com os maiores índices pluviométricos, que atrelados as características topográficas e interferências antrópicas atuam como um dos principais agentes deflagradores dos processos (PFALTZGRAFF, 2007; SANTANA e LISTO, 2018; XAVIER et al., 2022).

De acordo com o IBGE (2018), estima-se que em todo o Brasil 8.270.127 habitantes residam em áreas de risco, dentre eles, 632.873 estão localizados na Região Metropolitana do Recife (RMR). O município de Jaboatão dos Guararapes aparece entre as 10 cidades brasileiras com maior número de pessoas residindo em áreas de risco.

Escorregamentos e demais processos gravitacionais correlatos fazem parte do conjunto dos movimentos de massa interligados à dinâmica das encostas. Logo, movimentos de massa são processos que envolvem uma massa ou um volume de solo e/ou rocha que se deslocam em conjunto, configurando um dos maiores processos de evolução e de desenvolvimento de encostas, especialmente em regiões íngremes (ZARUBA e MENCIL, 1976; GUIDICINI e NIEBLE, 1984, SELBY, 1993; AMARAL, 1997; CARVALHO e RIEDEL 2005).

Cada tipo de escorregamento é definido em função da forma e do tamanho, bem como pelo tipo de material movimentado (solo, rocha) (TERZAGHI, 1967; AUGUSTO FILHO, 1992; ALMEIDA FILHO *et al.*, 1999). Segundo FERNANDES e AMARAL (1996), tais processos podem ser divididos com base na forma do plano de ruptura (rotacional ou translacional), bem como no tipo de material em movimento: solo, rocha, tálus, colúvio e detritos.

Nesse sentido, existem alguns agentes que favorecem a ocorrência dos escorregamentos como por exemplo: a atuação da água nos processos de saturação, aumento de poropressão e erosão, ausência de vegetação na vertente, intemperismo, vibrações e direções das vertentes SELBY (1993).

Diante disto, a erosão pluvial aparece como um dos agentes que contribuem para a ocorrência destes processos mediante o impacto das gotas da chuva e sua energia cinética que quebra os agregados do solo e transportam por meio do escoamento superficial até a base da vertente onde são depositados (LEPSH, 2010; ALMEIDA FILHO, 2014). De acordo com Guerra (2007), os processos erosivos de fator pluvial são divididos em três fases: (i) salpicamento (*splash erosion*); (ii) erosão laminar (*sheet/inter-rillerosion*) e; (iii) erosão linear (*rill erosion*). O salpicamento não só realiza a desagregação do solo, como

também a compactação e saturação, que após altos níveis pluviométricos já não se torna possível absorver mais água, então inicia-se o processo de escoamento superficial onde conforme maior intensidade das chuvas maior será o desprendimento, transporte e depósito (GUERRA, 2007; CASSETI, 2005).

Já a vegetação desempenha um papel importante na dinâmica de encostas, pois atua como proteção superficial contra processos erosivos, controle de saturação do solo por evapotranspiração e estabilidade a depender do tipo de porte. A retirada de vegetação nas vertentes pode acelerar um processo de instabilidade e coesão do solo (KURIAKOSE, 2006). Áreas com ausência de vegetação atreladas a uma vertente com maior declividade sofrem maiores processos erosivos, em específico por *splash erosion* e erosão laminar, demonstrando assim a importância da presença de vegetação nas encostas (GHOLAMI, 2021).

Os parâmetros topográficos são fundamentais para compreensão dos processos locais existentes, pois características morfológicas como curvatura e ângulo de encostas que aliados a litologia podem favorecer a deflagração dos escorregamentos. Sua análise auxilia na identificação de áreas com alto potencial de riscos predispostos e na tomada de decisões que visem mitigar os danos provocados pelos processos de escorregamentos (GAO, 1993; FERNANDES *et al.*, 2004; VIEIRA *et al.*, 2010).

Diante dos recorrentes casos de ocorrência de escorregamentos e o modelo de ocupação e uso da terra no município de Jaboatão dos Guararapes, sobretudo no bairro do Curado, se faz necessária uma análise dos principais agentes deflagradores deste processo no local, a fim de entender quais zonas são mais suscetíveis à ocorrência, como também da criação e aplicação de uma nova tecnologia que possa mitigar os riscos nestas encostas que são densamente ocupadas, inibindo os processos erosivos e a saturação do solo por ação pluvial. Destaca-se também a necessidade da aplicação desta temática na rede básica de ensino local, de forma que o conhecimento sobre os escorregamentos, identificação de áreas de risco e ações de mitigação dos processos possam alcançar a base da população e estender a comunidade geral.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa consiste em **desenvolver e aplicar um mecanismo ambientalmente sustentável de baixo custo para proteção superficial da encosta e contenção de escorregamentos em áreas de risco no bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR).**

Especificamente objetiva-se:

- (i) Avaliar o papel dos condicionantes topográficos e antrópicos na deflagração dos escorregamentos local;
- (ii) Produzir, monitorar e coletar dados progressivos da placa de proteção;
- (iii) Validar eficiência do mecanismo por meio da análise dos dados coletados.
- (iv) Propor plano e aplicar oficina para o ensino de áreas de risco a escorregamentos e produção de mecanismo de proteção de encostas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados os principais conceitos e tipologias de escorregamentos, além disso, uma breve abordagem dos fatores condicionantes naturais compostos pela geologia, topografia e pedologia, integrados ao clima e da dinâmica hidrológica, como também pela influência antrópica até a deflagração do processo. Em seguida serão avaliadas as definições de áreas de risco, estabilidade de encostas e um levantamento sobre obras estruturais e não estruturais. Por fim, como o uso de maquetes pode se tornar um recurso didático para o ensino de geografia direcionado para o processo de escorregamentos e contenção de encostas.

2.1 *Escorregamentos: conceitos e tipologia*

Segundo AUGUSTO FILHO (1992), os movimentos de massa são classificados em quatro grandes grupos: rastejos (*creep*), escorregamentos stricto sensu (*slides*), quedas (*falls*) e corridas (*flows*). Nesse contexto, escorregamentos são movimentos rápidos, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. A velocidade de um escorregamento cresce de zero a mais ou menos 0,30 m por hora, decrescendo, em seguida, até se estabilizar. Podem atingir velocidades maiores, da ordem de alguns metros por segundo. A velocidade máxima do movimento depende da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e do tipo de terreno (TERZAGHI, 1967; AUGUSTO FILHO, 1992; ALMEIDA FILHO et al., 1999; CANIL, 2000).

Os escorregamentos são processos naturais com planos de ruptura bem definidos e que podem ser desencadeados a partir de vulnerabilidade naturais como por exemplo: movimentos tectônicos, intemperismo, erosão, água, forma da encosta, geologia, geomorfologia, como além intensificados por meio de ações antrópicas, através de corte e aterros mal executados, descarte incorreto de detritos sólidos e orgânicos, despejo de água servida nas encostas dentre outros (GUIDICINI, NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996; BIGARELLA et al., 2007; GUZZETTI et al., 2012).

Augusto Filho (1992) classifica os escorregamentos mediante o uso de suas principais características como o tipo movimento, material e geometria, subdividido em três classes de escorregamentos, sendo elas: planares, circulares e em cunha (Quadro 01).

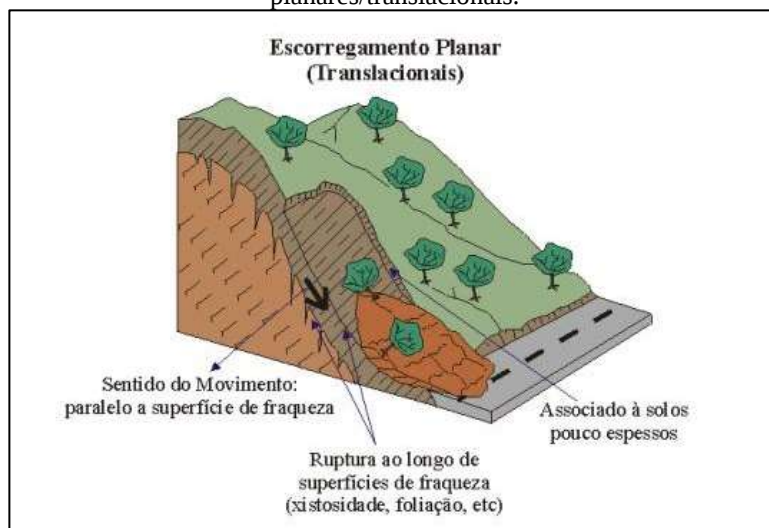
Quadro 01: Classificação dos principais grupos de escorregamentos.

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO / MATERIAL / GEOMETRIA
Escorregamentos (<i>Slides</i>)	• Poucos planos de deslocamento (externos) • Velocidade médias (m/h) e altas (m/s) • Pequenos e grandes volumes de material • Geometria e materiais variáveis • PLANARES: Solos pouco espessos, solos e rochas c/ um plano de fraqueza; • CIRCULARES: Solos espessos, homogêneos e rochas muito fraturadas; • EM CUNHA: Solos e rochas com dois planos de fraqueza.

Fonte: AUGUSTO FILHO, (1992).

Os escorregamentos do tipo planares/translacionais (*slides*) ocorrem sob uma superfície plana (Figura 02) e são os mais recorrentes em encostas serranas do Brasil e comumente encontrados na região metropolitana do Recife. É característico de solos considerados rasos e ocorrem em planos de ruptura que variam entre 50 cm à 5m a depender da natureza das rochas, da drenagem, do clima e da declividade. Nas cicatrizes deixadas na encosta é possível observar seu comprimento de extensão maior que a largura, sua ruptura pode ocorrer a partir do contato com a rocha subjacente paralelo a superfície de fraqueza, sua estrutura geológica é planar e instável em consequência da sua xistosidade, foliação, fraturamento dentre outros (AUGUSTO FILHO, 1992; SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996; GUPTA, 2011; SUMMERFIELD, 2013).

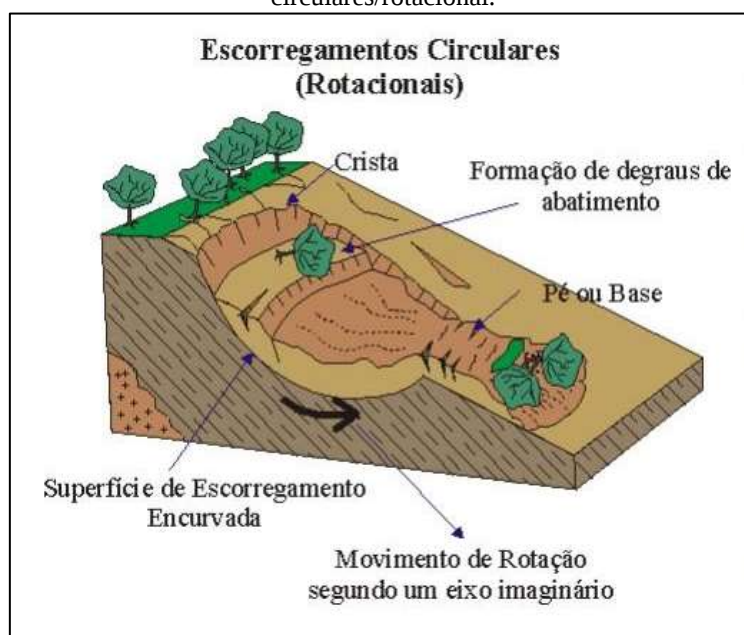
Figura 02: Croqui esquemático com as características dos processos de escorregamentos do tipo planares/translacionais.



Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho, 1998.

Os escorregamentos do tipo circular/rotacional (*slumps*) (Figura 03), estão relacionados a solos de maior profundidade e homogêneos devido a alteração avançada de rochas que resultaram em um material argiloso, tem por característica um plano de ruptura em forma curva/circular devido ao movimento rotacional do maciço do solo, e apresentam degraus de abatimentos e cristas precedentes à deflagração. Ademais os condicionantes naturais, fatores antrópicos como aterros e construção de rodovias podem favorecer a ocorrência destes processos (FERNANDES e AMARAL, 1996).

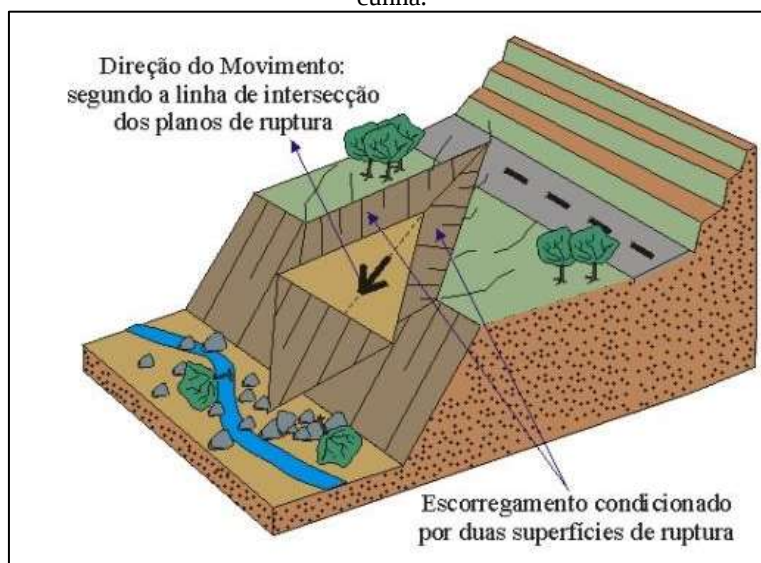
Figura 03: Croqui esquemático com as características dos processos de escorregamentos do tipo circulares/rotacional.



Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho, 1998.

Os escorregamentos em cunha (Figura 04), ocorrem devido a existência de dois planos de fraturas em estruturas planares presentes em saprólitos e maciços rochosos, o que condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes dois planos. Sua ocorrência se dá sobretudo em taludes antropizados ou em encostas desconfinadas naturalmente por erosões e escorregamentos pretéritos (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998; TOMINAGA, 2007).

Figura 04: Croqui esquemático com as características dos processos de escorregamentos do tipo em cunha.



Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho, 1998.

2.1.1 Fatores condicionantes (geológicos, topográficos, pedológico e antrópicos)

Há uma variedade de fatores que contribuem para a ocorrência dos escorregamentos, dentre os mais relevantes estão os geológicos, pedológicos, geomorfológicos, hidrológicos e cobertura vegetal, além disto também podem ser intensificados por interferências antrópicas. Dificilmente se pode identificar um fator dominante ou causa única, mas sim a combinação entre dois ou mais agentes (GUIDICINI E NIEBLE, 1984; CROZIER, 1986; WOLLE, 1988; SELBY, 1993; BIGARELLA, 2003; VIRGILLI, 2015).

De acordo com Guidicini e Nieble (1984) os condicionantes aos processos de movimentos de massa são definidos como agentes e causas. As causas ocorrem interna, externa e intermediariamente, já os agentes são subdivididos em predisponentes e efetivos preparatórios e imediatos (Quadro 02).

Quadro 02: Agentes e causas dos escorregamentos e processos correlatos.

AGENTES/CAUSAS DOS ESCORREGAMENTOS			
AGENTES	Predisponentes	Complexo geológico, complexo morfológico, complexo climático-hidrológico, gravidade, calor solar, tipo de vegetação original.	
	Efetivos	Preparatórios	Pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação de nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desmatamentos.
		Imediatos	Chuvas intensas, fusão do gelo e neve, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem.
CAUSAS	Internas	Efeitos das oscilações térmicas; Redução dos parâmetros de resistência por intemperismo.	
	Externas	Mudanças na geometria do sistema; Efeitos de vibrações; CAUSAS Mudanças naturais na inclinação das camadas	
	Intermediárias	Elevação do nível piezométrico em massas “homogêneas”; Elevação da coluna da água em descontinuidades; Rebaixamento rápido do lençol freático; Erosão subterrânea retrogressiva (piping); Diminuição do efeito de coesão aparente.	

Fonte: Guidicini e Nieble (1984), apud Augusto Filho (1995).

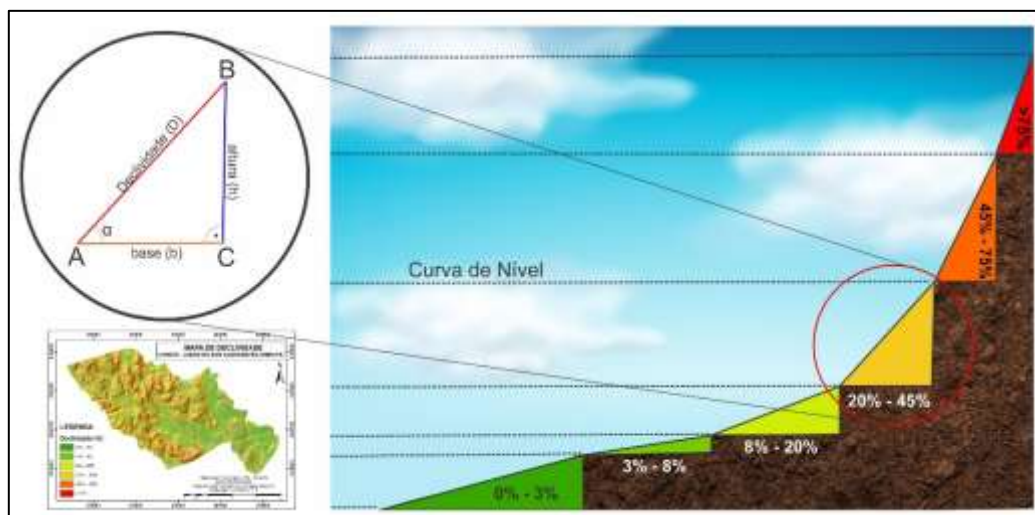
A **geologia** se configura como um fator importante no cerne dos processos de escorregamentos, visto que as rochas podem apresentar fraturas, falhas e dobras, onde suas descontinuidades controlam diretamente nos processos mecânicos hidráulicos do solo, além de identificar a coesão das rochas, visto que são formadas por um agregado de minerais, o que definirá sua resistência ao intemperismo a partir da ligação entre os átomos. A orientação do bandejamento composicional das rochas pode induzir a instabilidade das encostas, sobretudo nos taludes de corte. (FERNANDES & AMARAL, 1996; CREPANI *et al.*, 2001; VIRGILLI, 2015).

Quanto a geomorfologia é possível destacar alguns fatores que condicionam o processo de escorregamentos, entre eles: declividade da encosta, amplitude da vertente, curvatura em planta e em perfil, orientação das vertentes, profundidade e tipo do solo, entre outros (WOLEE, 1980; SELBY, 1993; FERNANDES & AMARAL, 1996; AUGUSTO FILHO, 2001).

A **declividade** desempenha grande influência nos processos de escorregamento, de modo que quanto maior for a declividade, maior será a velocidade gravitacional do escoamento superficial e transporte do material na encosta. Outro ponto que se relaciona ainda com a declividade é a **amplitude da vertente** (comprimento do terreno da encosta), pois influencia no quantitativo da área de contribuição e captação da água pluvial, o que pode causar uma maior extensão nos processos de erosão e saturação do solo (GUIDICINI e NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; LISTO e VIEIRA, 2010; GUERRA *et al.*, 2017).

O cálculo da declividade é realizado por meio da relação entre dois pontos da inclinação da superfície do terreno e sua distância horizontal entre os dois pontos, nota-se que quanto maior é base, menor é a declividade e quanto menor a base, maior a declividade, ou seja, são grandezas inversamente proporcionais (Figura 05). A declividade pode ser expressa em percentual (%) e/ou em graus (°) (GRANELL-PÉREZ, 2004).

Figura 05: Esquema para cálculo de declividade da encosta.



Fonte: Autor, (2022). **Baseado em:** EMBRAPA, (1999).

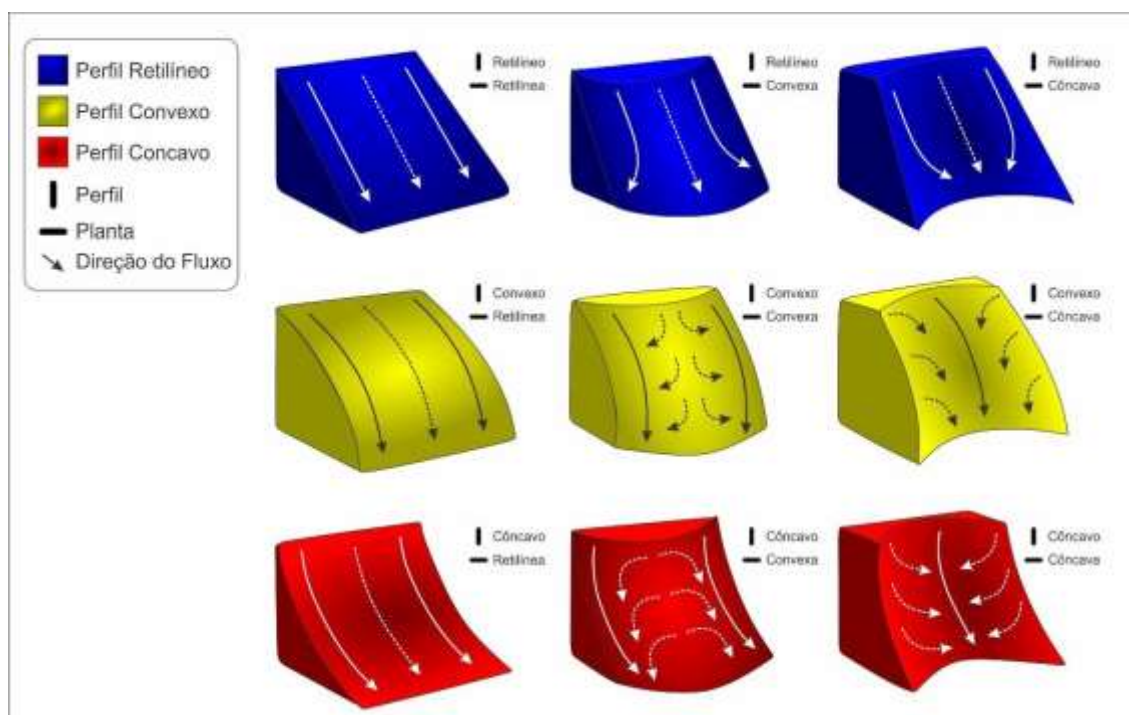
A **curvatura** é um dos fatores que contribuem para a distribuição e concentração de água nas encostas, visto que água das chuvas podem correr pela vertente propiciando os escorregamentos e processos erosivos, como também infiltrar e saturar o solo, aumentando assim sua poropressão (BIGARELLA, 2003). Os três grandes grupos de curvatura são classificados de acordo com o seu perfil, entre elas: retilíneas, côncavas e convexas. De acordo com Valeriano (2003) é possível classificar digitalmente a curvatura da encosta por meio do MDE (Modelo Digital de Elevação), atribuindo para encostas

retilíneas o valor nulo, valores positivos para encostas côncavas e valores negativos para convexas.

Em encostas convexas ocorre a dispersão do fluxo da água, o que pouco influi nos processos de escorregamentos, já em encostas retilíneas e côncavas há o aumento da velocidade do fluxo de escoamento, uma maior erosão e transporte de sedimentos, no entanto as encostas côncavas concentram o maior fluxo de água, alterando a permeabilidade do solo gerando áreas com aumento de saturação, o que consequentemente potencializa rupturas na superfície (WILSON e DIETRICH, 1987; LAL 1990; GUIMARÃES *et al.*, 2003 LIMA, 2003).

Hugget (1975) realizou a combinação entre as curvaturas das encostas em perfil e em plano, gerando nove modelos onde é possível identificar mais facilmente a direção dos fluxos de água sobre as encostas (Figura 06).

Figura 06: Tipos, formas geométricas e fluxos superficiais da água nas encostas.



Fonte: Autor (2022). **Adaptados de:** CHORLEY (1975) & HUGGET (1975).

A **orientação** (aspecto) da encosta a depender da orientação da vertente pode-se receber menor influência da radiação solar resultando em um solo com maior nível de umidade e consequentemente com maior facilidade de saturação, condicionando assim os processos de escorregamentos (GAO, 1993). O aspecto da vertente pode potencializar o recebimento de uma maior concentração do índice de precipitação tendo como exemplo

a influência de chuvas orográficas ou por direção dos ventos, essa umidade concentrada pode influenciar no tipo de vegetação local, profundidade e porosidade do solo. Essas fissuras amplificam a capacidade de infiltração, saturação e consequentemente na instabilização da vertente. (SELBY, 1993; GUIMARÃES *et al.*, 1998; CANTÓN *et al.*, 2004; FERNANDES *et al.*, 2004).

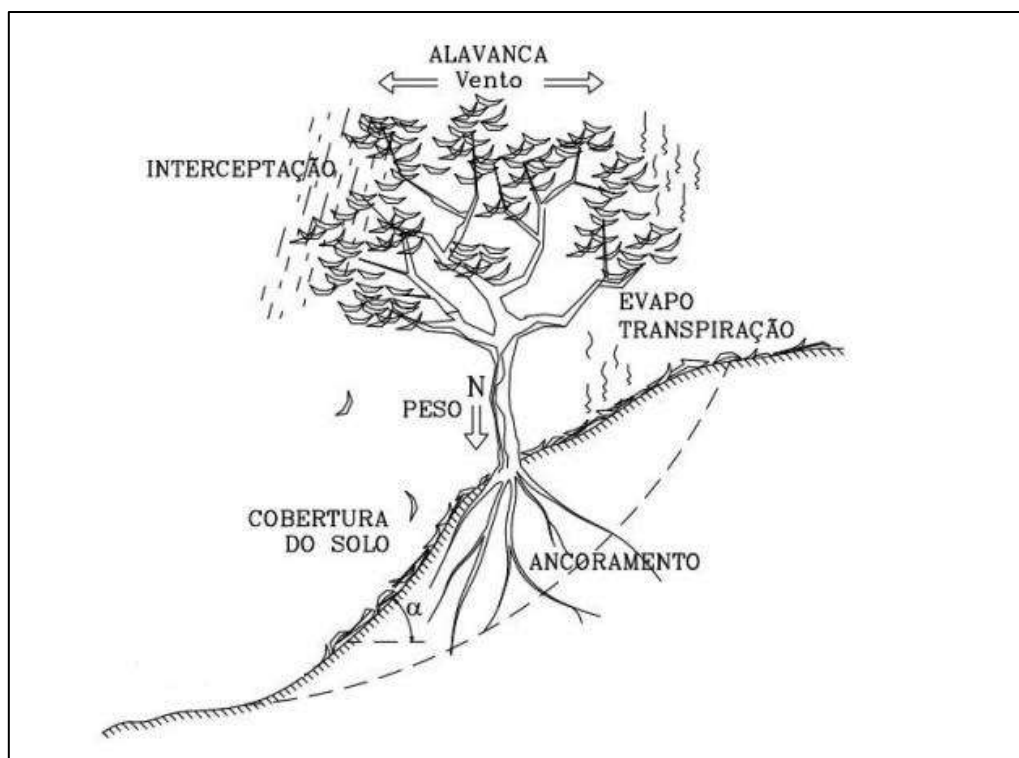
O **solo** é formado por horizontes de agrupamentos de material particionado naturalmente por suas características, tipos, tamanhos, formatos e profundidade, separadas entre elas por uma fina superfície de fraqueza. Essas descontinuidades podem contribuir no processo de ruptura e condicionar a deflagração dos escorregamentos (BIGARELLA *et al.*, 1996; SALOMÃO, 1999; CREPANI *et al.*, 2001; LIMA, 2003; FIORI e CARMIGNANI, 2009).

