

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**CECÍLIA D'ALMEIDA LINS LOUREIRO DE PAIVA
ELAINE XAVIER DA SILVA GOMES
JENNEFFER LARISSA OLIVEIRA DA SILVA**

**ANÁLISE DE DIFERENTES SOLUÇÕES PREVENTIVAS PARA ENCOSTAS NO
MUNICÍPIO DO RECIFE**

**RECIFE
2023**

**CECÍLIA D'ALMEIDA LINS LOUREIRO DE PAIVA
ELAINE XAVIER DA SILVA GOMES
JENNEFFER LARISSA OLIVEIRA DA SILVA**

**ANÁLISE DE DIFERENTES SOLUÇÕES PREVENTIVAS PARA ENCOSTAS NO
MUNICÍPIO DO RECIFE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Disciplina TCC II do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Orientadora: Prof. Dra. Em Engenharia Agrícola, Carolina de Lima França.

Coorientador: Prof. Me. em Engenharia Civil, Ilton Santos Alves.

RECIFE
2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

P142a Paiva, Cecília D'almeida Lins Loureiro de.
Análise de diferentes soluções preventivas para encostas no município
do Recife/ Cecília D'almeida Lins Loureiro de Paiva; Elaine Xavier da Silva
Gomes; Jenneffer Larissa Oliveira da Silva. - Recife: O Autor, 2023.
26 p.

Orientador(a): Dra. Carolina de Lima França.

Coorientador(a): Me. Ilton Santos Alves.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.

Inclui Referências.

1. Encosta. 2. Deslizamento. 3. Prevenção. 4. Solo grampeado. 5.
Tela argamassada. I. Gomes, Elaine Xavier da Silva. II. Silva, Jenneffer
Larissa Oliveira da. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV.
Título.

CDU: 624

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos dar forças para superar as dificuldades e paciência para a conclusão do curso.

À nossa orientadora Dra. Carolina de Lima França, por nos ajudar a desenvolver nosso trabalho, sendo paciente e dando todo apoio necessário.

Ao nosso Coorientador Me. em Engenharia Civil, Ilton Santos Alves, pela sua dedicação e paciência durante nossa jornada. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

A todos os mestres que contribuíram com nossa formação acadêmica e profissional.

Ao engenheiro Edésio Rangel de Farias Júnior e a Técnica de Edificação Fabiana Rego Neto da Autarquia de Urbanização do Recife (URB), pelo grande apoio dado durante a visita de campo realizada.

Ao Rodrigo Uchikawa, pela grande ajuda durante este trabalho e por todo apoio e atenção nesse momento.

A minha família em especial a minha mãe Márcia, minha tia Maria José e meus filhos Saulo e Sophia pela compreensão da minha ausência, ajuda no suporte e no incentivo nos momentos mais complicados dessa trajetória.

E não deixando de agradecer a Deus, pela grande ajuda nos momentos mais difíceis das nossas vidas (Cecília d'Almeida Lins Loureiro de Paiva).

Agradeço a todos pela força, principalmente a meu Marido Luciano Gomes que sempre me apoiou, assim como à Engenheira Maria da Glória Gomes de Oliveira que também me ajudou nesse momento e aos professores que me ajudaram a conseguir chegar até aqui firme.

Assim como aos meus amigos e familiares que me apoiaram e que nas horas mais difíceis me deram forças para continuar e me mostraram que dificuldades são apenas pequenos obstáculos que nos fazem fortes para seguir e não desistir (Elaine Xavier da Silva Gomes).

Agradeço a Deus por me conceder perseverança ao longo da minha jornada. Expresso minha gratidão aos meus pais, Maria de Lourdes e Marco Antônio, que

sempre se dedicaram incansavelmente para moldar a mulher que sou hoje. Também estendo minha gratidão aos meus irmãos, familiares, amigos e colegas de faculdade, que suportaram meu mau humor e às minhas sobrinhas, cuja alegria ilumina meus dias (Jenneffer Larissa Oliveira da Silva).

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Martin Luther King)

RESUMO

Analisar as diferentes soluções preventivas para encostas no Município de Recife, visando minimizar riscos. A pesquisa destaca a necessidade de intervenções para proteger a comunidade contra os impactos devastadores desses eventos, este trabalho adota uma abordagem metodológica baseada em uma revisão bibliográfica focada nos deslizamentos de encostas e métodos preventivos potenciais no Recife. Abordando os desafios na prevenção de deslizamentos, sobre o uso de solo grampeado e tela argamassada como intervenções para minimizar riscos. Deslizamentos de encostas são fenômenos naturais comuns no Brasil, causando destruição, lesões e até mortes. A ocorrência é notável em áreas habitadas, especialmente por populações vulneráveis. Estratégias de gerenciamento de risco são essenciais, dada a elevada declividade e a frequência de chuvas. A remoção de vegetação e ocupação humana contribuem para os deslizamentos. Mecanismos como solo grampeado, muro de gravidade, tela argamassada e cortina atirantada são empregados para minimizar a possibilidade de eventos trágicos relacionados aos movimentos de massas. Essas intervenções buscam prover estabilidade diante das condições adversas, representando estratégias fundamentais para a prevenção de deslizamentos de encostas na região. O fenômeno é agravado em áreas com moradias irregulares, resultando frequentemente em eventos trágicos. Diante das diversas medidas preventivas, a retirada das pessoas de áreas de risco surge como a mais eficaz, embora seja uma tarefa complexa para o poder público devido a vínculos sociais e econômicos presentes nessas comunidades. O estudo ressalta a necessidade de abordagens mais amplas e integradas para mitigar efetivamente o risco de deslizamentos e proteger vidas.

Palavras-chave: encosta; deslizamento; prevenção; solo grampeado; tela argamassada.

ABSTRACT

Analyze the different preventive solutions for slopes in the Municipality of Recife, aiming to minimize risks. The research highlights the need for interventions to protect the community against the devastating impacts of these events. This work adopts a methodological approach based on a literature review focused on hillslides and potential preventive methods in Recife. Addressing the challenges in preventing landslides, on the use of nailed soil and mortared mesh as interventions to minimize risks. Slope slides are common natural phenomena in Brazil, causing destruction, injuries and even deaths. The occurrence is notable in inhabited areas, especially among vulnerable populations. Risk management strategies are essential, given the high slope and frequency of rain. Vegetation removal and human occupation contribute to landslides. Mechanisms such as stapled soil, gravity wall, mortared screen and cable-stayed curtain are used to minimize the possibility of tragic events related to mass movements. These interventions seek to provide stability in the face of adverse conditions, representing fundamental strategies for preventing landslides in the region. The phenomenon is aggravated in areas with irregular housing, often resulting in tragic events. Given the various preventive measures, removing people from risk areas appears to be the most effective, although it is a complex task for public authorities due to the social and economic ties present in these communities. The study highlights the need for broader, more integrated approaches to effectively mitigate the risk of landslides and protect lives.

Keywords: slope; Slipping; prevention; soil stapled; mortared screen.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Jardim Monte Verde antes do deslizamento	14
Figura 2 - Imagens da tragédia no Jardim Monte Verde	14
Figura 3 - Encosta da R. Padre Antônio Prado – Córrego do Jenipapo, Recife – PE antes do deslizamento	15
Figura 4 - Encosta da R. Padre Antônio Prado – Córrego do Jenipapo, Recife – PE antes do deslizamento	15
Figura 5 - Escorregamento rotacional	18
Figura 6 - Escoamento	19
Figura 7 - Queda de blocos	19
Figura 8 – Corridas de massa	20
Figura 9 – Tombamento	20
Figura 10 - O mapa de solo para as duas ruas em estudo está com informações de Área Urbana do Recife	22
Figura 11 - Mapa de Suscetibilidade a deslizamentos	23
Figura 12 - Solo grampeado	24
Figura 13 - Tela Argamassada	25
Figura 14 - Muro de gravidade com pedra rachão	27
Figura 15 - Plano de estabilização através da implantação de aterros no fundo da encosta	28
Figura 16 - Plano de estabilização que envolve a implantação de aterros na parte inferior da encosta	28
Figura 17 - Muro de gravidade de pedra rachão, contenção de alvenaria armada com coluna e cinta de concreto armado	32
Figura 18 - Cortina Atirantada	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	13
1.2 Objetivos Geral e Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Fenômenos que potencializam os movimentos de massas	16
2.2 Classificação dos tipos de deslizamentos	17
2.2.1 Escorregamentos	18
2.2.2 Escoamentos	19
2.2.3 Queda de blocos	19
2.2.4 Corridas	20
2.2.5 Tombamento	20
2.3. Tipos de solos dos morros do Recife	21
2.4 Soluções de Contenção	24
2.4.1 Técnica do Solo Grampeado	24
2.4.2 Técnica da Tela Argamassada	25
2.4.3 Muro de Gravidade	26
2.4.4 Retaludamento	27
2.5 Soluções não estruturais	28
3. METODOLOGIA	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Estabilização do Talude	31
4.2 Obstáculos para a prevenção dos deslizamentos de encostas	32
4.3 O uso de solo grampeado como solução para o deslizamento de encosta no município de Recife	32
4.4 O uso de tela argamassada como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife	33
4.5 Medidas alternativas e preventivas para proteger as pessoas que vivem em situações com potencial risco de deslizamento	33
4.6 O uso de Cortina Atirantada como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	36

1 INTRODUÇÃO

Os desastres naturais são fenômenos que se expressam de várias formas, sendo um deles o deslizamento de encosta, que é bastante comum no território brasileiro. O deslizamento de encosta é resultado e um fenômeno natural, que pode ser caracterizado pela movimentação de massas, devido a presença de solos permeáveis formados sobre rochas impermeáveis ou de baixa permeabilidade, sujeitos, por exemplo, a eventos pluviométricos prolongados e vigorosos (Ceballos, 2023).

