

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO – UNIBRA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ABRAÃO VIEIRA DE LIMA**

**ÍTALO MARCOS AMORIM SILVA**

**MARIA VITÓRIA SANTOS DE ARAÚJO**

**PREVENÇÃO DE DESLIZAMENTOS EM MORROS:**

**ESTRUTURAS DE CONTENÇÕES.**

**RECIFE**

**2023**

**ABRAÃO VIEIRA DE LIMA**  
**ÍTALO MARCOS AMORIM SILVA**  
**MARIA VITÓRIA SANTOS DE ARAÚJO**

**PREVENÇÃO DE DESLIZAMENTOS DE MORROS:  
ESTRUTURAS DE CONTENÇÕES.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a disciplina de TCC II do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário – Unibra, como parte dos requisitos para a conclusão do curso.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carolina França.

RECIFE

2023

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

L732p Lima, Abraão Vieira de.  
Prevenção de deslizamentos em morros: estruturas de contenções/  
Abraão Vieira de Lima; Ítalo Marcos Amorim Silva; Maria Vitória Santos de  
Araújo. - Recife: O Autor, 2023.  
25 p.

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

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

Inclui Referências.

1. Engenharia civil. 2. Obras de contenção. 3. Deslizamento de  
encostas. I. Silva, Ítalo Marcos Amorim. II. Araújo, Maria Vitória Santos  
de. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 624

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de mostrar toda nossa gratidão, primeiramente a Deus, pela benção e permissão de desenvolver e vivenciar todo o curso, toda a produção desse projeto e a conclusão dessa graduação em nossas vidas. Foram dias difíceis, de renúncias, mas Ele sabe de tudo e sempre esteve por nós, além de nos proporcionarmuitos momentos vitoriosos.

Toda gratidão também aos nossos familiares, em especial aos nossos pais, pois cada um deles possuem uma parcela importantíssima em todo esse percurso e assistência na conclusão do curso. A todos esses anos de investimentos em nossas vidas, palavras de apoio, e toda dedicação e auxílio para que tudo se tornasse possível e coerente, diante de todos os valores, força e persistência que nos foram ensinados.

A nossa professora orientadora, Carolina França, em especial, pela atenção, disponibilidade, e correção, em especial, por cada palavra de incentivo, e disposição em suas orientações. Nosso muito obrigada, pois não há palavras que realmente possam demonstrar toda nossa gratidão em nome do seu amparo na realização do sonho de três alunos. É uma grande honra tê-la como parte de todo esse processo. Que Deus a abençoe grandemente e possa recompensar toda sua dedicação conosco.

A irmã do aluno Ítalo Amorim, nossa imensa gratidão pela sua contribuição essencial e admirável da melhor forma possível, Milena Amorim, sua compreensão e apoio nas etapas de desenvolvimento e empecilhos foram fundamentais para nós.

A namorada do aluno Abraão Viera, Karolyne Ingrid, aqui deixamos nosso singelo agradecimento pela sua dedicação, orientação, contribuição e incentivo nos momentos de desânimo, deixando mais leve as implicações de forma incrível e especial.

Gratidão à todos que contribuíram com nossa jornada, de forma direta ou indireta.

Que Deus em sua infinita bondade possa recompensar todos vocês!

## RESUMO

A construção de estruturas de contenção são obras que frequentemente são apresentadas ao engenheiro civil. Na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, em razão a sua topografia e intensa ocupação urbana de áreas de risco, tornam-se frequentes as construções de estruturas de contenções, com a finalidade de garantir a estabilidade das encostas e a segurança dos projetos e da população. Os deslizamentos de encostas é um assunto delicado e deve ser abordado de forma cautelosa, tendo em vista que de certa forma isso reflete diretamente na vida e na moradia da população.

Dessa forma, torna-se válido ressaltar que os objetivos desse estudo de caso são: Prevenir deslizamentos em morros: estruturas de contenções na cidade do Recife; Levantar pontos positivos e negativos do atual cenário das encostas na cidade do Recife; Planejar estratégias trazendo dados sólidos dos tipos de contenções; Analisar os tipos de contenções mais viáveis, rentáveis e seguros para áreas de riscos; Formular propostas de intervenções para prevenção dos desastres naturais.

Diante disso, é perceptível que a análise sobre o estudo de abordagens de algumas obras de contenções, além de formular propostas de prevenções para minimizar os danos e impactos que são causados pelos deslizamentos é o um dos pilares principais que são abordados ao longo desse projeto. Logo, foram analisados alguns documentos e pesquisas, a fim de visar e exaltar a importância do estudo desse conteúdo. Desse modo, foram realizadas análises dos tipos de contenções mais utilizados no Recife, apresentando suas histórias, formas de aplicações e funcionamento, vantagens e desvantagens.

Sendo assim, a partir dos estudos realizados, será possível observar o tipo de contenção quemelhor deve ser aplicada, de acordo com o talude, além de relacionar o custo benefício de cada estrutura. Portanto, todo o projeto possui o objetivo de demonstrar o melhor tipo de construção para prevenção dos deslizamentos de encostas, a partir do estudo de cada caso, a fim de propor uma medida que solucione tal problema.

**Palavras-chave:** Engenharia civil. Obras de contenção; Deslizamento de encostas.

## ABSTRACT

The construction of containment structures are works that are frequently presented to the civil engineer. In the city of Recife, capital of the state of Pernambuco, due to its topography and intense urban occupation of risk areas, the construction of containment structures has become frequent, with the purpose of guaranteeing the stability of the slopes and the safety of projects. and the population. Landslides are a delicate subject and must be approached cautiously, considering that in some ways this directly affects the lives and housing of the population.

Therefore, it is worth highlighting that the objectives of this case study are: Preventing landslides on hills: containment structures in the city of Recife; Raise positive and negative points of the current scenario of slopes in the city of Recife; Plan strategies bringing solid data on the types of containment; Analyze the most viable, profitable and safe types of containment for risk areas; Formulate intervention proposals to prevent natural disasters.

In view of this, it is noticeable that the analysis of the study of approaches to some containment works, in addition to formulating prevention proposals to minimize the damage and impacts caused by landslides, is one of the main pillars that are addressed throughout this project. Therefore, some documents and research were analyzed in order to aim and highlight the importance of studying this content. In this way, analyzes were carried out on the types of containment most used in Recife, presenting their histories, forms of application and operation, advantages and disadvantages.

Therefore, based on the studies carried out, it will be possible to observe the type of containment that should best be applied, according to the slope, in addition to relating the cost-benefit of each structure. Therefore, the entire project aims to demonstrate the best type of control to prevent landslides, based on the study of each case, in order to propose a measure that solves this problem.