As características do solo podem favorecer a ocorrência dos escorregamentos mediante suas composições químicas (mineralogia, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions e etc) e físicas (textura, forma, profundidade, capacidade de infiltração e etc). Cada tipo textural se comporta de forma diferente em contato com a água. Solos arenosos possuem maior índice de infiltração e absorção pluviométrica, porém menor capacidade de armazenamento, enquanto solos argilosos em contato com a água se comportam de forma a cimentar e dar mais estabilidade devido ao agregado de suas partículas, o que consequentemente retém mais líquido e mais umidade (BIGARELLA *et al.*, 1996; SALOMÃO, 1999; CREPANI *et al.*, 2001; LIMA, 2003; FIORI e CARMIGNANI, 2009).

A **vegetação** presente em encostas de ambientes tropicais atua como um dos controladores hidrológicos superficial e subsuperficial da vertente, muitas vezes alterando a direção do fluxo como também regulando a saturação do solo (PORTOCARRERO *et al.*, 2006).

O aspecto vegetacional exerce papel fundamental na cobertura e proteção superficial do solo, reduzindo o processo de erosão pluvial, minimizando o impacto do salpicamento, dispersão e quebra da energia do escoamento superficial, aumento da evapotranspiração que consequentemente resulta na diminuição do nível de saturação do solo (BERTONI e LOBARDI NETO, 1985; GOMES, 2001; KURIAKOSE, 2006).

Figura 07: Representação dos efeitos da presença de uma árvore na estabilidade da encosta.



Adaptado de: Durlo e Sutili, (2005).

De acordo com Michel (2013), a vegetação nas encostas atua de forma mecânica e hidráulica (Figura 00).

Sob a influência mecânica, a vegetação pode aumentar o comportamento mais agregado do solo pela ancoragem produzida pelas raízes mais profundas, no entanto, a depender do porte da vegetação e a profundidade do solo pode ocasionar a sobrecarga devido ao peso das árvores nas encostas e alterar o comportamento do agregado do solo por meio da tensão do cisalhamento provocada pelo vento sobre as árvores condicionando o movimento de alavanca (MICHEL, 2013).

A influência da vegetação na dinâmica hidrológica se dá através do processo de interceptação da água da chuva, o que reduz a erosão por salpicamento; pela evapotranspiração que reduz o alcance da chuva no solo, diminuindo a saturação e aumentando a estabilidade da encosta; no entanto em caso de maiores níveis de precipitação a vegetação pode se comportar como um condutor hidráulico do solo através dos sistemas radiculares, saturando e instabilizando a encosta.

Por fim, as **ações antrópicas** podem induzir os processos de escorregamentos, como por exemplo: retirada de cobertura vegetal, lançamento e concentração de águas servidas, presença de fossas, vazamento na rede de abastecimento ou esgoto, realização de cortes inadequados em vertente, execução de aterros pouco compactados sobre terreno

com alta declividade, lançamento de lixo e entulho nas encostas, perturbação por vibração de máquinas ou explosivos, ocupação e aterros em áreas de drenagem natural entre outras ações que intensificam a instabilidade do terreno e condicionam a deflagração dos escorregamentos (AUGUSTO FILHO e VIRGILI, 1998; FERNANDES e AMARAL, 1998; ALHEIROS, 1998; SILVA, 2001; ARAÚJO, 2004; LISTO, 2011).

2.2 Áreas de risco

Antes de abordar a temática de áreas de risco se faz necessário compreender os diversos conceitos e classificações de risco. Autores como Augusto Filho (1990), Cunha (1991), Castro, 1998, Cerri & Amaral (1998) e Oliveira (2004), discutem acerca da diversidade dos riscos e suas classificações.

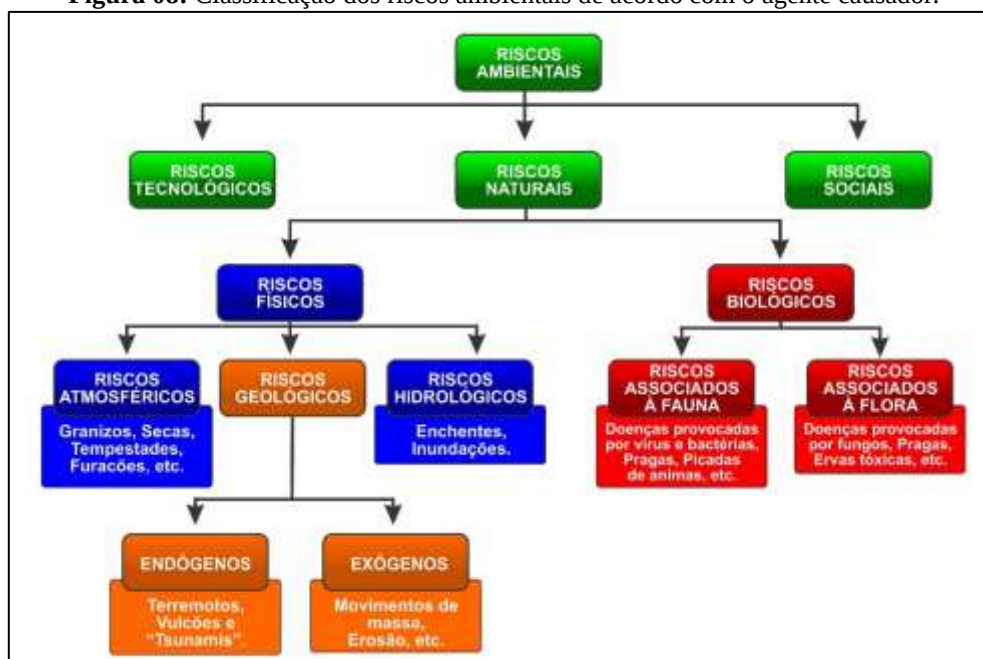
O conceito de risco é amplamente discutido e possui diferentes significados a depender da bibliografia ou tradução dos termos técnicos internacionais de *risk/hazard*, no entanto a utilização da conceituação está sempre atrelada a um adjetivo que o qualifica e classifica, seja ele ambiental, social, natural, biológico entre outros (CASTRO, PEIXOTO & RIO, 2005).

Os escorregamentos fazem parte dos riscos naturais referentes ao meio físico e geológico, como também de origens exógenas, modificando a modelagem do relevo nas encostas por meio da erosão (CERRI, 1993, 2001).

Segundo Cunha (1991), o risco é a possibilidade do perigo, perda ou dano, sob uma perspectiva econômica e social na qual a população está exposta aos processos de escorregamentos ou fenômenos correlatos.

Cerri e Amaral (1993) sistematizam o conceito de risco a partir dos parâmetros ambientais, onde são classificados todos os tipos de risco: tecnológicos, sociais e naturais. Os escorregamentos se enquadram nos riscos naturais físicos e exógenos (Figura 08).

Figura 08: Classificação dos riscos ambientais de acordo com o agente causador.



Fonte: Cerri e Amaral, (1993).

Já as áreas de risco se caracterizam por zonas passíveis do alcance dos processos naturais que podem ser potencializados ou não por ações antrópicas. A população residente nessas áreas está sujeita a danos físicos e sociais. (CARVALHO *et al.*, 2007).

Áreas com maior predisposição natural (suscetibilidade), a ocorrências dos processos de escorregamentos são comumente ocupadas pela população mais vulnerável socialmente, o que amplia o grau do risco de acontecimentos de desastres (ALHEIROS *et al.*, 2004). (AYALA, 2002).

De acordo com Natenzon (2021), os desastres estão intrinsecamente ligados à vulnerabilidade social, o que evidencia um modelo recorrente de ocupação em áreas suscetíveis de forma não planejada e ausente de políticas públicas no ordenamento urbano. Naturalizar os desastres é tirar a responsabilidade de instituições responsáveis por garantir o direito à moradia segura e reduzir os riscos.

2.3 Medidas estruturais e não estruturais

De acordo com a terceira etapa do modelo de abordagem do UNDRO – *Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator* (2018), após a identificação e análise dos riscos são estabelecidas medidas de prevenção de acidentes, onde são estabelecidas:

recuperação dessas áreas, controle de expansão de ocupação, e remoção temporária da população em áreas com alto grau de risco. Essas medidas são classificadas em estruturais e não estruturais (Figura 09).

As **medidas estruturais** podem ser aplicadas após a deflagração dos processos, sobre as consequências sofridas, se caso não for possível eliminar o risco instalado realocar a população para um local seguro. Ainda no grupo de medidas estruturais estão as que devem ser realizadas como forma preventiva, ou seja, antes da deflagração, entre elas estão: drenagem, obras de contenção, retaludamento, remoção de encostas instabilizadas ou requalificação das mesmas. Essas ações são realizadas sobre os processos com o objetivo de reduzir o risco instalado, a fim de evitar ou diminuir a recorrência das deflagrações, sobretudo com danos físicos e sociais.

No que se refere às medidas **não estruturais** estão as ações sobre as consequências, de forma a dar suporte aos que sofreram os danos; a convivência com o risco instalado por meio de capacitação de líderes comunitários que possam identificar a evolução do risco; o gerenciamento dos riscos com a elaboração de mapas, planos de contingência, e implantação de programas de habitacionais também se enquadram em medidas a fim de evitar novas situações de risco; por fim, os planos preventivos da defesa civil com capacitação de técnicos municipais, informação e sensibilização da comunidade local.

Figura 09: Medidas estruturais e não estruturais para prevenção de acidentes.



Fonte: Office of the United Nations Disasters Relief Co-ordinator – UNDRO, (1978).

Segundo Cerri e Amaral (1998), essas medidas de prevenção de acidentes devem ser aplicadas com o objetivo de evitar ou reduzir a ocorrência dos processos, bem como para eliminar ou reduzir as consequências sociais e econômicas decorrentes dos mesmos.

2.4 O ensino de geografia: metodologias ativas e o uso de maquetes para investigação dos processos de escorregamentos e proteção superficial de encostas

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's são um agrupamento de documentos que organizam e orientam as práticas docentes no cotidiano no escolar e os conteúdos que devem ser abordados nas mais diversas áreas do conhecimento. No ensino de geografia os PCN's orientam as práticas na seguinte disposição:

O ensino de Geografia, de forma geral, é realizado por meio de aulas expositivas ou da leitura dos textos do livro didático. Entretanto, é possível trabalhar com esse campo do conhecimento de forma mais dinâmica e instigante para os alunos, mediante situações que problematizem os diferentes espaços geográficos materializados em paisagens, lugares e territórios; que disparem relações entre o presente e o passado, o específico e o geral, as ações individuais e as coletivas; e promovam o domínio de procedimentos que permitam aos alunos “ler” a paisagem local e outras paisagens presentes em outros tempos e espaços (BRASIL, 2001, p. 153).

A Base Nacional Comum Curricular-BNCC é um documento que estabelece os conteúdos que devem ser abordados de forma progressiva a longo de sua formação através de competências e habilidades na educação básica, seja na rede pública ou privada de ensino conforme está definida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996).

Neste contexto é possível trabalhar sob a utilização dos Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN's (1997) e da Base Nacional Comum Curricular-BNCC (BRASIL, 2018) a aplicação do ensino sobre a dinâmica de ocupação urbana e consequentemente dos processos de escorregamentos.

Já no ensino fundamental observa-se a introdução de habilidades contidas na BNCC que contemplam a temática dos escorregamentos, desde os fatores naturais à antrópicos (Quadro 03).

Quadro 03: Habilidades concernentes aos processos de escorregamento desenvolvidas no ensino fundamental.

EF04GE11: Identificar as características das paisagens naturais e antrópicas (relevo, cobertura vegetal, rios etc.)
EF05GE03: Identificar as formas e funções das cidades e analisar as mudanças sociais, econômicas e ambientais provocadas pelo seu crescimento.
EF06GE05: Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais.
EF05GE11: Identificar e descrever problemas ambientais que ocorrem no entorno da escola e da residência (lixões, indústrias poluentes, destruição do patrimônio histórico etc.), propondo soluções (inclusive tecnológicas) para esses problemas.
EF08GE17: Analisar a segregação socioespacial em ambientes urbanos da América Latina, com atenção especial ao estudo de favelas, alagados e zona de riscos.
EF09HI05: Identificar os processos de urbanização e modernização da sociedade brasileira e avaliar suas contradições e impactos na região em que vive.

Fonte: BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC), (2017).

Nesse sentido, podem ser utilizadas as mais diversas metodologias (gamificação, *design thinking*, cultura *maker*, aprendizado por problemas, estudo de casos, entre outras) para o ensino direcionado a temática sobre áreas de risco a escorregamentos na rede básica de ensino, aplicadas tanto no ensino fundamental quanto médio.

No entanto a metodologia utilizada na educação tradicional na qual designa o professor como protagonista no processo de ensino-aprendizagem já não resulta em dados satisfatórios, visto que os estudantes apresentam pouco interesse, interação e participação nas aulas, o que consequentemente acarreta em baixos rendimentos (COSME *et al.*, 2019).

Diante do cenário educacional atual, fica evidente a necessidade da utilização de novas estratégias, novos caminhos pedagógicos, pois estão inseridos em rede e vivem formas de aprender bastantes diferente dos métodos tradicionais de ensino (MOREIRA e ANDRADE, 2018). Prensky (2010), salienta que o sistema educacional foi desenvolvido previamente, não atende aos discentes de hoje.

Se faz necessário trazer para realidade do aluno o que ele consegue observar, o que é tangível e que faz parte do seu cotidiano, pois isso o aproxima aos conceitos abordados na geografia e faz com que o educando se identifique mais com o assunto, e consequentemente absorva de forma mais eficaz os conteúdos abordados. Outra

metodologia, é tentar demonstrar pra ele conceitos em diversas formas práticas em sala de aula, por meio de oficinas ou atividades (KAERCHER, 1998; AUSUBEL, 2002).

De acordo com Cavalvanti (2010), para que haja um melhor desempenho no ensino-aprendizagem do estudante se faz necessário utilizar de seus conhecimentos prévios e sua experiência cotidiana de forma a aproximar o discente ao conteúdo científico da geografia.

Neste sentido, a experiência do cotidiano dos estudantes que estão inseridos em áreas de encostas convivendo diariamente com o risco dos processos de escorregamentos poderá ser utilizada como base cognitiva para absorção dos conceitos, e a partir disto inserir novas possibilidades metodológicas que integrem a teoria e a prática (AFONSO, 2015).

Vale ressaltar que o processo de ensino aprendizagem na educação é diverso, contínuo, formal e informal. Dessa forma, a Metodologia Ativa, vem para favorecer a motivação dos estudantes, pois têm o poder de estimular as curiosidades, de acordo com o envolvimento dos estudantes no processo e na perspectiva do docente. A metodologia ativa pode ser utilizada no ensino de geografia como uma ferramenta na construção do ensino-aprendizagem, visto que nela o estudante assume o papel de protagonista da ação. Já o professor atua como orientador ou facilitador, disponibilizando previamente o assunto e auxiliando na pesquisa, mas deixando que o estudante reflita e tome suas decisões para obtenção do objetivo proposto (BERBEL, 2011).

Segundo Campos (2018, p. 56):

Nos últimos anos, muito tem sido falado das “metodologias ativas de aprendizagem”. A expressão caiu nas graças do campo educacional por, justamente, trazer novamente à tona a ideia do protagonismo do estudante. As metodologias ativas se oporiam aquelas “passivas”, em que o estudante é receptor passivo de informação.

Sabe-se que a utilização de maquetes como recurso didático não é algo novo, no entanto segundo Pitano e Roqué (2015), são uma das principais metodologias ativas, pois sob sua produção e utilização o estudante é capaz de perceber e se apropriar de uma representação tridimensional em escala reduzida, real ou ampliada de uma área.

Durante o processo de construção da maquete o professor pode atuar como facilitador, orientando e instigando os estudantes para que coloquem o conhecimento aprendido de forma teórica em prática, desta forma possibilita que o estudante possa

relacionar a estrutura e a dinâmica da maquete com a realidade do que foi observado (PITANO e ROQUÉ 2015; SILVA e ARAÚJO 2018).

Além disso os estudantes poderão utilizar de fragmentos do solo local (Argissolo vermelho-amarelo) para a confecção da maquete, isso auxiliará não somente na representação do modelo tridimensional, mas no conhecimento prático sobre o comportamento e as propriedades do solo como também na utilização de um recurso presente no cotidiano do estudante (MOURA *et al.*, 2022).

Em um contexto geral, a utilização de maquetes para o ensino de geografia, sobretudo no aspecto geomorfológico voltado para dinâmica das encostas é satisfatória, visto que por meio da produção o estudante consiga converter uma imagem bidimensional dos mapas para a tridimensional das maquetes, compreendendo melhor os conceitos de perfil topográfico, declividade, orientação e curvatura das encostas, dinâmica hidrológica, profundidade do solo, erosão e entre outros fatores condicionantes ao processo de escorregamentos (LOMBARDO e CASTRO. 1996; SOUSA, *et al.*, 2005).

3. ÁREA DE ESTUDO: BAIRRO DO CURADO, JABOATÃO DOS GUARARAPES (RMR) PE

Embora o bairro do Curado seja a principal área de estudo desta pesquisa, se faz necessária uma abordagem em uma maior escala, abrangendo não somente o município de Jaboatão dos Guararapes a qual está inserida, como também a região metropolitana do Recife.

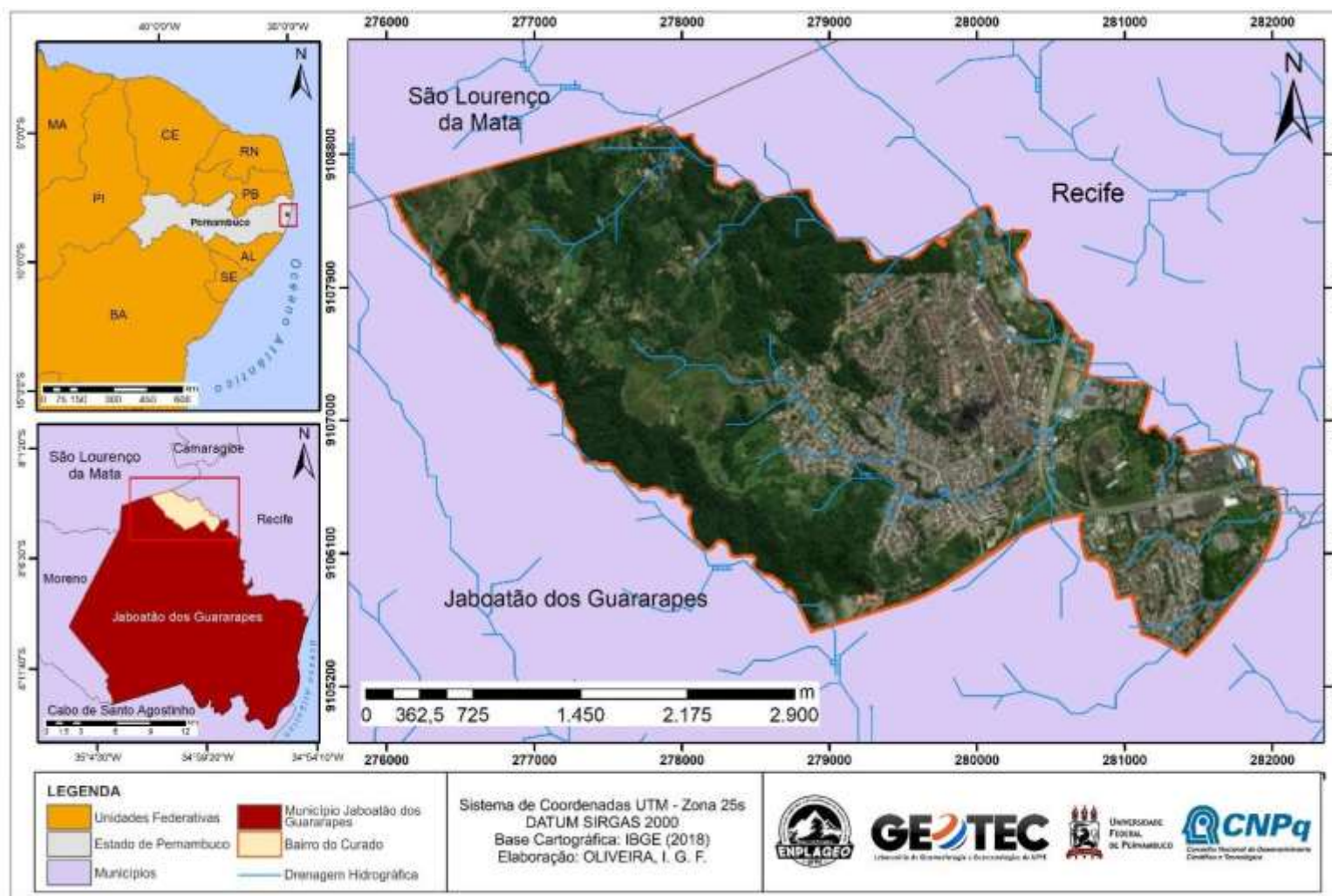
Neste capítulo serão apresentados os aspectos do meio físico no subcapítulo 3.1. No item 3.2 foram levantadas as características do meio antrópico visando melhor compreender o contexto histórico do processo de urbanização na RMR e no bairro do Curado, a ocupação e uso da terra. E por fim no subcapítulo 3.2 são apresentados os registros históricos dos eventos de escorregamentos e sua breve relação com o meio antrópico.

Esse levantamento exerceu papel fundamental no auxílio da seleção da área piloto para aplicação do mecanismo de proteção superficial de encostas.

3.1 Meio físico

O bairro do Curado está inserido ao norte do município de Jaboatão dos Guararapes Região Metropolitana do Recife-PE, especificamente entre as coordenadas 8°04'17.2" sul e 35°00'06.9" oeste, sua área total é de cerca de 10,8 Km², está subdividido em cinco comunidades limítrofes que são: Curado I, II, III, IV e Curado V e possui limite com os municípios de Recife e São Lourenço da Mata (Figura 10) (PMRR, 2006; IBGE, 2010). O bairro apresenta um relevo de mares de morro com uma altitude mínima de 17 metros e máxima de 130 metros. A área dispõe de fragmentos remanescentes de Mata Atlântica localizado na UCN Matas do Curado, onde estão inseridas a Mata de Cova de Onça no Curado III e Mata de Jangadinha no Curado I (PMRR, 2006; IBGE, 2010; OLIVEIRA, 2018; RAMOS, 2019).

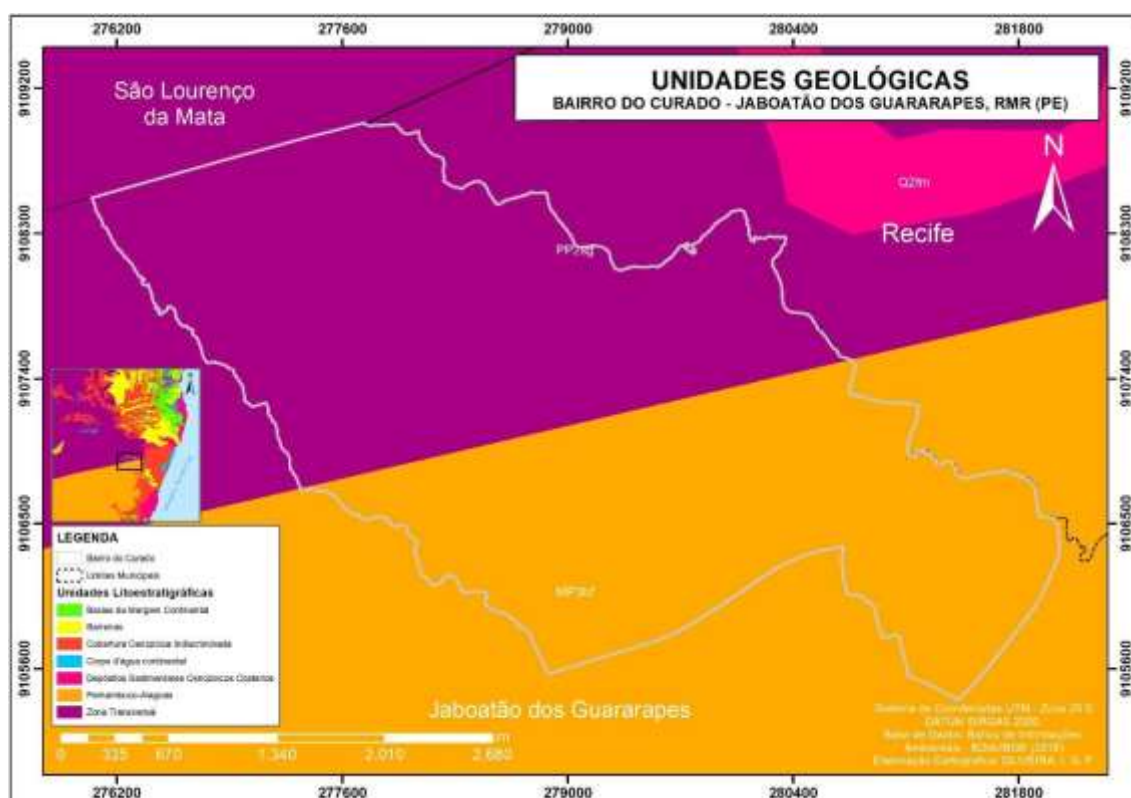
Figura 10: Localização do bairro do Curado, município de Jaboatão dos Guararapes-PE.