O deslizamento de encosta é um acontecimento que pode culminar com a destruição de casas, lesões em pessoas, e até o óbito dos indivíduos afetadas por esse fenômeno. A sua ocorrência é uma das mais comuns enfrentadas pelos órgãos que atuam na defesa civil (Prado, 2023).

Nesse contexto, é fundamental a criação, e promoção de estratégias pautadas em gerenciar o risco de deslizamento de encostas. Principalmente, pelo fato desse fenômeno ocorrer em áreas com elevada declividade, e por ocasião de chuvas, em áreas frequentemente habitadas, por parte da população de maior vulnerabilidade e de menor poder aquisitivo (Parma, 2023).

Existem ações que contribuem para que ocorra o deslizamento das encostas, tais como a remoção da vegetação e a ocupação dessas localidades pelo ser humano. Por isso, em assentamentos precários, favelas, ou loteamento irregular é comum que ocorra esse tipo de evento (Prado, 2023).

Prevenir esses deslizamentos não é uma tarefa fácil, pois são múltiplos fatores que contribuem com esses deslocamentos. E, o fato da falta de infraestrutura urbana, é um dos fatores que potencializam esses desastres (Parma, 2023). Mas ainda segundo o mesmo autor, assim como existem diversos fatores que estimulam esse acontecimento, também existem diferentes soluções que vão variar de acordo com as condições da encosta.

Nesse sentido, analisar a aplicação de diferentes soluções preventivas para o deslizamento de encosta no município do Recife, é de vital importância, uma vez que a ocorrência dos deslizamentos, pode causar toda sorte de diversos prejuízos para uma comunidade, não apenas estruturais/financeiros, visto que com esses deslizamentos é comum que pessoas percam suas vidas.

Portanto, a importância de prevenir esses fenômenos, em face de seus principais problemas, é evidente. Sendo necessária a criação de medidas de intervenção o mais rápido possível. Acerca desse ponto, Parma (2023), explica que,

“Muitas vidas foram perdidas devido, “apenas”, à falta de preparação da própria comunidade e a uma infraestrutura inadequada, assim como pela falta de planos de evacuação, pontos de encontro e abrigos seguros. Isso destaca a importância do planejamento integrado do uso do solo, do gerenciamento de risco de desastres e do investimento em infraestrutura para mitigar os riscos e minimizar o impacto do tipo geológico. Apesar desses esforços, é importante notar que ainda podem ocorrer deslizamentos de terra, especialmente durante eventos climáticos extremos (Parma, 2023, p. 2).”

Em síntese, esse trabalho tem como problemática analisar e estudar a efetivação de diferentes mecanismos de caráter preventivo para o deslizamento de encostas no município do Recife, em virtude da necessidade de minimizar riscos de acidentes e, conseqüentemente, impedir que mais pessoas sejam vítimas dos deslizamentos de encostas.

1.1 Justificativa

Segundo Fontoura (2022), o deslizamento de encosta se apresenta como um fenômeno natural de escorregamento do solo, rochas, vegetação, e outros materiais sólidos presentes em terrenos inclinados, formados geralmente sobre rochas impermeáveis ou de baixa permeabilidade. Sua ocorrência tem como resultado a destruição de construções, habitações dentre outros. E, uma vez que, não somente bens materiais são alvo desta destruição, mas também a vida de pessoas que forem atingidas diretamente, sua minimização deve ser instituída como política de governo, quaisquer que sejam as esferas de poder.

Em um país com forte predominância de clima tropical como o Brasil, é comum que no período do verão as chuvas sejam mais intensas, com isso, as encostas acabam se tornando locais com elevado risco de deslizamento. E muitas das tragédias ocorrem, justamente, nos períodos de chuvosos (Soares, Lafayette, da Silva, 2022).

O deslizamento da encosta nos morros urbanos espelha graves problemas sociais relacionados à moradia, visto que em sua maioria, são pessoas de maior vulnerabilidade que recorrem a esses locais para viver com seus familiares. Desse

modo, fica evidente que o crescimento urbano desordenado é um fator que estimula esses acontecimentos (Fontoura, 2022).

Neste cenário, segundo Prado (2023), abordar mecanismos para minimizar o risco de tragédias com deslizamento de encosta é fundamental. Sendo essa a motivação deste trabalho, qual seja, o de explorar os benefícios de determinados meios de solução preventiva para o deslizamento no município do Recife como, por exemplo, o uso de solo grampeado, e o tela argamassada.

Em Recife, por exemplo, quando surge o período de chuvas é comum que pessoas sejam afetadas pelos movimentos de massa. Em 2022, 44 pessoas morreram, enquanto dezenas ficaram desaparecidas em algumas regiões como, por exemplo, o caso da região do Jardim Monte Verde, avenida da Chapada do Araripe.

Nessa região 20 pessoas foram vítimas fatais do deslizamento de terra, e mais de 32 (trinta e dois) mil pessoas, foram orientadas, pelos órgãos competentes, a deixarem os locais de riscos (Folhapress, 2022). Nas Figuras 1 e 2 podem ser observados a região do Jardim Monte Verde antes e após o deslizamento de massas que ocorreu em 2022:

Figura 1 - Jardim Monte Verde antes do deslizamento.



Fonte: Google Maps (2021).

Figura 2 – Imagens da tragédia no Jardim Monte Verde.

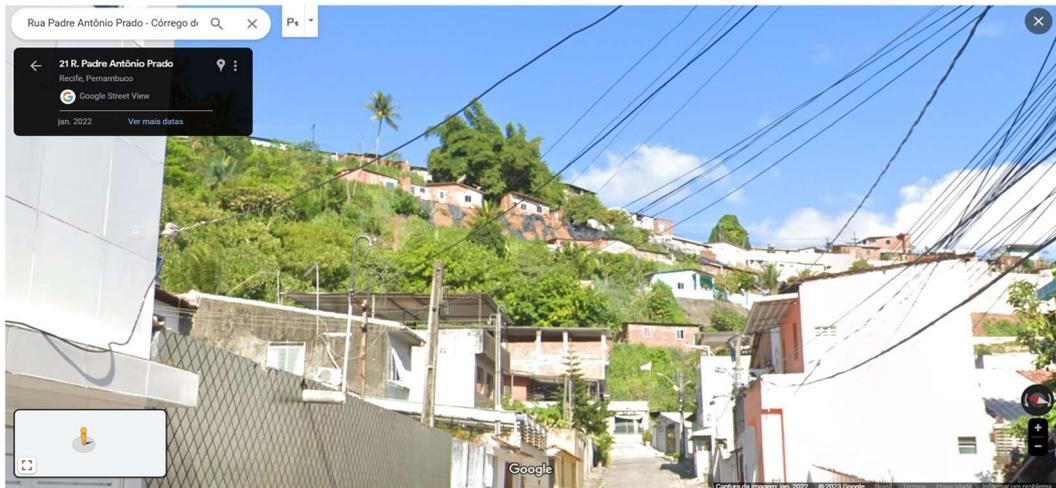


Fonte: Jornal do Comércio (2022).

Tragédias como essa são mais comuns do que se imagina no território brasileiro. Não apenas a cidade de Recife é afetada negativamente pelos deslizamentos de encostas, mas várias outras cidades espalhadas por todas as regiões do país, e mesmo com todos os alertas, e mecanismos de minimização dos riscos, as tragédias continuam ocorrendo todos os anos.