**Keywords:** Civil engineering. Containment works. Slope sliding.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – Muro de Arrimo por Gravidade.....	13
FIGURA 02 – Muro de Arrimo de Flexão .....	14
FIGURA 03 – Solo Grampeado .....	16
FIGURA 04– Cortina Atirantada.....	18
FIGURA 05 – Contenção Geomanta.....	19
FIGURA 06 – Mapa de áreas de risco da região metropolitana do Recife .....	27
FIGURA 07 – Classificação de Risco.....	28
FIGURA 08 – Muro de pedra rachão em estudo .....	29
FIGURA 09 – Muro de pedra rachão em estudo .....	29
FIGURA 10 – Deslizamento de barreira em 2022 .....	30

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. JUSTIFICATIVA .....	10
3. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS .....	11
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA OU FUNDAMENTAÇÃO .....	12
5. ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO. ....	12
5.1 Processo de Muro de Arrimo .....	12
5.1.1 Muro de Arrimo por Gravidade .....	13
5.1.2 Muro de Arrimo por Flexão .....	13
5.1.3 Histórico do Muro de Arrimo.....	14
5.1.4 Vantagens e Desvantagens.....	15
5.2 SOLO GRAMPEADO .....	16
5.2.1 Processo Solo Grampeado.....	16
5.2.2 Histórico Solo Grampeado .....	17
5.2.3 Vantagens e Desvantagens. ....	17
5.3 CORTINA ATIRANTADA. ....	18
5.4 CONTENÇÃO GEOMANTA .....	19
6 METODOLOGIA/ MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO. ....	22
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
9 REFERÊNCIAS.....	33

# 1. INTRODUÇÃO

Os desafios sociais no estado de Pernambuco perduram ao longo do tempo. De uma certa maneira, nota-se um aumento progressivo na preocupação tanto das autoridades públicas, quanto da sociedade, ainda que de maneira insuficiente, em resolver essas questões. Este trabalho está sendo preciso em áreas que, devido aos problemas amplamente conhecidos da sociedade, foram ocupadas de maneira inadequada. Assim, procede uma série de desafios associados a essa ocupação que transforma espaços anteriormente desocupados, em áreas de risco.

Um exemplo desse desafio são os desmoronamentos das barreiras de talude, que se localizam na região metropolitana do Recife, causado principalmente no período do inverno, devido às fortes chuvas. Os morros são os principais afetados, por não haver o suporte conveniente para receber esse fenômeno. Solo encharcado, casas destruídas, aulas suspensas e o principal, vidas e sonhos chegando ao fim. O estudo de medidas de contenções se faz urgente e mais que necessário para redução de todas essas catástrofes, pois a segurança das pessoas que vivem ou trabalham nas áreas afetadas deve ser prioridade máxima. Além de, salvar vidas, proteger o meio ambiente e a infraestrutura. (SANTANA,2006).

O estudo de uma estrutura de contenção, dimensionamento e execução, envolve a avaliação de vários fatores, entre eles, a prevenção dos deslizamentos em morros. Diante disso, ressalta-se a importância de desenvolver um projeto considerado bastante importante, pois é necessário fazer com que engenheiros e órgãos públicos priorizem o processo para a execução das encostas. Assim, possibilitando aos moradores dessas áreas, juntamente com o auxílio moradia, para uma nova residência em locais seguros. Ainda assim, muitos não aceitam e continuam em suas casas, porém, quando o grau de risco aumenta, torna-se urgente a evacuação da área. Com isso, a partir da saída da população das áreas de risco, os agentes responsáveis poderão ampliar e executar o processo de construção de contenções apropriadas para cada caso, logo, reduzindo os riscos de catástrofes.

As estruturas de contenções são obras construídas com o intuito de fornecer a estabilidade contra a ruptura de maciços de terra ou rocha. São estruturas que fornecem suporte a estes maciços, evitando o movimentos de terra causados pelo seu peso próprio ou por carregamentos externos (BARROS, 2004).

A partir disso, no presente trabalho foram estudados três tipos de contenções, muro de arrimo de alvenaria, muro de arrimo de pedra rachão e solo grampeado. Além da análise de vantagens e desvantagens entre as alternativas estudadas para verificação da técnica mais adequada. Isso será feito, a fim de proporcionar a melhor solução de contenção para prevenção dos deslizamentos.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Os movimentos de massa têm sido estudados ao redor do mundo, no qual podemos caracterizar como movimentos gravitacionais responsáveis pela mobilização de solo, sedimentos, vegetação ou rocha pela encosta abaixo, geralmente potencializados pela ação da água. Esses eventos indesejáveis podem causar perdas de vidas humanas, de bens materiais, além de acarretar em impacto social e econômico, tanto na esfera pública quanto no setor privado. Ademais, outro efeito dos deslizamentos consiste no impacto ambiental, afetando a flora do local, e, dependendo da magnitude, impactando também na fauna.

Com base no exposto, torna-se de extrema relevância a ampliação dos conhecimentos dos parâmetros que envolvem a concepção de contenções, particularmente, os muros de gabiões, muros de arrimo, solo grampeado, cortina atirantada, e contenção por geomanta. As obras de contenções buscam evitar que este fenômeno ocorra, trazendo assim, uma maior segurança à região. Além disso, com a construção das estruturas de contenção, há a viabilidade para a ampliação de estradas, rodovias, ruas e avenidas em locais estratégicos, para assim, promover deslocamentos e desenvolvimento fluído, inclusive econômico, para determinadas regiões.

Segundo estudos do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - em (2022) no Estado de Pernambuco, quando somadas as parcelas de alto risco de deslizamento, chega-se a 60% do território. Estes números reforçam a justificativa desta pesquisa visto que na região de estudo deste projeto, em Pernambuco, o impacto das chuvas potencializa a ocorrência de deslizamentos, fazendo-se necessário a elaboração de estudos que proporcionem a prevenção destes incidentes,

além da elaboração de projetos de contenção que atendam especificamente aquela região.

Diante da tragédia das chuvas e deslizamentos marcados também pela grande repercussão nacional em 2022, é imprescindível a análise acerca dos acontecimentos dessas tragédias, o que motiva a disposição desse projeto, a fim de propor uma medida que solucione tal problema. De modo que, não por acaso, a prevenção dos deslizamentos do morro, promove o estudo das estruturas de contenções, logo, a melhor metodologia para enfrentamento, projeto e execução para que tragédias como essas apresentadas, sejam melhor prevenidas. Portanto, justifica-se o motivo da escolha desse tema, visto que é um problema que acomete grande parte das regiões brasileiras, neste caso, sob estudo específico da capital de Pernambuco, na região metropolitana do Recife.