Elaboração: Autor (2022). **Base de dados:** IBGE, (2018).

O bairro do Curado situa-se entre a Zona Transversal e o Maciço Pernambuco-Alagoas (Figura 11), composto por rochas de composição granítica (granitos, migmatitos, gnaisses e micaxistos) pertencentes ao Complexo Gnaissico-Migmatítico-Granítico (ALHEIROS, 2004; BANDEIRA, 2010). Tais litologias, quando submetidas ao intemperismo químico, modificam sua estrutura transformando os feldspatos em materiais argilosos (BANDEIRA, 2010).

Figura 11: Mapa geológico do bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE.



Elaboração: Autor, (2022). **Fonte:** Banco de Informações Ambientais – BDIA/IBGE (2018).

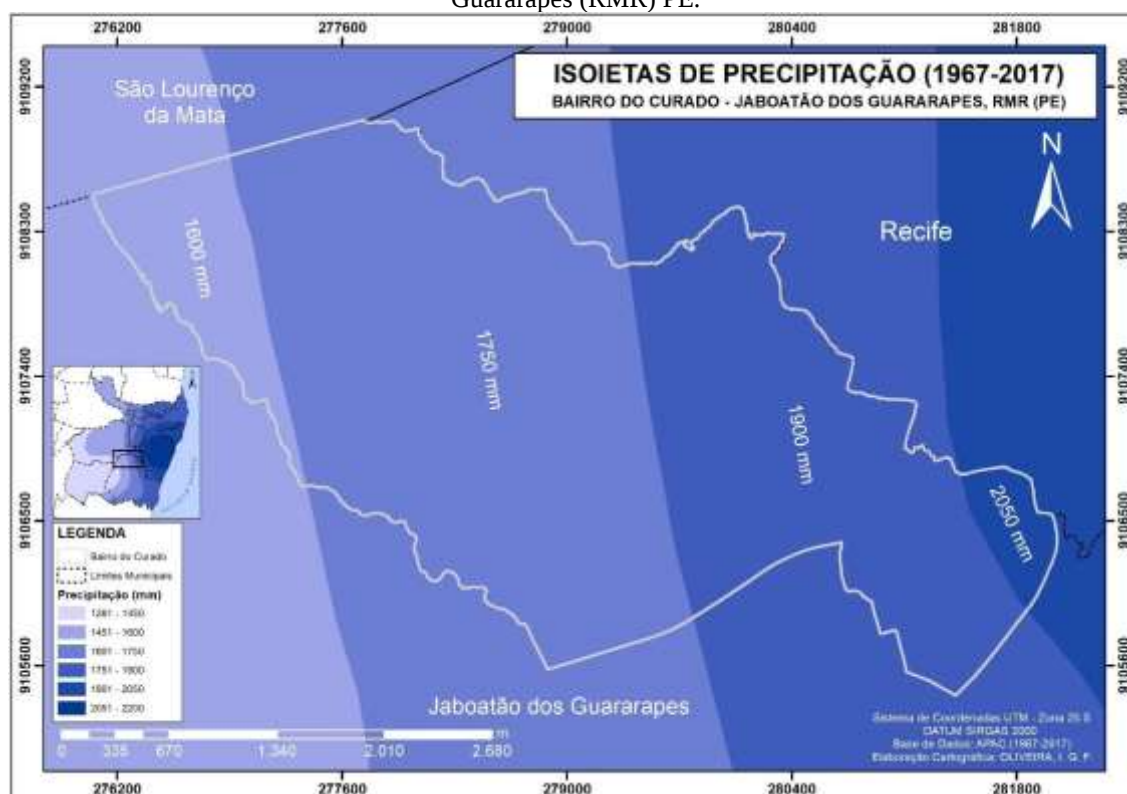
Concernente ao clima, a área apresenta tipo As' segundo a classificação de Köppen, com características de clima tropical úmido, e temperaturas médias entre 32°C de máxima e 18°C de mínima, cujo volume de precipitação médio anual é de 1413 mm, com maior concentração entre os meses de maio e julho (período chuvoso) (APAC, 2020).

Os principais sistemas atmosféricos atuantes são os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), que em conjunto com a brisa marítima, modulam a maior parte do volume da quadra chuvosa entre os meses de abril e julho. A influência indireta da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os ventos úmidos dos alísios de sudeste, com gênese na alta pressão semipermanente do Atlântico Sul, também resultam em consideráveis

volumes de chuvas torrenciais, deflagradoras de escorregamentos (INMET, 2016; NÓBREGA e FARIAS, 2016).

O mapa de isoietas do bairro do Curado (Figura 12) com a série histórica de precipitação entre os anos de 1967 e 2017 foi resultado do georreferenciamento dos dados trabalhados por Nascimento *et al.*, (2020).

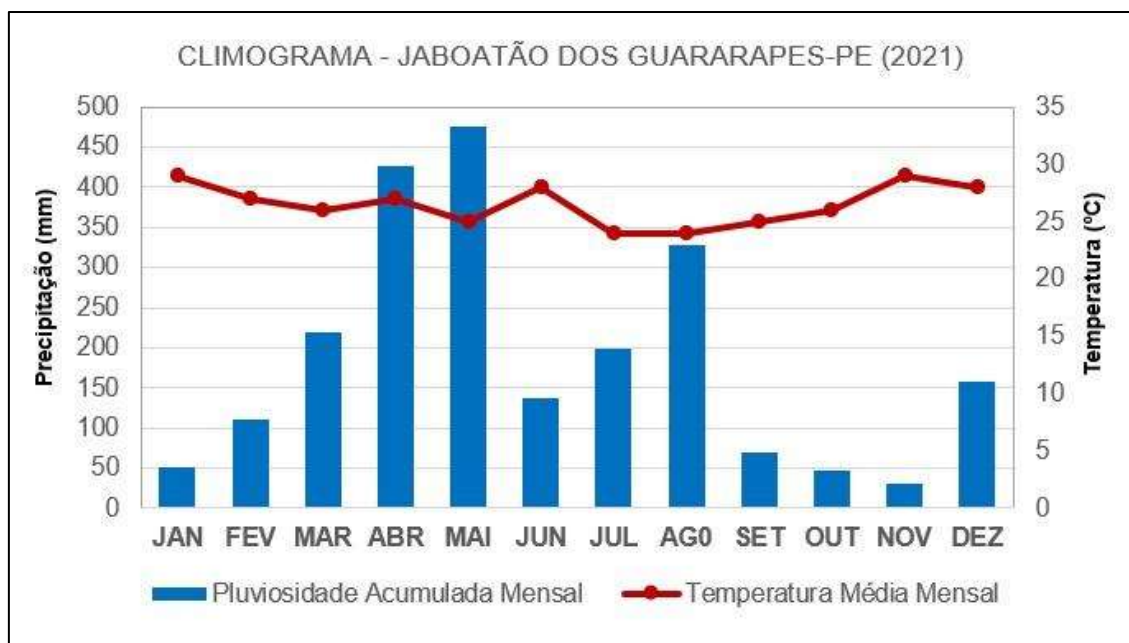
Figura 12: Mapa de isoietas de precipitação, série histórica (1967-2017), bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE.



Elaboração: Autor, (2022). **Adaptado de:** Nascimento *et al.*, (2020).

Os eventos com média de precipitação acima dos 300 mm, a depender da quantidade de dias, pode ocasionar a saturação mais rápida do solo, conforme a relação precipitação e capacidade de infiltração e ocasionar com mais facilidade os processos de escorregamentos (GIRÃO, 2007; LISTO, 2010).

Figura 13: Climograma do município de Jaboatão dos Guararapes-PE para o ano de 2021.



Elaboração: Autor (2022). **Base de dados:** Boletim Climatológico, APAC (2021).

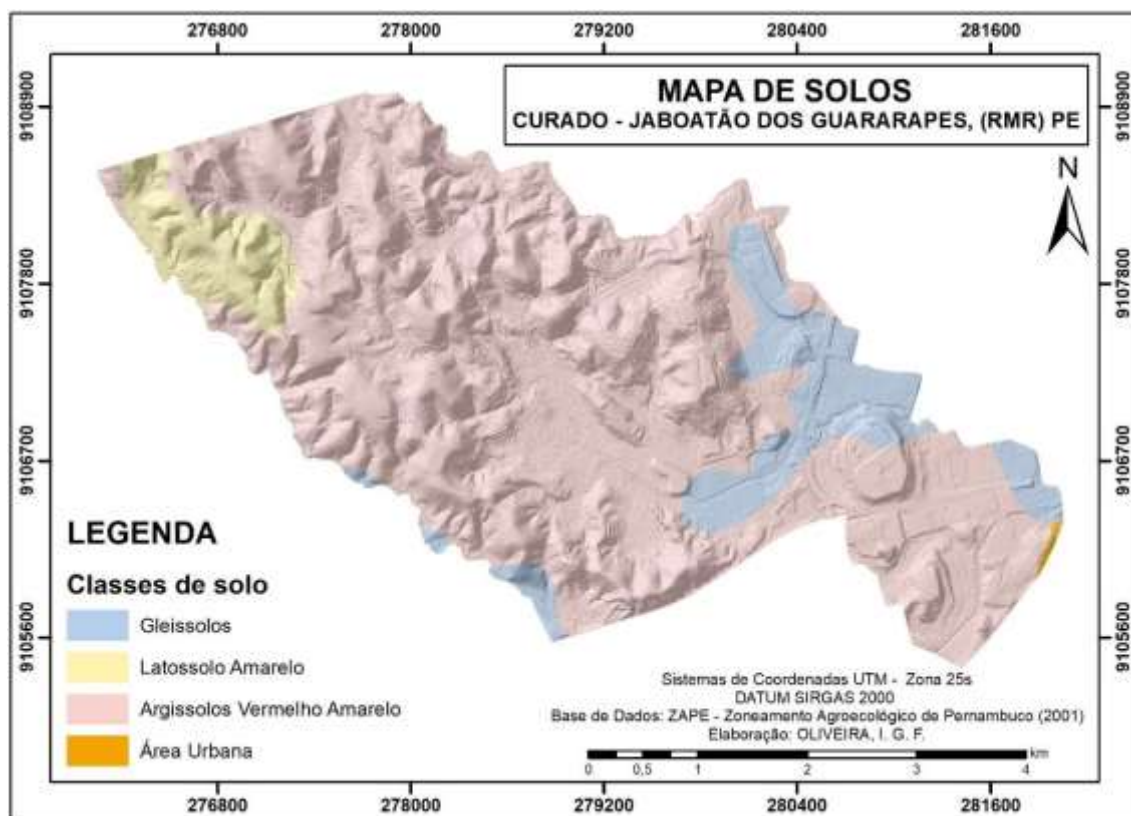
Quanto à pedologia, encontram-se três classes de solos, são eles: Latossolos amarelos, Gleissolos e Argissolos vermelho-amarelo (SANTOS, 2018). O bairro possui predominância de Latossolo vermelho-amarelo, sobretudo em áreas de morros.

De acordo com Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (2010), o bairro apresenta áreas de colinas e tabuleiros com presença de solos dos tipos Argissolos amarelos ou vermelhos e Latossolos. A predominância da classe de solo Argissolo vermelho amarelo pode contribuir para a ocorrência dos processos de escorregamentos já que essa classe de solos apresenta maior coesão quando encontrados secos, porém quando passam por influência da água se tornando mais úmidos, perdem sua coesão e se desprendem facilmente da encosta, além de apresentar também erosão laminar ligeira ou moderada, tais fatores favorecem a ocorrência de escorregamentos nessa classe de solos.

Em visita de campo foi possível validar os mapeamentos pedológicos por meio da análise do perfil do solo aparentes em taludes de corte com mais de 2 metros de altura (Figura 15)

O mapa de solos (Figura 14), foi gerado a partir da base de dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE, 2010).

Figura 14: Mapa de Solos do bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE.



Base de dados: ZAPE, 2010. **Elaboração:** Autor, 2021.

Figura 15: Parcela de Argissolo vermelho-amarelo no bairro do Curado IV. A) Talude de corte na base da vertente; B) Horizontes do solo de forma mais aproximada.



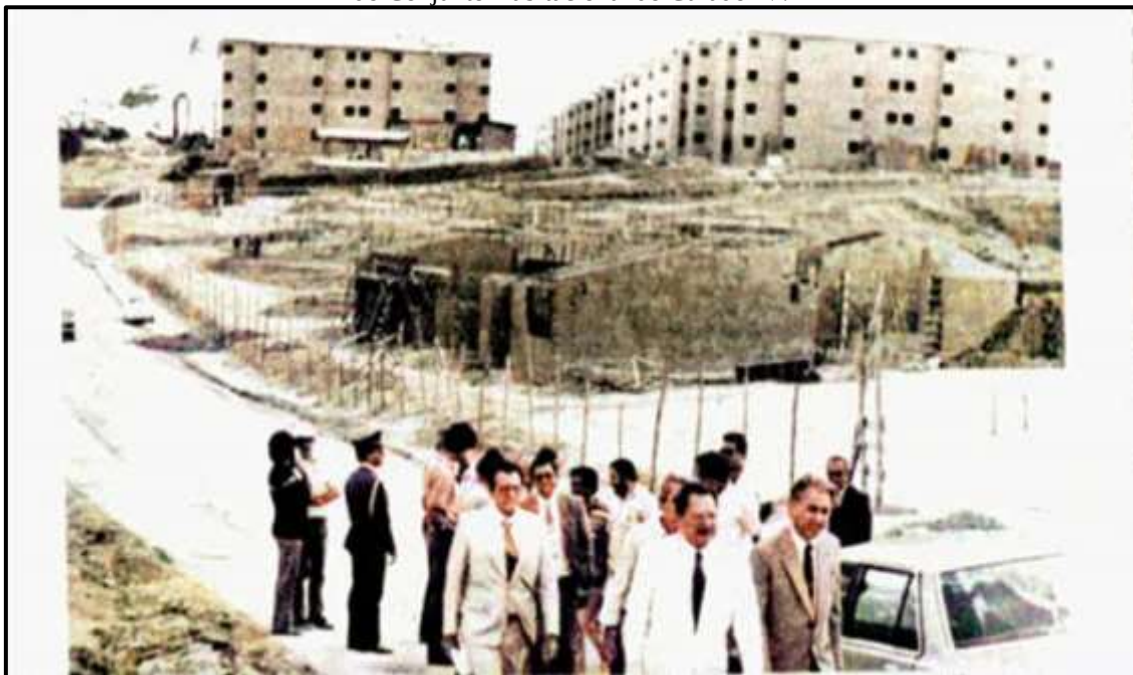
Fonte: Autor, (2022).

3.2 Meio antrópico: processo de urbanização e suas características de ocupação e uso da terra

A história do bairro do Curado remonta do período colonial em 1585 quando suas terras pertenciam a Pedro da Cunha de Andrade e faziam parte do Engenho São Sebastião como vasta sesmaria entre os Rios Capibaribe e o Rio Tejipió. No final do século XVII as terras foram vendidas para o senhor de engenho Salvador Curado Vidal, o que deu origem ao nome que carrega o bairro até os dias atuais. O próximo registro só é encontrado em 1934 quando a viúva D. Maria da Conceição do Rego Barros Lacerda transferiu a sua propriedade para os irmãos Ricardo Lacerda de Almeida Brennand e Antônio Luís de Almeida Brennand (FONSECA, 1925; COSTA, 1983; ANDRADE, 1989).

Entre os anos de 1964 e 1984 o BNH adquiriu lotes de terra à Francisco de Paula Coimbra de Almeida Brennand onde mais tarde no ano de 1974 seriam construídos pela COHAB-PE os conjuntos residenciais com padrão de casas térreas e prédios de até dois andares no Curado 1, Curado 2 e Curado 3. Em 1986 são entregues os apartamentos do Conjunto Habitacional do Curado IV, totalizando 142 blocos, cada um deles compostos por: 32 apartamentos, 3 andares e 4 pavimentos (Figura 17) (FIDEM, 1987; MELO, 1990; SILVA, 2008; ALMEIDA, 2019).

Figura 16: Visita de Roberto Magalhães, ex-governador de Pernambuco nas obras de edificação do Conjunto Habitacional do Curado IV.



Fonte: Acervo do Diário de Pernambuco, (1985).

Figura 17: Matéria histórica sobre inauguração do Conjunto Habitacional do Curado IV em 1986.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO Recife, domingo, 11 de maio de 1986 A-3

O drama da casa própria é uma página virada para 23.000 pernambucanos.



O Governo Roberto Magalhães vence mais um desafio ao inaugurar o Parque Residencial do Curado com 4.544 habitações.



O Governo Roberto Magalhães enfrentou o problema da falta de moradia na Região Metropolitana do Recife.

E garantiu, com a inauguração do Parque Residencial do Curado, casa própria para 23 mil pernambucanos.

Considerado modelo em todo País, este conjunto habitacional foi totalmente construído na

Instalado em uma área de 90 hectares, o conjunto dispõe de duas escolas com 41 salas de aula, creche para 200 crianças, posto de saúde com consultórios médicos, farmácia e núcleo odontológico, oito quadras de esportes, três praças arborizadas e prédio para associação de moradores.



Além de infra-estruturas viária, sanitária e elétrica completas, o Parque Residencial do Curado dispõe também de estrutura comercial e de serviços. Conta com supermercado, três padarias, auto-pavimentado para feira-livre, doze boxes



Beneficia milhares de famílias propiciando tranquilidade e a segurança da casa própria. Cerca de 600 trabalhadores passam a morar onde trabalham, acabando com o problema do deslocamento de vários pontos da Região Metropolitana do Recife até o Distrito Industrial do Curado.

E, pela sua própria estrutura comercial e de serviços, gera número de empregos diretos e proporciona novas fontes de renda aos seus moradores.

Com a inauguração do Parque Residencial do Curado, o Governo Roberto Magalhães faz do

Fonte: Acervo do Diário de Pernambuco, (1986).

O conjunto habitacional do Curado IV seguia o padrão do projeto construtivo dos demais habitacionais na Região Metropolitana do Recife, topos planos eram escolhidos para edificação dos blocos planejados, enquanto as encostas ao entorno não recebiam nenhum tipo de modificação urbanística (Figura 18), desta forma, as vertentes foram sendo ocupadas de forma espontânea pela população mais vulnerável socialmente, alterando a superfície sob a realização de cortes e aterros para edificação de suas habitações (ALHEIROS, 2004; CABRAL, 2019) .

Figura 18: Imagem aérea do Conjunto Habitacional do Curado IV com delimitações das áreas planejadas e encostas ainda não ocupadas (1986).

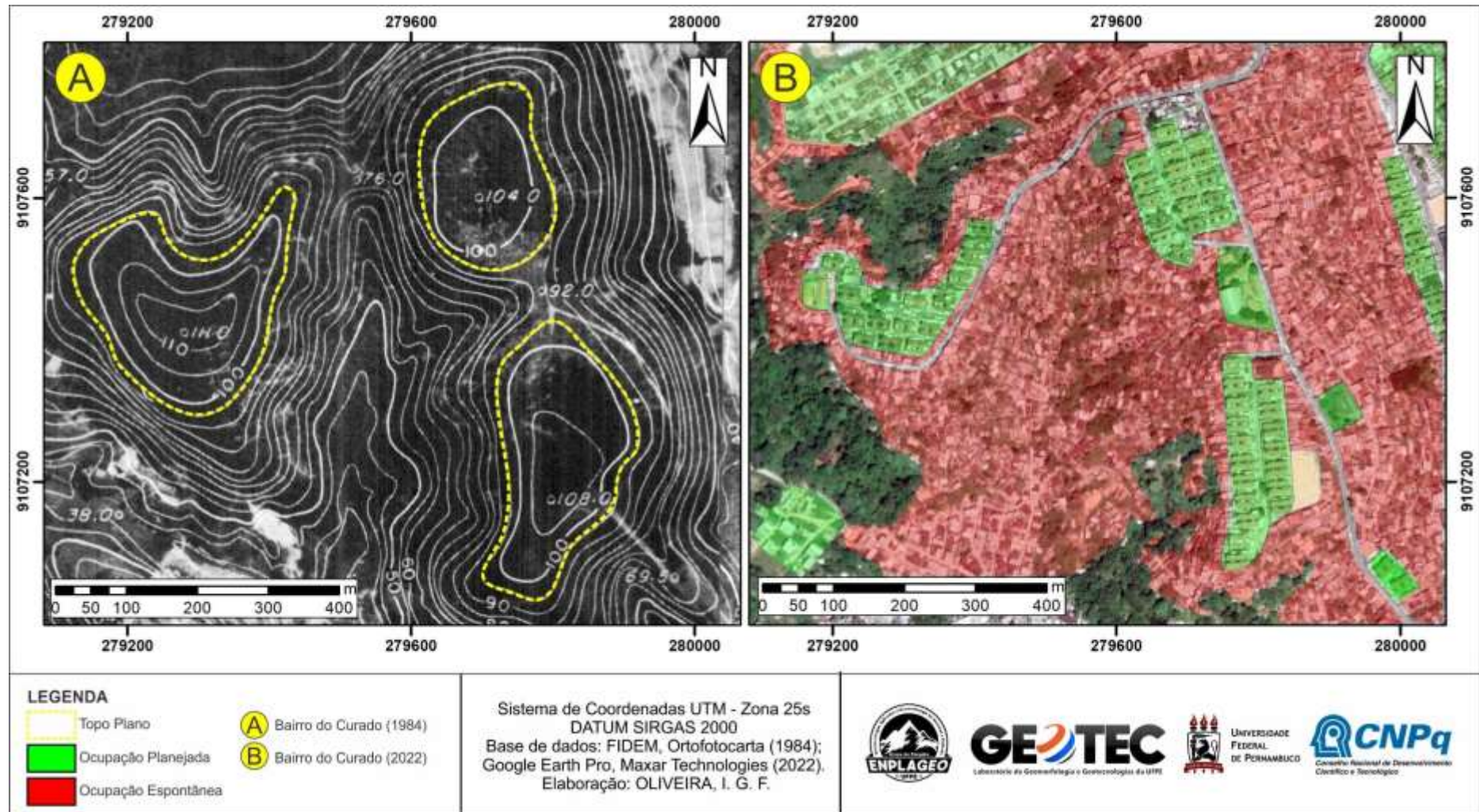


Fonte: Acervo do Diário de Pernambuco, (1986).

O bairro então começa a receber maiores investimentos em infraestrutura de rodovias e transportes públicos. Em 1986 é inaugurado estação metrô “Rodoviária” integrada ao TIP – Terminal Integrado de Passageiros do Recife, são realizadas as obras da BR 232, e instalação do distrito industrial do Curado com fábricas de multinacionais como a Philips, Unilever entre outras (GEPM, 1981; METROREC, 2013; SANTOS e SOBRAL, 2014).

Tais investimentos foram fundamentais para o acelerado processo de adensamento populacional no bairro do Curado. A realização de ocupação espontânea com moradias de baixo padrão construtivo, realização de cortes e aterros nas encostas, potencializaram a ocorrência de escorregamentos e aumentaram o grau de risco nesses locais.

Figura 19: Comparação do processo uso e ocupação da terra entre os anos de 1984 e 2022 com foco na ocupação espontânea nas vertentes na atualidade.



Fonte: Autor, (2022).

Uma das favelas que se desenvolveram ao longo do processo de ocupação, foi a favela de Bola Ouro no final dos anos de 1990 (Figura 20), em forma de anfiteatro entre duas vertentes foram feitas as edificações (Figura 21). Posteriormente a prestação de serviço público de abastecimento de água pela COMPESA e fornecimento de energia pela CELPE foram sendo realizadas, no entanto nenhum projeto de requalificação foi feito por parte de instituições públicas.

Figura 20: Encosta ocupada no setor nordeste da favela Bola de Ouro no bairro do Curado IV.



Fonte: Autor, (2021).

Figura 21: Vista Aérea do bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes (RMR) PE.



Fonte: Allyson Freire Alves, (2017).

3.2 Histórico de escorregamentos

De acordo com os registros da Defesa Civil do Município de Jaboatão dos Guararapes, o bairro do Curado apresentou 222 ocorrências de escorregamentos entre os anos de 2013 a 2018, dentre elas, 38 ocorrências apenas na favela de Bola de Ouro no Curado IV (Figura 22).

Figura 22: Gráfico comparativo da distribuição de ocorrências de escorregamentos entre a Bola de Ouro e o bairro do Curado.



Fonte: Autor, (2022).

Figura 23: Registro midiático datado do ano de 2012 referente a um escorregamento sem vítimas no bairro do Curado IV.



Fonte: TV Jornal, (2012).

No ano de 2022 após as fortes chuvas registradas na Região Metropolitana do Recife com cerca 443mm em apenas 96 horas segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), ocorreu o segundo maior número de mortes da história devido aos processos de escorregamentos e inundação em todo o estado de Pernambuco, ao total 128 vítimas (CNN Brasil, 2022). De acordo com a Secretaria de Defesa Social (SDS), o município de Jaboatão dos Guararapes foi o que registrou o maior número de mortes em consequência dos processos de escorregamentos, ao total foram 64 vítimas fatais.

Segundo a Secretaria de Defesa Social (SDS) o bairro do Curado registrou 6 mortes em consequência dos escorregamentos, entre as vítimas estavam quatro mulheres e duas crianças, todas localizadas na favela de Bola de Ouro no Curado IV (Figura 24).

Figura 24: Matéria sobre as vítimas de escorregamento no Curado IV no ano de 2022.



Fonte: Folha de Pernambuco, (2022).

Na madrugada do sábado 28 de maio de 2022 a deflagração de um escorregamento na favela de Bola de Ouro resultou nas primeiras vítimas fatais na comunidade, no local houve um arraste de pouco mais de 100 metros que atingiram 11 casas, outras habitações próximas a cicatriz de escorregamentos precisaram ser interditadas pela defesa civil devido ao alto grau de risco instalado (Figura 25).

Figura 25: A) Cicatriz do escorregamento que vitimou 6 pessoas em 28 de maio de 2022; B) População local realizando a busca pelas vítimas no dia da ocorrência; C) Visualização da cicatriz a partir da crista da cicatriz.



Fonte: Autor, (2022).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho (Figura 26).