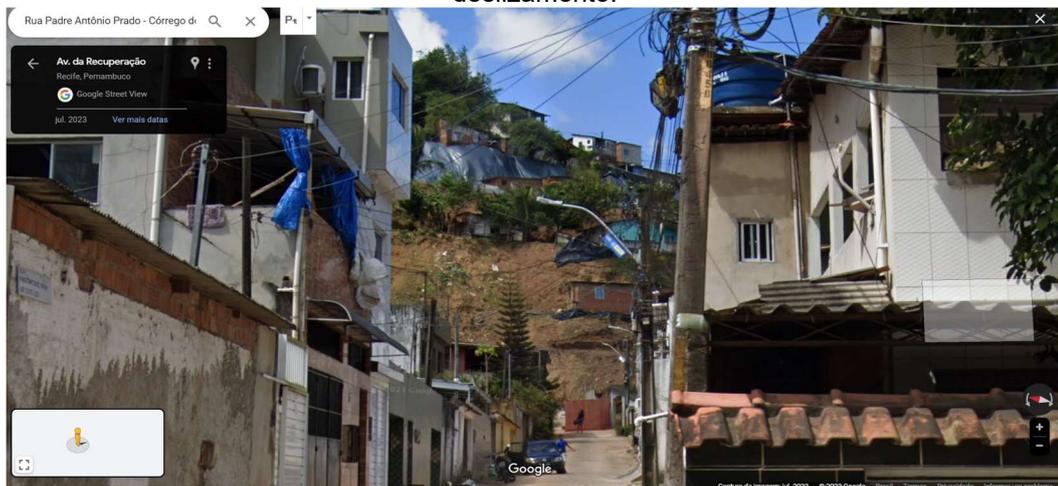
Além do Jardim Monte Verde que tem cerca de 45 metros de altura, também foi realizada uma visita na encosta da R. Padre Antônio Prado – Córrego do Jenipapo, Recife – PE, local em que ocorreu grande deslizamento, em que resultou com o óbito de uma pessoa. Essa encosta tem cerca de 92 metros de altura. Nas Figuras 3 e 4 a seguir é possível ver a encosta da R. Padre Antônio Prado – Córrego do Jenipapo, Recife – PE antes do deslizamento, e após o deslizamento.

Figura 3 – Encosta da R. Padre Antônio Prado – Córrego do Jenipapo, Recife – PE antes do deslizamento.



Fonte: Google Maps (2022).

Figura 4 – Encosta da R. Padre Antônio Prado – Córrego do Jenipapo, Recife – PE após o deslizamento.



Fonte: Google Maps (2023).

1.2 Objetivos Geral E Específicos

O objetivo geral é analisar as diferentes soluções para encostas no Município de Recife.

No tocante aos objetivos específicos:

- Verificar os obstáculos para a prevenção dos deslizamentos de encostas;
- Descrever o tipo e processo de formação do Solo do Recife.
- Descrever o uso de solo grampeado como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife.
- Descrever o uso de tela argamassada como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife.
- Descrever o uso da Cortina atirantada como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife.
- Descrever o uso da pedra rachão como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife.
- Descrever medidas alternativas e preventivas para proteger as pessoas que vivem em situações com potencial risco de deslizamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fenômenos que potencializam os movimentos de massas

A ocorrência de desastres são fenômenos que perseguem a humanidade desde os primórdios. A sua presença faz com que o homem busque meios de minimizar esses infortúnios que afetam direta e indiretamente a vida das pessoas dependendo da gravidade e o impacto da tragédia. Entre os desastres vivenciados pela humanidade, o foco desse estudo são os movimentos de massas que caracterizam os deslizamentos de terra.

No Brasil, eles são resultantes de diversos fatores, tais como o uso inadequado dos recursos naturais; ocupações irregulares em encostas; e ausência de investimentos públicos suficientes para inibir essas ocupações (Morais, 2023).

Arantes (2022) explica que é comum a ocorrência dos deslizamentos diante de condições climáticas extremas, tais como o fluxo constante de chuvas por um longo período. O autor alerta ainda que nos centros urbanos, torna-se comum a ocorrência

dos movimentos de massas em virtude do elevado processo de ocupação urbana de maneira desorganizada as encostas.

Nascimento (2022), por sua vez, ressalta a importância do conhecimento prévio da quantificação de chuvas e de sua distribuição espaço-temporal, uma vez que estes fatores impactam diretamente na ocorrência dos deslizamentos,

“[...] as chuvas intensas são capazes de provocar prejuízos, tanto em áreas urbanas quanto em áreas agrícolas, como inundação de terras cultivadas, erosão do solo, perdas de nutrientes e assoreamento de corpos da água, dentre outros. Dessa forma, a sua quantificação, bem como o conhecimento da forma como se distribui temporal e espacialmente são de extrema importância em estudos relacionados aos dimensionamentos de projetos hidráulicos, como de irrigação, disponibilidade de água para abastecimento doméstico e industrial, obras de controle de inundação e erosão do solo (Nascimento, 2022, p. 184).”

Logo, para promover a prevenção e minimização dos riscos de deslizamentos é necessário que sejam utilizados diversos artifícios, como o monitoramento, controle, e a aplicação de técnicas de contenção de localidades estrategicamente selecionadas (Morais, 2023).

Entre as técnicas preventivas, destaca-se o solo grampeado e a tela argamassada. Quanto as formas alternativas envolvem a interferência dos órgãos públicos em moradias que se encontram em locais de risco de movimentos de massas. Porém, mesmo com o uso de determinadas técnicas a possibilidade de tragédias ainda é uma realidade.

2.2 Classificação dos tipos de deslizamentos

É difícil quantificar o impacto dos deslizamentos de encostas, principalmente, quando pessoas perdem suas vidas por estarem em localidades afetadas diretamente por esses movimentos de massas. Sendo comum que além de perder seu patrimônio, as pessoas também percam suas vidas, ou as vidas de seus familiares.

Arantes bem explica sobre os efeitos negativos advindos,

“Os deslizamentos podem causar fatalidades ou danos à natureza, construções e infraestruturas, e por isso é um tema que possui grande importância, devendo ser compreendido e estudados mais detalhadamente como forma de prevenir grandes danos e até mesmo fatalidades. Como forma de prever e sinalizar a população de

possíveis movimentos, trabalhos para reconhecimento de área de alto risco a movimentos vêm sendo realizados. Porém devido ao grande volume de regiões de risco, na maioria dos casos, esses trabalhos não conseguem acompanhar satisfatoriamente o crescimento populacional e a consequente modificação do relevo. Além disso, existe uma escassez de informações atuais sobre determinadas regiões do país (Arantes, 2022, p. 2).”

Nesse sentido, torna-se fundamental criar meios de minimizar, ou até mesmo erradicar tragédias provenientes desse tipo de fenômeno. Cumpre destacar que existe uma classificação quanto aos tipos de deslizamentos, sendo eles:

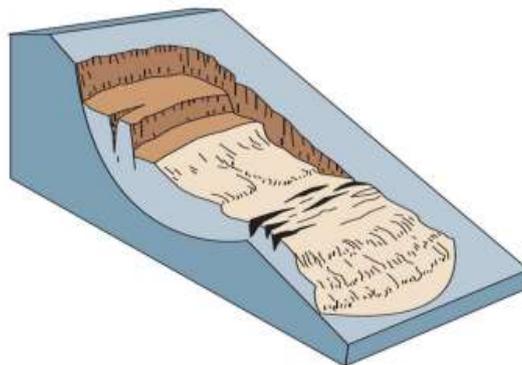
- a) escorregamento;
- b) escoamento;
- c) queda de blocos;
- d) corridas de massa;
- e) tombamento.

Nos próximos tópicos são detalhadas as características de cada tipos de deslizamento.

2.2.1 Escorregamentos

No caso dos escorregamentos, segundo Silva et al. (2022), são deslizamentos mais rápidos e com uma duração mais breve, sendo sua superfície de ruptura definida. Esse tipo de movimento de massas pode ser observado na Figura 5:

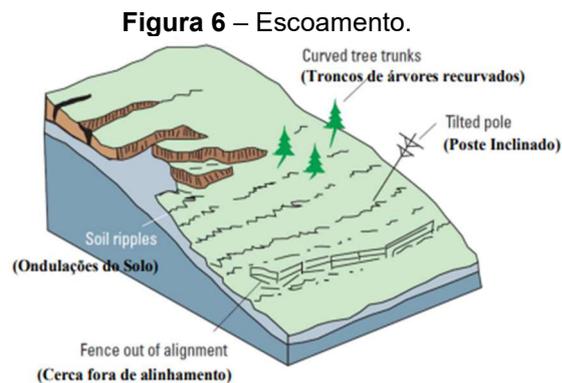
Figura 5 – Escorregamento rotacional.



