



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – JOÃO PESSOA-PB
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

BRENO LYRA DE SOUZA

**A APLICAÇÃO DE GEOSINTÉTICOS PARA A ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**JOÃO PESSOA
2025**

BRENO LYRA DE SOUZA

**A APLICAÇÃO DE GEOSINTÉTICOS PARA A ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Aline Flávia Nunes
Remígio Antunes

JOÃO PESSOA
2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729a Souza, Breno Lyra de.

A APLICAÇÃO DE GEOSINTÉTICOS PARA A ESTABILIZAÇÃO
DE TALUDES: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / Breno Lyra de
Souza. - João Pessoa, 2025.
48 f.

Orientação: Aline Flávia Nunes Remígio Antunes.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Geossintéticos. 2. Taludes. 3. Geotecnia. I.
Antunes, Aline Flávia Nunes Remígio. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 624(043.2)

BRENO LYRA DE SOUZA

**A APLICAÇÃO DE GEOSSINTÉTICOS PARA A ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

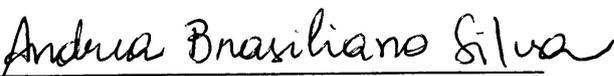
Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil

Aprovado em: 02/05/2025.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Aline Flávia Nunes Remígio Antunes (Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dra. Andrea Brasiliano Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dra. Albanise Barbosa Marinho
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

RESUMO

A estabilidade de taludes é uma das principais preocupações em projetos de engenharia civil, especialmente em obras que envolvem cortes de solo, aterros, estradas, barragens e áreas sujeitas a movimentação de massas. O presente trabalho teve como objetivo analisar a aplicação de geossintéticos para a estabilização de taludes, por meio de uma revisão bibliográfica que buscou reunir conceitos teóricos, resultados experimentais e estudos de caso, de forma a avaliar a eficiência técnica, as funções e as vantagens associadas a esses materiais. O estudo considerou o comportamento de taludes naturais e artificiais, suas principais causas de instabilidade e os mecanismos de ruptura mais recorrentes. Dentre os materiais analisados, destacaram-se os geotêxteis, geogrelhas, geomantas e geocompostos, que desempenham funções de separação, reforço, proteção, drenagem, filtração e controle de erosão. Os resultados observados na literatura apontam que a utilização de geossintéticos contribui de maneira significativa para o aumento do fator de segurança dos taludes, além de reduzir deformações excessivas, minimizar o carreamento de partículas e permitir a construção de estruturas mais econômicas, duráveis e sustentáveis. A pesquisa também evidenciou que os geossintéticos oferecem facilidade de aplicação, diminuem o uso de materiais convencionais e possibilitam adaptações em diferentes condições geotécnicas, sendo recomendados não apenas pela sua eficiência estrutural, mas também pelo seu papel relevante na proteção ambiental. Diante disso, conclui-se que os geossintéticos representam uma solução inovadora e vantajosa para a engenharia geotécnica, tornando-se indispensáveis em projetos que buscam segurança, desempenho e sustentabilidade no processo construtivo.

Palavras-chave: Geossintéticos; Taludes; Geotecnia.

ABSTRACT

The stability of slopes is one of the main concerns in civil engineering projects, especially in works involving soil cuts, embankments, highways, dams, and areas susceptible to mass movements. This study aimed to analyze the application of geosynthetics for slope stabilization through a literature review, gathering theoretical concepts, experimental results, and case studies in order to assess the technical efficiency, functions, and advantages of these materials. The research considered the behavior of both natural and artificial slopes, their main causes of instability, and the most common failure mechanisms. Among the analyzed materials, geotextiles, geogrids, geomats, and geocomposites were highlighted, each performing specific roles such as separation, reinforcement, protection, drainage, filtration, and erosion control. The results observed in the reviewed literature show that the use of geosynthetics significantly increases the safety factor of slopes, reduces excessive deformations, minimizes soil particle displacement, and enables the construction of more economical, durable, and sustainable structures. The study also revealed that geosynthetics offer easy installation, reduce the need for conventional materials, and allow adjustments to various geotechnical conditions. Therefore, their application is recommended not only for their structural efficiency but also for their positive environmental impact. It is concluded that geosynthetics represent an innovative and advantageous solution for geotechnical engineering, becoming essential in projects that seek safety, technical performance, and environmental sustainability in modern construction processes.