Já no subcapítulo 4.1 são especificadas as metodologias na obtenção e utilização dos dados para elaboração dos mapas topográficos.

No subcapítulo 4.2 são expostos os procedimentos de georreferenciamento de ortofotocartas, obtenção de imagens de satélites e realização do mapeamento de uso da terra de forma manual por meio de fotointerpretação.

No subcapítulo 4.3 são expostas a transformação dos dados de planilhas contendo os registros de escorregamentos em pontos georreferenciados para elaboração do mapa de inventário de escorregamentos.

A realização da visita de campo, validação dos mapeamentos prévios e seleção de encosta para aplicação da placa de proteção são apresentados no subcapítulo 4.4.

No subcapítulo 4.5 é apontado o conceito de funcionamento da placa de proteção, seu processo de produção e instalação no local selecionado.

No subcapítulo 4.6 é exposto o processo de coleta de dados da placa e de dados secundários de precipitação.

Por fim, no subcapítulo 4.7 é apresentada uma proposta de ensino e um plano de aula voltados à temática dos processos de escorregamentos e áreas de risco.

Figura 26: Fluxograma dos procedimentos metodológicos realizados.



Fonte: Autor, (2022).

4.1 Elaboração dos mapas topográficos

Os mapas topográficos (hipsometria, declividade, curvatura e orientação das encostas) foram gerados a partir de um MDT (Modelo Digital do Terreno) com resolução espacial de 1m, obtido pelo Programa Pernambuco Tridimensional fornecido pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (SEDEC, 2016) em convênio com o Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies. Os dados foram processados no *software ArcGIS 10.5* –licença acadêmica (ENPLAGEO).

O mapa de declividade (Figura 48), foi elaborado por meio dos parâmetros indicados pela EMBRAPA (1999), classificado conforme os seguintes intervalos percentuais: $\leq 3\%$ (plano), 3% a 8% (suave ondulado), 8% a 20% (ondulado), 20% a 45% (forte ondulado), 45% a 75% (montanhoso) e 75%> (terreno escarpado). O mesmo foi gerado a partir da ferramenta *Slope* na extensão *Raster Surface (3D Analyst Tools)*.

O mapa de curvatura (Figura 50), foi gerado a partir da ferramenta *Curvature*, ainda na extensão *Raster Surface*, que classifica a curvatura das encostas em formas côncavas, retilíneas ou convexas. A seleção dos valores de intervalo para classificação do mapa de curvatura (calibração) foram: -0,55% a +0,55% para a forma retilínea. Abaixo desses valores as encostas foram classificadas como côncava e acima como convexas, conforme a proposta de Valeriano (2003)

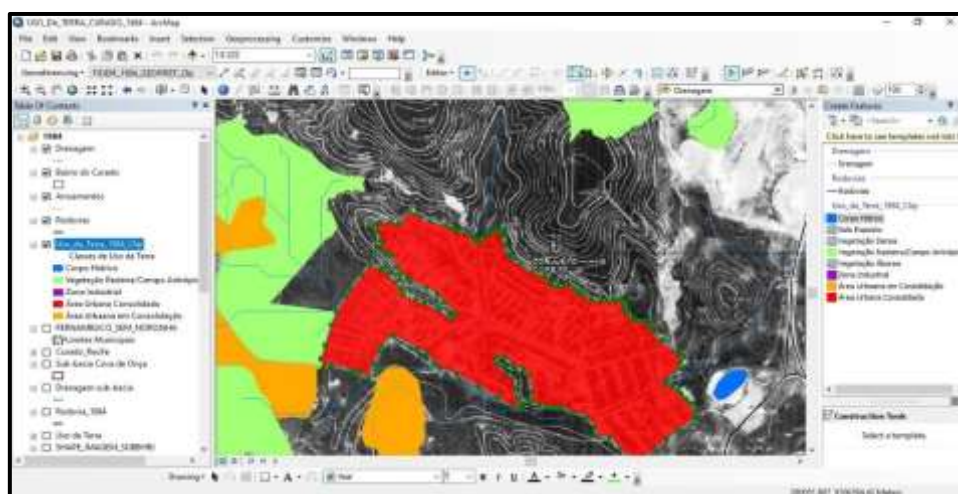
O mapa de orientação das encostas (Figura 52), foi gerado por meio da ferramenta *Aspect* na caixa de ferramentas *Spatial Analyst Tools/Surface*. Por meio dela, foi possível obter as orientações de acordo com as oito direções da rosa-dos-ventos para as quais as encostas estão voltadas: Norte (N), Nordeste (NE), Leste (L), Sudeste (SE), Sul (S), Sudoeste (SO), Oeste (O) e Noroeste (NO).

4.2 Mapeamento do uso da terra (1984-2022)

Precedentemente foram realizadas as análises evolutivas do uso da terra comparativas de 38 anos referentes aos anos de 1984 e 2022, a fim de identificar as modificações antrópicas realizadas por meio da ocupação urbana em áreas naturalmente suscetíveis, potencializando a ocorrência de processos de escorregamentos. O

procedimento foi realizado segundo o trabalho de CAMPOS (1993), para a realização da análise do ano de 1984 (Figura 41), foi utilizada uma ortofotocarta derivada de um voo aerofotogramétrico produzida pela Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife (FIDEM) entre os anos de 1974 e 1988 para atender uma demanda de proteção dos remanescentes florestais existentes na Região Metropolitana do Recife assim como na criação/delimitação das Reservas Ecológicas dispostas na Lei Estadual 9989/87. Após a obtenção da ortofotocarta, ela foi inserida em ambiente SIG e georreferenciada por meio da ferramenta “*Georeferencing*” disposta no software ArcGIS 10.5 (Licença Acadêmica ENPLAGEO), onde foram inseridos pontos de controle, sobretudo em áreas urbanas consolidadas e rodovias presentes na sub-bacia nesse período disposto, em sequência foram realizadas as fotointerpretações das oito classes identificadas (Área urbana consolidada; área urbana em consolidação; vegetação arbórea; vegetação rasteira / campo antrópico; vegetação densa; solo exposto e zona industrial) e calculadas as extensões territoriais das mesmas (Figura 39). Para o ano de 2022 (Figura 42), foram utilizadas imagens obtidas do satélite Landsat 8 com resolução espacial de 30m capturadas na data de 06/03/2022, disponível gratuitamente na plataforma *Earth Explore* <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> do Serviço Geológico dos EUA (USGS), em ambiente SIG foram delimitadas as oito classes identificadas (Área urbana consolidada; área urbana em consolidação; vegetação arbórea; vegetação rasteira / campo antrópico; vegetação densa; solo exposto e zona industrial) e calculadas as extensões territoriais das mesmas (Figura 40), como validadas em trabalho de campo.

Figura 27: Interpretação de ortofotocartas da FIDEM na realização do mapeamento de uso da terra no ArcMap.



Fonte: Autor, 2022.

Por fim foram comparadas a evolução do uso da terra da área vegetada agrupada pelas classes de (vegetação arbórea; vegetação rasteira / campo antrópico e vegetação densa) e da área urbana pelo agrupamento das classes de (área urbana consolidada e área urbana em consolidação) (Figura 43).

4.3 Elaboração do inventário de escorregamentos (2013-2018)

O projeto foi iniciado por meio da produção do mapa de inventário dos escorregamentos dentro do intervalo histórico avaliado no bairro (2013 à 2018) (Figura 44). Este foi elaborado por meio do banco de dados em forma de planilha cedidos pela Defesa Civil municipal de Jaboatão dos Guararapes onde estavam contidas as ocorrências distribuídas em todo o município em forma de endereço (Figura 28). Em seguida foi gerada uma nova planilha apenas com o histórico do bairro do Curado distribuídos por anos. Após isso as planilhas foram salvas sob a extensão “.CSV” separados por (;) com os campos de endereço, bairro e município. Na segunda etapa utilizou-se o software Google Earth Pro onde foram importadas as planilhas para distribuição e georreferenciamentos dos pontos gerados a partir do campo “endereço” por meio da ferramenta “Assistente de importação de dados”. Os pontos gerados foram exportados sob a extensão “.KMZ” e em seguida foram exportados para o ArcMap 10.5 por meio da ferramenta “KML To Layer” na extensão *Conversion Tools (From Kml)*.

A partir disso, foi possível observar um maior número de concentração de ocorrências localizadas na favela de Bola de Ouro, localizada a leste no bairro do Curado IV. Sua origem deu-se mediante ocupação no vale entre duas encostas com topo aplainado pela construção de habitacionais planejados (COHAB) pelo governo do Estado na década de 1980. Além das características físicas foi possível perceber a presença de construções de forma precária sem planejamento, justificando seu alto histórico de escorregamentos, e a seleção da mesma para implantação do mecanismo de contenção e proteção de encostas.

Figura 28: Planilha com os registros de ocorrência de escorregamentos no município de Jaboatão dos Guararapes-PE.

Página	Data	Local	Tipo	Causa	Estado	Município	Ano	Número de Ocorrências	Número de Deslizamentos	Número de Mortos	Número de Feridos	Número de Danos	Número de Custos
1	2009	20/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2009	1	1	0	0	0	0
88	2010	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2010	1	1	0	0	0	0
335	2011	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2011	1	1	0	0	0	0
	2012	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2012	1	1	0	0	0	0
	2013	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2013	1	1	0	0	0	0
	2014	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2014	1	1	0	0	0	0
	2015	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2015	1	1	0	0	0	0
	2016	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2016	1	1	0	0	0	0
	2017	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2017	1	1	0	0	0	0
	2018	04/04	Monte São Bento	R. do Carmo, 112	Curitiba	Paraná	2018	1	1	0	0	0	0

Fonte: Autor, 2021.

4.4 Visita de campo, validação dos mapeamentos e seleção de encosta

Os mapas temáticos supracitados foram sobrepostos ao inventário de escorregamentos, visando o cálculo do índice Concentração de Escorregamentos (CE), proposto por Gao (1993): razão entre o número de células de cada classe afetada pelas ocorrências e o total de células correspondentes aos escorregamentos (Equação 1). Assim, foram verificadas as encostas mais suscetíveis visando uma melhor seleção para instalação do mecanismo sustentável. Em cada mapa temático também foi calculada a Frequência de Distribuição (FD) de cada classe (Equação 2).

$$CE = \frac{N^{\circ} \text{ de células de cada classe}}{\text{Área atingida total}} * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$FD = \frac{N^{\circ} \text{ de células de cada classe}}{\text{Total de células}} * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Foram realizados trabalhos de campo a fim de validar os mapas elaborados em gabinete, bem como, identificar os fatores físicos e antrópicos capazes de intensificar os escorregamentos no local. Assim, mediante os mapeamentos realizados e validação em

campo foi selecionada uma encosta localizada na Favela Bola de Ouro para implantação do mecanismo e coleta dos dados progressivos (Figura 29). Esta foi selecionada em função de suas características físicas encontradas e comparadas aos dados avaliados em gabinete, apresentando solo exposto, declividade acima de 75%, altitude entre 71m e 80m, orientação da vertente para sudoeste e argissolo vermelho-amarelo como classe pedológica. A encosta localiza-se em uma área privada, o que auxiliou posteriormente no monitoramento e coleta de dados progressivos, sofrendo o mínimo de alterações possíveis.

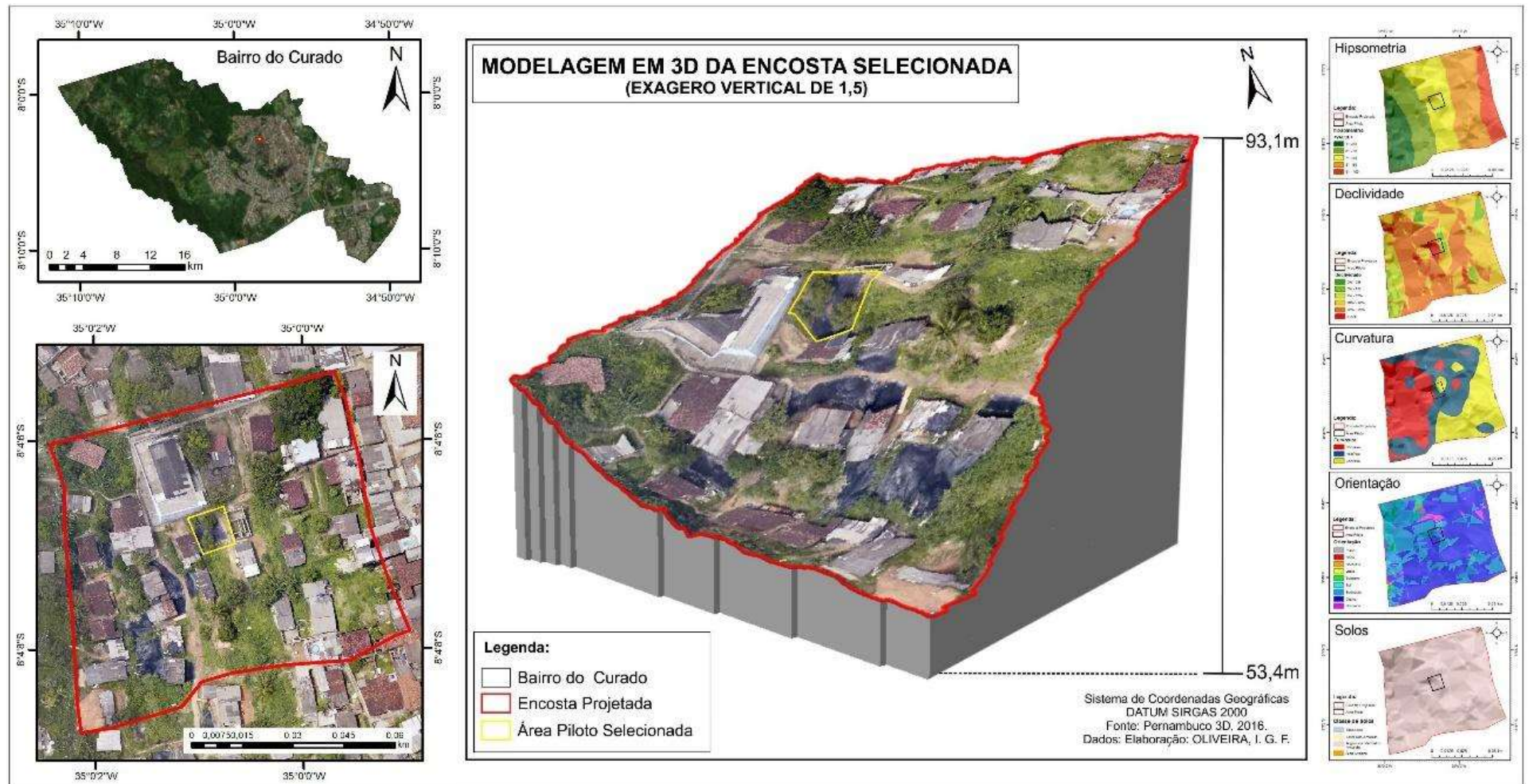
Figura 29: Localização da área selecionada para aplicação do mecanismo de proteção superficial na favela de Bola de Ouro, Curado IV.



Fonte: Autor, 2021.

Após a seleção da área, foi produzida uma modelagem em 3D da encosta (Figura 30), por meio da extensão *ArcScene* (*ArcGIS*), utilizando-se a sobreposição do Modelo Digital do Terreno com a ortofoto da área, ambos do Programa Pernambuco Tridimensional, além dos mapas temáticos, visando uma visualização tridimensional da área de instalação.

Figura 30: Modelagem em 3D realizado pelo *ArcScene* da encosta selecionada e mapas temáticos. (Exagero vertical de: 1,5).



Fonte: Autor, 2021. **Base de Dados:** Pernambuco Tridimensional, (2016).

4.5 Conceito, produção e instalação do mecanismo de proteção

Esse mecanismo tem por objetivo gerar a proteção superficial do solo da encosta por meio da diminuição da energia cinética proveniente das gotas de chuva, bem como a diminuição da saturação do perfil do solo mediante o escoamento e evapotranspiração. Além disso, o mecanismo busca ser ambientalmente sustentável, sobretudo por meio da utilização de matérias recicláveis, de fácil acesso ou baixo custo.

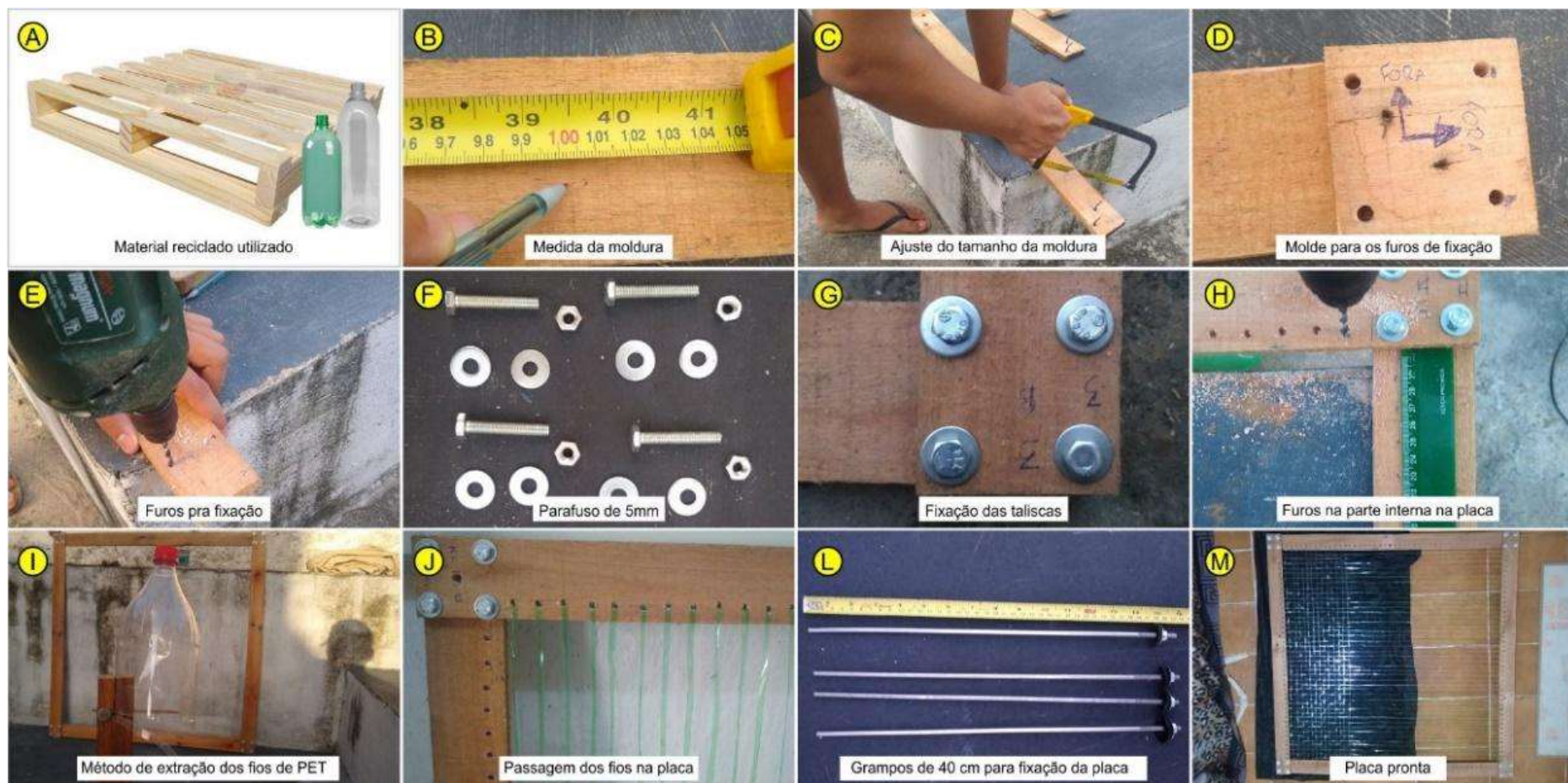
A principal matéria utilizada na produção do mecanismo é derivada de garrafas PET (Polietileno Tereftalato). Desenvolvida em 1941, seu potencial de aplicação inicial era a fibra e, posteriormente, passou a ter grande aceitação no armazenamento de alimentos (FORMIGONI, 2004).

A durabilidade do Polietileno Tereftalato é comprovada cientificamente, por possuir em sua fórmula o ácido tereftálico e o etileno glicol com durabilidade estendida devido a fatores como resistência a umidade e a produtos químicos adicionados na fabricação do material (MOURA, 2015). A depender da exposição a fatores ambientais, pode-se obter a durabilidade do polietileno tereftalato até 100 anos antes de sua decomposição estrutural natural (MOURA, 2015).

Em muitas encostas da Região Metropolitana do Recife verifica-se, ainda, a presença de lonas de proteção para de encostas, de acordo com nota técnica emitida pela Secretaria Executiva de Defesa Civil do Recife (SEDEC) a durabilidade deste material pode variar entre 30 e 60 dias, a depender dos fatores climáticos externos. Em contrapartida, o PET (Polietileno Tereftalato), devido sua alta durabilidade e resistência, poderia ser uma alternativa eficiente na substituição de lonas plásticas para a proteção superficial de encostas.

A placa de medida protetiva (Figura 32) foi produzida a partir dos seguintes materiais: taliscas reaproveitadas de madeiras de paletes, garrafas pet, parafusos e grampos (Figura 31).

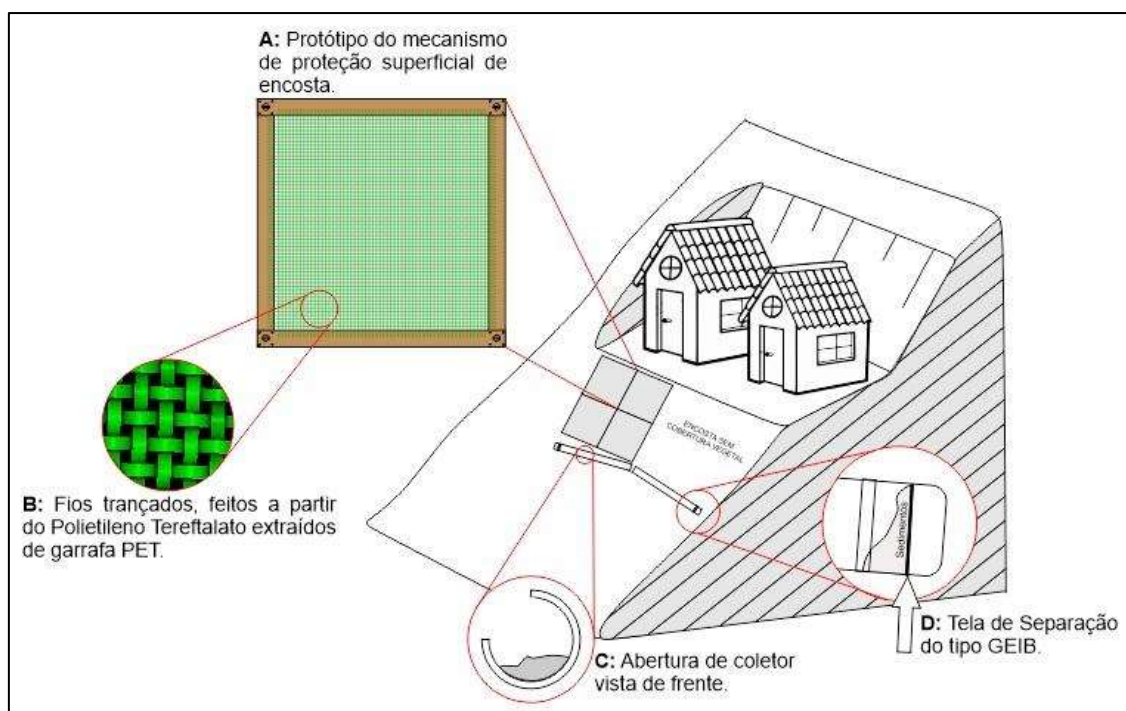
Figura 31: Etapas de produção da medida protetiva.



Fonte: Autor, (2021).

A produção seguiu as consecutivas etapas: foi desmontado um palete completo que fornece a quantidade de oito taliscas de madeira (Figura 31-A), capazes de produzir duas molduras. As taliscas foram cortadas à medida de 1,00m de comprimento para a estrutura principal (Figura 31-B), formando uma moldura quadrada com as medidas de 1,00m x 1,00m. Por meio de um molde (Figura 31-D) as duas extremidades de cada talisca foram perfuradas em 4 pontos para passagem dos parafusos de fixação e um furo ao meio para passagem do grampo (Figura 31-E) que será fixo ao solo. As taliscas foram fixas em seus vértices por 4 parafusos de 5mm de comprimento, arruelas e porcas (Figura 31-F) e ao meio um furo para a passagem do grampo com 45cm de comprimento que a fixará no solo (Figura 31-L). Na parte interior da placa foram realizados furos em todas as 4 arestas interiores de 0,5mm de diâmetro em intervalos de 1cm (Figura 31-H) para trança dos fios confeccionados em garrafa pet (Figura 31-I) foram utilizadas 6 garrafas pet para produzir 1 placa.

Figura 32: Esquema de funcionamento da medida de proteção superficial e coletor de sedimentos.

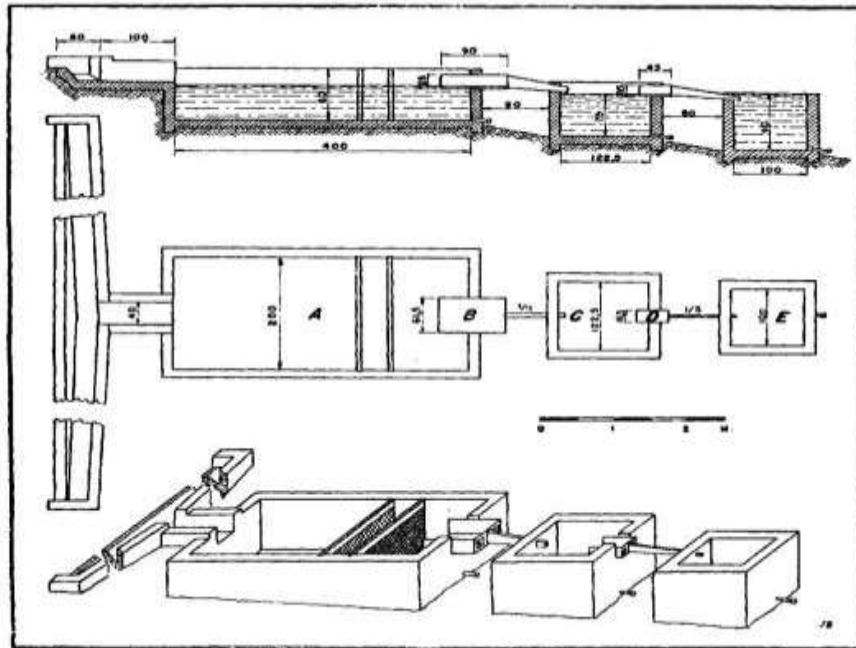


Fonte: Autor, (2022)

O coletor de resíduos foi adaptado a partir do método estabelecido por Geib (1993), onde há um sistema coletor dos sedimentos que são carregados pela água da chuva por ação da erosão laminar ou salpicamento, é realizada a separação entre a água e o

sedimento por meio de janelas em formas de telas (Figura 33), desta forma é possível mensurar a relação de precipitação/erosão.