### **3. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Prevenir deslizamentos em morros: estruturas de contenções na cidade do Recife.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Levantar pontos positivos e negativos do atual cenário das encostas na cidade do Recife;

Planejar estratégias trazendo dados sólidos dos tipos de contenções;

Analisar os tipos de contenções mais viáveis, rentáveis e seguros para áreas de riscos;

Formular propostas de intervenções para prevenção dos desastres naturais.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA OU TEÓRICA**

Com base nesses viés, entende-se por estrutura de contenção aquele elemento de parede vertical ou quase vertical que resiste às solicitações providas do solo. Logo, o projeto de estruturas de contenção, assim como qualquer outra estrutura, consiste no dimensionamento da mesma para atender aos esforços atuantes. Assim, é importante previamente analisar os esforços nos quais a estrutura está submetida (empuxo), para posteriormente verificar se não haverá problemas quanto a sua estabilidade.

Dessa forma, existem inúmeras técnicas de contenção de encostas para amenizar toda essa catástrofe. A escolha adequada entre elas depende das características particulares do local em questão e dos propósitos desejados para a contenção. Portanto, dessa maneira, serão abordados nesse revisão teórica os tipos de contenção de encostas mais frequentes na cidade do Recife.

## **5. ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO**

### **5.1 Processo do Muro de Arrimo**

O processo do muro de arrimo é uma estrutura volumétrica formada por blocos destinadas a estabilizar encostas junto a edificações nas áreas urbanas, pontes, estrada ou ruas. A construção de um muro de arrimo representa sempre um elevado ônus no orçamento total de uma obra devido aos altos gastos com materiais como concreto e aço. Podem ser constituídos de paredes vertical ou quase vertical, sendo apoiados numa fundação rasa ou profunda. (PEREIRA, 2016)

Acerca do sistema de drenagem, o muro de arrimo é composto por uma canaleta na parte superior do talude para direcionamento da água. Logo abaixo dessa canaleta, há um dreno para absorção da água interna do talude, além disso, também são instalados drenos conhecidos como barbacãs. Assim, existem dois tipos de muro de arrimo, o de gravidade e de flexão.

### 5.1.1 Muro de Arrimo por Gravidade

Figura 01- Muro de Arrimo por Gravidade

#### Muros de concreto ciclópico ou concreto (muro de gravidade)



(Fonte: Pereira,2016)

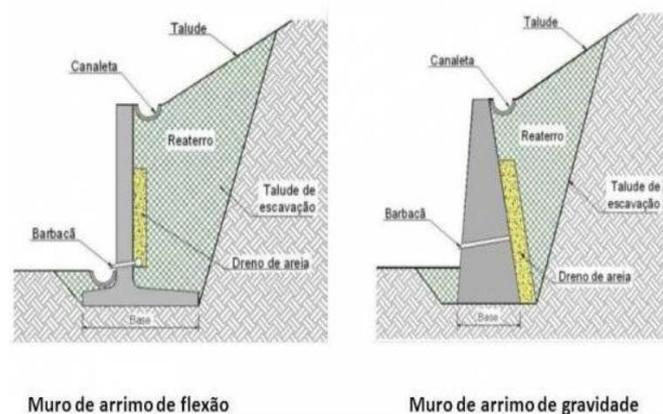
Muros de arrimo por gravidade são estruturas que combatem os empuxos horizontais pelo próprio peso. O peso próprio e combinado com parte de terras suportadas contribuem para a estabilidade do talude. Geralmente, são utilizadas para conter desníveis pequenos ou médios, inferiores a cerca de 5 metros. Os muros de gravidade podem ser construídos com pedra, concreto ciclópico (simples ou armado), gabiões ou ainda, pneus usados. (PEREIRA, 2016)

### 5.1.2 Muro de Arrimo por Flexão

Essa estrutura é mais esbelta, ou seja, são mais finas, que podemos destacar como uma vantagem, de antemão, os esforços de flexão, exige a inserção de aço, e pode até ter execução de tirantes, quando for em alturas maiores. Não utilizam apenas seu próprio peso para suportar a carga do solo. Construída com concreto armado ou protendido e torna-se mais cara. Podendo ter tamanhos de até 5 metros,

de antemão, podendo ultrapassar essa altura, somente utilizando contrafortes para reforçar a estrutura e conter o tombamento do talude. Exemplo de alguns muros de flexão é o muro de concreto armado que é considerado uma das melhores opções, por ter a maior estabilidade em comparação aos outros materiais. (Gerscovich, 2016).

Figura 02- Muro de Arrimo de Flexão



Fonte: Melo, (2020)

### 5.1.3 História do Muro de Arrimo

A partir da antiguidade, foi imprescindível nas primeiras construções ter um isolamento para viabilizar um conforto e segurança para a população no momento, em vários locais. O uso de muros de arrimo retoma a civilizações antigas, como por exemplo: os Romanos, que utilizaram técnicas de engenharia para construir estruturas de contenção de terra. Como também, na China, a grande Muralha é um exemplo eminente de muro de arrimo, construído em terreno montanhoso para fins defensivos. (Schneider, 2020).

#### **5.1.4 Vantagem e desvantagem**

“O solo tem diferentes propriedades mecânicas que variam em função de sua compactidade, textura e grau de umidade, o que torna mais complexas as análises de estabilidade da encosta e suas respectivas soluções”, ressalta Paulo César Belesso Ferretti, coordenador de Marketing da Maccaferri América Latina.

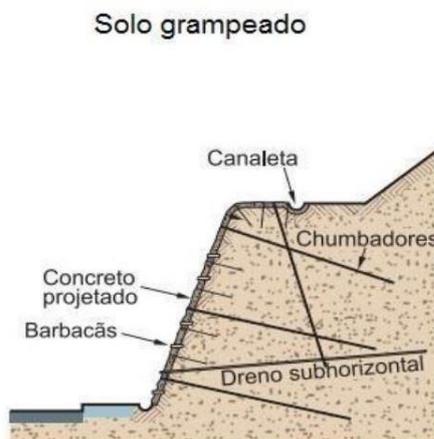
A principal vantagem é a estabilidade do solo, o aproveitamento de terras inclinadas e a segurança que vai das áreas urbanas, a infraestruturas e rodoviárias. Para evitar problemas ocasionados pelas superfícies da terra. E a desvantagem, é a questão dos custos que dependendo do muro faz necessário uma determinada escavação profunda e de matérias de alta qualidade. Acarretando um orçamento alto. Conhecimentos técnico da engenharia, para garantir a segurança da execução . (Ferretti, 2014).

Ainda sobre a vantagem, em decorrência dos desastres ocorridos da capital recifense, como a penetração de terra e desmoronamentos, foi viabilizado o desenvolvimento de uma maior conscientização sobre a importância da prevenção e da gestão das encostas na cidade. Nas áreas mais críticas, houve investimentos na infraestrutura, como os sistemas de drenagem e contenção das encostas para redução de riscos.