Keywords: Geosynthetics; Slopes; Geotechnics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	OBJETIVO GERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE TALUDES	10
3.2	TIPOS DE TALUDES	12
3.2.1	Taludes naturais	12
3.2.2	Taludes de corte	13
3.2.3	Taludes de aterro	14
3.3	DIFERENÇAS ENTRE TALUDES DE CORTE E ATERRO	15
3.4	MECANISMOS DE RUPTURAS EM TALUDES	16
3.4.1	Ruptura rotacional ou circular	17
3.4.2	Ruptura translacional ou planar	18
3.4.3	Ruptura em cunha	20
3.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE GEOSSINTÉTICOS	21
3.5.1	Classificação	24
3.5.2	Funções dos geossintéticos	33
4	METODOLOGIA	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	O USO DE GEOSSINTÉTICOS NA ESTABILIDADE DE TALUDES	37
5.1.1	Filtração e controle da erosão superficial	37
5.1.2	Separação e proteção	39
5.1.3	Reforço estrutural	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Loturco (2004) talude é um plano de terreno inclinado que limita a superfície de um maciço de rocha ou de solo. De modo que, pode ser entendido como a própria inclinação na face lateral de uma formação geológica, seja ela natural ou artificial. Portanto, quando estas superfícies se formam naturalmente recebem o nome de encostas ou de taludes naturais. Já quando a superfície inclinada é criada ou modificada pela ação humana, como os taludes de corte e aterro são denominadas de talude artificial (Caputo, 1988).

Diante disso, os taludes naturais são mais suscetíveis a instabilidades por estarem sujeitos a ações da gravidade. Essas instabilidades podem ser causadas por fatores externos (modificações da geometria da encosta, retirada de proteção superficial vegetal ou de solo mais resistente, condições climáticas e solicitações sísmicas), bem como internos (diminuição da resistência do terreno, variação do nível d'água, erosão interna e liquefação espontânea). Ou seja, quando se supõem a possível instabilidade de um talude, é necessário serem tomadas medidas de estabilização a fim de se evitar um eventual acidente (Bassaneli *et al.*, 2016).

Destarte, o processo de estabilização de taludes é um procedimento primordial quando se fala em obras de grande porte, como barragens, rodovias e terrenos com plano inclinado. Essa prática é amplamente utilizada devido a sua grande eficiência, comparada com outras técnicas de estabilização, e principalmente pelo fator baixo custo (Silva; Iyomasa., 2024).

Essa atividade de retaludamento é realizada principalmente devido à ocorrência de grandes precipitações de chuvas que acabam aumentando os riscos de deslizamento dos taludes. Desse modo, é necessário que se busque alternativas para a contenção desses maciços de terra (Silva; Iyomasa., 2024).

Sendo assim, um exemplo de material utilizado na estabilização de taludes são os geossintéticos, o qual são materiais poliméricos, sintéticos ou naturais que são utilizados em obras de geotecnia e que exercem funções de filtração, drenagem, reforço, impermeabilização, controle da erosão, contenção e separação (Melo, 2016).

Portanto, o geossintético é extremamente importante para a estabilização de taludes porque, por exemplo, ele atua como um reforço estrutural, aumentando a resistência do solo ao deslizamento e combatendo o processo de erosão superficial. Ademais, ajuda a drenar a água do interior do talude, reduzindo a pressão da água nos poros e, conseqüentemente, o risco de a estrutura entrar em colapso. Além disso, sua aplicação contribui para a durabilidade, melhora o desempenho do sistema de contenção e permite soluções mais econômicas e sustentáveis em comparação com métodos usualmente aplicados.

Assim, o preço acessível dos geossintéticos, junto com a praticidade na aplicação e a flexibilidade dos formatos das estruturas, fez com que essa abordagem conquistasse rapidamente muitos apoiadores no setor da construção, sendo um importante aliado no setor da construção civil (Lopes, 2004).

Portanto, o presente estudo tem como pergunta norteadora “De que maneira a aplicação de geossintéticos contribui para a estabilização de taludes?”

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a aplicação de geossintéticos para a estabilização de taludes por meio de uma revisão bibliográfica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceituar os tipos de taludes e seus principais elementos constituintes;
- Apresentar as principais causas de ruptura em taludes;
- Analisar as principais funções exercidas por geossintéticos na estabilização de taludes;
- Apresentar alguns estudos de caso sobre o tema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE TALUDES

Os taludes desempenham um papel essencial na estabilidade geotécnica de terrenos naturais e artificiais, sendo fundamentais para a segurança de obras civis e para a proteção de áreas urbanas e rurais contra deslizamentos e erosões. Sua construção permite a adequação do relevo para a implantação de rodovias, ferrovias, edificações e barragens, garantindo a viabilidade e durabilidade dessas infraestruturas. Além disso, os taludes contribuem para o controle da drenagem superficial e subterrânea, minimizando riscos de instabilidade que possam comprometer o meio ambiente e a segurança da população (Souza, 2020).