Figura 33: Sistema coletor para talhões de 100 0 m2(2 0 x 50 m); A) tanque de decantação com telas; B) divisor tipo Geib com 11 janelas; C) tanque de armazenamento; D) divisor tipo Geib com 5 janelas; E) tanque de armazenamento.



Fonte: GEIB, 1933.

O coletor foi produzido a partir de um cano de PVC de 75mm de diâmetro e 1m de comprimento (Figura 34-A), foi feita uma incisão lateral de 70mm com uma aba dobrável de 10mm por onde será coletado o escoamento superficial (Figura 34-B), também foram utilizados dois tampões para menor influência de áreas externas laterais (Figura 34-C), sendo uma das extremidades instalado com furos para liberação da água coletada e separação dos sedimentos por meio da tela/tecido (Figura 34-D).

Figura 34: Fases de produção e medidas do coletor de sedimentos.



Fonte: Autor, 2021

A placa de proteção foi fixada nas quatro arestas por meio de um grampo de 45cm fincado dentro ao solo (Figura 35-B) e instalada no topo da encosta para que não sofresse alterações do escoamento superficial de áreas localizadas acima da mesma (Figura 35-A), já os coletores foram presos a encosta por duas alças de alumínio fixadas por dois grampos de 5cm cada (Figura 35-C) e instalados com inclinação de 45° paralelo a vertente, abaixo da placa de proteção e ao lado sem proteção respeitando a mesma distância do topo da encosta para que as duas áreas fossem analisadas de forma igualitária no perímetro de 1m² (Figura 35-D).

Figura 35: Instalação da medida protetiva e dos coletores de sedimento na encosta.



Fonte: Autor, 2021

4.6 Coleta dos dados progressivos

Foram coletados 3 parâmetros diferentes: (i) índices pluviométricos obtidos de forma gratuita por meio da plataforma do Mapa Interativo da Rede Observacional, gerida pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e

disponibilizadas no site: < <http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/>>, na plataforma foi possível encontrar um pluviômetro localizado próxima área de análise sob as coordenadas geográficas de 8° 4'15.80" latitude sul e de 34°59'38.14 longitude oeste, distando à 740m do mecanismo de coleta de sedimentos (Figura 37); (ii) sedimentos depositados no coletor abaixo da placa de proteção e; (iii) sedimentos coletados abaixo de área exposta sem proteção. Os sedimentos foram posteriormente pesados mediante uma balança de precisão (Figura 38), os dados alimentaram uma planilha junto aos índices pluviométricos para análise posterior.

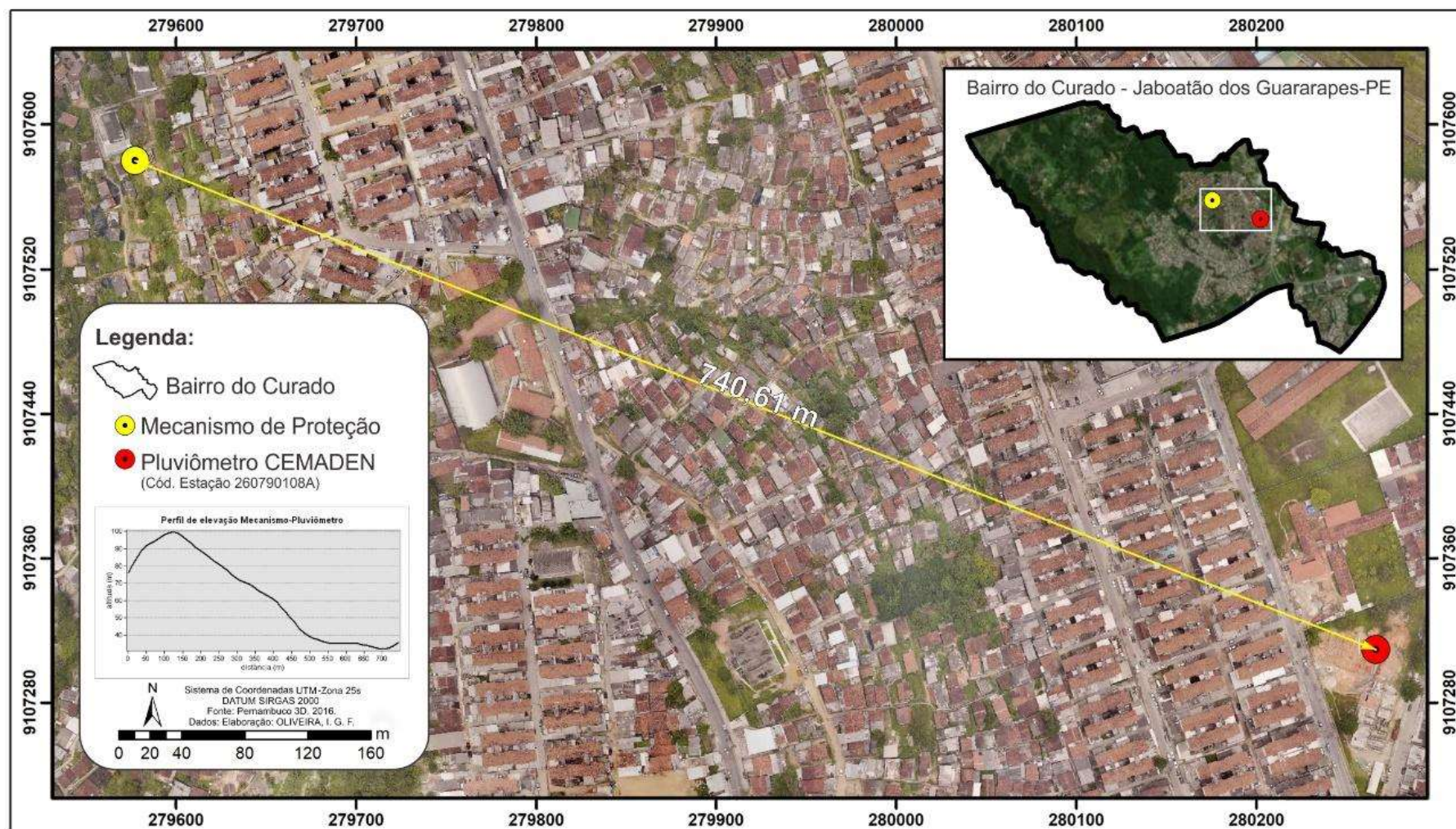
A coleta dos dados progressivos se concentrou no período de maior precipitação local, com coletas realizadas semanalmente (acumulativas de sete dias), iniciando no dia 1 de abril de 2021 e finalizando no dia 30 de junho de 2021, totalizando 13 semanas de dados coletados (Figura 36).

Figura 36: Processo de coleta dos sedimentos realizada semanalmente.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 37: Mapa de localização da estação pluviométrica do CEMADEN no bairro do Curado IV.



Fonte: Autor, 202

Figura 38: Pesagem dos sedimentos coletados realizados em balança de precisão.



Fonte: Autor, 2021.

4.7 Proposta de ensino e plano de aula

Visando alcançar diferentes níveis de aprendizagens sobre áreas de risco a escorregamentos e o mecanismo de proteção de encostas, a proposta de ensino se fundamentará nos conteúdos de geografia dispostos nos parâmetros curriculares do estado de Pernambuco para o 1º ano do Ensino Médio e habilidades da BNCC dispostas no organizador curricular por bimestre formação geral básica (FGB).

O plano de aula será dividido em dois momentos, cada um com duas aulas de 50 minutos. No primeiro encontro serão abordados os conceitos teóricos em uma aula expositiva e dialogada, utilizando o conhecimento prévio dos estudantes para melhor aprendizagem da temática. No segundo momento será realizada uma aula prática e utilização de uma metodologia ativa fundamentada em Lombardo e Castro (1996) Sousa, *et al.*, (2005), Pitano e Roqué (2015), Silva e Araújo (2018), onde terá como objetivo a produção de uma maquete pelos estudantes para melhor absorção dos conteúdos teóricos outrora ministrados (Quadro 06).

Quadro 04: Conteúdos de geografia por bimestre para o ensino médio com base nos parâmetros curriculares do estado de Pernambuco.

1º ANO DO ENSINO MÉDIO – 3º BIMESTRE		
CAMPOS OU EIXOS	CONTEÚDOS	EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM
NATUREZA E AÇÃO HUMANA I	A Terra no Universo O planeta Terra A superfície terrestre; A composição da Crosta terrestre A dinâmica da litosfera A formação do relevo terrestre A dinâmica hidrológica A dinâmica da atmosfera Tempo e clima Fenômenos atmosféricos contemporâneos	Compreender a relação entre a sociedade e a natureza e o processo de produção do espaço em diferentes contextos
		Compreender o processo de formação do universo.
		Compreender a dinâmica da Terra no sistema Solar
		Compreender os movimentos da Terra e suas implicações para a vida no planeta.
		Compreender a dinâmica dos componentes naturais (clima, solo, vegetação, recursos hídricos e estrutura geológica).
		Compreender os principais domínios naturais do espaço geográfico mundial.
		Relacionar os processos da natureza e o modo de intervenção e apropriação do espaço pelo homem.
		Compreender a estrutura e a dinâmica geológica do planeta Terra.
		Analisar a dinâmica climatológica e meteorológica e suas influências na vida dos grupos sociais.
		Compreender a gênese do relevo e sua dinâmica
		Identificar os diferentes tipos de relevo
		Compreender o processo de formação, a estrutura e os elementos constituintes dos solos e a sua com as atividades humanas.
		Compreender a diversidade e distribuição da cobertura vegetal e sua importância para a dinâmica da natureza e para a vida humana
		Analisar a dinâmica da água e a importância da gestão das bacias hidrográficas para a natureza e para a vida humana.
		Compreender a importância do patrimônio natural e a necessidade de adoção de políticas e práticas de conservação.

Fonte: Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. SEDUCPE, 2013.

Quadro 05: Organizador curricular por bimestre formação geral básica (FGB).

GEOGRAFIA		
2º ANO		
III Bimestre		
HABILIDADES DE ÁREA DA BNCC	HABILIDADES ESPECÍFICAS DOS COMPONENTES	OBJETOS DE CONHECIMENTO
(EM13CHS105) Identificar, contextualizar e criticar tipologias evolutivas (populações nômades e sedentárias, entre outras) e oposições dicotômicas (cidade/campo, cultura/natureza, civilizados/bárbaros, razão/emoção, material/virtual etc.), explicitando suas ambiguidades.	(EM13CHS105GE04PE) Avaliar as relações entre o processo de crescimento das cidades e os movimentos populacionais no campo, ponderando sobre suas origens e resultados na contemporaneidade.	Transformações do espaço e da população: IDH e movimentos migratórios. Urbanização: histórico, características e relações; planejamento e desigualdade socioespacial.
(EM13CHS201) Analisar e caracterizar as dinâmicas das populações, das mercadorias e do capital nos diversos continentes, com destaque para a mobilidade e a fixação de pessoas, grupos humanos e povos, em função de eventos naturais, políticos, econômicos, sociais, religiosos e culturais, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a esses processos e às possíveis relações entre eles.	(EM13CHS201GE06PE) Entender os fluxos migratórios e financeiros no Brasil e no mundo, considerando sua relação com os fatores socioeconômicos, naturais e culturais, analisando o papel do Estado, dos organismos internacionais e da sociedade civil.	

Fonte: Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. SEDUCPE, (2013).

Quadro 06: Plano de aula de geografia para o 1º ano do Ensino Médio.

Instituição	Escola de Referência no Ensino Edmur Arlindo de Oliveira		
Aplicador	Igor Gustavo Ferreira de Oliveira		
Docente	Roberto Carvalho		
Disciplina	Geografia	Bimestre	3º
Turma	1º Ano B – Ensino Médio	Ano	2022

AULA 01 (TEÓRICA)	
TEMA	
Deslizamento de barreiras: Como, onde e porquê ocorrem. O que fazer para prevenir?	
CARGA HORÁRIA	1h40min (duas aulas de 50 minutos)
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	
• Contexto histórico da ocupação urbana na Região Metropolitana do Recife; • Criação, formação e características físicas do Bairro do Curado; • O que são movimentos de massa; • O relevo e os deslizamentos; • O papel da água nos deslizamentos; • Como identificar áreas de risco; • O que fazer para prevenir os deslizamentos; • Mecanismo de proteção de encostas.	
OBJETIVO	
Geral: Utilizar o conhecimento prévio dos estudantes sobre a temática de escorregamentos na Região Metropolitana do Recife e no bairro do Curado para introdução dos conceitos referentes à temática. Específicos: Fazer com que o estudante consiga identificar áreas de risco a escorregamentos, como também mitigar com ações preventivas os processos e impactar a comunidade positivamente com o conhecimento adquiridos.	
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	
A proposta de ensino se adequa aos Conteúdos de geografia do terceiro bimestre para o 1º ano do Ensino Médio com base nos parâmetros curriculares do estado de Pernambuco, onde será possível: • Compreender a dinâmica dos componentes naturais (clima, solo, vegetação, recursos hídricos e estrutura geológica);	

- Relacionar os processos da natureza e o modo de intervenção e apropriação do espaço pelo homem;
- Analisar a dinâmica climatológica e meteorológica e suas influências na vida dos grupos sociais;
- Compreender a gênese do relevo e sua dinâmica;
- Identificar os diferentes tipos de relevo.

No primeiro encontro será realizada uma aula expositiva teórica onde serão abordados os conceitos históricos de ocupação na região metropolitana com foco no bairro do Curado, a caracterização dos movimentos de massa com foco nos escorregamentos, os agentes naturais e antrópicos na deflagração, ações preventivas e mecanismo de proteção superficial de encosta.

RECURSOS

Quadro branco; Piloto; Computador; Data Show; slides.

AValiação da Aprendizagem

No final da exposição os estudantes serão convidados a participar de uma atividade semelhante ao jogo dos “sete erros”, onde deverão indicar na imagem projetada os principais agentes de risco a escorregamentos como por exemplo: Cano com água servida despejada na encosta, padrão construtivo, proximidade da residência ao limite da encosta e entre outros. Desta forma será possível identificar o processo de ensino-aprendizagem de forma coletiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. Â. A.; BITOUN, J; MEDEIROS, S. M. G. M.; JÚNIOR, W. M. A. (2004). Manual de Ocupação dos Morros da Região Metropolitana do Recife. 21p. Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM; coord. Margareth Mascarenhas Alheiros... (*et al.*). – Recife: Ensol.
- AUGUSTO FILHO, O. (1995). Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análise e controle. In: BITAR (coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo, ABGE. P.77-100.
- Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2007). Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. In: Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 176p.
- SEDUCPE, (2013). Parâmetros Curriculares da Educação Básica de Pernambuco. Disponível em:
<<http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=36&art=1047>> Acesso em: 27 de mai. 2022.

AULA 02 (PRÁTICA)	
TEMA	
Produção de maquete: escorregamentos e mecanismo de proteção de encosta.	
CARGA HORÁRIA	1h40min (duas aulas de 50 minutos)
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	
Nesta aula prática será proposta como atividade a produção de uma maquete tridimensional, onde será possível que o estudante ao construí-la transponha: • Tipo de relevo, curvas de nível, declividade e curvatura da encosta, dinâmica hidrológica, processo erosivo, e proteção superficial do solo.	
OBJETIVOS	
O objetivo principal desta atividade se concentra no processo de aprendizagem por meio de uma metodologia ativa na qual o estudante atuará como protagonista na transposição prática dos conteúdos teóricos abordados previamente, assimilando em conjunto com os demais discentes durante todo o procedimento de produção da maquete.	
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	
O professor atuará como facilitador do processo de aprendizagem, auxiliando os estudantes durante toda a atividade com recursos visuais e fundamentação teórica de maneira que o estudante possa desenvolver a percepção de forma voluntária e pôr em prática o conteúdo absorvido. A turma será dividida em dois grupos para confecção de duas maquetes. • Grupo 01: Confeccionará a representação de uma encosta retilínea antropizada, contendo os itens: corte do talude com presença de casas, lona plástica, mecanismo de proteção e uma cicatriz de escorregamento com características um processo translacional raso. • Grupo 02: Realizará a confecção de uma encosta em perfil côncavo sem alterações antrópicas com identificação do fluxo da rede de drenagem da encosta até o canal no fundo de vale.	
RECURSOS	
Materiais para construção da maquete: folhas de isopor, Argissolo vermelho-amarelo, cola, papelão, tintas e pincéis, palitos de picolé, fios de garrafa pet, papel, gel e entre outros. Material de apoio: Ficha com imagens e desenhos que auxiliem o estudante na produção da maquete.	
AValiação da Aprendizagem	

A avaliação se dará por meio da observação da prática e envolvimento dos demais estudantes no processo de produção da maquete, como também na explicação oral realizada por eles ao final da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LOMBARDO, M. A.; CASTRO, J. F. M. (1996). O uso da maquete como recurso didático. In: Anais do II Colóquio de Cartografia para Crianças, Belo Horizonte. Revista Geografia e Ensino, UFMG/IGC/Departamento de Geografia, 6(1):81-83.
- PITANO, S. C.; ROQUÉ, B. B. (2015). O uso de maquetes no processo de ensino-aprendizagem segundo licenciandos em Geografia. Educação Unisinos, São Leopoldo, RS, v. 19, n. 2, p. 273-282.
- SILVA, E. R. F.; ARAÚJO, R. L. (2018) Utilização da maquete, como recurso didático para o ensino da geografia. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA, 1; SEMINÁRIO ENSINAR GEOGRAFIA NA CONTEMPORANEIDADE, 4; 2018, Maceió, AL. Anais. Maceió: UFAL, v. 1, n. 1, p. 164-174.
- SOUSA, R. R.; SILVA, E. M.; ROCHA, H. M. (2005). Maquetes de geografia física. In: VIII Congresso Ibero-Americano de Extensão Universitária, 2005, Rio de Janeiro-RJ.

Fonte: Autor, (2022).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões deste trabalho.

No subcapítulo 5.1 são expostos os mapas de uso da terra para os anos de 1984 e 2022, além da comparação progressiva entre os agrupamentos das classes de área urbana e cobertura vegetal, como também da sua relação com as ocorrências de escorregamentos.

No subcapítulo 5.2 é apresentado o mapeamento da distribuição de ocorrências de escorregamentos agrupados por ano no intervalo de 2013 e 2018.

No subcapítulo 5.3 são apresentados os mapas topográficos (hipsometria, declividade, curvatura e orientação das encostas) com a sobreposição dos pontos de escorregamentos, como também da análise da Frequência de Distribuição (FD) de cada classe e da Concentração de Escorregamentos (CE).

A avaliação dos parâmetros antrópicos é apresentada no subcapítulo 5.4, onde ficam evidentes os condicionantes na deflagração dos processos.

No subcapítulo 5.5 são apresentados os dados progressivos das coletas realizadas em formas de tabela e gráfico com o objetivo de melhor visualização, avaliação e validação do mecanismo de proteção superficial.

No subcapítulo 5.6 são expostas as sequências didáticas e as metodologias utilizadas no processo de aplicação da oficina prática focada para identificação de áreas de risco e o mecanismo de proteção superficial.

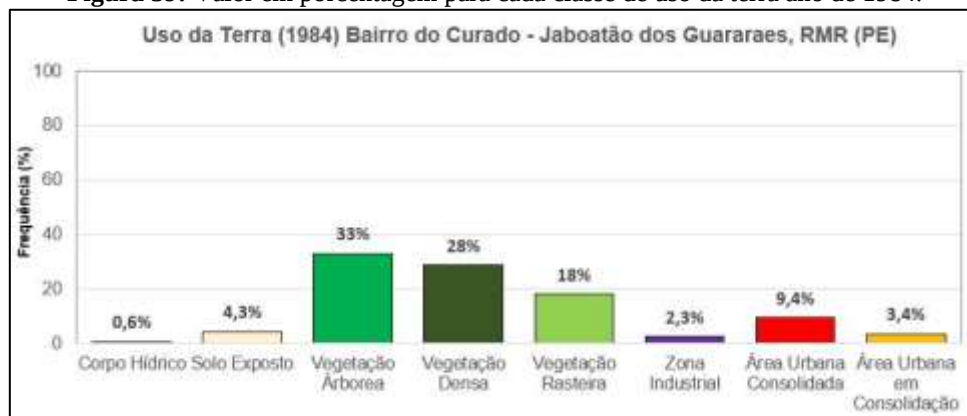
5.1 Mapa de uso da terra (1984-2022)

A obtenção dos mapas de uso da terra foram fundamentais para compreensão da dinâmica urbana durante o intervalo de 38 anos que o bairro do Curado enfrentou.

No ano de 1984 havia apenas dois conjuntos habitacionais edificadas, eram eles: habitacional do Curado I e o habitacional do Curado II classificados como área urbana consolidada, ambos edificadas em áreas planas (Figura 41). Ao norte do bairro já é possível identificar uma grande extensão da classe de solo exposto, o que em dois anos seria o conjunto habitacional do Curado IV. Além da identificação dessas áreas, o mapeamento revela que as vertentes se encontravam preservadas com cobertura de vegetação densa e sem qualquer tipo de edificação, logo sem nenhuma influência antrópica que pudesse potencializar os processos de escorregamentos no local.

Em números, a área urbana consolidada representava apenas 9,4% do território, enquanto a vegetação densa presente maior parte nas vertentes era responsável por 18%, áreas urbanas em consolidação 3,4% e solo exposto 4,3% seriam transformadas em área urbana consolidada nos anos 90 (Figura 39).

Figura 39: Valor em porcentagem para cada classe de uso da terra ano de 1984.

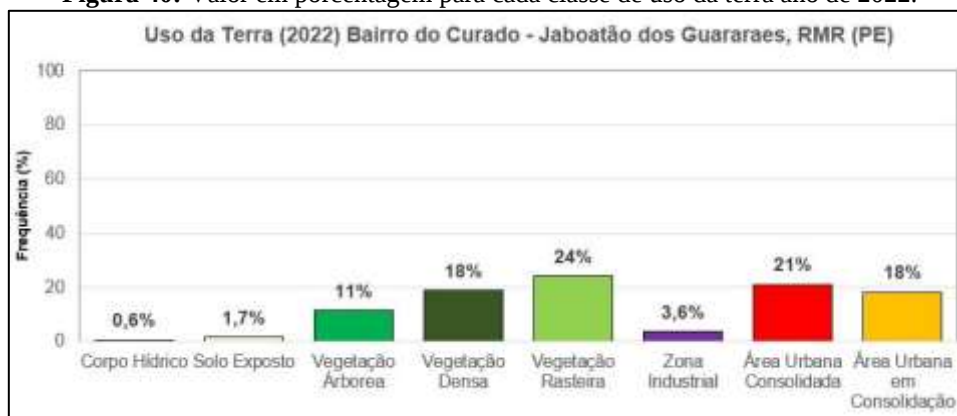


Fonte: Autor, (2022).

Quando comparado ao cenário do ano de 1984 o bairro apresenta um cenário com mais áreas antropizadas, no entanto, ainda inferiores a extensão de cobertura vegetal. O adensamento populacional ocasionou um aumento de mais de 100% do valor anterior referentes a áreas urbanas consolidadas, sobretudo em áreas de encostas onde existiam a presença de vegetação densa. Novas vertentes passam a ser ocupadas no bairro, o que representa boa parte dos 18% da área urbana não consolidada.

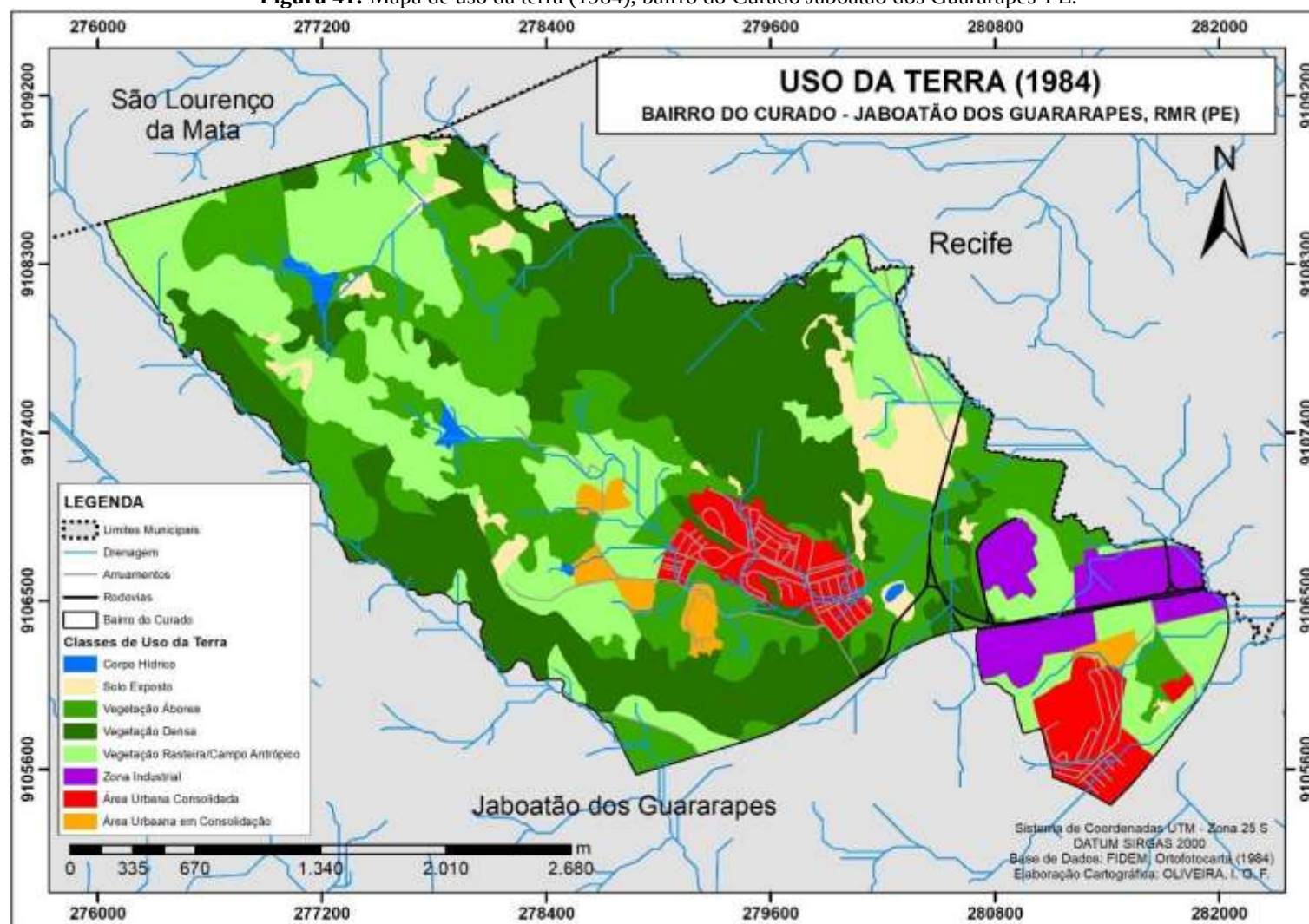
O bairro também recebeu novas instalações em sua zona industrial, o que causou o aumento de 1,2%, e a chegada de novas empresas ajudou no desenvolvimento econômico local, atraindo trabalhadores na região.