Em relação à desvantagem, o Recife é um município bastante povoado, e por esse motivo, causa uma maior densidade populacional, em decorrência de uma desigualdade histórica social, ou seja, muitas pessoas foram marginalizadas para áreas de encostas, aumentando os riscos em caso de penetração. Em muitos desses casos, houve falta de planejamento urbano compatível, o que resultou nas ocupações em áreas de risco, tornando mais difícil a execução de procedimentos preventivos. Ademais, as mudanças climáticas, que aumentam ao longo do tempo com muita frequência e intensidade na cidade, contribuem e agravam os riscos de desmoronamento.

## 5.2 Solo Grampeado

Figura 03 - Solo Grampeado



Fonte: Talus, (2021)

### 5.2.1 Processo Solo Grampeado

O processo do solo grampeado é um tipo de técnica de contenção ou até mesmo reforço de encostas, que se faz necessário o uso de chumbadores enterrados. Essa prática está presente em diversas obras da construção civil, como por exemplo: estradas, túneis, remediação de deslizamentos, entre outras. “O sistema aumenta a coesão do conjunto solo-reforço, criando uma massa de terreno estabilizado que funciona de modo semelhante ao muro de gravidade”, explica o engenheiro Roberto Kochen.

Na aplicação do solo grampeado para drenagem, são instalados drenos para escoamento da água de forma sub horizontal. Captando as águas distantes da face do talude, impedindo que eles caminhem erroneamente vindo a promover erosões. O dreno sub horizontal profundo é formado por tubos perfurados, cobertos por mantas geotêxtil ou telas de nylon. São instaladas no solo em perfurações semelhantes aos chumbadores, o dreno de aparelhamento regula o fluxo das águas, podendo ser do tipo barbacã ou linear contínuo. Após isso, há um revestimento de concreto para acabamento.

## **5.2.2 Histórico do Solo Grampeado**

A estabilização de solos pela Técnica de Solo Grampeado teve seu início no Brasil na década de 70. As primeiras contenções foram executadas com a simples cravação de barras de aço, ou com a perfuração em diâmetro muito próximo ao da barra e a injeção executada sem a preocupação de controle de qualidade. Na superfície do talude aplicava-se tela, imersa ou não em concreto projetado. (Zirlis,2000)

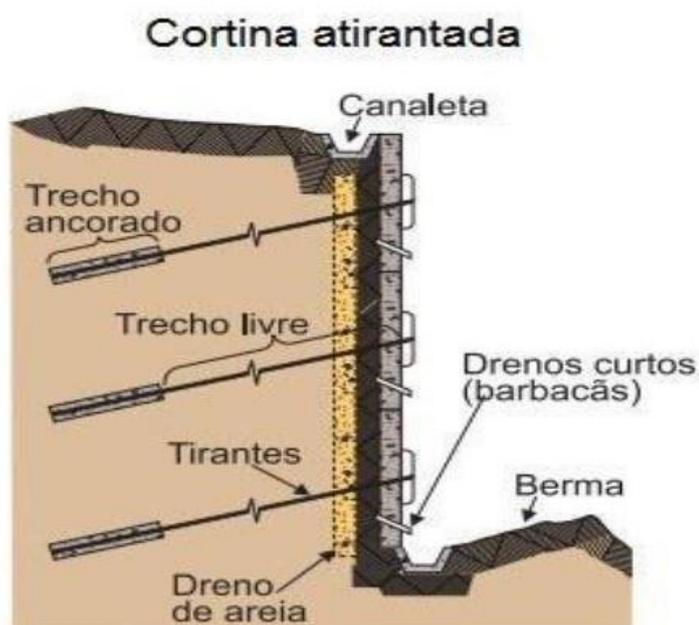
## **5.2.3 Vantagens e Desvantagens do Solo Grampeado**

Esse método se mostra mais ideal em taludes de corte ou em solos coesivos acima do lençol freático. Até então não se faz recomendações se esse talude for do tipo arenoso e com pouca coesão, além de nível d'água elevado, passando o limite da altura do pé de contenção. Mas, diante desses fatos, se faz necessário antes de utilizar o método de solo grampeado, estudos e análises feitas através de sondagens e topografia. Se faz essencial ensaios de resistência dos solos e o cálculo do dimensionamento das aberturas dos chumbadores e qualquer erro levará a comprometer a estabilidade da contenção. Uma das principais vantagens desse processo de contenção é a combinação de segurança e economia que oferece. A eficácia do sistema depende de uma série de fatores, como o tipo de solo, a profundidade e o espaçamento dos chumbadores, entre outros detalhes técnicos. Com isso, é de suma importância que tenha um engenheiro responsável na obra. Portanto, o uso de chumbadores enterrados é uma técnica grandiosa na engenharia civil, mas requer expertise técnica para ser aplicada com sucesso e segurança em diferentes tipos de projetos. (Kochen ,2023).

### 5.3 Cortina Atirantada

Cortinas são contenções que, pelo fato de serem ancoradas ou acopladas a outras estruturas mais rígidas, apresentam menor deslocabilidade (RANZINI; NEGROJR., 1998).

Figura 04- Cortina Atirantada



(Fonte: Talus, 2021)

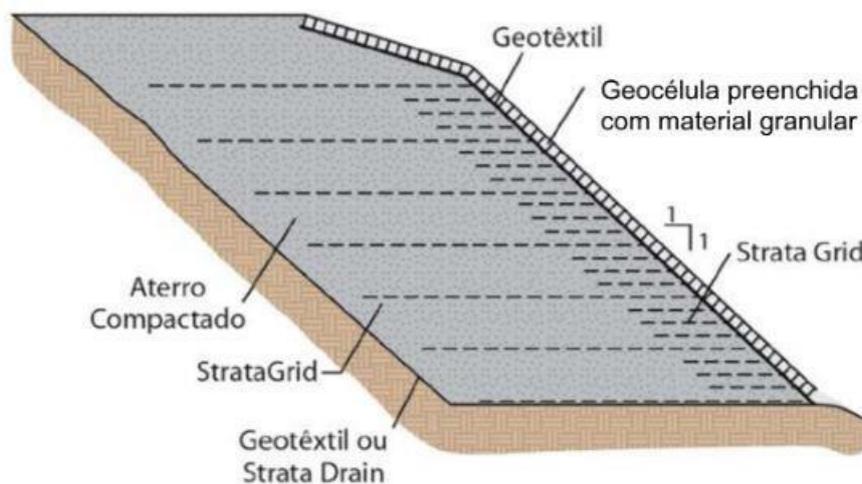
Esse sistema de contenção somente é eficiente e desempenha o comportamento esperado se houver um comportamento monolítico entre a cortina de concreto armado e os elementos que funcionam tracionados (tirantes). Tirantes são elementos que estão ancorados, em uma das extremidades, a painéis de concreto armado, que estão submetidos aos esforços de reação devidos à tração nos tirantes. Dessa maneira, é de fundamental importância, para a estabilidade da estrutura, o funcionamento conjunto entre tirante e cortina de concreto armado.