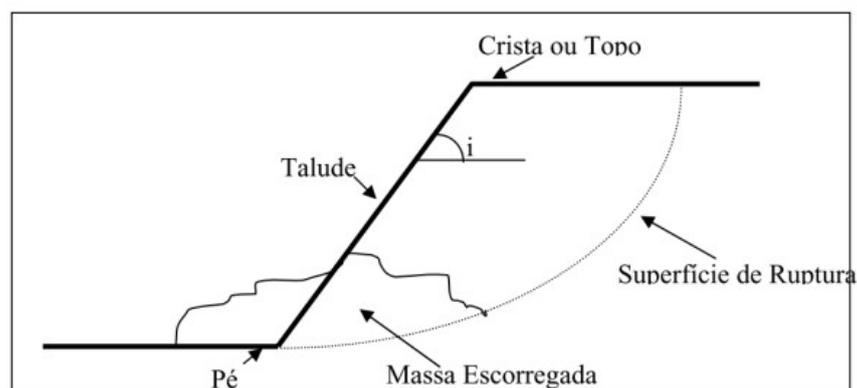
Um talude é uma obra de infraestrutura, e é construído para atender determinado tipo de finalidade, dentre elas, estão:

- Estabilização de encostas – Evita deslizamentos de terra e erosões em áreas de risco.
- Suporte para infraestrutura viária – Permite a construção de rodovias e ferrovias em terrenos inclinados.
- Proteção de obras civis – Garante a segurança estrutural de edifícios e barragens.
- Controle da drenagem – Reduz a infiltração excessiva de água, prevenindo erosões.
- Aproveitamento do relevo – Possibilita a ocupação e uso adequado do solo em projetos de engenharia.

O talude é qualquer superfície inclinada em alinhamento com a horizontal, de modo que se tenha uma inclinação superior a 30° (Gerscovich, 2012). Dessa maneira, os taludes podem ser divididos em: naturais ou artificiais.

Os taludes naturais, denominados de encostas, são formados a partir da elevação de um solo, causados por processos de intemperismos e ações geológicas. Ademais, já os artificiais, são criados para garantir a estabilização de algum maciço de terra, decorrente da ação humana. Nesses taludes artificiais é realizado o processo de corte, ou seja, a retirada de determinada quantidade de solo, para que haja o nivelamento do maciço terroso, ou o procedimento de aterro, que é quando o talude precisa de preenchimento de solo por meio de camadas sucessivas de compactação.

Figura 1: Composição de um talude



Fonte: Dyminski (2002).

3.2 TIPOS DE TALUDES

De acordo com a definição de Gerscovich (2016), os principais tipos de taludes que podem ser encontrados dispostos no ambiente, são:

- Talude natural
- Talude de corte
- Talude de aterro

Os taludes de corte e aterro são amplamente utilizados em obras de engenharia, pois eles são dimensionados por meio de técnicas de cálculo e softwares avançados, sendo bem mais eficientes que os taludes naturais, portanto, esses taludes artificiais desempenham um papel crucial para a harmonia e integração das pessoas em diversos ambientes (Gerscovich, 2016).

3.2.1 Taludes naturais

Taludes naturais são inclinações de terreno ocasionados por processos geológicos ao longo dos anos, sem intervenção humana. Essas estruturas podem ser formadas por solos residuais, que permanecem no local de sua formação, ou por solos curvilíneos, resultantes do transporte de material devido à ausência da força da gravidade. Além disso, podem conter rochas e apresentar superfícies planas ou curvas, influenciando o escoamento superficial das águas (Gerscovich, 2016).

A estabilidade dos taludes naturais é uma preocupação, pois estão sujeitos a forças gravitacionais que podem criar movimentos de massa. Motivos como a saturação do solo, erosão e alterações no clima podem reduzir a capacidade de resistência do material, aumentando o risco de deslizamentos. A ocupação humana acelerada e fatores de desmatamento e construções inadequadas, também contribuem para a instabilidade dessas encostas (Gerscovich, 2016; Guidicini, 1984).

A importância dos taludes naturais reside na necessidade de compreender e preservar essas formações para garantir a segurança de áreas habitadas e infraestruturas próximas. Estudos geotécnicos detalhados permitem identificar áreas de risco e implementar medidas preventivas, como sistemas de drenagem e técnicas de estabilização, visando minimizar os impactos de possíveis deslizamentos (Wolle, 1981).

Além disso, a manutenção da vegetação nativa em taludes naturais desempenha um papel crucial na estabilidade do solo, auxiliando na retenção de partículas e na absorção de água. Práticas sustentáveis de uso do solo e planejamento urbano adequado são essenciais para preservar a integridade dessas maravilhas naturais e proteger as comunidades locais de desastres associados a movimentos de massa (Gerscovich, 2016).

Figura 2: Representação de taludes naturais.