Figura 40: Valor em porcentagem para cada classe de uso da terra ano de 2022.



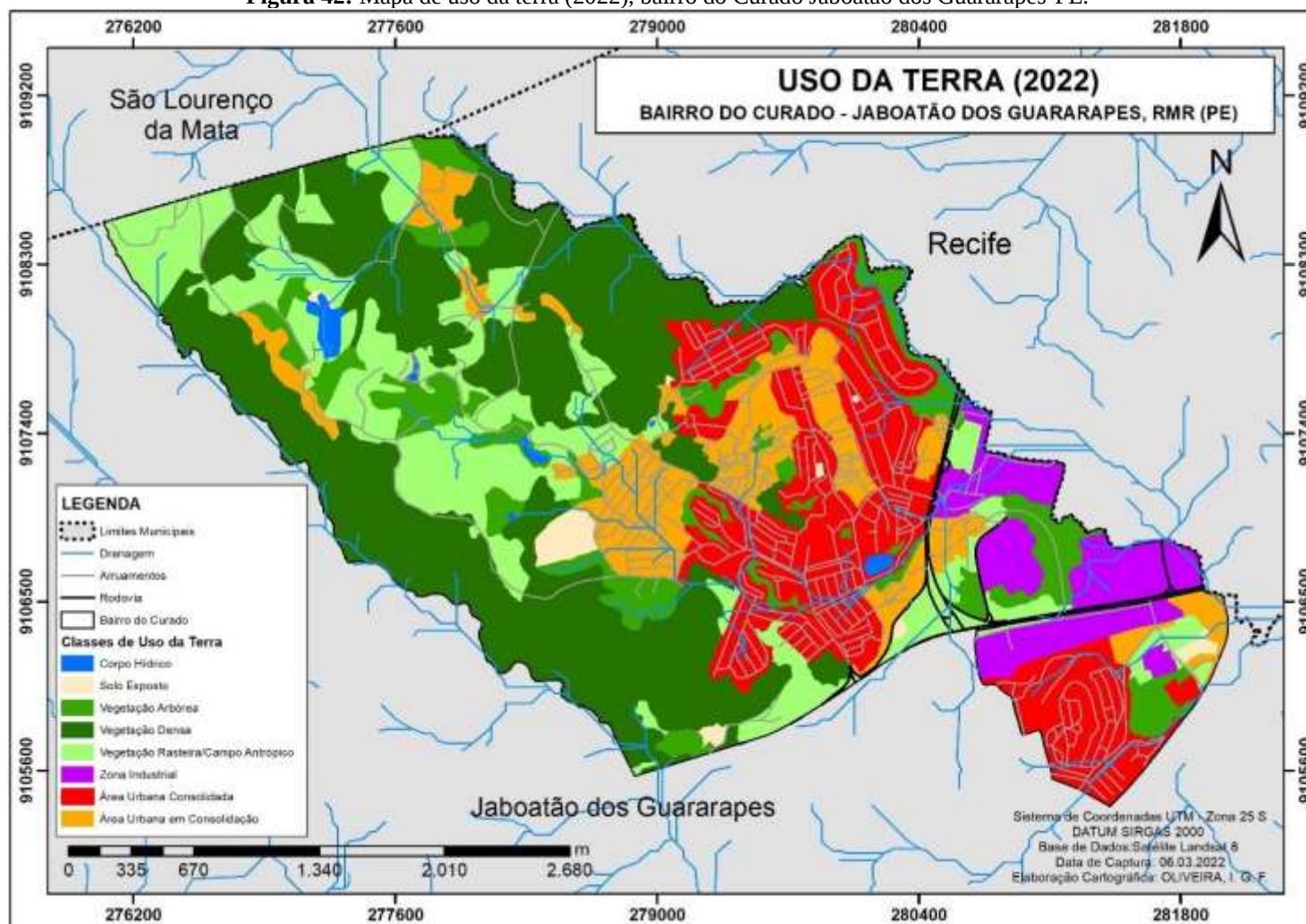
Elaboração: Autor, (2022).

Figura 41: Mapa de uso da terra (1984), bairro do Curado Jaboatão dos Guararapes-PE.



Elaboração: Autor, (2022). **Base de Dados:** Ortofotocarta FIDEM, (1984).

Figura 42: Mapa de uso da terra (2022), bairro do Curado Jaboatão dos Guararapes-PE.

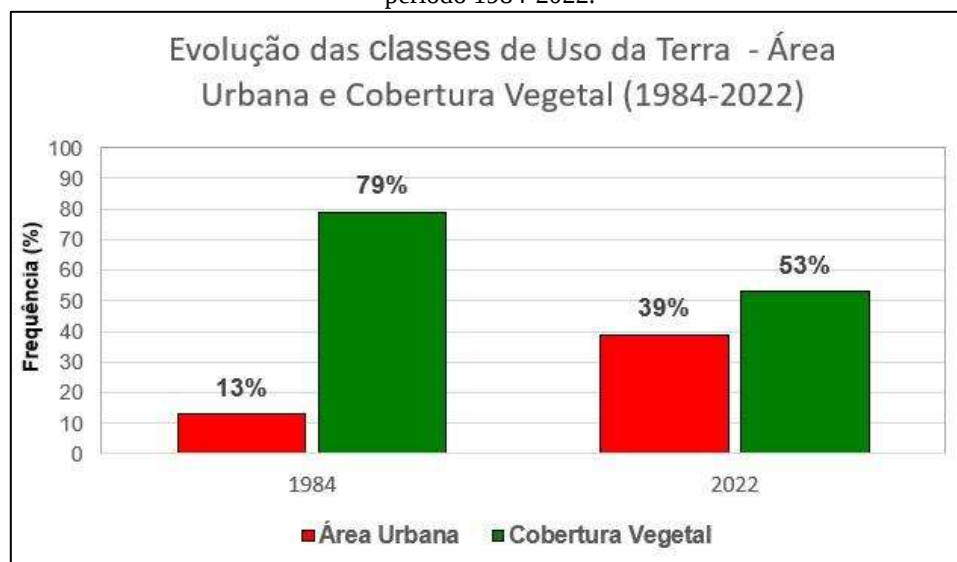


Elaboração: Autor, (2022). **Base de Dados:** Satélite Landsat 8, (2022).

No agrupamento entre as classes de área urbana consolidada e em consolidação o aumento foi de 26%, triplicando a cobertura do uso da terra no setor antrópico. Em visitas de campo foi possível constatar o parcelamento destas áreas ocupadas, muitas habitações ocupando encostas com um alto nível de declividade, além da realização de aterros em redes naturais de drenagem, este tipo de ocupação intensifica a deflagração dos processos de escorregamentos. Esse aumento no adensamento populacional no bairro, sobretudo justifica-se pela chegada de serviços públicos como implantação de Unidade de Saúde Básica, Unidade de Pronto Atendimento, melhoria de acesso ao transporte público, comércio varejista entre outros.

O gráfico apresenta a classe de cobertura vegetal representada pelo agrupamento das classes de vegetação densa, vegetação arbórea e vegetação rasteira, essa classe obteve uma redução de 26%, o mesmo valor de aumento da classe de área urbana. Na realização de visita de campo para validação dos mapeamentos, constatou-se que apesar da redução da área vegetada, a UCN Matas do Curado ainda apresenta áreas preservadas com vegetação densa e fragmentos de mata atlântica.

Figura 43: Percentual da evolução de duas classes de uso do solo (cobertura vegetal e áreas urbanas) no período 1984-2022.



Elaboração: Autor, (2022).

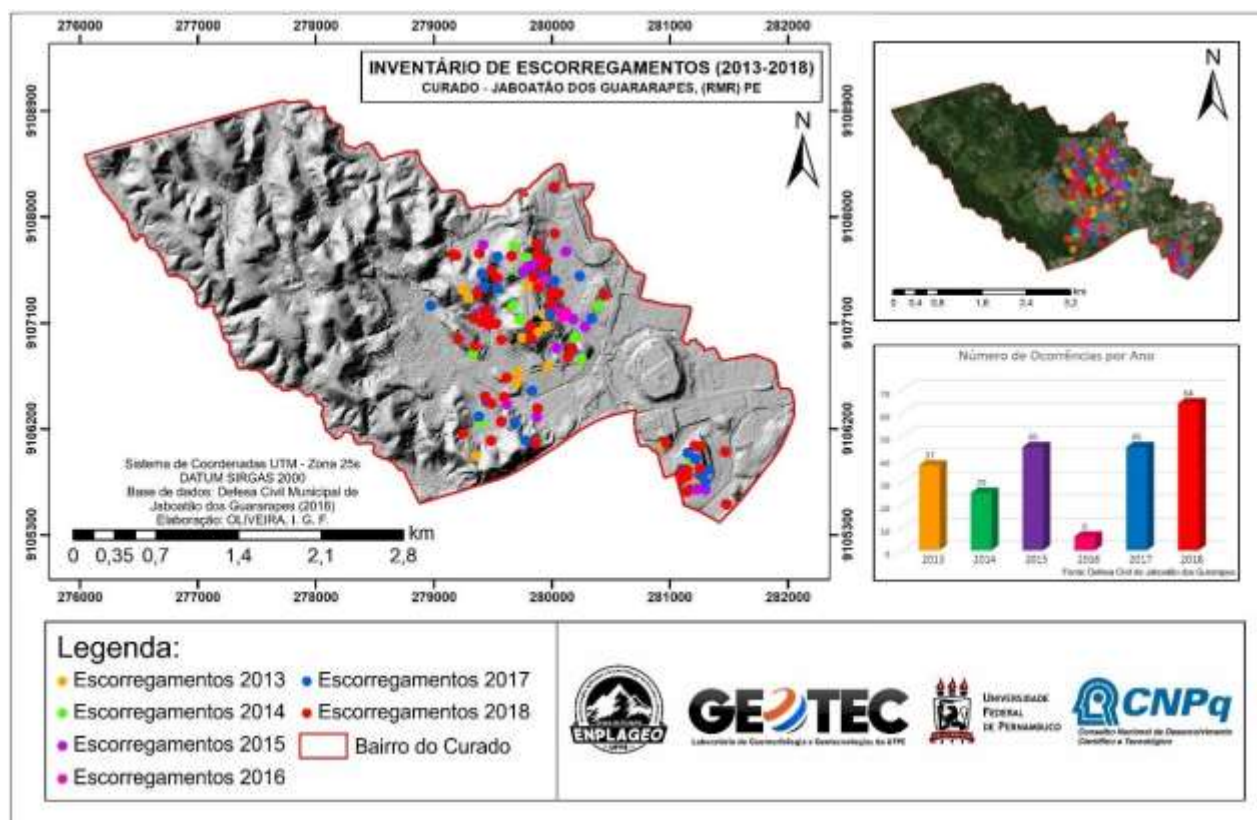
Por fim, o mapeamento de uso e ocupação da terra serviu para melhor compreensão da dinâmica processual de adensamento populacional no bairro nos últimos 38 anos, em especial de encostas, que com o passar dos anos passou por um alto nível de antropização.

5.2 Inventário de escorregamentos (2013-2018)

Após o georreferenciamento dos pontos de escorregamentos, foi possível observar o cenário de distribuição relativo aos anos: 37 ocorrências no ano de 2013, 25 em 2014, 45 em 2015, 6 em 2016, 45 em 2017 e 64 em 2018, totalizando assim 222 ocorrências neste intervalo proposto (Figura 44).

Os registros são baseados de acordo com o banco de dados da Defesa Civil de Jaboatão dos Guararapes a partir dos chamados realizados pela população e a validação de campo realizada pelos agentes. Assim sendo, os dados representam apenas as ocorrências registradas, não levando em consideração a evidência de cicatrizes ou coleta de dados de forma pessoal.

Figura 44: Inventário de escorregamentos (2013-2018) no bairro do Curado, Jaboatão dos Guararapes-PE.



Base de dados: Defesa Civil do Município de Jaboatão dos Guararapes-PE. **Elaboração:** Autor, (2021).

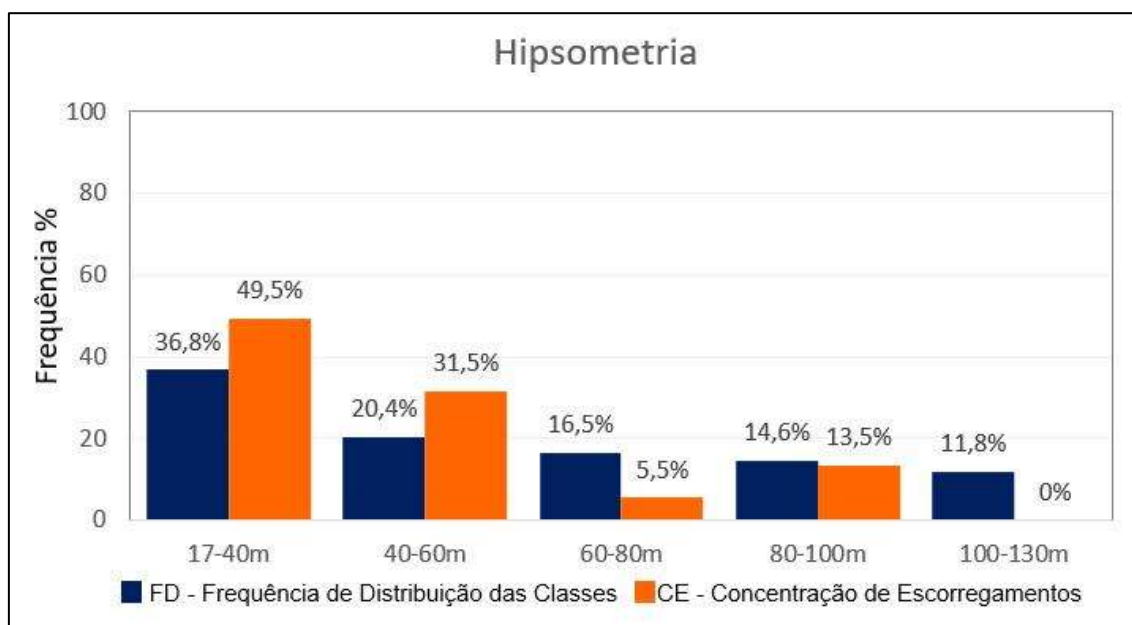
5.3 Parâmetros topográficos na deflagração dos escorregamentos

A partir da elaboração dos mapas topográficos foi possível obter os índices de Frequência de Distribuição (FD), e Concentração de Escorregamentos (CE) por meio da sobreposição dos pontos do histórico de escorregamentos no bairro.

5.3.1 Hipsometria

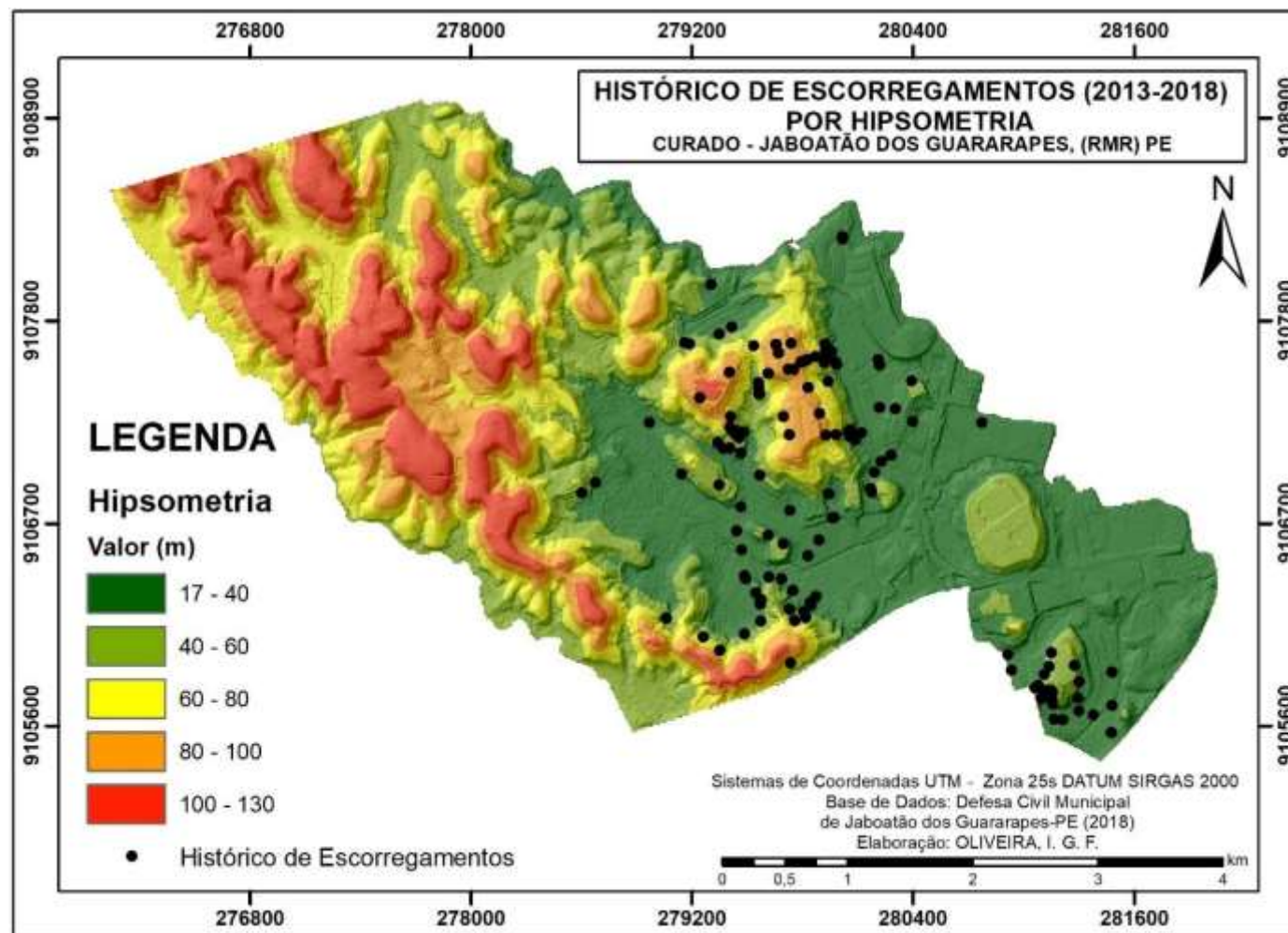
Com a Frequência de Distribuição (FD) de 36,8% a classe de 17-40m possui maior predominância no bairro, é possível observar a leste do bairro um relevo com características de área de várzea mais rebaixada entre 17-20m e início da escarpa a partir dos 21 metros de altitude. As maiores concentrações de escorregamentos (CE) no bairro também estão localizadas em sua menor classe de altitude, entre 17m a 40m com 49,5% de incidência, no entanto por se tratar de uma menor altitude, observa-se forte influência de fatores antrópicos e facilidade quanto a ocupação destas áreas e a modificação do seu relevo com cortes e aterros, ocasionando instabilidade em um solo com profundidade rasa (Figura 45).

Figura 45: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro hipsometria.



Fonte: Autor, (2021).

Figura 46: Mapa Hipsométrico do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.

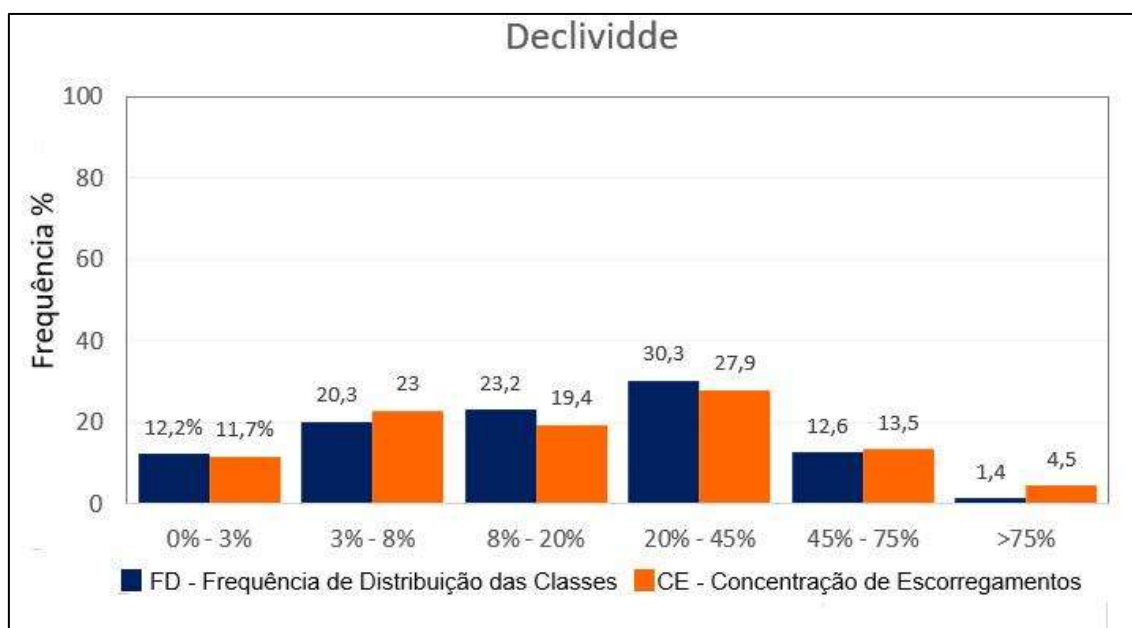


Base de dados: Programa Pernambuco Tridimensional. Fonte: Autor, 2021

5.3.2 Declividade

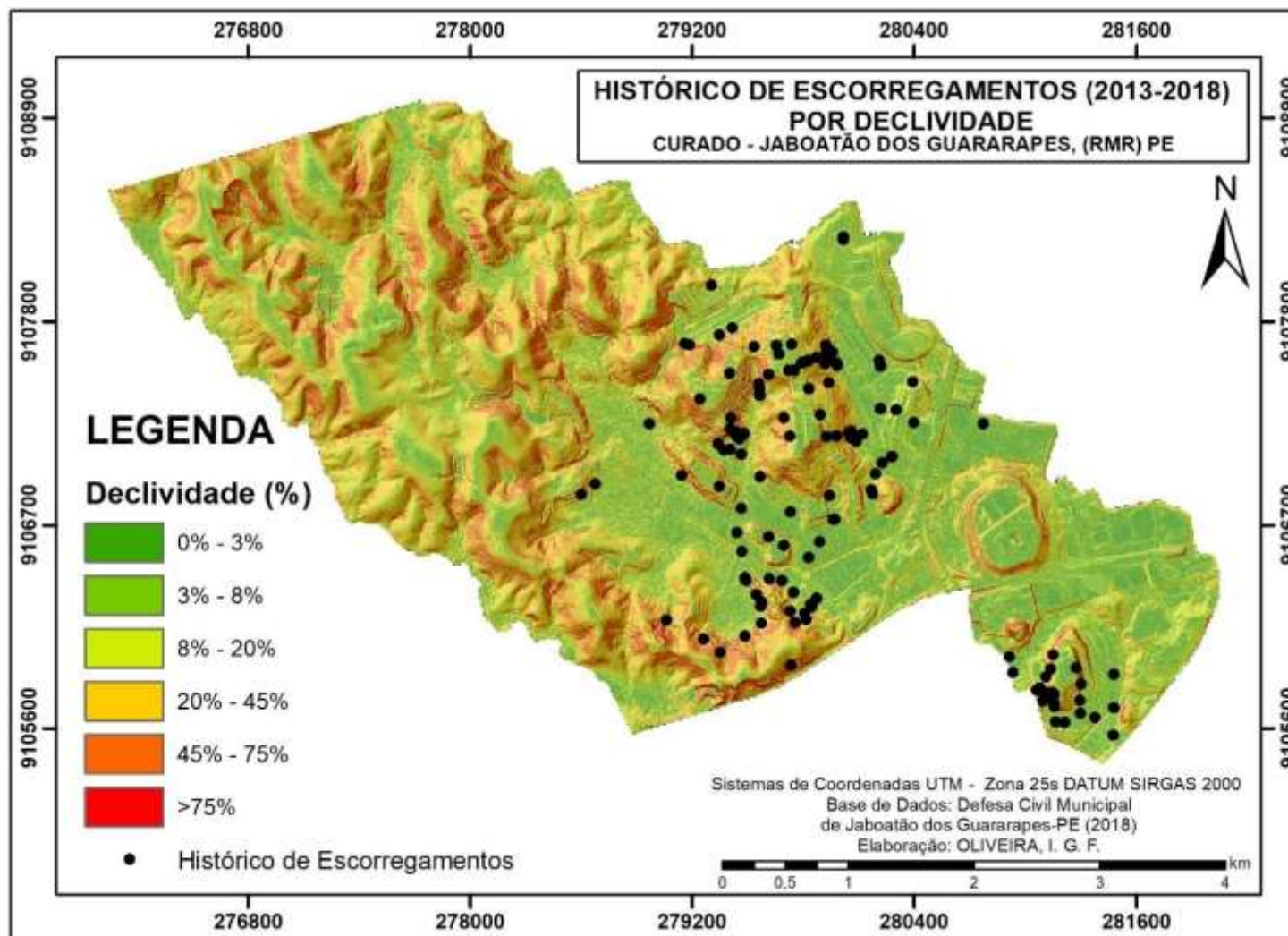
Com a Frequência de Distribuição (FD) de 30,3% a classe de declividade entre 20%-45% possui área predominante no bairro, evidenciando vários pontos com encostas instáveis e mais suscetíveis a escorregamentos. A maior Concentração de Escorregamentos (CE) relacionada a declividade foi encontrada na classe de 20% à 45% classificadas como forte-ondulada, estas áreas são comumente ocupadas pela população local de forma espontânea. A relação entre a declividade e os processos de escorregamentos se justificam de acordo com: quanto maior for o nível de inclinação, maior será a velocidade de escoamento superficial de água sobre a encosta, como também da ação gravitacional exercida sobre ela, estima-se que áreas partir de 40% de declividade já se encontram sujeitas a processos de escorregamentos (Figura 47).