(Guimarães,2015).

Um dos principais meios para estabilização de encostas é a cortina artirantada, sendo mais modernas, robustas e para grandes áreas. Esse método tem como principais vantagens: pode ser utilizado em qualquer situação de talude, alta durabilidade, pode ser utilizado para qualquer altura. Antes da aplicação da cortina é colocada uma canaleta de drenagem para melhor escoamento dessa água, logo abaixo dessa canaleta é realizado um dreno de areia para maior absorção da água do talude. No caso da cortina atiranta, são adicionados drenos curtos, conhecidos como barbacãs.

#### 5.4 Contenção Geomanta

Figura 05 – Contenção Geomanta



(Fonte: Geoacademy,2015)

Segundo Costa, Sousa e Bezerra Neto (2015) é possível caracterizar as Geomantas como um tipo específico de Geossintéticos para uso exclusivo no controle de processos erosivos, sendo então, sistemas permeáveis que revestem a superfície dos solos de modo a reforçar o mesmo, enquanto confere proteção contra as intempéries. Podem ser aplicadas tanto em taludes (encostas) como em áreas

planase cortes de rodovias e ferrovias, taludes de canais, rios e lagoas, taludes de pilhas de minérios e em coberturas de aterros sanitários e industriais, e pode ser utilizado para proteger a germinação de sementes em encostas, para que de forma associada à vegetação resultante possa conferir maior estabilidade ao terreno. As Geomantas são predominantemente formadas por um entrelaçamento de materiais poliméricos como o Polietileno de Alta Densidade e o Policloreto de Vinila (PVC); apresentam alta durabilidade e resistência à velocidade de escoamento da água das chuvas e podem ser aplicadas ao longo das ribanceiras de cursos d'água.

Sua utilização impede a desagregação das partículas superficiais do solo, pois dissipa o fluxo hidráulico atuante sobre a encosta, além de proteger o talude contra erosão eólica e atenuar a incidência solar, mantendo a umidade do solo, de forma que pode auxiliar na germinação de sementes plantadas no local, confere agilidade a obra pois atua em um nível de proteção superficial do talude sem necessitar da espera do desenvolvimento completo da cobertura vegetal, cobertura essa que é comumente formada por algum tipo de gramínea com o capim Vetiver (VERTEMATTI et al., 2015).

Na geomanta não há sistema de drenagem interna, logo, há um revestimento de forma externa que age como um impermeabilizante para que essa água não internalize no núcleo do talude, dessa forma, escoando para o sistema de drenagem das ruas e avenidas.

## **6. METODOLOGIA/ MATERIAIS E MÉTODOS**

Para Fonseca (2002), metodologia significa organização, e logo, estudo sistemático, pesquisa, investigação; ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica.

Com isso, optamos metodologicamente por uma pesquisa de campo de caráter quantitativo descritiva que buscará identificar, análises de fatos, hipóteses, avaliar um assunto conforme suas principais variáveis, utilizando coleta de dados, como entrevistas, formulários e questionários.

Conforme esclarece Fonseca (2002, p. 20):

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

Este trabalho foi realizado um estudo de caso e análise na localidade do Bairro do Córrego do Jenipapo, na cidade do Recife-PE, através de uma visita a obra da Prefeitura do Recife. Com base nesse viés, o principal objetivo é apresentar os tipos de contenções e avaliar um dos locais que foram afetados pelas fortes chuvas no ano de 2022 e que hoje é uma área de risco, na qual estão sendo executadas obras de contenção para prevenção de novos deslizamentos. As informações neste trabalho foram obtidas através das responsáveis técnicas pela obra que estavam em campo.

Visto os pontos da caracterização do local, a inclinação do talude, vegetação e o destino da água, pelo fato de ser o principal agente do deslizamento. De acordo com a necessidade do talude, foram escolhidos três tipos de contenções para prevenção do ambiente, sendo eles: o sologrampeado, pedra rachão e o muro de arrimo. Sendo assim, antes do início da obra é realizado pela prefeitura um processo de licitação para a escolha da empresa que irá realizá-la. Após isso, as duas empresas escolhidas podem iniciar a execução. Ao decorrer da obra, são realizadas visitas dos técnicos de edificação dessas empresas para saber se está atendendo o que está sendo solicitado no projeto. Caso os funcionários não estiverem com todos os EPIs estando de acordo com o que a justiça do trabalho pede, eles multam. Mesmo com essas visitas dos técnicos, diariamente a obra é fiscalizada por técnicos e engenheiros da prefeitura, pois é de suma importância esse acompanhamento.

A estimativa de entrega do projeto é de 9 a 12 meses, porém, quando chegam período do inverno fica inviável dar continuidade na obra, então eles paralisam e retornam quando o período de chuva tiver passado e o tempo estiver adequado para dar sequência com a execução. Com um orçamento de aproximadamente 8 milhões de reais, a empresa responsável pela realização da obra estende uma garantia caso a obra não saia como planejado.

No entanto, determinar o tipo de contenção a ser usado em um talude depende de uma análise completa das condições dele, incluindo sua estabilidade, o que faz com que a contenção seja de 5 metros de altura por ser estável, inclinação na base que é um pouco mais alta que na parte cima do talude e outros fatores geotécnicos, como o solo também. O grau de risco dessa obra é considerado muito crítico em termos de estabilidade de encosta, pelo fato de já ter acontecido deslizamento no local e podendo acontecer colapsos mais graves. Como a tragédia que ocorreu em 2022 já mencionada, acarretando morte e destruição de casas. Logo, com essas situações tornam-se ainda mais preocupante a prevenção adequada dessas áreas de risco, é nítida a extrema necessidade de obras para a estabilização das encostas vulneráveis.

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Levantamento dos pontos positivos e negativos do atual cenário das encostas na cidade do Recife.**

#### **Pontos Positivos:**

Em decorrência dos desastres ocorridos na capital recifense, como a penetração de terra e desmoronamentos, foi viabilizado o desenvolvimento de uma maior conscientização sobre a importância da prevenção e da gestão das encostas na cidade. Nas áreas mais críticas, houve investimentos na infraestrutura, como os sistemas de drenagem e contenção das encostas para redução de riscos. “São diversos os benefícios ao realizar esse tipo de serviço como: prevenção e correção de desmoronamentos e deslizamentos; segurança ao local e as pessoas;

consolidação do maciço e possibilidade de construção de obras nas proximidades.” (UNICOM, ENGENHARIA, 2023).