Fonte: Biboca Ambiental (2016)

3.2.2 Taludes de corte

Taludes de corte são encostas formadas pela retirada de solo do terreno natural, com o objetivo de adaptar a configuração do solo às exigências de projetos de engenharia. Essa abordagem possibilita a edificação de rotas em áreas com relevo irregular, possibilitando a utilização da área para um determinado fim e com isso, assegura a integridade e a estabilidade das construções.

A relevância dos taludes de corte está na capacidade de tornar viáveis projetos em regiões com terreno irregular, possibilitando a conformação da superfície de acordo com as exigências do projeto. Ao efetuar cortes no solo, pode-se definir o percurso apropriado para vias e outras edificações, garantindo assim a eficácia e a operação adequada das obras.

A segurança dos taludes está relacionada a vários elementos, incluindo as propriedades geotécnicas do solo, o ângulo de inclinação escolhido e as condições de drenagem. Realizar uma avaliação minuciosa desses fatores é essencial para evitar deslizamentos e assegurar a proteção das edificações envolvidas.

Portanto, sem esses taludes de corte, seria impossível estabelecer um papel seguro e eficaz nessas regiões, ressaltando a importância dessa abordagem na engenharia civil.

Figura 3: Taludes de corte nas minas a céu aberto.



Fonte: Biboca Ambiental (2016)

3.2.3 Taludes de aterro

O talude de aterro pode ser definido como a superfície inclinada que delimita o corpo do aterro, ou seja, a porção de solo ou material compactado utilizado para elevar ou regularizar o terreno, garantindo as cotas e perfis necessários para obras de infraestrutura. Segundo Pinto (2000), os taludes de aterro representam uma condição essencial de equilíbrio entre os materiais depositados e as forças atuantes, exigindo atenção ao ângulo de inclinação, aos tipos de solo e às condições de drenagem, pois essas características influenciam diretamente na estabilidade do maciço.

A relevância dos taludes de aterro para a engenharia civil é grande, já que eles são utilizados em obras como rodovias, ferrovias, barragens e plataformas industriais, permitindo a adaptação do terreno natural às necessidades do projeto. De acordo com Bastos et al. (2010), os taludes de aterro contribuem para viabilizar soluções construtivas eficientes e econômicas, promovendo o aproveitamento de materiais disponíveis localmente e garantindo o desempenho estrutural adequado das obras, desde que projetados com base em critérios geotécnicos consistentes.

A segurança dos taludes de aterro é uma preocupação central no projeto e na execução, pois envolve o risco de rupturas que podem comprometer não apenas a obra, mas

também vidas humanas e o meio ambiente. Segundo Duncan e Wright (2005), a análise de estabilidade dos taludes deve considerar fatores como resistência ao cisalhamento do solo, presença de água, sobrecargas e possíveis sismos, utilizando métodos como o fator de segurança global e análises de equilíbrio limite para prever condições críticas e evitar colapsos.

Figura 4: Representação de taludes de aterro.



Fonte: Biboca Ambiental (2016)

3.3 DIFERENÇAS ENTRE TALUDES DE CORTE E ATERRO

Os taludes de corte e os taludes de aterro são elementos fundamentais na engenharia civil, estando entre áreas de geotécnica e transportes. Eles são utilizados para garantir a estabilidade de terrenos em obras de infraestrutura, como estradas, barragens e edificações. Segundo Caputo (1988), um talude de corte é aquele que resulta da remoção de solo ou rocha para utilização do terreno a um determinado projeto, enquanto o talude de aterro é formado pela deposição de material compactado para elevar a cota do terreno. Os dois tipos desempenham papel crucial para a estabilização de superfícies inclinadas e requerem cuidados específicos de projeto e execução para evitar problemas como deslizamentos e erosão.

O talude de corte é projetado para remover material do terreno natural, criando uma superfície inclinada estável. Segundo Teixeira *et al* (2013), a inclinação do talude de corte deve considerar fatores como o tipo de solo ou rocha, a presença de lençol freático e a possibilidade de erosão superficial. Taludes em solos coesivos, como argilas, podem ser mais

íngremes, enquanto aqueles em solos arenosos ou em materiais pouco coesivos precisam de uma inclinação mais suave.

Por outro lado, o talude de aterro é formado pela compactação de camadas de solo para criar uma superfície elevada. De acordo com Bowles (1996), um projeto de talude de aterro deve levar em consideração a granulometria e a umidade do solo, bem como a compactação adequada para garantir a resistência e a estabilidade da estrutura. A inclinação do talude de aterro também depende do tipo de solo utilizado e das cargas aplicadas sobre ele.