Fonte: Arantes, Simões, Ferreira (2022).

2.2.2 Escoamentos

No caso do escoamento, os movimentos são mais lentos e contínuos, e apresentam uma superfície mais indefinida. Dentre os fatores que ensejam a ocorrência desse movimento de massa, destaca-se a variação de umidade e de temperatura, segundo, Silva et al. (2022). Esse tipo de deslizamento pode ser visualizado na Figura 6:

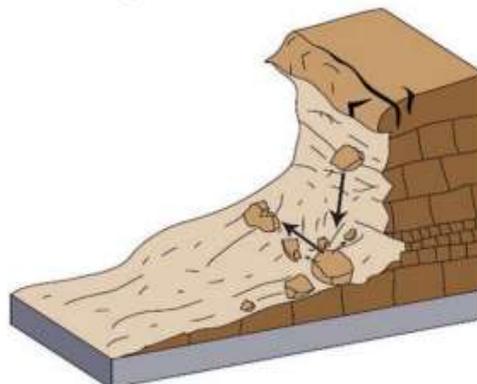


Fonte: Arantes, Simões, Ferreira (2022).

2.2.3 Queda de blocos

Já no caso da queda de blocos, em virtude da força gravitacional, ocorre a precipitação de matéria. Nesse caso não existe uma superfície em movimento, haja vista, que na queda o deslocamento de blocos se manifesta por meio de queda livre, ou rolamento de material. Neste caso, Silva et al. (2022) explica que fatores geológicos são os principais agentes para que esse tipo de movimento ocorra. Essa queda de blocos pode ser observada na Figura 7:

Figura 7 – Queda de Blocos.

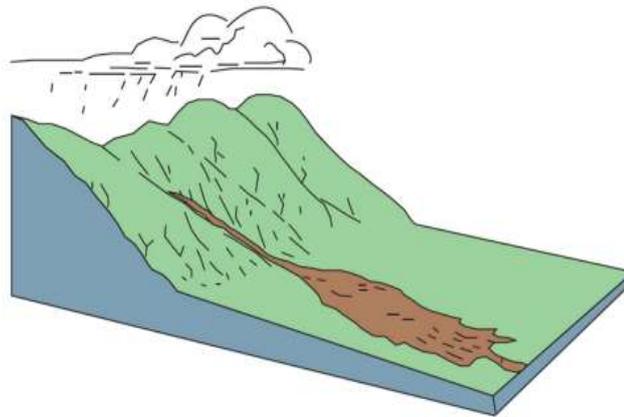


Fonte: Arantes, Simões, Ferreira (2022).

2.2.4 Corridas de massa

No caso as corridas de massa, onde caso existe um grande volume de movimentos rápidos de material que resulta com a perda total do solo ao ponto dele ter uma fluidez elevada, com isso, o seu poder de destruição é colossal dependendo da localidade, e dentre o fator que proporciona essas corridas se tem a precipitação intensa (Silva et al., 2022). Esse movimento está ilustrado na Figura 8:

Figura 8 – Corridas.

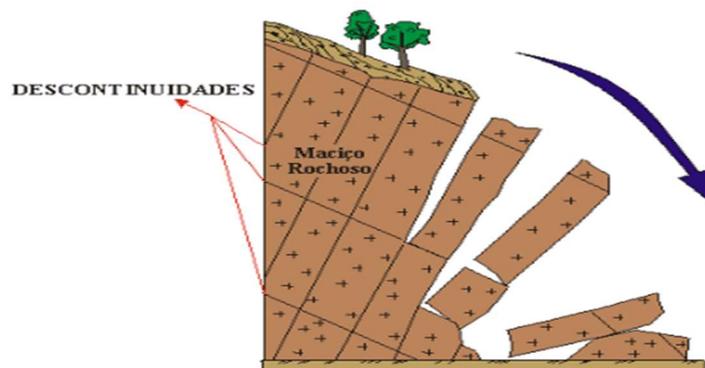


Fonte: Arantes, Simões, Ferreira (2022).

2.2.5 Tombamento

O tombamento compreende uma falha que resultou no desprendimento de uma parte da rocha ou do solo, culminando com um movimento rotacional e, conseqüentemente, o tombamento dessa parte que se desprende. (Silva et al., 2022). Esse movimento está ilustrado na Figura 9:

Figura 9 – Tombamento.



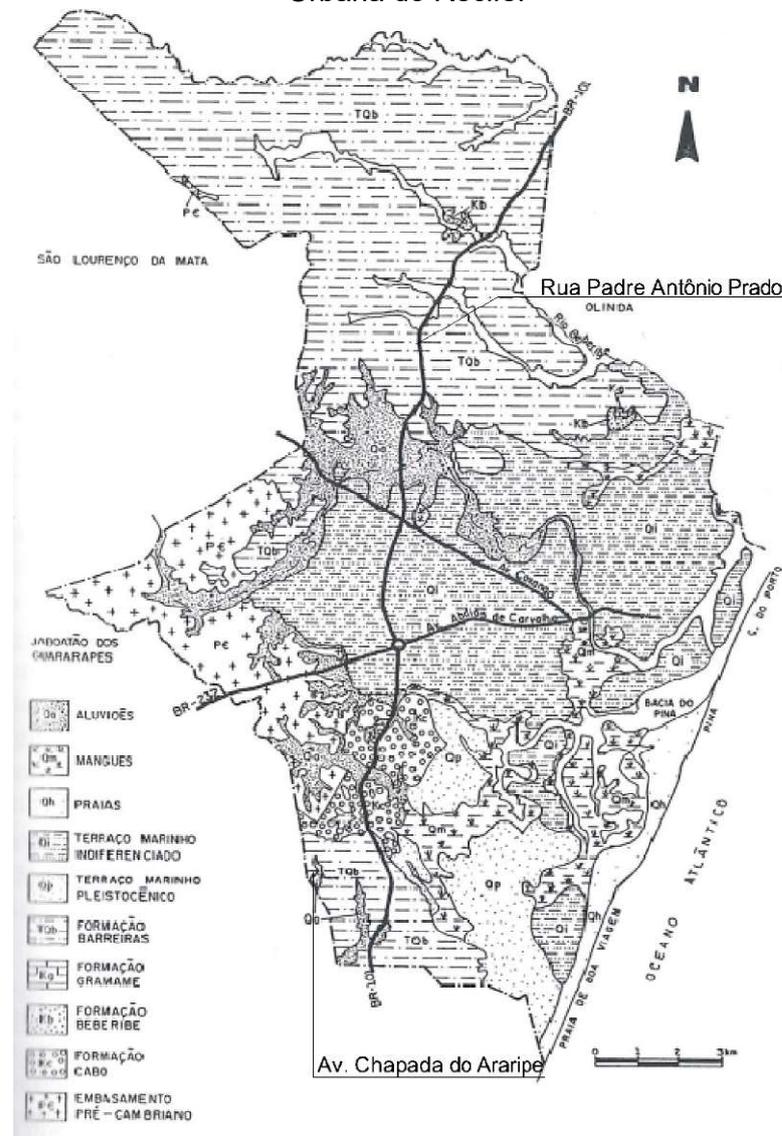
Fonte: Peixoto (2022).

2.3 Tipos de Solos dos Morros do Recife

Os morros na cidade do Recife são predominantemente compostos pelo grupo de Barreira, uma unidade geológica de grande relevância. Essa formação é constituída por sedimentos de granulometria variada, destacando-se pela mistura de areia e argila, além de apresentar um horizonte de seixos dispostos de forma sub-horizontal, levemente inclinados em direção ao mar, formando tabuleiros elevados com cerca de 50 metros de altura. A disposição dessa unidade geológica ocorreu por meio de leques aluviais e depósitos fluviais de canais entrelaçados, evidenciando as fácies flúvio-lagunares e de planície aluvial. Os estudos geológicos revelam a presença de duas formações litologicamente distintas no Grupo de Barreira dos Morros do Recife, conforme a Figura 10. Na parte superior, encontramos os sedimentos da formação Guararapes, que predominam nos morros da zona sul da cidade. Já nos morros da zona norte, é possível observar a presença do solo Riacho Morno, que cobre ou se interpõe nos sedimentos da Formação Guararapes. Os sedimentos do Solo Riacho Morno possuem uma textura mais argilosa em comparação com os sedimentos mais arenosos que compõem a formação Guararapes. (Gusmão Filho, 1998).