### **Pontos negativos:**

O Recife é um município bastante povoado, e por esse motivo causa uma maior densidade populacional, em decorrência de uma desigualdade histórica social, ou seja, muitas pessoas foram marginalizadas para áreas de encostas, aumentando os riscos em caso de penetração. Em muitos desses casos, houve falta de planejamento urbano compatível, o que resultou nas ocupações em áreas de risco, tornando mais difícil a execução de procedimentos preventivos. Por último, as mudanças climáticas, que aumentam ao longo do tempo com muita frequência e intensidade na cidade - o que pode agravar os riscos do desmoronamento

### **Planejamento de estratégias trazendo dados sólidos dos tipos de contenções:**

Organizar estratégias de contenção é primordial para confirmar a eficácia e segurança. Existem inúmeras formas de desenvolver essas estratégias, como por exemplo: Avaliação geotécnica, estudo hidrológico, analisar os riscos e histórico de desastres. Com base nas avaliações anteriores, em seguida vem a etapa de escolher o tipo da contenção mais adequada, para poder realizar o dimensionamento e projeto de acordo com as leis e regulamentações locais. Juntamente com o orçamento e custo, levando em consideração os materiais da obra e a implementação das medidas de contenção.

Os monitoramentos e as manutenções das encostas é uma das etapas cruciais ao longo do tempo, para ter a garantia e a durabilidade das estruturas. Tendo em vista que é de suma importância ter a população informada sobre as estratégias de contenção e coletando as preocupações dos moradores como feedback. Com essas etapas sendo concluídas, baseada em dados sólidos, podemos aumentar a

probabilidade de sucesso na prevenção de desmoronamento em áreas de encostas, afirmando a segurança e a proteção da comunidade.

Assim, esse estudo teve como problema de pesquisa as áreas de riscos da região metropolitana do Recife, que a princípio são causadas pelas intensas chuvas nos morros, levando ao desabrigo das famílias e até mesmo à morte.

Diante desse fato, observa-se a necessidade dos estudos para contenção dessas áreas.

### **Análise dos tipos de contenções mais viáveis, rentáveis e seguros para as áreas de riscos:**

Diante desse contexto, é permitida a análise acerca dos tipos de contenção mais viáveis, aceitáveis e seguros, são eles: ancoragem e tirantes, muros de arrimo, muro de gabiões.

- Muros de Arrimo:

São paredes de arrimo viáveis em áreas das encostas com inclinações moderadas a íngremes - eficazes para conter a penetração da terra. Tem como principal função conter, ou isolar superfícies irregulares, como por exemplo, deslizamentos de taludes.

Acerca da rentabilidade desse muro, varia de acordo com seu formato - tamanho, altura e, preço. Sobre a segurança, quando projetadas e construídas corretamente, as paredes são seguras, e torna-se essencial com a manutenção periódica.

- Gabiões:

Diante da viabilidade dos gabiões, apresentam-se eficazes em áreas sujeitas a erosão e penetração da terra. Tornam-se uma opção viável em áreas com condições de adaptação adequadas.

Acerca de sua rentabilidade, são frequentemente mais econômicos em

comparação aos muros de concreto, tornando-o a opção mais rentável. Pois, não é necessária a fixação com argamassa, concreto ou outro tipo de suporte, pela sua aderência, fixa-se no local de forma efetiva - o peso e sua estrutura mantém a abrasão estável. Sobre sua segurança, é variável de acordo com a qualidade da construção e a manutenção adequada dos gabiões.

- Ancoragens e Tirantes

Com base em sua viabilidade, as ancoragens e tirantes são usados para estabilizar encostas instáveis. Tornam-se viáveis em áreas onde o solo é propenso à penetração. Acerca de sua rentabilidade, o custo pode ser mais alto, sendo justificado nas situações críticas. Sobre sua segurança, é variável de acordo com sua engenharia e a manutenção coerente.

Sendo assim, para determinar a melhor opção de contenção, é fundamental realizar estudos geotécnicos e hidrológicos específicos para a área de risco em questão; consultar engenheiros geotécnicos e outros especialistas é essencial para garantir a segurança e eficácia das medidas. Além disso, o orçamento disponível e a disponibilidade de recursos desempenham um papel importante na escolha da estratégia de contenção mais adequada.

### **Formulação de propostas de intervenções para prevenção dos desastres naturais**

No Brasil, os desastres naturais têm sido tratados de forma segmentada entre os diversos setores da sociedade. Nos últimos anos, vêm ocorrendo uma intensificação dos prejuízos causados por existir fenômenos e devido ao mau planejamento urbano. As ações integradas entre comunidade e universidade são fundamentais para que os efeitos dos desastres naturais sejam minimizados. Logo, o trabalho em si, deve contribuir na compreensão dos mecanismos dos desastres naturais através do monitoramento, diagnóstico e modelagem, incluindo os tipos de contenções. Dessa forma, essas informações devem ser repassadas à sociedade, que, de forma organizada, deve contribuir, ajudando a minimizar os danos provocados pelos desastres, na medida que estiver ao alcance social.

Em um contexto local, sugere-se a criação de grupos comunitários para agir antes, durante e depois do evento, auxiliando assim os órgãos municipais de defesa

civil, e seguindo as ordens das instituições reconhecidas. De modo geral, os desastres naturais são determinados a partir da relação entre o homem e a natureza. Em outras palavras, os desastres naturais resultam das tentativas e ações humanas em “dominar” a natureza, que, em sua maioria, acabam derrotadas. Além do que, quando não são aplicadas medidas para redução dos efeitos dos desastres, a tendência é aumentar a intensidade, a magnitude e a frequência dos impactos. Assim, grande parte da história da humanidade foi influenciada pela ocorrência de desastres naturais, principalmente os de grandes magnitudes.

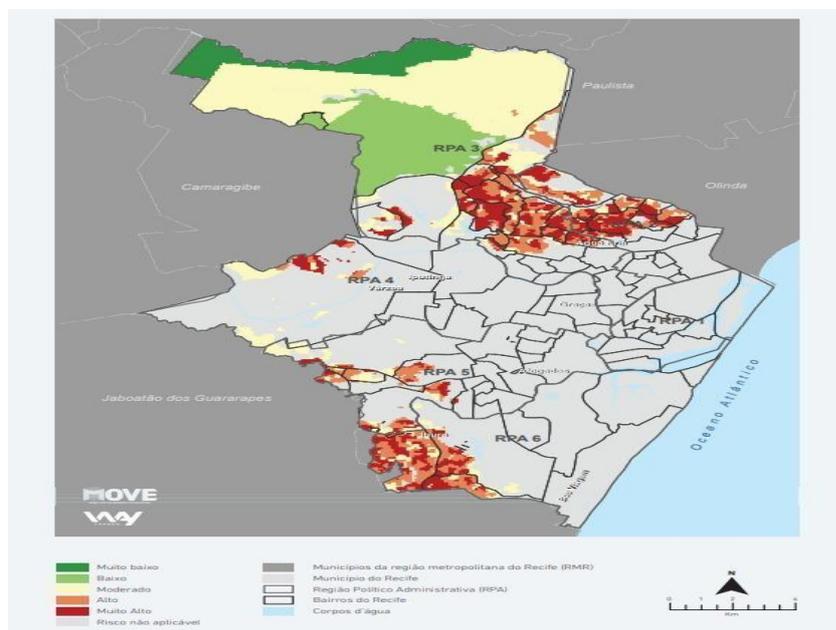
A partir desse contexto, é possível apresentar algumas medidas preventivas básicas: as estruturais e as não estruturais. As medidas estruturais envolvem obras de engenharia complexas e caras, como por exemplo, as barragens, contenções, diques e alargamento de rios. Sendo assim, as medidas não estruturais envolvem ações de planejamento e gerenciamento, como sistemas de alerta e zoneamento ambiental.