Uma das principais diferenças entre os dois tipos de taludes está na forma como o solo irá se comportar a depender do tipo de solicitação. Nos taludes de corte, pode haver alívio de tensões e instabilidades devido à remoção do material, exigindo técnicas de reforço para manter a estabilidade do maciço remanescente (Melo; Parizzi, 2006). Já para os taludes de aterro, a compactação induz tensões no solo que podem gerar recalques ao longo do tempo, especialmente se o aterro for construído sobre solos muito moles. Portanto, a análise da resistência ao cisalhamento e da capacidade de suporte do solo é essencial em ambos os casos, pois isso contribuirá para uma boa utilização do talude e com isso garantir que sua função seja atendida com sucesso.

Dessa forma, taludes de corte e de aterro são estruturas bem diferentes, mas igualmente importantes para a estabilidade geotécnica de obras civis. Enquanto os taludes de corte envolvem a remoção de determinado tipo de solo e exigem soluções para evitar erosão e colapsos, os taludes de aterro requerem controle rigoroso de compactação para garantir sua estabilidade. Portanto, o engenheiro deve possuir um elevado conhecimento técnico, e principalmente prático, para que ao projetar qualquer um tipo dos taludes mencionados, eles possam atender a sua função de projeto.

3.4 MECANISMOS DE RUPTURAS EM TALUDES

A estabilidade dos taludes é uma grande preocupação quando se fala de um dos ramos mais importante da engenharia civil, a geotécnica. Essas instabilidades acontecem principalmente em áreas que passam por cortes e aterros. O colapso de um talude acontece quando suas forças internas são superadas pelas externas, processo ocasionado pelo movimento de massas de solo. De acordo com Rodrigues (2010), essas rupturas de falha em taludes dependem principalmente do tipo de material o qual o talude é feito, sua forma,

estrutura e até mesmo condições que influenciam em sua saturação, de modo que podem ser citados três principais mecanismos de ruptura: rotacional, translacional e em cunha.

Os principais tipos de rupturas incluem as rotacionais, que são características de solos coesivos com superfícies curvas; as translacionais, que se manifestam em solos estratificados ou nos que apresentam planos de fraqueza inclinados; e as rupturas em cunha, que são frequentes em maciços rochosos com fraturas claramente delineadas. Segundo Oliveira (2015), entender esses mecanismos é fundamental para avaliar a estabilidade e projetar estruturas de contenção e drenagem, ajudando a evitar acidentes e perdas financeiras.

3.4.1 Ruptura rotacional ou circular

A ruptura rotacional, frequentemente chamada de ruptura circular, é um dos mecanismos mais recorrentes em encostas compostas por solos coesivos, como as argilas. Esse tipo de instabilidade se manifesta ao longo de uma superfície de deslizamento curvada, geralmente com o centro situado abaixo da base da encosta. Conforme mencionado por Rodrigues (2010), essa forma de ruptura é caracterizada pela movimentação em massa do solo, onde blocos giram em torno de um eixo, resultando em superfícies arqueadas. A ruptura rotacional é comum em encostas homogêneas e naturais, devido à falta de planos de fraqueza bem definidos.

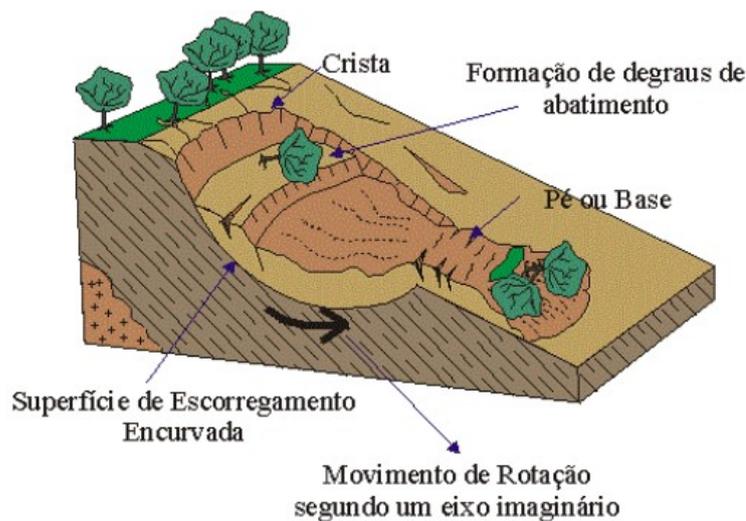
Conforme mencionado por Oliveira (2015) a estabilidade dos taludes rotacionais está ligada ao equilíbrio entre as forças que resistem do solo, como coesão, atrito interno e seu peso, e as forças que atuam, que incluem o peso da massa instável, a água e as cargas externas. A presença de água, por exemplo, é um elemento crucial, pois diminui a resistência ao cisalhamento do solo e eleva a carga sobre o talude. Em solos que estão saturados, a pressão neutra pode aumentar, o que contribui de maneira significativa para a instabilidade. Portanto, a análise da ruptura rotacional requer uma compreensão sólida do comportamento do solo combinado com a geometria do talude.