Sob a perspectiva da geologia de engenharia, a combinação ou intercalação dos sedimentos nos morros da zona norte resulta em uma menor susceptibilidade à erosão em comparação com os morros da zona sul, onde o solo é mais propenso à friabilidade. Essa observação está relacionada à presença de voçorocas nos morros da zona sul, onde os horizontes são predominantemente arenosos, e aos deslizamentos mais frequentes nos morros da zona norte, caracterizados por sedimentos mais argilosos. (Gusmão Filho, 1998).

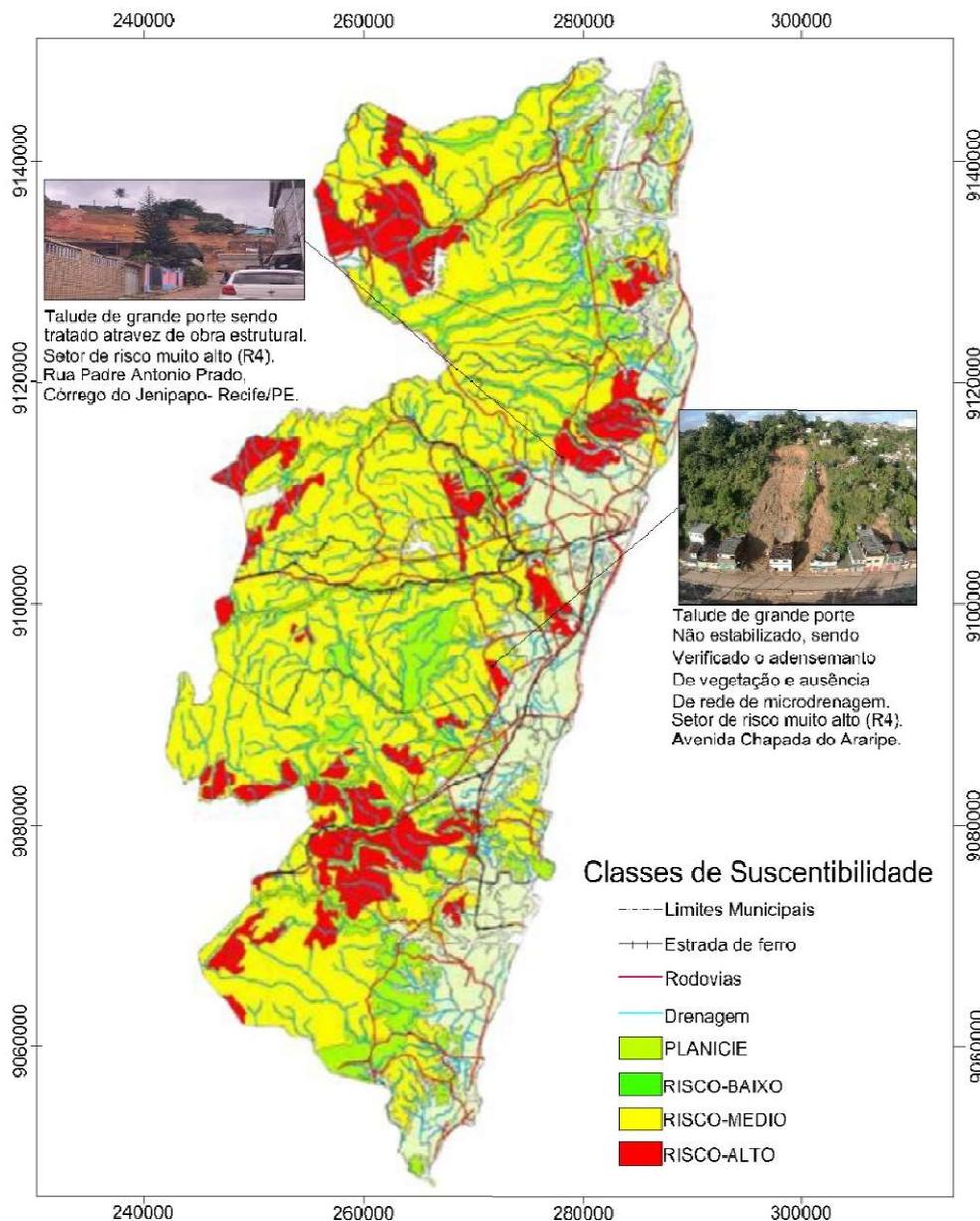
Figura 10 – O mapa de solo para as duas ruas em estudo está com informações de Área Urbana do Recife.



Fonte: Gusmão Filho (1998).

A disponibilidade de um Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos, conforme a Figura 11, oferece aos administradores e gestores governamentais informações valiosas para o planejamento, subsidiando a implementação de loteamentos, conjuntos habitacionais, estradas e outras obras de infraestrutura. Além disso, em áreas já ocupadas, é possível obter uma visão abrangente das regiões mais propensas a deslizamentos, facilitando a orientação de programas de redução de riscos pelos órgãos públicos (Pfaltzgraff, 2007).

Figura 11 – Mapa de Suscetibilidade a deslizamentos.



Fonte: PFALTZGRAFF (2007).

É através desse mapa que as autoridades podem adquirir informações que possibilitam a realização de uma estratégia de planejamento quanto à construção de loteamentos, conjuntos habitacionais, e outros tipos de obras que possam vir a ser efetuadas em locais de risco de deslizamento.

Com base em dados da Prefeitura do Recife, mais de 67% da cidade é composto por áreas de morros, e isso fomenta a presença de medidas de intervenção com o intuito de minimizar os riscos de deslizamentos de encostas, que é uma realidade no território da cidade.

2.4 Soluções de Contenção

As soluções de contenção, refere-se a técnicas e medidas destinadas a estabilizar e prevenir deslizamentos de terra ou desmoronamentos em áreas inclinadas. Essas soluções são frequentemente empregadas em locais propensos a movimentos de massa, como encostas íngremes ou declives.

2.4.1 Técnica do Solo Grampeado

A Técnica do Solo Grampeado derivou da metodologia empregada em reforçamento de paredes de minas, denominado NATM (*New Austrian Tunneling Method*), sendo bastante eficaz no reforço *in situ* de taludes naturais. A técnica compreende a perfuração do solo, geralmente com brocas de 70 a 120 mm de diâmetro, por onde serão introduzidas as barras, juntamente com a calda de cimento, e com a soma disso surge o grampo (Oliveira et al., 2023).

O local de aplicação dos grampos vai depender da inclinação do solo. O processo pode ser subdividido em três fases, sendo elas: perfuração, centralização da barra de furo; inserção da primeira linha dos grampos e a realização do revestimento com tela metálica e concreto, conforme figura 12.

Figura 12 – Solo grampeado.



Fonte: De Oliveira et al. (2023).

No que diz respeito ao grau de contenção, o solo grampeado apresenta vantagens, haja vista, que possuem um menor grau de complexidade para ser aplicado; e seu custo também não é elevado em comparação com outros métodos de inibir os deslizamentos de encosta; já quanto aos aspectos negativos, destaca-se a

necessidade de profissionais qualificados, e sua vida útil em ambientes sujeitos a deslizamentos é reduzida (Pereira, Silva, Abreu, 2022).

2.4.2 Técnica da Tela Argamassada

A tela argamassada, parte integral da proposta de estabilização, será aplicada em toda a extensão da superfície a ser protegida, conforme figura 13. A instalação se estenderá além do topo do talude até o sistema de drenagem implementado na crista. Adicionalmente, serão incorporados drenos (barbacãs) para facilitar a dissipação de eventuais excessos de poro-pressão que possam surgir dentro da placa de impermeabilização. Essa abordagem integrada, combinando diferentes soluções, visa assegurar um desempenho otimizado e uma vida útil prolongada para a proteção artificial, proporcionando uma abordagem completa para o tratamento do talude (Pfaltzgraff, 2010).

Figura 13 – Tela Argamassada.



Fonte: Prefeitura do Recife (2021).

A tela argamassada consiste apenas na impermeabilização do solo, não consistindo em um elemento de reforço estrutural. Dessa forma, vazamentos de tubulações e infiltrações causadas pela chuva consistem em um grande risco. Compreendem a baixa resistência à tração, o que faz com que surjam fissuras; os custos de mão de obra e material são elevados; alteração do volume com o tempo e baixa resistência do concreto por unidade de volume (Bastos, 2023).

2.4.3 Muro de gravidade

Os muros de gravidade, também conhecidos como muros de arrimo, destacam-se pela utilização do próprio peso para garantir a estabilidade de um talude. Podem ser construídos com uma variedade de materiais, como pedra rachão, concreto, gabião, pneus e sacos preenchidos com solo-cimento. Essas estruturas são preferencialmente adotadas em situações de baixas solicitações, pois para demandas mais elevadas, a implementação exige um espaço maior, resultando em custos de execução mais altos (Pfaltzgraff, 2010).