Figura 47: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro declividade.



Fonte: Autor, (2021).

Figura 48: Mapa de Declividade do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.



Base de dados: Programa Pernambuco Tridimensional. Fonte: Autor, 2021.

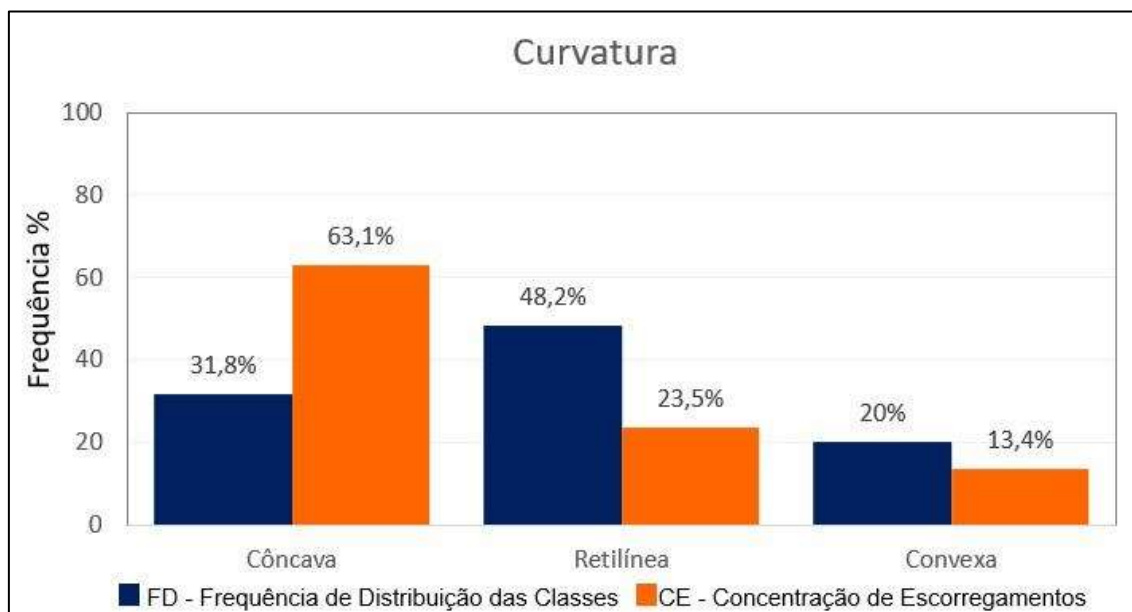
5.3.3 Curvatura

Os resultados a partir da análise do mapa de curvatura evidenciaram uma maior Frequência de Distribuição para áreas retilíneas com 48,2% em sequência de côncavas com 31,8%, a menor FD com 20% encontram-se as vertentes convexas.

Quando analisada a Concentração de Escorregamentos, fica evidente um padrão característico das áreas mais suscetíveis a ocorrência dos processos. As encostas côncavas apresentaram o maior índice de (CE) com 63,1% em seguida de retilíneas com 23,5%, e convexa a menor concentração dos escorregamentos com apenas 13,4% (Figura 49).

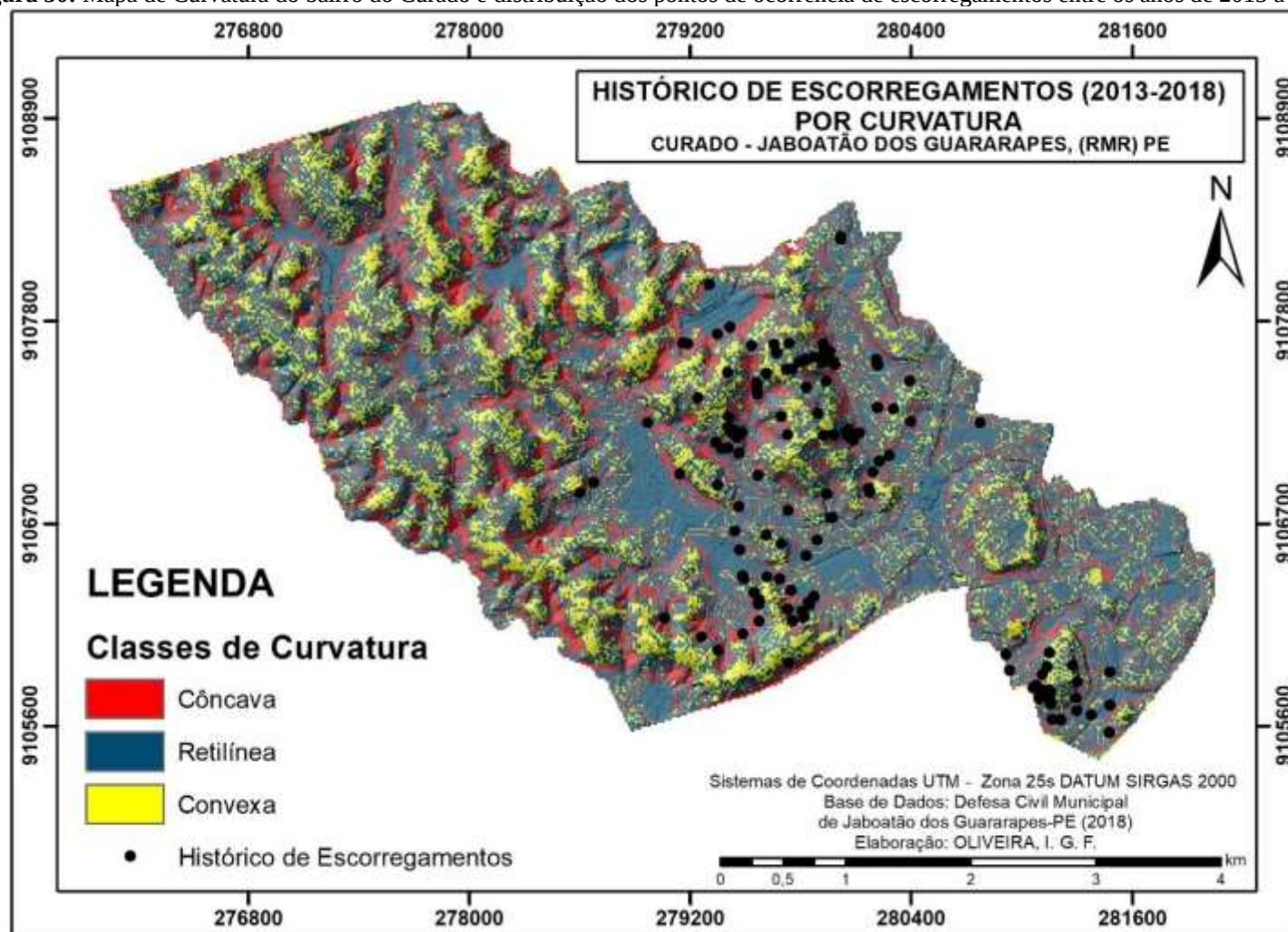
De acordo com Dietrich e Montgomery (1998), as encostas em formato côncavo apresentam uma maior concentração dos fluxos, o que pode influir em sua maior instabilidade, pois necessitam de um menor nível de água em um evento pluviométrico para saturação e conseqüentemente ruptura no perfil do solo.

Figura 49: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro curvatura.



Fonte: Autor, (2021).

Figura 50: Mapa de Curvatura do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.

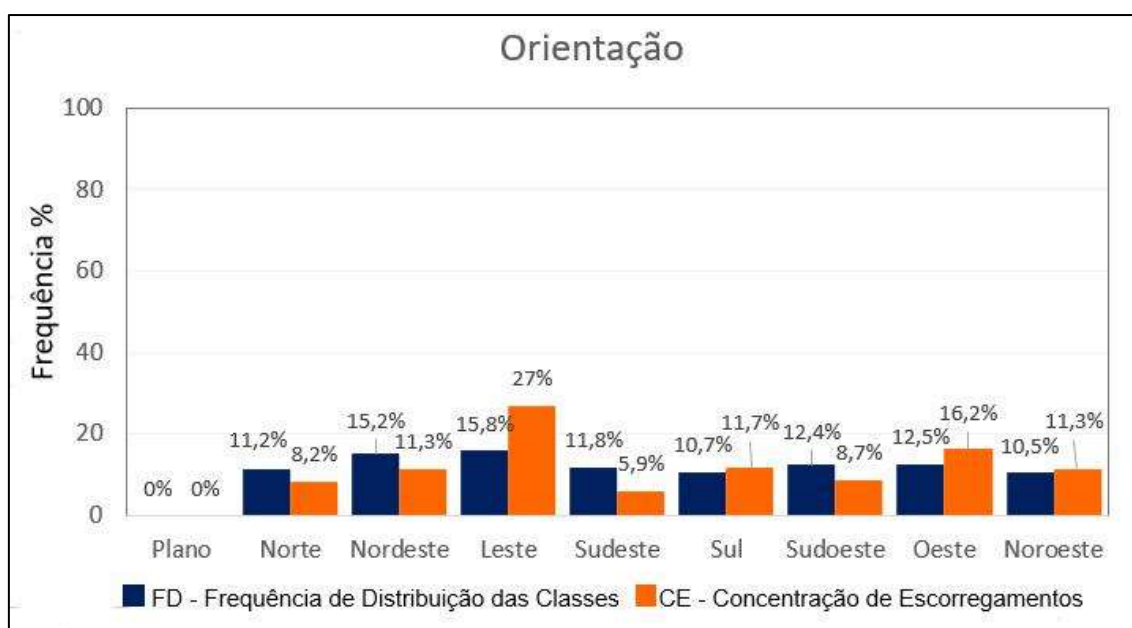


Base de dados: Programa Pernambuco Tridimensional. Fonte: Autor, 2021.

5.3.4 Orientação das Encostas

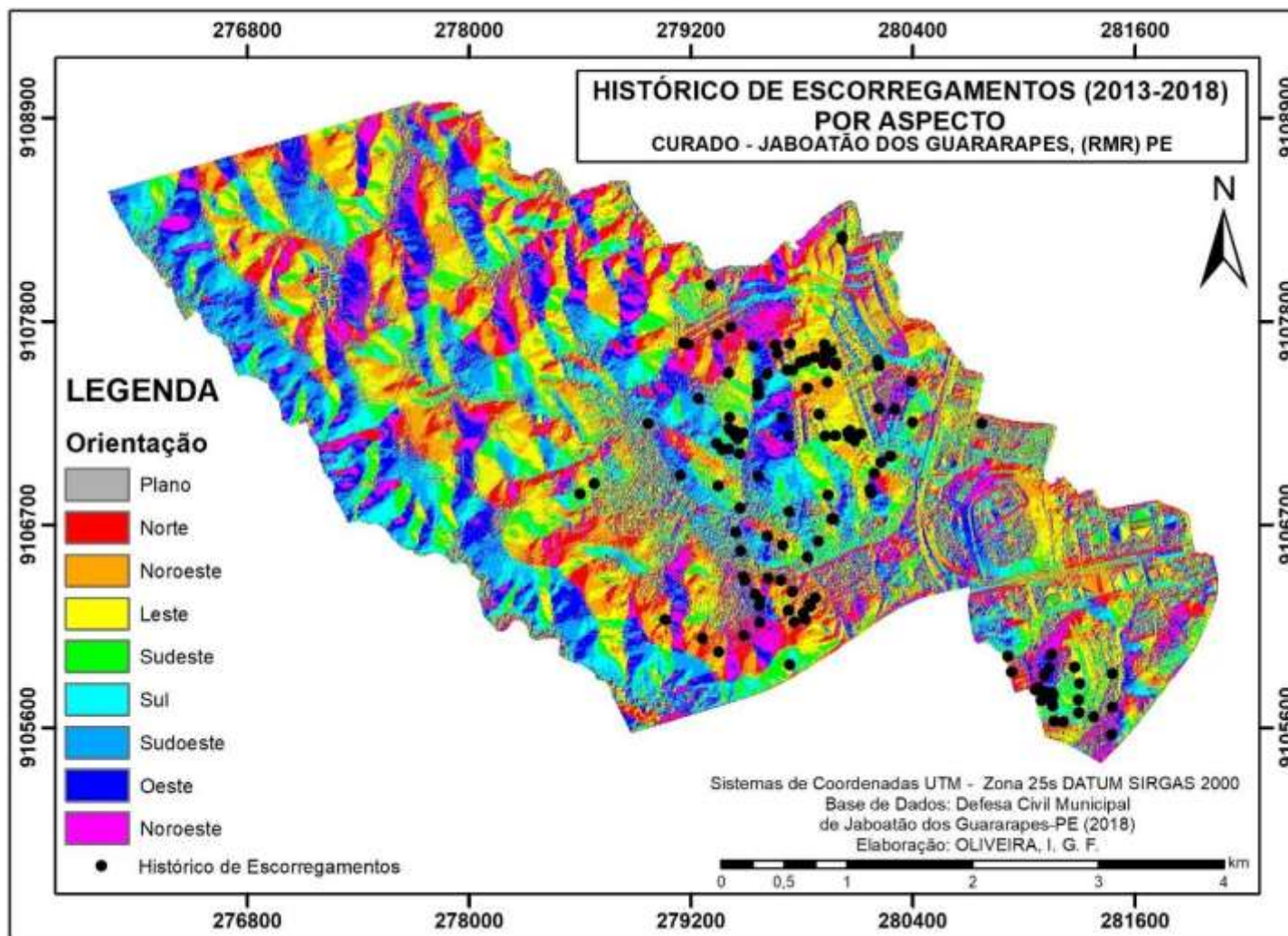
A predominância das vertentes apresenta orientação para Leste (L) com 15,8% de Frequência de Distribuição (FD), foi possível identificar um maior índice de Concentração de Escorregamentos (CE) nas encostas orientadas para Leste com 27% de incidência (Figura 51). A orientação das vertentes também possui características que atreladas a fatores climáticos condicionam os processos de escorregamentos, com isso, foi possível identificar a influência das chuvas orográficas decorrentes dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) atuando de forma mais intensificadas nessas vertentes, e menor exposição à radiação solar no período da tarde, ocasionando maior umidade e consequentemente mais acelerado processo de saturação como também processos erosivos.

Figura 51: Gráfico com os índices FD (Frequência de Distribuição) e CE (Concentração de Escorregamentos) do parâmetro orientação de encostas.



Fonte: Autor, (2021).

Figura 52: Mapa de Orientação de encostas do bairro do Curado e distribuição dos pontos de ocorrência de escorregamentos entre os anos de 2013 à 2018.



Base de dados: Programa Pernambuco Tridimensional. **Fonte:** Autor, 2021.

5.4 Parâmetros antrópicos na deflagração dos escorregamentos

Durante todo o processo de análise dos condicionantes topográficos, ficou evidente a atuação antrópica como sendo um dos agentes potencializador dos processos de escorregamentos juntamente com os fatores de declividade, curvatura, orientação das encostas e hipsometria. Durante o trabalho de campo foi possível visualizar grandes taludes de cortes com residências a menos de 2 metros de distância, aterros, lançamento de água servida entre outras ações intensificam a instabilização da vertente.

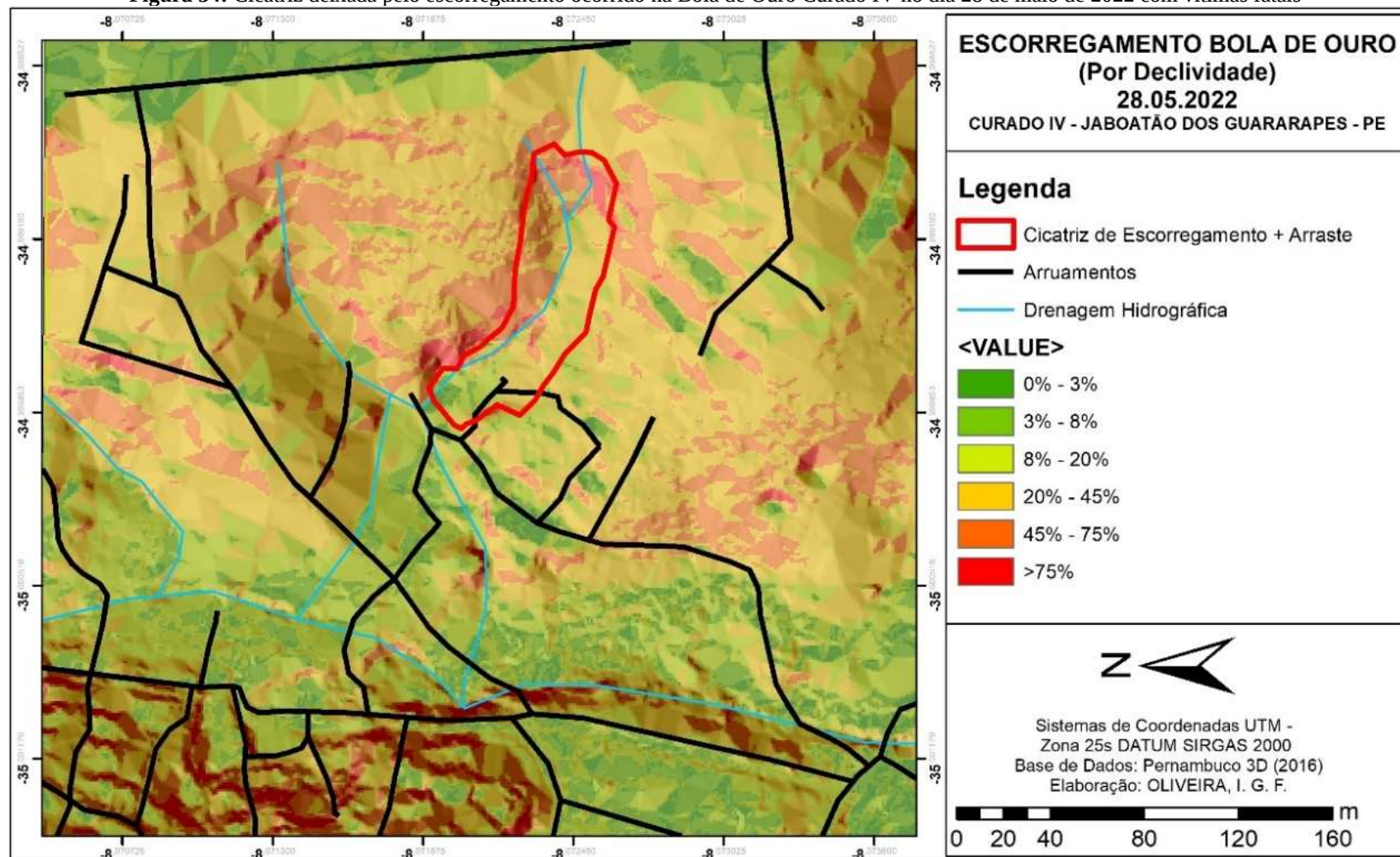
Figura 53: Polígono com demarcação da cicatriz deixada pelo escorregamento ocorrido no dia 28 de maio de 2022 com vítimas fatais na favela de Bola de Ouro no Curado IV.



Fonte: Autor, (2022). **Base de dados:** Google Earth Pro, (2022).

Neste último evento (Figura 00), a ocupação dessas habitações na cabeceira de drenagem interferira no fluxo hidrológico natural das encostas, represando seu fluxo, causando uma rápida saturação do solo, aumento da poropressão e instabilização do solo, ocasionando a ruptura do perfil e deflagração deste evento.

Figura 54: Cicatriz deixada pelo escorregamento ocorrido na Bola de Ouro Curado IV no dia 28 de maio de 2022 com vítimas fatais



Fonte: Autor, 2022. **Base de dados:** Pernambuco Tridimensional (2016)

5.5 Dados progressivos e validação do mecanismo de proteção superficial

Tabela 01: Dados coletados durante o período de monitoramento da placa de proteção superficial.

ABRIL	SEMANA 01		SEMANA 02		SEMANA 03		SEMANA 04	
	01/04/21 à 07/04/21		08/04/21 à 14/04/21		15/04/21 à 21/04/21		22/04/21 à 28/04/21	
Precipitação Acumulada (mm)	34,3		270,3		124,2		20,53	
	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção
Sedimentos Coletados (g)	92	6	312	84	161	39	24	3

MAIO	SEMANA 05		SEMANA 06		SEMANA 07		SEMANA 08	
	29/04/21 à 05/05/21		06/05/21 à 12/05/21		13/05/21 à 19/05/21		20/05/21 à 26/05/21	
Precipitação Acumulada (mm)	129,86		58		216,83		10,86	
	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção
Sedimentos Coletados (g)	181	35	69	9	368	71	6	1

JUNHO	SEMANA 09		SEMANA 10		SEMANA 11		SEMANA 12	
	27/05/21 à 02/06/21		03/06/21 à 09/06/21		10/06/21 à 16/06/21		17/06/21 à 23/06/21	
Precipitação Acumulada (mm)	91,73		37,31		8,74		50,16	
	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção
Sedimentos Coletados (g)	110	30	29	11	6	1	39	16

JUNHO	SEMANA 13		TOTAL MÊS DE ABRIL		TOTAL MÊS DE MAIO		TOTAL MÊS DE JUNHO	
	14/06/21 à 30/06/21							
Precipitação Acumulada (mm)	45,16		449,33mm		415,55mm		233,1mm	
	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção	Sem Placa de Proteção	Com Placa de Proteção
Sedimentos Coletados (g)	27	15	589g	132g	624g	116g	211g	73g

Base de dados pluviométricos: Estação pluviométrica do CEMADEN. **Elaboração:** Autor, 2021.

Figura 55: Gráfico com relação precipitação x sedimentos com e sem medida protetiva.



Elaboração: Autor, 2021.

Após a coleta e agrupamento dos dados, foi possível observar que a placa de proteção/contenção se comportou de forma satisfatória, diminuindo significativamente a perda de solo por salpicamento/erosão laminar. Semanas com índices pluviométricos acumulados semelhantes e com taxas de perdas de solos diferentes, justificam-se por meio dos eventos concentrados de precipitação no período de 24h, que devido ao grande fluxo de energia cinética aplicada a encosta em uma menor escala de tempo, resultaram em uma maior taxa de erosão superficial.

Figura 56: Crescimento de vegetação existente após retirada da placa de proteção.



Fonte: Autor, 2021.

Ao final do período de monitoramento e retirada do mecanismo de proteção, foi observado o crescimento discreto de pequenas vegetações na área antes coberta pela estrutura (Figura 56), do que demonstra assim, que pela diminuição do impacto do *splash*

erosion sobre a superfície do solo foi possível evitar com que essas fossem desprendidas da encosta pela ação posterior da erosão laminar/salpicamento, propiciando o desenvolvimento de pequenas vegetações, que posteriormente darão maior estabilidade a talude devido ao enraizamento no solo.

5.6 Aplicação de oficina e sequência didática para o ensino de áreas de risco e proteção superficial de encostas

O plano de aula fora aplicado na Escola de Referência em Ensino Médio Edmur Arlindo de Oliveira que fica localizada no bairro do Curado IV, divididos em dois encontros onde foram possíveis desenvolver o processo de ensino-aprendizagem de forma teórica e prática com estudantes pertencentes ao 1º ano do ensino médio.

Na perspectiva do cenário morfológico local ao qual a escola está inserida, é possível não somente encontrar encostas próximas ao ambiente escolar, como também em uma enquete realizada durante a aplicação da oficina constatar que 80% dos estudantes (cerca de 19 estudantes presentes na sala) residem em encostas localizadas no bairro.

Figura 57: Aplicação de aula teórica sobre o contexto histórico das áreas de risco a escorregamentos na região metropolitana do Recife-PE.



Fonte: Autor, 2022.

Neste segmento, a primeira parte do plano de ensino se tratou de uma aula expositiva dialogada que iniciou com a apresentação do contexto histórico da urbanização na região metropolitana do Recife até o contexto de ocupação dos morros, sobretudo no modelo de conjunção do bairro do Curado (Figura 57).

Neste aspecto, foram utilizados os conhecimentos prévios dos estudantes não somente sobre a temática dos escorregamentos, mas as histórias de contadas pelos seus pais de como o bairro do Curado foi sendo ocupado, sobretudo nas áreas de morro.

Na sequência foram expostas as classificações de escorregamentos e os condicionantes físicos (relevo, chuva, vegetação, entre outros) e antrópicos (corte e aterro na encosta, descarte de lixo, despejo de água servida, entre outros) que favorecem a deflagração do processo.

O contexto de áreas de risco foi discutido a partir de imagens exibidas no slide para que os estudantes pudessem identificar quais se caracterizariam com risco para moradias e o porquê (Figura 58). A partir disto foram explanados quais tipos de riscos existiam em toda a esfera dos riscos ambientais estabelecidos por Cerri e Amaral (1993).

Figura 58: Imagens com diferentes tipos de risco para que os estudantes identifiquem quais destas se caracterizam ou não (obs. Todas se caracterizam com um tipo de risco diferente)



Fonte: Autor, 2022.