A ruptura rotacional se desenvolve quando a linha de escorregamento circular se forma espontaneamente em resposta à redução das tensões resistentes. Inicialmente, ocorrem pequenas deformações internas no talude, seguidas por trincas de tração na parte superior da encosta. Com o aumento da deformação, a massa de solo se desloca em forma de cunha, girando ao longo da superfície circular. Esse deslocamento pode ocorrer em uma única superfície (ruptura simples) ou em múltiplas superfícies em caso de solos menos homogêneos (ruptura composta ou múltipla).

Durante o processo de ruptura, o talude apresenta uma zona de cisalhamento concentrado que segue a linha circular de deslizamento. A parte superior do talude tende a se afastar do maciço, formando uma cicatriz visível (linha de ruptura), enquanto a base sofre compressão e elevação. Essa movimentação ocorre de forma relativamente lenta em solos coesivos, o que permite, em alguns casos, a identificação prévia por meio de sinais como trincas, afundamentos ou deformações anormais da superfície. O conhecimento dessa evolução é essencial para medidas preventivas e de contenção.

O movimento de massa tem uma superfície de ruptura de forma côncava para cima atingindo uma rotação, como pode ser visto na Figura 5. Normalmente ocorre pela existência de solos espessos e homogêneos (Guerra, 2000).

Figura 5: Ruptura rotacional.



Fonte: Unesp (2016)

3.4.2 Ruptura translacional ou planar

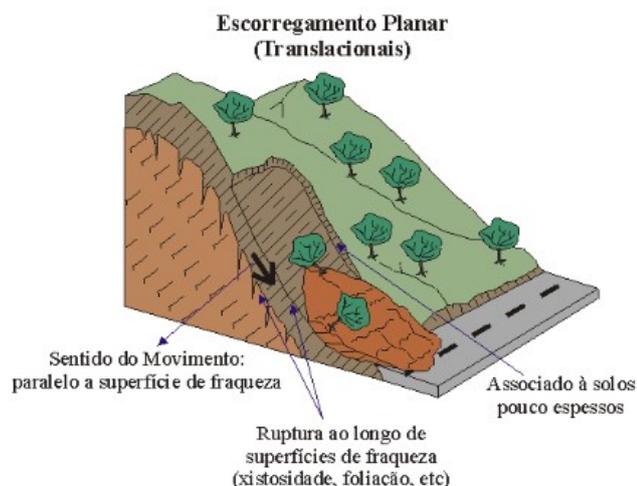
A ruptura translacional, também conhecida como ruptura plana, é caracterizada pelo deslocamento de uma massa de solo ou rocha ao longo de uma superfície aproximadamente plana. Este tipo de ruptura é comum em encostas onde há estratificações favoráveis ao deslizamento, como em solos residuais ou em maciços rochosos com planos de descontinuidade. De acordo com Massad (2015), esse tipo de instabilidade ocorre quando há uma superfície bem definida de fraqueza e o plano de ruptura está inclinado em direção à face livre do talude. A ausência de curvatura diferencia esse tipo de ruptura das rotacionais,

tornando o comportamento mais previsível, porém potencialmente mais perigoso em certos contextos.

Segundo Teixeira (2013), a ruptura translacional ocorre com mais frequência em terrenos com camadas inclinadas ou fraturadas, especialmente quando a inclinação do talude é paralela ao plano de estratificação. Nessas condições, a água infiltrada pode reduzir significativamente a resistência ao cisalhamento ao longo do plano de ruptura, contribuindo para a instabilidade. Esse tipo de ruptura tende a ocorrer de forma rápida e sem aviso prévio, com grande volume de material escorregando de maneira abrupta, o que exige atenção especial na fase de projeto e monitoramento de taludes.

A ruptura translacional ocorre quando a força de cisalhamento atuante ao longo do plano de ruptura excede a resistência ao cisalhamento do solo ou da rocha. Isso geralmente se dá em solos estratificados ou em rochas com fraturas, falhas ou planos de acamamento inclinados. O processo se inicia com a saturação do solo, que diminui o atrito entre as camadas e aumenta a pressão neutra. Com isso, o fator de segurança diminui até que a massa deslize ao longo da superfície plana, levando ao colapso do talude. O deslizamento é quase sempre retilíneo e direcionado para a base do talude, podendo afetar grandes áreas (Wright, 2005).