Existem diferentes tipos de materiais que podem ser empregados na construção de muros de gravidade, dependendo das condições específicas do local e das necessidades do projeto. Alguns desses materiais incluem:

- **Pedra Rachão:** Muros de gravidade de pedra são construídos empilhando-se pedras de maneira organizada para criar uma estrutura sólida.
- **Concreto:** Muros de concreto são frequentemente utilizados para esse fim, sendo moldados in loco ou pré-fabricados e posteriormente instalados no local.
- **Gabião:** Estruturas de gabião consistem em caixas de malha metálica preenchidas com pedras ou outros materiais granulares.
- **Pneus:** Em alguns casos, pneus usados podem ser empregados na construção de muros de gravidade, proporcionando uma solução sustentável e reciclável.
- **Sacos com solo-cimento ensacado:** Sacos preenchidos com uma mistura de solo e cimento podem ser utilizados para formar uma estrutura resistente.

A altura dos muros de gravidade pode atingir até 8 metros, dependendo do tipo de material utilizado. A base do muro possui dimensões aproximadas de 30 a 40% da altura total, sendo necessário que ela seja embutida, com uma profundidade mínima de 50 centímetros, para prevenir o descalçamento causado por erosão (Pfaltzgraff, 2010).

Para evitar o acúmulo de pressões hidrostáticas, é essencial implementar um sistema de drenagem, incluindo barbacãs e drenos. Essas medidas visam garantir a estabilidade da estrutura e prevenir problemas relacionados à erosão e pressões causadas pela água.

O muro de pedra rachão é caracterizado por sua estrutura robusta e simplicidade na execução. Contudo, não é apropriado para terrenos com baixa

capacidade de suporte, pois não tolera deformações. Essa técnica é amplamente difundida na região e demanda mão de obra com habilidades menos especializadas.

A construção desse tipo de muro envolve o uso de alvenaria com argamassa de cimento e areia na proporção de 1:4. As pedras graníticas empregadas devem possuir um diâmetro médio superior a 0,30 metros, garantindo um acabamento adequado na face externa do muro. Os espaços internos da estrutura são preenchidos com argamassa, enquanto a superfície superior do muro recebe um revestimento de argamassa, com uma espessura mínima de 2 cm, conforme figura 14.

Figura 14 - Muro de gravidade com pedra rachão.



Fonte: Autor (2023).

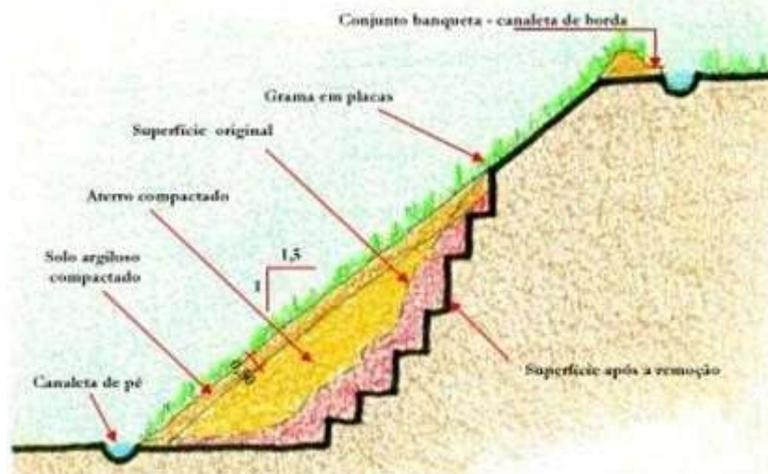
2.4.4 Retaludamento

O retaludamento é um processo de terraplenagem que visa estabilizar taludes, envolvendo cortes e/ou aterros. Essa intervenção busca diminuir as forças que atuam sobre o talude, tornando-o menos propenso a deslizamentos, ou aumentar as forças resistentes que se opõem ao movimento, resultando em um aumento do Fator de Segurança. Os cortes são realizados para suavizar a inclinação ou remover material da crista, enquanto os aterros contribuem para a acumulação de material na base do talude (Pfaltzgraff, 2010).

A remoção parcial do material do talude é um dos métodos mais antigos e simples de estabilização, pois a suavização da inclinação altera as tensões no maciço, reduzindo as tensões de cisalhamento. (Pfaltzgraff, 2010).

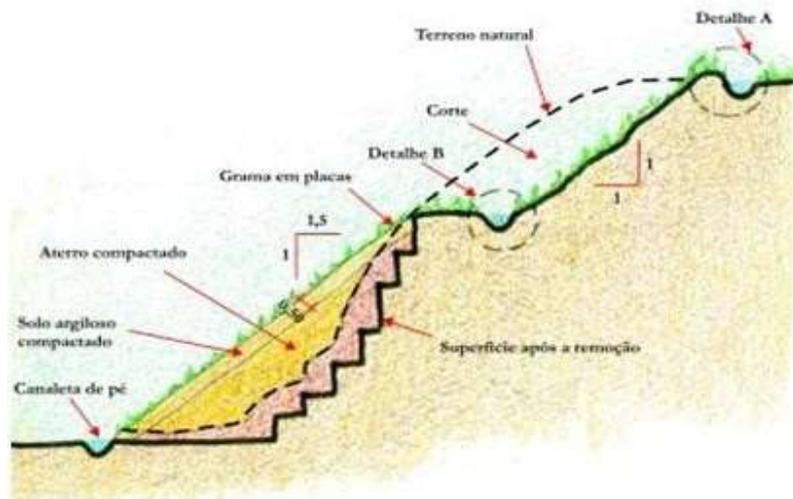
Situações onde a estabilização de taludes é feita através da implantação de aterro na base do talude e com a execução de aterro na base e corte na crista do talude, respectivamente, conforme figuras 15 e 16.

Figura 15 - Plano de estabilização através da implantação de aterros no fundo da encosta.



Fonte: (Pfaltzgraff, 2010).

Figura 16 - Plano de estabilização que envolve a implantação de aterros na parte inferior da encosta.



Fonte: (Pfaltzgraff, 2010).

2.5 Soluções não estruturais

Diante da incidência dos deslizamentos de encostas, torna-se essencial analisar qual o mecanismo mais eficiente para minimizar os riscos. A preparação da própria comunidade e a criação de uma infraestrutura adequada, tal como a criação de planos de evacuação são medidas alternativas que podem salvar vidas (Parma, 2023).

Segundo Carvalhais et al. (2019), um dos grandes desafios de combater as tragédias envolvendo os movimentos de massas é a ocupação irregular somada com fatores de chuva, e situação do solo. Assim, mesmo com o aumento da estabilidade do solo, o risco ainda existe, mesmo que ele tenha sido reduzido.

Quando existe uma encosta que apresenta riscos para as pessoas em virtude de sua instabilidade várias soluções são pensadas, e aplicar essas soluções não é simples, posto que, as condições da região precisam ser levadas em consideração, pois nem todo tipo de método poderá ser utilizado, e até mesmo para retirar as pessoas precisa de estratégia, haja vista, que elas precisam de um lugar para ficar (Liberati et al., 2019)

Rodrigues (2019), destaca que existe um quantitativo enorme de localidades no Brasil com possibilidade de deslizamentos de terra, e intervir de modo a reduzir os riscos requer profissionais capacitados; disponibilidade de recursos financeiros para contratação de pessoas, e compra de materiais. E mesmo assim o risco ainda permanece.

3. METODOLOGIA

Quanto a metodologia desse trabalho, compreende uma revisão bibliográfica, que tem como escopo a questão dos deslizamentos de encostas, e potenciais métodos preventivos para sua minimização no município do Recife.

Foram selecionados 17 artigos científicos do Google Acadêmico que tratam sobre os desafios para promoção da prevenção dos deslizamentos de encostas, e 5 artigos sobre o uso de solo grampeado e tela argamassada como intervenções em localidades estrategicamente selecionadas para minimizar o risco de deslizamentos. O período dos artigos selecionados foi entre 2018 e 2023. Os descritores foram: deslizamentos; encostas; solo grampeado; tela argamassada.

Os métodos preventivos, tiveram como critério de seleção um relativo baixo custo e a sua fácil aplicação.

Foram utilizados os seguintes descritores: encostas; deslizamentos; solo; grampeado.

O estudo do tipo bibliográfico faz parte do cotidiano do âmbito acadêmico, e tem como característica o desenvolvimento, e inovação do conhecimento acerca de um determinado tema, ou problema levantado.