Em seguida foi levantada para discussão os métodos dispostos atualmente para proteção de encostas, entre eles a utilização de lonas plásticas nos períodos de chuvas, e se o método é eficaz ou não. Com isso foi possível introduzir a ação do mecanismo de

proteção de encostas disposto neste trabalho, sua fase produção, os materiais, o seu funcionamento e os dados progressivos que foram coletados.

Para finalizar a parte teórica do plano de ensino foram discutidas ações mitigadoras que podem auxiliar na redução dos riscos à escorregamentos, entre elas: corte de bananeiras, não jogar lixo ou água servida nas encostas, entre outras.

Na parte prática do ensino foi proposto que os estudantes se dividissem em dois grupos para produção da maquete. Foram distribuídos os materiais necessários para confecção, além de fichas com os conteúdos abordados anteriormente na aula teórica que auxiliaram os estudantes na representação dos aspectos necessários (Figura 59).

Figura 59: Fase de trabalho em grupo na produção das maquetes.



Fonte: Autor, 2022.

O primeiro grupo ficou responsável pela produção da encosta não antropizada e em formato côncavo além da representação do direcionamento do fluxo superficial, já o segundo grupo produziu uma encosta retilínea, antropizada com a presença de casas e

talude de corte, no entanto também foi representada a placa de proteção superficial disposta neste trabalho, a fim de reproduzir numa menor escala o seu funcionamento.

Ambos os grupos tiveram acesso a fragmentos de Argissolo vermelho-amarelo para utilizarem em suas maquetes de forma livre, deixando que os discentes atuem como protagonistas no processo de ensino-aprendizagem (Figura 60).

Figura 60: Maquetes prontas, representando os dois cenários distintos propostos aos grupos.



Fonte: Autor, 2022.

Ao final do processo de produção, os grupos puderam oralizar a respeito das representações realizadas por eles nas maquetes bem como explicar a influência dos **condicionantes naturais**: curvatura, direção dos fluxos, ação da água, declividade e entre outros; como também dos **condicionantes antrópicos**: alterações nas encostas com cortes e aterro, despejo de água servida, depósito de lixo, cultivo de bananeiras e do comportamento das lonas plásticas e do mecanismo de proteção proposto neste trabalho.

O processo de ensino-aprendizagem se deu ao mesmo tempo que os conteúdos científicos da geografia se relacionavam as experiências pessoais vividas pelos estudantes em seu cotidiano, deste modo, foi possível não somente gerar o produto final da oficina, como também verificar os diversos níveis de aprendizagem de forma aprazível.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados e produtos obtidos a partir deste trabalho entende-se que o objetivo geral da pesquisa foi alcançado. Visto que foi possível desenvolver um mecanismo de baixo custo a partir de materiais reciclados e que fosse eficiente na proteção da superfície das encostas.

De forma específica foi possível atingir os objetivos propostos. Inicialmente por intermédio da sobreposição do inventário de ocorrências aos mapas topográficos, foi possível indicar o índice de concentração de escorregamentos (CE) e identificar as áreas mais suscetíveis a ocorrências no bairro do Curado, sendo elas distribuídas em: altitudes entre 41m a 60m, onde constatou-se a facilidade de acesso por parte da população e consequentemente a realização de modificações na estrutura natural da vertente para efetivação da ocupação espontânea, além de nessa classe possuir características de solos mais rasos; o bairro apesar de apresentar 55,7% do território com baixa declividade a partir agrupamento da Frequência de Distribuição (FD) entre classes com valores de 0% a 20%, quando analisadas isoladamente, áreas com declividade ondulada no intervalo de 20% à 45% apresentam maior distribuição com 30,5 %de (FD) como também se configuram como com maior concentração de escorregamentos (CE) com 27,9% devido ao seu maior adensamento habitacional.

Outra característica predominante identificada foram as encostas com curvatura côncava apresentando o maior índice de (CE) com 63,1%, visto que a partir da sua forma os fluxos são direcionados para um ponto em comum da encosta, provocando maior erosão e saturação o que consequentemente ocasiona com maior facilidade a ruptura do perfil do solo.

As encostas orientadas para Leste apresentaram um maior índice de Concentração de Escorregamentos (CE) com 27% de ocorrências, justificando-se pela influência do recebimento direcional de chuvas orográficas e sua baixa exposição a radiação solar no período da tarde, promovendo um solo mais úmido e com maior facilidade de saturação.

A identificação destas características topográficas foi fundamental para a aplicação do mecanismo de proteção superficial em uma área mais suscetível aos processos de escorregamento, visto que, em um cenário com maior influência destes condicionantes melhor seria para avaliar o funcionamento da placa de proteção superficial.

Desta forma, com a aquisição dos dados progressivos foi possível validar a eficiência do mecanismo mediante o seu desempenho no abatimento da força cinética das gotas de

chuva na vertente e o seu escoamento superficial, diminuição do processo erosivo, recuperação da superfície vegetal e consequentemente promoção de maior estabilidade na encosta. No entanto, o mecanismo de proteção apesar de eficiente também poderá passar por novas análises e aplicações como receber melhorias em sua estrutura/função, visando atingir um melhor desempenho, como por exemplo: uma maior aproximação entre os fios de PET, objetivando uma diminuição da passagem das gotas da chuva pelos espaços, entre outros.

A utilização de maquetes como recurso didático para o ensino de geografia física na rede básica de educação se mostrou satisfatória, visto que por meio de uma prática onde o estudante é protagonista na produção do conhecimento melhora significativamente os níveis de aprendizagem. Outro aspecto positivo se deu pelo uso do conhecimento prévio dos estudantes, aproximando o conteúdo a sua realidade, promovendo uma melhor assimilação e compartilhamento dos conceitos voltados aos processos de escorregamentos. Apesar da BNCC não abordar de forma direta o ensino sobre áreas de risco e os movimentos de massa, é possível apoiar-se nos conteúdos curriculares de geografia da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco para aplicação desta temática.

Em síntese, os resultados e produtos gerados a partir deste trabalho poderão ser empregados na identificação e monitoramento de áreas de risco no bairro do Curado, auxiliando em um melhor planejamento por órgãos competentes e gestão pública, assim também como na prática do ensino de geografia física na rede básica de educação.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. E. (2015). **A Geografia da natureza no ensino de Geografia: propostas para a educação ambiental e preventiva de riscos naturais**. Giramundo, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p.83-93, jul./dez.
- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMAS – APAC. (2020). **Boletim do clima**, Recife, v.8 n.12 p. 32 Dezembro.
- ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. Â. A.; BITOUN, J; MEDEIROS, S. M. G. M.; JÚNIOR, W. M. A. (2004). **Manual de Ocupação dos Morros da Região Metropolitana do Recife**. 21p. Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM; coord. Margareth Mascarenhas Alheiros... (*et al.*). – Recife: Ensol.
- ALMEIDA, B. C. L. (2019). **O desafio de sanar o déficit habitacional na Região Metropolitana do Recife: um olhar sobre o Programa Minha Casa Minha Vida (faixa 1)**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco.
- ALMEIDA FILHO, G. S. de; FARIA GOUVEIA, M. I.; CANIL, K. (1999). **Mapa de Suscetibilidade à erosão no Estado de São Paulo, Brasil**. Projeto Orientações para o Combate a Erosão no Estado de São Paulo. Período 1985 a 1997. São Paulo. DAEEIPT. 11p.
- ALMEIDA FILHO, G. S. (2014). **Uso das Terminologias de Processos Erosivos Lineares dos Tipos de Ravina e Voçoroca**. Revista Geonorte, v. 10, n. 4, p. 693–699.
- AMARAL, C. (1997). **Landslides disasters management in Rio de Janeiro**. 2ª Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas (2ª COBRAE), ABMS, ABGE e ISSMGE, Rio de Janeiro: 209-212.
- ANDRADE, M. C. (1989). **História das usinas de Pernambuco**. Recife: FUNDAJ, Ed. Massangana, 114 p. (República, n. 1). Bibliografia p. 109-114.
- ARAÚJO, P. C. (2004). **Análise da suscetibilidade a escorregamentos: uma abordagem probabilística**. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP (IGCE/UNESP), Rio Claro, 172p.
- AUGUSTO FILHO, O. (1992). **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica**. In: 1ª. Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas (COBRAE). Rio de Janeiro. P. 721-733.
- AUGUSTO FILHO, O. (1995). **Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análise e controle**. In: BITAR (coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo, ABGE. P.77-100.

AUSUBEL, D. P. (2002). **Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva**. Barcelona: Paidós, 281p.

AYALA, I.A. (2002). **Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries**. *Geomorphology*, n. 47, p.107–124.

BANDEIRA, A. P. N. (2010). **Parâmetros técnicos para gerenciamento de áreas de riscos de escorregamentos de encostas na região metropolitana do Recife**. 340p. (Tese). Doutorado em engenharia civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BARROS, Z.X. de; CARDOSO, L.G.; TARGA, L.A. (1987). **Utilização de fotografias aéreas em ocupação do solo por cobertura vegetal**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA,16. Anais. Jundiaí: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p.598-603.

BERBEL, N. A. N. A. (2011). **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Seminário: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40.

BERTONI, J. O. e LOMBARDI NETO, F. (1985), **Conservação do Solo**. Piracicaba, Livroceses, pp. 367.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E. (1996). **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, v. 2. 875 p.

BIGARELLA, João José (2003). **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Vol 3. Florianópolis. Editora da UFSC.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; HERRMANN, M. L. P.; SANTOS, G. F.; MENDONÇA, M.; SALAMUNI, E.; SUGUIO, K. (2007) **Estruturas e Origem das paisagens tropicais e subtropicais: processos erosivos, vertentes, movimentos de massa, atividade endógena, superfícies de erosão, compartimentação do relevo, depósitos correlativos e ambientes fluviais**. Florianópolis: UFSC, v. III.

BORGES, F. A. V. (1925). **Nobiliarquia Pernambucana**. Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro. Anais 1925 Vol 47 (3). Pág. 210, 400* - Anais 1926 Vol 48 (2). Pág. 255

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. (2017). Educação é a base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. (1998). Ministério da Educação. Secretaria de Educação. Brasília: MEC, SEED.

CABRAL, G. A. S. (2019). **Embate entre necessidade da população e insuficiência da política habitacional do BNH: as transformações no Conjunto Habitacional do Curado IV**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Serviço Social) - Universidade Federal de Pernambuco.

CAMPOS, S. (1993). **Fotointerpretação da ocupação do solo e suas influências sobre a rede de drenagem da bacia do rio Capivara - Botucatu (SP), no período de 1962 a**

1977. 164 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CAMPOS, G. H. B. (2018) **Práticas pedagógicas, inovação e tecnologias: breves indagações**. In: Gilda Helena Bernardino de Campos, Bruna Damiana Heinsfeld, Maria Paula Rossi Nascentes da Silva. – 1. Ed. – Curitiba-PR: CRV.

CANTÓN, Y.; DEL BARRIO, G.; SOLÉ-BENET, A.; LARAZO, R. (2004). **Topographic controls on the spatial distribution of ground cover in the Tabernas badlands**. Of SE Spain. Catena, 55, p. 341-365.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. (2005). **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Rio de Janeiro, volume 28, p. 11-30.

CAVALCANTI, L. S. (2010). **A geografia escolar e a cidade: ensaios sobre o ensino de geografia para a vida**. 3ª ed. Campinas: Papirus, 190p.

CARVALHO, C. M. de; RIEDEL, P. S. (2005). **Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo da suscetibilidade há escorregamentos translacionais dos polidutos de Cubatão-SP**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, São Paulo. Anais. São Paulo: INPE p.2901-2908.

CARVALHO, C. S.; OGURA; A. T.; MACEDO, E. S. (2007). **Mapeamento de Risco em Encostas e Margens de Rios**. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, p. 9-32.

CASSETI, V. (2005). **Geomorfologia**. Goiânia: Fundação de Apoio a Pesquisa FUNAPE/UFG,

CERRI, L. E. S. (1993). **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes**. 197 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) –Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. (1998). **Riscos Geológicos**. In: OLIVEIRA, A. M. S. e BRITO, S. N. A. de. (org). Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGECNPq-FAPESP, p. 131-144.

CERRI, L. E. S. (2001). **Subsídios para a seleção de alternativas de medidas de prevenção de acidentes geológicos**. 78 f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CHORLEY, R. J. (1975). **Modelos em geomorfologia**. In CHORLEY, R. J.; HAGGET, P. Modelos físicos e de informação em Geografia. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; São Paulo: Edusp, 60 p.

CNN BRASIL. (2022). **Chega a 128 o número de mortes pelas chuvas em Pernambuco**. Nacional. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/cheга>>

a-128-o-numero-de-mortos-pelas-chuvas-em-pernambuco/o>. Acesso em: 14 junho 2022.

COSME, J.S. *et al.* (2019). **O uso da maquete e as metodologias ativas no ensino de geografia da Paraíba: Ações educativas no IFPB de Campina Grande- PB.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU.

COSTA, F. A. P. (1983) **Anais Pernambucanos.** 2ª edição. Gov. de Pernambuco. FUNDARPE. Recife, 1983. Vol. 2: 392

CREPRANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. (2001) **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico – econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos, INPE, 124 p.

CROZIER, M. J. (1986). **Landslides: causes, consequences and environment.** New Hampshire, USA: Ed. Croom Helm, p. 252.

CUNHA, M. A. (1991) (coord.). **Ocupação de Encostas.** São Paulo: IPT.

DURLO, M.A.; SUTILI, F.J. (2005). **Bioengenharia: manejo de cursos de água.** EST Edições, Porto Alegre/RS, 189p.

EMBRAPA, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. (1999). **Centro Nacional de Pesquisa de Solos.** 412p. Brasília.

FERNANDES, N. F., AMARAL, C. P. (1996). **Movimentos de massa: uma abordagem Geológico-Geomorfológica.** In A. J. T. G. S. B. CUNHA (ed) **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro, pp. 123-194p.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R.A.T.; VIEIRA, B.C.; MONTGOMERY, D.R.; GREENBERG, H. (2004). **Topographic controls in Rio de Janeiro: Field evidence and modeling.** Catena (55). P. 163-181.

FIDEM. (Cidade do Amanhã. Recife: FIDEM, 1987

FIORI, A. P.; CARMIGNANI L. (2009). **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes.** 2. Ed. Curitiba: Ed. UFPR, 604p.

FOLHA DE PERNAMBUCO. (2022). **Deslizamento de barreira no Curado provoca as mortes de duas crianças.** Notícias. Disponível em: <<https://www.folhape.com.br/noticias/deslizamento-de-barreira-no-curado-provoca-a-morte-de-duas-criancas/228509/>>. Acesso em: 14 junho 2022.

GAO, J. (1993). **Identification of topographic settings conducive to landsliding from DEM** in Nelson County, Virginia. U.S.A. In: **Earth surface process and landforms**, vol.18. pp.579-591.

GEIB, H. V. (1933) **A new type of installation for measuring soil and water losses from control plats.** Jour. Amer. Soc . Agron. 25 : 429-440.

GHOLAMI, V.; SAHOUR, H.; HADIAN AMRI, M. A. (2021) **Soil erosion modeling using erosion pins and artificial neural networks.** Catena. 196.

GIRÃO, O. (2007). **Análise de Processos Erosivos em Encostas na Zona Sudoeste da Cidade do Recife-Pernambuco.** Rio de Janeiro, 305fl. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ.

GOMES, F. S. (2001). **Estudo da Erodibilidade e Parâmetros Geotécnicos de um Solo em Processo Erosivo.** Dissertação de Mestrado. UFPE. Engenharia Civil, Recife-PE

GRANELL-PÉREZ, M. C. (2004). **Trabalhar geografia com as cartas topográficas.** Ijuí: Ed. Unijuí, 128 p.

GEPM - GRUPO EXECUTIVO DO POLO METROPOLITANO. (1981). Polo Metropolitano: Central de Distribuição da Região Metropolitana do Recife.

GUERRA, A. J. T. (2007). **O Início do Processo Erosivo.** In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. DA; BOTELHO, R. G. M. (Eds.). Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 17–56.

GUERRA A. J. T. (2017). **Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion: A Review.** *Pedosphere*. V. 27, p. 27–41.

GUIDICINI, G., NIEBLE, C.M. (1984). **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação.** São Paulo: Edgard Blücher. 196p.

GUIMARÃES, R. F.; VIEIRA, B. C.; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R.A.T.; (1998). **Movimentos de Massa.** In: FLORENZANO, T.G. (Org.). Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, p. 159-184.

GUIMARÃES, R. F.; FERNANDES, N. F.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO Jr, O. A. (2003). **Fundamentação teórica do modelo matemático para previsão de escorregamentos rasos – shallow stability.** In: Revista Espaço e Geografia, vol 6, nº2, p. 133-150.

GUPTA, A. (2011). **Tropical Geomorphology.** Cambridge, UK: Cambridge University Press.

GUZZETTI, F.; MONDINI, A. C.; CARDINALI, M.; FIORUCCI, F.; SANTANGELO, M.; CHANG, K. T. (2012) **Landslide inventory maps: new tools for ver old problem.** *EarthScience Reviews*, v. 112.

HUGGET, R. J. (1975). **Soil Landscape Systems: A model of soil genesis.** *Geoderma*, v.13, p. 1-22.

INFANTI JUNIOR, N. & FORNASARI FILHO, N. (1998). **Processos de Dinâmica Superficial**. In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.). Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), cap. 9, p.131-152.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, (2016). **Normas Climatológicas do Brasil 1962-2016**. Brasília, DF.

KAERCHER, N. A. (1996). **A geografia é nosso dia-a-dia**. Boletim Gaúcho de Geografia v. 21 n. 1.

KURIAKOSE, S. L. (2006). **Effect of vegetation on debris flow initiation: conceptualization and parameterization of a dynamic model for debris flow initiation** in Tikovil River Basin, Kerala, India, using PC Raster. P. 143.

LAL, R. (1990). **Soil Erosion in the Tropics: Principles and management**. McGraw-Hill, 580 p.

LEPSH, I. F. (2010). **Formação e Conservação dos Solos**. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Texto, 216 p.

LIMA, E. R. V. (2003). **Erosão do Solo: Fatores condicionantes e modelagem matemática**. Revista Cadernos do Logepa: Série Pesquisa, João Pessoa, PB, v. 1, n. 1, p. 3-46.

LISTO, F. L. R.; VIEIRA, B. C. (2010). **Análise de condicionantes topográficos como subsídio para avaliação de áreas de risco a escorregamentos rasos**. Revista de Geografia (Recife), v. 27, p. 193-207.

LISTO, F. L. R. (2011). **Análise da suscetibilidade e do grau de risco a escorregamentos rasos na Bacia do Alto Aricanduva, RMSP (SP)**. Dissertação de mestrado. Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 151.

LISTO, F.L.R., GOMES, M.C.V., FERREIRA, F.S. (2021). **Evaluation of shallow landslide susceptibility and Factor of Safety variation using the TRIGRS model, Serra do Mar Mountain Range, Brazil**. Journal of South American Earth Sciences, 107, p. 01-13.

LOMBARDO, M. A.; CASTRO, J. F. M. (1996). **O uso de maquete como recurso didático**. In: Anais do II Colóquio de Cartografia para Crianças, Belo Horizonte. Revista Geografia e Ensino, UFMG/IGC/Departamentode Geografia, 6(1):81-83.

NASCIMENTO, G. V. S.; RIBEIRO, E. P.; MOREIRA, E. B. M. (2020). **Classificação climática da microrregião de Recife – PE**. Geopauta, Vitória da Conquista, ISSN: 2594-5033, V. 4, n. 2, p. 124-143.

NATENZON, C.E., RÍOS, D. (2015). **Riesgos, catástrofes y vulnerabilidades. Aportes desde la geografía y otras ciencias sociales para casos argentinos**. 1a ed. Buenos Aires: Colección Bitácora Argentina, 228 p.

NATENZON, C. E. BESALÚ PARKINSON, A. V. S. (2021). **¿Por qué ulnerab la naturalización de los desastres? Algunas indagaciones desde ver perspectiva de la vulnerabilidade social y el Derecho.** Ver. C&Trópico, v. 45, n. 2, p. 163-170.

NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. L. (2016). **Eventos extremos pluviais em Jaboatão dos Guararapes: climatologia e estudo de caso.** Revista do Departamento de Geografia Universidade de São Paulo Volume Especial 70-82.

MELO, N. M. L. (1978) **Metropolização e subdesenvolvimento: o caso do Recife.** Universidade Federal de Pernambuco /Dep. de Ciências Geográficas, Recife.

MELO, N. M. L. (1990). **Estado, capital financeiro, espaço habitacional: o caso da Região Metropolitana do Recife.** 1a edição. Recife: editora universitária da UFPE.

CBTU/METROREC. Metrorec. CBTU, (2013). História. Disponível em: <<https://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/empresa-recife/historia>>. Acesso em: 6 jun. 2022.

Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2007). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** In: Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 176p.

MOREIRA, M. A.; ANDRADE, M. C. M. (2018). **Metodologias ativas no Ensino Superior: Possibilidade ou “faz de conta”?** Evidência, Araxá, v.14, n.15, p.43-57.

OLIVEIRA, T. H. (2018). **Análise espaço temporal da influência antrópica em fragmentos florestais urbanos.** Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 102 p.

PITANO, S. C.; ROQUÉ, B. B. (2015). **O uso de maquetes no processo de ensino-aprendizagem segundo licenciandos em Geografia.** Educação Unisinos, São Leopoldo, RS, v. 19, n. 2, p. 273-282.

PMRR, Plano Municipal de Redução de Risco. (2006). Jaboatão dos Guararapes – Ministério das Cidades – Secretaria de Programas Urbanos.

PORTOCARRERO, H.; ANDRADE, A. G. de; CAMPOS, T. M. P. de; FERNANDES, N. F. (2006). **Aspectos Hidrológicos e Mecânicos da Vegetação na Estabilidade de Taludes e Encostas Naturais.** Embrapa Solos, Rio de Janeiro/RJ, 41p.

PRENSKY, M. (2010) **Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!** São Paulo: Phorte, 320 p.

RAMOS, M. C. L. S. (2019). **Estudo geológico-geotécnico e análise da estabilidade de uma encosta localizada no bairro do Curado II no Município de Jaboatão dos Guararapes - PE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SALOMÃO, F.X.T. (1999). **Controle e prevenção dos processos erosivos**. In: GUERRA, T.A.J.; SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G. (Organizadores), *Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 229-265.

SANTANA, J. K. R. (2019). **Análise evolutiva da ocupação dos morros na cidade do Recife**. Simpósio Nacional de Geografia Urbana, xvi simpurb. Vitória, Espírito Santo. p. 3754-3768.

SANTOS, G. F. S. (2018). **Inventário de processos erosivos e movimentos de massa na Região Metropolitana do Recife (RMR)**. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Geografia - Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE.

SANTOS, O.; GOMES, E. T. A. (2016). **A questão do desenvolvimento e os desdobramentos recentes do processo de fragmentação do espaço urbano em Recife/PE – o caso do “projeto novo Recife”**. Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 36, n. 2, p. 379-398.

SANTOS, J. C.; SOBRAL, M. F. (2014). **Diagnóstico, perspectivas de uso e expansão dos serviços de trens metropolitanos no Brasil**. Rev. Adm. Pública — Rio de Janeiro 48(2):481-506, mar./abr.

SEDUCPE, (2013). **Parâmetros Curriculares da Educação Básica de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=36&art=1047>> Acesso em: 27 de mai. 2022.

SELBY, M. J. (1993). **Hillslope: materials & processes**. Oxford: Orxford University Press, 446p.

SILVA, A.P.; HOLL, M.C.; VEDOVELLO, R. (2001). **O uso e a ocupação da terra nas avaliações de risco devido a movimentos de massa: exemplo de aplicação para a região do litoral norte do Estado de São Paulo**. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 4., Brasília. Anais. Brasília: ABGE.

SILVA, E. R. F.; ARAÚJO, R. L. (2018) **Utilização da maquete, como recurso didático para o ensino da geografia**. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA, 1; SEMINÁRIO ENSINAR GEOGRAFIA NA CONTEMPORANEIDADE, 4; 2018, Maceió, AL. Anais. Maceió: UFAL, v. 1, n. 1, p. 164-174.

SILVA, L. H. (2008). **A verticalização do espaço urbano: o caso do bairro do prado Recife/PE**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco

SOUSA, R. R.; SILVA, E. M.; ROCHA, H. M. (2005). **Maquetes de geografia física**. In: VIII Congresso Ibero-Americano de Extensão Universitária, 2005, Rio de Janeiro-RJ.

SUMMERFIELD, M. J. (2013). **Global Geomorphology**. New York: Routledge.

TERZAGUI, K. (1967). **Mecanismos dos escorregamentos de terra**. Publicado pela Revista da Escola Politécnica da USP. 41 p.

TOMINAGA, L. K. (2007). **Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: Aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP**. Tese de Pós Graduação. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 220.

TV JORNAL. (2012). **Barreira desliza e destrói casa no Curado 4**. Jaboatão, Tecnologia. Disponível em: <<https://tvjornal.ne10.uol.com.br/noticias/2013/01/03/barreira-desliza-e-destrói-casa-no-curado-4-73393/index.html>>. Acesso em: 14 junho 2022.

UNDRO, Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator. (1978). **"Disaster prevetion and mitigation: a compendium of current knowledge"**. Land use Aspects, Vol. 5. New York.

VALERIANO, M. M. (2003). **Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.539-546, Campina Grande-PB.

VIEIRA, B. C.; FERNANDES, N. F.; AUGUSTO FILHO, O. (2010). **Shallow landslide prediction in the Serra do Mar, São Paulo, Brazil**. Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 10, p. 1829-2010.

VIRGILLI, J. C.; AUGUSTO FILHO, O. (2015). **Estabilidade de Taludes**. In OLIVEIRA, A. M. S e BRITO, S. N. A (Eds). Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, p. 243 –269.

WILSON, C.J and DIETRICH, W. E. (1987). **The contribution of bedrock groundwater to storm runoff and high pore pressure development in hollows. Erosion and Sedimentation**. In: the Pacific Rim (Proceedings of Corvallis Symposium, August, IAHS Publ: nº 165, p. 49 – 59.

WOLLE, C. M. (1988). **Análise dos escorregamentos translacionais numa região da Serra do Mar no contexto de uma classificação de mecanismos de instabilização de encostas**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 340p

ZARUBA, Q., MENCIL, V. (1976). **Landslides and their control**. Amsterdam: Elsevier. 205 p.