Durante o deslizamento, a massa de solo ou rocha se move como um bloco coeso, deslizando ao longo do plano de ruptura com pouca ou nenhuma rotação. Essa movimentação pode ser desencadeada por chuvas intensas, escavações na base do talude ou aumento de carga no topo. Após a ruptura, é comum observar a exposição do plano de escorregamento, que costuma ser polido e contínuo. O conhecimento da geometria do talude e das características do solo/rocha é essencial para prever esse tipo de instabilidade e adotar medidas de contenção adequadas, como drenagem, rebaixamento de inclinação ou estruturas de estabilização (Caputo 2003).

Figura 6: Ruptura planar.

Fonte: Unesp

3.4.3 Ruptura em cunha

A ruptura em cunha é um tipo de instabilidade comum em taludes rochosos, caracterizada pela movimentação de blocos ao longo de duas superfícies de descontinuidade que se intersectam, formando uma cunha. Segundo Hoek e Bray (1981), esse tipo de ruptura ocorre quando a linha de interseção entre duas juntas inclinadas se direciona livremente para fora do talude, permitindo que o bloco resultante deslize. Essa instabilidade depende não só da orientação das descontinuidades, mas também das condições de resistência ao cisalhamento ao longo das superfícies de fratura. O conhecimento detalhado da estrutura geológica e da orientação das juntas é essencial para prever e mitigar esse tipo de falha.

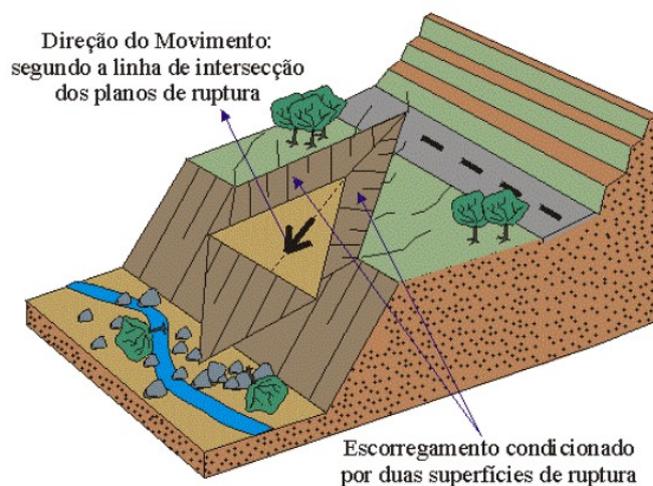
De acordo com Wyllie e Mah (2004), a análise da estabilidade de rupturas em cunha deve considerar o atrito, a coesão, a presença de água e a geometria das juntas. Esses autores enfatizam a importância de avaliações tridimensionais, uma vez que a ruptura não ocorre em um plano único, mas ao longo da interseção entre dois ou mais planos. Eles também destacam que métodos gráficos, como o uso de projeções estereográficas, são úteis na identificação de possíveis direções de falha. A presença de descontinuidades favoráveis e a ausência de restrições na direção de fuga são os principais fatores que contribuem para esse tipo de colapso.

A ruptura em cunha ocorre quando duas descontinuidades se intersectam de forma inclinada, criando uma superfície de escorregamento comum que permite o movimento de

uma massa rochosa em direção ao exterior do talude. Essa linha de interseção deve estar orientada dentro do plano de ruptura possível e inclinada o suficiente para vencer as forças de atrito e coesão do material. A presença de água pode reduzir a resistência ao cisalhamento ao longo das juntas, facilitando o deslocamento. Caso não haja obstáculos, como blocos de contenção ou atrito suficiente, a cunha pode deslizar rapidamente, levando ao colapso do talude.

O processo se inicia com o acúmulo de tensões ao longo das superfícies de descontinuidade. Quando as tensões excedem a resistência do material, o bloco em forma de cunha se desloca ao longo da linha de interseção. A instabilidade é favorecida por vibrações (como as provocadas por explosivos ou tráfego pesado), variações de umidade, intemperismo químico e alterações na geometria do talude. A análise correta da orientação das juntas e a realização de monitoramento contínuo são essenciais para prevenir esse tipo de ruptura, especialmente em obras de infraestrutura como estradas, barragens e minas a céu aberto.

Figura 7: Ruptura em cunha.



Fonte: Unesp

3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE GEOSSINTÉTICOS

Conforme a ABNT NBR ISO 10318-1:2018 os geossintéticos tem como definição:

“Termo genérico designando um produto no qual ao menos um de seus componentes é produzido a partir de um polímero sintético ou natural, se apresentado na forma de manta, tira ou estrutura tridimensional, utilizado em contato com o solo ou outros materiais, em aplicações da engenharia geotécnica e civil (ABNT, 2018).”

O geossintético pode ser natural ou sintético, o natural por ser biodegradável, mas possui poucas capacidades de aplicação, pois o fato dele ser natural aumentam as chances de alguma de suas propriedades não atenderem a determinado projeto. Já os geossintéticos sintéticos possuem uma grande variedade e sua utilização é crescente em obras de engenharia, pois possuem um elevado grau de controle tecnológico na hora de sua fabricação.