Com relação a esse tipo de pesquisa explica Souza et al. (2021),

“A pesquisa científica é iniciada por meio da pesquisa bibliográfica, em que o pesquisador busca obras já publicadas relevantes para conhecer e analisar o tema problema da pesquisa a ser realizada. Ela nos auxilia desde o início, pois é feita com o intuito de identificar se já existe um trabalho científico sobre o assunto da pesquisa a ser realizada, colaborando na escolha do problema e de um método adequado, tudo isso é possível baseando-se nos trabalhos já publicados (Sousa, Oliveira, Alves, 2021, p. 65).”

Conforme o exposto, a pesquisa bibliográfica é um instrumento fundamental na construção da pesquisa científica, posto que são utilizadas obras de outros autores para a construção do aprimoramento, e atualização de um determinado tema. Ainda sobre a importância desse tipo de pesquisa, é vital destacar que ela faz parte dos cursos de graduação, pois ela expressa o passo inicial das ações de pesquisa científicas (Silva, Oliveira, Silva, 2021).

A natureza desse estudo é qualitativa, pois a pesquisa bibliográfica concebe na definição de um problema, e busca compreender por meio da reflexão, e elevação do grau de conhecimento sobre esse problema (Silva, Oliveira, Silva, 2021). No caso desse trabalho o problema consiste em analisar instrumentos preventivos para o problema dos deslizamentos de encosta no município do Recife.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados buscou-se examinar obstáculos para a prevenção dos deslizamentos de encostas, bem como averiguar o uso do solo grampeado e tela argamassada como mecanismos de solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife. Os autores Moraes e Fernandes (2023), destacaram que a ocorrência de movimentos de massas é um dos tipos de desastres mais fatais presentes na terra, que diante de todo o potencial destrutivo desse fenômeno, é crucial que sejam criados mecanismos de minimização desse tipo de evento.

Os movimentos de terra são deslocamentos de solos, rochas como resultado natural da força gravitacional e, no Brasil, esse tipo de movimento de massa é mais comum do que se espera. Em determinadas épocas no território brasileiro é comum que exista uma maior incidência das tragédias envolvendo o deslizamento de encostas (Arantes, Simões, Ferreira, 2022).

E para proporcionar maior segurança, as medidas aplicadas envolvem intervenções com o objetivo de prover a estabilidade de encostas, especialmente, pelo impacto da expansão populacional desgovernada que potencializa os incidentes com os movimentos de massas.

No caso do Recife, existem muitos solos com irregularidades e com potencial para incidentes envolvendo o movimento de terras, que tem como condicionantes as chuvas e aspectos relativos ao solo e ao relevo. Para minimizar a possibilidade de eventos trágicos como produto dos movimentos de massas, alguns mecanismos podem ser utilizados, tal como o solo grampeado, muro de gravidade, tela argamassada e cortina atirantada.

4.1 Estabilização do Talude

Os métodos para estabilização do talude compreendem dois tipos: obras sem estruturas de contenção (drenagem, proteção artificial e retaludamento) e obras com estruturas de contenção (muros de gravidade e cortinas atirantadas), que são essenciais para que a drenagem ocorra de maneira eficaz (Matias et al., 2022).

No caso da drenagem, ela é um fator crucial na contribuição da estabilidade dos taludes, haja vista, que a infiltração de água pode ocorrer sob a ação da chuva devido aos prejuízos no sistema de drenagem, fluxos por meio das rachaduras no leito rochoso, e até descontinuidade em tubulações de água ou esgoto que podem vir a ocorrer (Matias et al., 2022).

A criação de estruturas de contenção é uma ação necessária para minimizar os riscos de deslizamentos de massas. Em conjunto com a criação dos muros de contenção, é vital a criação de um sistema de drenagem para que a segurança da estrutura não seja comprometida. São vários os métodos de contenção como, por exemplo, o muro de gravidade em alvenaria e outros, conforme figura 17.

Figura 17 – Muro de gravidade de pedra rachão, contenção de alvenaria armada com coluna e cinta de concreto armado.



Fonte: Autor (2023).

Conforme defendido anteriormente, a drenagem é essencial nas estruturas de contenção, pois ela atua de modo a elevar a segurança, uma vez que evita os deslizamentos junto com os outros métodos. A drenagem trabalha em favor de elevar a vida útil de um determinado pavimento, já que reduz o impacto das chuvas nas estruturas de contenção.

4.2 Obstáculos para a prevenção dos deslizamentos de encostas

O principal obstáculo para prevenção dos deslizamentos de encosta decorre do fato delas serem produtos de fatores de pouco ou mesmo nenhum controle humano, como, por exemplo, chuvas intensas em pequenos intervalos de tempo; aspectos estruturais do solo e a ocupação irregular dos espaços.

Esses movimentos de massas se caracterizam pela queda de barreiras, ou seja, movimentos de descida do solo e rochas como efeito direto da gravidade. A presença de chuvas, favorecidas pelas condições climáticas nacionais, também é um motor que alimenta esses deslizamentos. E isso é mais um ponto que contribui para que o trabalho de prevenção dos deslizamentos seja dificultado.

4.3 O uso de solo grampeado como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife

Quanto aos mecanismos preventivos foram abordados o uso de solo grampeado. No caso do uso do solo grampeado para diminuir os riscos de

movimentos de massas, ficou evidente que ele apresenta restrições quanto a ocorrência de matacões e regiões densamente ocupadas, dado que o seu funcionamento exige ancoragens passivas, dessa forma, é necessário o deslocamento do solo para que as ancoragens funcionem. Os taludes são localidades com elevada inclinação que promove a estabilidade de um terreno, são as encostas naturais.

O solo grampeado consiste em 3 etapas: perfuração, centralização da barra de ferro, inserção da linha de grampo e realização de revestimento com tela metálica e concreto projetado. Ele apresenta um custo mais baixo, e uma contenção consideravelmente eficiente. Esse método se materializa por meio de reforço do solo através de barra de aço, e outros materiais como cimento.

Apesar de contribuir com a estabilidade do solo, nos casos de encostas com maior grau de inclinação, ou com deslocamentos de massas intensos, sua eficácia fica comprometida.

4.4 O uso de tela argamassada como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife.

As telas argamassadas são essenciais para que exista um reforço estrutural nas encostas, especialmente, pela promoção da sustentação e segurança que elas passam para as estruturas. Nos casos dos taludes de maiores alturas, é essencial utilizar a argamassa de cimento e areia para preencher os espaços dos blocos de pedra, haja vista, que ela provoca maior rigidez no muro, contudo, o potencial de drenagem é reduzido (Gerscovih, 2018).

4.5 Medidas alternativas e preventivas para proteger as pessoas que vivem em situações com potencial risco de deslizamento.

Quanto às medidas alternativas, evidencia-se que a retirada de pessoas de localidades de risco acaba sendo a medida mais eficiente no quesito preservação de vidas, uma vez que todos os mecanismos de contenção de encostas apresentam algum grau de falha, ou seja, mesmo usando esses métodos ainda permanecem os riscos.

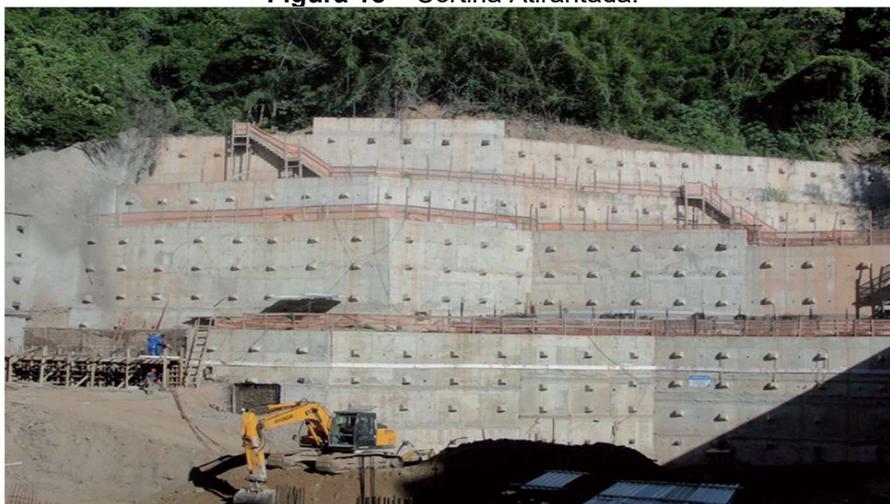
Em determinados períodos do ano, com base no que foi exposto nessa pesquisa, nota-se que existe uma vulnerabilidade de cidades brasileiras perante eventos naturais como chuva. Muitos fatores fomentam essas vulnerabilidades, dentre eles, a incapacidade do Estado de prover casas adequadas para todas as camadas sociais.