Diante desse cenário, esse projeto tem como principal questão de discussão para estudo: o problema dos deslizamentos das barreiras – áreas de riscos – da região metropolitana de Recife – PE. Sendo assim, a princípio esses deslizamentos são motivados pelas intensas chuvas, em específico nas regiões de barreiras e morros. Logo, em decorrência desses acontecimentos nas áreas de risco, desencadeiam além dos deslizamentos, a destruição das casas que ali estão construídas e ainda, o desaparecimento de pessoas em meio aos detritos e infelizmente o óbito, em alguns casos. De acordo com esse fato, observou-se a necessidade dos estudos de contenção dessas áreas a fim de proporcionar uma solução que possa prevenir as situações mencionadas.

A ocupação nos morros do Recife se caracteriza por construções precárias a noroeste e sul do município. Dado o relevo da região, toda a parte mais elevada do município está sujeita em algum grau à ameaça de deslizamento. No cenário projetado de 2011-2040, há um aumento da intensidade da ameaça de deslizamento. Esse risco se concentra apenas nas regiões com relevo naturalmente mais acidentado (RPAs 2 e 6). O déficit habitacional, e a densidade demográfica em conjunto com as concentrações de população sensível, especialmente nas Comunidades de Interesse Social (CIS), nas RPAs 2 e 6, são as maiores forças na definição das zonas com risco de deslizamento. O processo de ocupação desordenada de encostas com inclinações elevadas apenas acentua a

vulnerabilidade de uma população. Dessa forma, sendo possível compreender a situação e localidade das áreas citadas a partir do mapa apresentado em anexo a seguir (figura 06). (PREFEITURA DO RECIFE, ANÁLISE DE RISCOS E VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS E ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO DO MUNICÍPIO DO RECIFE – PE, 2014).

Figura 6 – Mapa de áreas de risco da região metropolitana do Recife



(Fonte: Prefeitura do Recife, 2014.)

Com base nisso, é possível perceber que, tendo em vista a grande densidade demográfica, as áreas de risco foram habitadas pelo imenso processo de êxodo rural no Brasil desde a época de 1960, no que se refere ao traslado de pessoas do campo para a cidade, em busca de melhores condições de vida. Entretanto, à medida que as regiões habitacionais foram sendo ocupadas nas áreas centrais pelas pessoas com maiores condições financeiras, a população com menores condições, foram designadas a uma espécie de marginalização nessas áreas, independente de análises de risco, as quais não eram tão reconhecidas na época, muito menos valorizadas.

Em virtude disso, torna-se necessária a análise e menção acerca da classificação de gravidades e graus de risco dos morros para melhor compreensão das áreas de riscos com os deslizamentos e estruturas estudadas, a partir da análise da figura 07 anexada em seguida.

Figura 07 – Classificação de Risco

Graus de Risco	Descrição
<p><b>R1</b> <b>Baixo</b></p>	<p>Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.</p>
<p><b>R2</b> <b>Médio</b></p>	<p>Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.</p>
<p><b>R3</b> <b>Alto</b></p>	<p>Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes etc.) Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.</p>
<p><b>R4</b> <b>Muito Alto</b></p>	<p>As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.</p>

Fonte: Serviço Geológico do Brasil, Conceitos Fundamentais de Risco-Santana, 2017

Assim, é possível abordar o estudo de caso no Córrego do Jenipapo em Recife, onde foi realizada nossa pesquisa de campo, o que permitiu as seguintes informações técnicas sobre o muro de pedra rachão escolhida para contenção da encosta abordada – com altura de 5 metros, 80 cm de base, com declividade de 45° que chega a ser maior na parte de cima do talude, que tem 17°.

Essa encosta estudada que está anexada na figura 08 posteriormente, apresentou um grau de risco R4 que, de acordo com a descrição da tabela do grau de risco mencionada anteriormente, é considerada extremamente crítica e estudada em um colapso significativo. Um grande exemplo do desastre ocorrido nessa barreira, foi no dia 26 de maio de 2022, durante o intenso período de chuvas, na região metropolitana do Recife, que desencadeou o desmoronamento do talude devido ao grande índice pluviométrico e instabilidade da encosta. Logo, a falta de suporte adequada para lidar com os acometimentos da grande quantidade de chuva, precipitou em uma tragédia que resultou na fatalidade do óbito de cinco pessoas.

Figura 08 – Muro de pedra rachão em estudo



Figura 09 - Muro de pedra rachão em estudo



De acordo com o que foi mencionado anteriormente, é essencial relacionar as situações de deslizamentos em Recife, com a reportagem de uma situação verídica que ocorreu no mesmo ano do desastre de 2022 no Corrégo do Jenipapo, em Recife.

De modo que, falando de maneira geral as fortes chuvas é algo que mexe diretamente com todo país. Mais de 4% da população brasileira reside em áreas de riscos para deslizamentos e enxurradas. Pernambuco é o quinto estado do Brasil com mais pessoas vivendo em zonas de riscos. Em Recife 207 mil pessoas moram em áreas de riscos, o que significa 13,4% da população. Em Jaboatão dos Guararapes é proporcionalmente pior, já que quase um terço da população vive nessas áreas de riscos, 29,2% totalizando 188 mil pessoas. Em maio de 2022 o Recife se encontrava em estado de calamidade por conta da chuva e suas consequências. As enchentes comprometeram quase 17% de toda a área urbana do Recife. Trazendo consigo várias residências, vidas e sonhos. O coordenador-geral de Pesquisa e Desenvolvimento do

Cemaden e climatologista José Marengo tenta explicar o que aconteceu na capital pernambucana. A precipitação total na cidade do Recife nos dias 25 a 30 de maio foide 551 mm, 140 mm acima da média do mês de maio. A chuva foi mais intensa nos dias 25 e 28 de maio, com 100–200 mm e 151–250 mm, respectivamente. Isso coincidiu com os distúrbios das ondas de leste. (Guarda,2023)

Figura 10 – Deslizamento de barreira em 2022.



Fonte: (AROEIRA,2022)

Alguns dados tristes, porém, bastante relevantes sobre a cheia de 2022 é que essa catástrofe se tornou a maior tragédia do século em Pernambuco totalizando 126 mortes, ultrapassando a tragédia do dia 30 de março no ano de 1966. (AROEIRA,2022).