Ordenar o território em favor do interesse social não é uma tarefa fácil, pois a demanda por moradia é constante, com isso, as pessoas que vivem em localidades de risco, tais com as encostas, acabam ficando suscetíveis de serem alvo de tragédias como as que ocorreram no Recife.

4.6 O uso de Cortina Atirantada como solução preventiva para o deslizamento de encosta no município de Recife.

A Cortina Atirantada não é utilizada com frequência em virtude de seu elevado custo, por isso, ela acaba sendo um método de prevenção dos deslizamentos pouco utilizado em comparação com outras estratégias. Conforme figura 18, Cortina Atirantada é um tipo de parede utilizada em locais onde ocorreram alteração em seu equilíbrio por conta de escavações ou reaterro de um de seus lados. (Fagundes, 2019).

Figura 18 – Cortina Atirantada.



Fonte: Gerscovich et al. (2019).

Ela tem como vantagem o fato de ser uma solução sem restrição de aplicação, isso significa que ela vence qualquer altura ou situação. E ela também suporta elevadas cargas de tração, o que é comum de ocorrer nos deslizamentos. E a

desvantagem é que se trata de uma medida bastante cara, pois necessita de pessoal qualificado, equipamentos, técnicas de controle especializadas; e sua vida útil também manifesta desvantagens (Fagundes, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado nesse estudo, anualmente, ocorrem tragédias envolvendo o deslizamento de encostas em todo o país. E esses movimentos de massa incidem com maior frequência em períodos de chuva, pois elas contribuem para o deslizamento. Sendo um dos fatores que elevam o grau de risco para o acontecimento das tragédias envolvendo a movimentação do solo e outros materiais.

A presença de moradias em locais irregulares também é um dos principais fatores que alimenta a ocorrência das mortes em locais atingidos pelo deslizamento do solo. Observou-se, que mesmo com a tomada de medidas de fortalecimento do solo, pela técnica da tela argamassada, ainda é possível que ocorra o deslizamento. Sendo assim, medidas mais simples podem ser as mais eficientes no quesito preservação de vidas.

Portanto, o monitoramento, fiscalização, e criação de mecanismos de alerta são vitais para salvar vidas. Outro ponto que precisa ser enfatizado é que as moradias irregulares são fatores preponderantes para o grau de criticidade do fenômeno, já que quase sempre resultam em eventos trágicos com perdas de vidas.

Sendo assim, analisando todas as medidas de prevenção, a retirada das pessoas dos locais de risco aparenta ser a mais eficaz. Entretanto, devido aos intrincados laços e relações sociais, empregatícias, etc., existentes nas comunidades que habitam as diversas áreas de risco, nem sempre torna-se uma simples tarefa para o poder público, o deslocamento de pessoas desta localidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ARANTES, Natalí das Graças; SIMÕES, Rony Costa Nardi; FERREIRA, Taináh Aparecida Alves. **Deslizamento de encostas: estudo de caso no bairro Gabiroba**, Itabira-MG. 2022.

BASTOS, Paulo Sérgio. **Fundamentos do concreto armado**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2023.

CARVALHAIS, Rafael Mendonça et al. **Deslizamento de encostas devido a ocupações irregulares**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 7, p. 9765-9772, 2019.

CEBALLOS, Carlos Arturo Moreno. **Índice de qualidade de encostas: uma metodologia de suscetibilidade ao deslizamento para corredores de transporte**. Rev. Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Palhoça, v. 12, 2023.

OLIVEIRA, Claudio Bonfante de et al. **A relevância de solos grampeados na contenção de taludes**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 7, p. 1511-1522, 2023.

NASCIMENTO, Antonio Marcos Marques do; NASCIMENTO, Elson Antônio do. **Análise de dados pluviométricos para a prevenção de riscos de instabilidade de encostas no município de Niterói**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 3, p. 182-195, 2022.

FAGUNDES, Geandle. **Estudo de dimensionamento e execução de obra de contenção em cortina atirantada na rodovia BR-116/SC**, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/197445/TCC%20GEANDLE%20CORRIGIDO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 01 de out. de 2023.

FONTOURA, Tahyara Barbalho. **Caracterização geológico-geotécnica e análise de susceptibilidade e estabilidade da Encosta “Alto de Santa Tereza” em Recife-PE**. 2022.

Folhapress. **Chuva causam 44 mortes e deixam 56 desaparecidos no Grande Recife**, 2022. Disponível em: <https://opopular.com.br/cidades/chuvas-causam-44-mortes-e-deixam-56-desaparecidos-no-grande-recife-1.2463948>. Acesso em 01 de out. de 2023.

GERSCOVIIH, Denise M S. **Estruturas de Contenção**, 2018. Disponível em: <http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>. Acesso em 01 de out. de 2023.

GERSCOVIIH, Denise, SARAMAGO, Robson, DANZIGER, Bernadete Ragoni. **Contenções: Teoria e aplicações em obras**, Ed. 2, Oficina de textos, 2019.

GIRÃO, Osvaldo. **Análise de Processos Erosivos em Encostas na Zona Sudoeste da Cidade do Recife-Pernambuco**, 2007.

GUSMÃO FILHO, Jaime de A. **Fundações do Conhecimento Geológico à Prática da Engenharia**. UFPE, Recife/PE, 1998.

Jornal do Comércio. **Chuvas causam 44 mortes e deixam 56 desaparecidos no Grande Recife**, 2022. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/geral/2022/05/849084-chuvas-causam-44-mortes-e-deixam-56-desaparecidos-no-grande-recife.html. Acesso em 01 de out. de 2023.

LIBERATI, Flávia Miglioranci et al. **Estabilidade de encosta x ocupação antrópica**. 2019.

MATIAS, Aline Ângela et al. **Contenção de obras rodoviárias: restrições e estabilização de taludes e encostas**, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/24590/1/TCC%20-%20Conten%C3%A7%C3%A3o%20de%20obras%20rodovi%C3%A1rias%20restr%C3%A7%C3%B5es%20e%20estabiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20taludes%20e%20encostas.pdf>. Acesso em 03 de out. de 2023.

MORAIS, Leonardo Oliveira; FERNANDES, Erminio. **Aplicação do índice de concentração de rugosidade (ICR) na identificação de áreas suscetíveis a deslizamentos de encostas em Sorocaba, SÃO PAULO**. 2023.

OLIVEIRA, Claudio Bonfante de et al. **A relevância de solos grampeados na contenção de taludes**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 7, p. 1511-1522, 2023.

PRADO, Pedro Augusto Alves. **Uso de sensoriamento remoto para zoneamento de áreas susceptíveis à ocorrência de subsidência do solo e deslizamento de encostas**. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na região metropolitana do Recife**, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6331/1/arquivo6785_1.pdf. Acesso em 03 de out. de 2023.

PARMA, Gabriel Cremona. **O risco ambiental aos deslizamentos de terra**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 12, n. 1, p. e18741-e18741, 2023.

PEDREIRA, Laedson Silva et al. **Predição de Escorregamentos de Encostas baseada em Aprendizado de Máquina**. 2022.

PEIXOTO, Isabella. **Movimento de Massa: Tombamento de blocos**, rastejos. 2022. Disponível em: <https://igeologico.com.br/processos-de-dinamica-superficial-movimentos-de-massa/>. Acesso em 03 de out. de 2023.

PEREIRA, Alex Gomes; DA SILVA, Rafael Luis; ABREU, Alisson Schutz. **Aplicação de solo grampeado para recuperação de uma encosta do rio madeira**. Revista de engenharia e tecnologia, v. 14, n. 2, 2022.

RODRIGUES, Anderson Barros. **Sistema de monitoramento da umidade do solo para previsão de deslizamentos**. 2019.

SILVA, Michele Maria da; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SILVA, Glênio Oliveira da. **A pesquisa bibliográfica nos estudos científicos de natureza qualitativos**. Revista prisma, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 91-109, 2021.

SILVA, Matheos Abner et al. **Correlação de chuvas e deslizamentos para o município de Ibirama-SC**. 2022.

SILVA, Regina da. **Proposta para estabilização de uma encosta ocupada em Camaragibe PE com a consideração de um tratamento global, 2010**. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5376>. Acesso em 03 de out. de 2023.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. **A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos**. Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83/2021.

SOARES, Guilherme Márcio; LAFAYETTE, Kalinny Patricia; DA SILVA, Luciana Cássia Lima. **Análise de uma encosta em área de risco no bairro de aguazinha-olinda/pe**. MIX Sustentável, v. 8, n. 3, p. 47-54, 2022.

YAZAKI, Bianca Fukuhara et al. **Análise das técnicas de contenção e estabilização de solos em encostas com ocupação antrópica**. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 170-194, 2020. doi:10.5935/RMEC.v20n1p170-194.