Dessa forma, é possível perceber a real situação das áreas de riscos que acometem a região metropolitana do Recife. E assim, diante do que foi abordado, nota-se a grande quantidade dessas áreas que precisam de uma ação coerente e condizente com a necessidade de cada região.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, em decorrência dos inúmeros desastres ocorridos nas áreas de risco da região metropolitana do Recife, ocasionando, inclusive mortes. Nesse projeto de pesquisa, foi tratado de forma minuciosa e transparente, o intuito de apresentar medidas preventivas estruturais, que tem como base as obras de contenções para redução desses acidentes e deslizamentos de barreiras.

E assim, com obras não estruturais, possibilitou trazer ações de conscientização para população que reside nessas áreas, a fim de precaver, de forma social, uma mobilização de esclarecimento, além das ações dos órgãos governamentais.

Assim, diante das informações obtidas e abordadas nesse estudo, se faz necessário compreender a análise acerca das estruturas de contenção, visto que além de toda pesquisa realizada sobre os tipos dessas estruturas, também foi ressaltada a importância das contenções como forma preventiva de precaver os deslizamentos de barreiras da cidade do Recife-PE.

De acordo com todas as referências dissertadas, é possível concluir que os tipos de contenções apresentadas conseguem suprir a necessidade das regiões de criticidade na capital pernambucana, logo, viabiliza-se a prevenção de desastres como os deslizamentos de morros, e principalmente, salva-se vidas e preservam-se histórias e vivências particulares. Com isso, a partir das visitas realizadas e com o conhecimento sobre as histórias do local, foi comprovado toda a teoria defendida ao longo desse estudo.

Ademais, até esse momento a problemática infelizmente não foi totalmente erradicada, e ainda possui diversas obras a serem realizadas, assim sendo, mais estudos e pesquisas acerca dessa questão deverão ser necessários para que não ocorram mais incidentes.

Em virtude disso, é importante ratificar que a gravidade dos deslizamentos se perpetua à medida que cada período de inverno é vivenciado. Dessa forma, lamentavelmente afetam-se todas as moradias, famílias que vivem na localidade, uma vez que também atinge, de forma direta ou indireta, a infraestrutura na cidade, e a vida da população. Por essa razão, emerge-se uma condição voltada para mais atenção e direcionamento, planejamento nos recursos em certa urgência para

prevenção desses deslizamentos, de preferência, previamente de cada período de inverno.

Além disso, tendo como base as estruturas dos tipos de contenção, de maneira estratégica, foi possível apresentar as soluções para alguns problemas que se encontram presentes perante os taludes, obras de encostas e principalmente, o tipo de contenção adequado para cada caso e sua especificidade.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEC WEB. Fundações e estruturas; Muro de arrimo: projeto exige estudo do solo, aecweb. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/muro-de-arrimo-projeto-exige-estudo-do-solo/9687>> . Acesso em: 31/03/2023).

AROEIRA. **Tragedia do século em Pernambuco.**

Olharpe.com.br/noticias,20

22. Disponível em: < [olharpe.com.br/noticia/amp/228963/menor-tragedia-do-seculo-em-pernambuco-mortes-pelas-chuvas-de-2022/](http://olharpe.com.br/noticia/amp/228963/menor-tragedia-do-seculo-em-pernambuco-mortes-pelas-chuvas-de-2022/)>. Acesso em: 22, outubro de 2023.

BARROS, P. L. A., **Obras de Contenção – Manual Técnico, Maccaferri do Brasil Ltda.**, São Paulo-SP, 2005.

COSTA, Carina Maia Lins; SOUSA, Ray de Araujo. ; BEZERRA NETO, Carlindo Avelino. **Análise da Prática Nacional com Relação à Caracterização de Geomantas para Controle de Erosão.** In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15, 2015, Bento Gonçalves. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15, 2015.

CRUZ, L. B., & Lima Braghin, M. F. (2017). **ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONTENÇÃO TIPO GABIÃO**, São Paulo, 2016.

Guarda, 2023. Disponível em: < <https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2023/02/15184845-pernambuco-e-o-quinto-estado-do-brasil-com-mais-gente-vivendo-em-areas-de-risco-de-deslizamentos-e-enxurradas.html>>. Acesso em: outubro de 2023.

GERSCOVICH, D; DANZIGER, B; SARAMAGO, R. **Contenções: teoria e aplicação em obras.** Oficina de textos Editora.,2016

GERSCOVICH, D.M.S. **Estruturas de Contenção: Muros de Arrimo.** Rio de Janeiro: FEUERJ,2010. Disponível em: <<http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>>. Acesso em: mar. 2019

GEO ACADEMY – Disponível em: <<https://geoacademy.com.br/courses/107381/lectures/1569340>>. Acesso em: novembro, 2023.

MATTOS, K. C. A. **Processos de Instabilização em taludes rodoviários em solos residuais arenosos: Estudo na rodovia Castello Branco (SP 280), km 305 313.** Dissertação de mestrado– Universidade de São Paulo (Escola de Engenharia São Carlos), 2009.

MARCHETTI, O. **Muros de arrimo.** São Paulo, SP: Edgard Blucher,2007

MACCAFERRI. **Gabiões.** Jundiaí, SP. Disponível em: <<https://www.maccaferri.com.br/produtos/gabioes/>>. Acesso em: nov. 2018.

PEREIRA, Caio. **Muro de arrimo: O que é e principais tipos.** Escola Engenharia, 2016.

Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/muro-de-arrimo/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

PREFEITURA DO RECIFE. ANÁLISE DE RISCOS E VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS E ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO DO MUNICÍPIO DO RECIFE – PE (2019). Disponível em: <[https://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/sumario\\_clima\\_recife\\_portugues.pdf](https://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/sumario_clima_recife_portugues.pdf)>. Acesso em: julho 2023.

SANTANA. Conceitos Fundamentais de Risco e Áreas de Risco. Disponível em: <<https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20%202017/Conceitos%20Fundamentais%20de%20%C3%81reas%20de%20Risco.pdf>>. Acesso em: julho de 2023.

TALUS – Disponível em: <<https://talusengenharia.com.br/o-que-e-a-cortina-atirantada/>>. Acesso em : novembro de 2023.

UNICOM Engenharia. Vantagens de Construção de Encostas. Construção de Taludes e Encostas. Disponível em: <<https://www.unicomengenharia.com.br/contencao-de-taludeseencostas#:~:text=S%C3%A3o%20diversos%20os%20benef%C3%ADcios%20ao,constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20obras%20nas%20proximidades>>. Acesso em: maio 2023.

VERTEMATTI, José Carlos et al. **Manual Brasileiro de Geossintéticos**. 2.ed. São Paulo: EditoraBlucher, 2015, 428p.