Figura 8: Tipos de geossintéticos.



Fonte: Drenak

Algumas vantagens podem ser observadas com a utilização dos geossintéticos. De modo que, alguns autores evidenciam o uso desses materiais como redução de custos e otimização de materiais. De acordo com Koerner (2012), o uso de geossintéticos pode substituir ou reduzir significativamente o uso de materiais convencionais como brita e areia, resultando em menor custo de transporte e execução, ou seja, o simples fato de se utilizar um material alternativo pode reduzir o custo final de um determinado projeto.

Além disso, Carvalho (2010), ressalta a importância devido a facilidade e rapidez na instalação, tendo em vista que geossintéticos possuem alta flexibilidade, o que facilita o manuseio e reduz o tempo de execução das obras, especialmente em locais de difícil acesso, em outras palavras, essa facilidade e rapidez de instalação também está condicionado a uma mão de obra que não requer grande especialização para a aplicação.

De acordo com Koerner (2012), os geossintéticos auxiliam na melhoria da estabilização de solos, porquanto as geogrelhas e geotêxteis reforçam o solo, aumentando sua resistência ao cisalhamento e melhorando a estabilidade de taludes, aterros e fundações, isto é, ele desempenha um papel fundamental para a redução dos esforços externos. Como também, ajudam no controle da erosão, conforme os autores Giroud e Noiray (1981) retratam que os geossintéticos são eficazes no controle da erosão superficial e interna, principalmente em

encostas, margens de rios e canais, pois eles possuem funções de drenagem e com isso, possibilitam diminuição das tensões exercidas

Outrossim, a impermeabilização e proteção ambiental é destacada por Koerner (2012), ao qual as geomembranas são amplamente utilizadas em aterros sanitários e lagoas de contenção, por sua elevada impermeabilidade, prevenindo a contaminação do solo e das águas subterrâneas, isso significa que o ambiente estará protegido por meio dessa função de proteção. Sendo notório também os benefícios quanto a durabilidade e resistência química, pois segundo Holtz, Christopher e Berg (2008), os geossintéticos possuem excelente resistência a agentes químicos e biológicos, o que os torna ideais para aplicações em ambientes agressivos, digo, algo que seria extremamente danoso para um material comum, agora poderá ser suportado por esse material sintético.

3.5.1 Classificação

Existe uma diversidade de materiais a serem definidos e classificados de acordo com o processo de fabricação. Dessa forma, a NBR ISO 10318 apresenta as seguintes definições dos geossintéticos:

- **Geotêxteis**

Geotêxteis são materiais têxteis permeáveis, geralmente feitos de polímeros sintéticos, usados em contato com o solo para desempenhar funções específicas de engenharia. Eles podem ser tecidos (com fibras entrelaçadas) ou não tecidos (com fibras ligadas por processos térmicos, químicos ou mecânicos). São amplamente utilizados por sua versatilidade em diversas aplicações geotécnicas.

Segundo o IGS Brasil, os geotêxteis desempenham funções como filtração, separação, reforço, proteção e drenagem. Por exemplo, podem atuar como filtro em sistemas de drenagem, permitindo a passagem da água, mas retendo partículas de solo. Também podem separar diferentes camadas de solos, evitando a mistura de materiais com granulometrias distintas, o que garante a estabilidade da estrutura.

Na sociedade, os geotêxteis contribuem significativamente para obras mais duráveis, sustentáveis e econômicas. São aplicados em estradas, aterros sanitários, ferrovias, canais e barragens, promovendo a preservação ambiental, a redução de custos com manutenção e aumentando a vida útil das infraestruturas. Abaixo está o exemplo de uma aplicação desse material para a filtração.

Figura 9: Aplicação de geotêxtil para separação de materiais.



Fonte: Geosul, 2017.

- **Geogrelhas**

Geogrelhas são materiais geossintéticos compostos por uma malha de polímeros rígidos ou flexíveis com aberturas regulares. Essas estruturas são projetadas para distribuir cargas e reforçar solos, especialmente em obras de contenção e estabilização de taludes.

De acordo com o IGS Brasil, a principal função das geogrelhas é o reforço. Elas melhoram a capacidade de carga do solo ao atuarem como uma armadura, distribuindo os esforços de tração e aumentando a estabilidade da estrutura. São comuns em muros de contenção, encostas e pavimentações sobre solos moles.

Na prática, as geogrelhas proporcionam maior segurança e economia nas obras de engenharia civil, além de possibilitarem construções em áreas com solos de baixa resistência. Sua aplicação reduz o uso de materiais convencionais e minimiza o impacto ambiental de grandes movimentações de terra. A Figura 10 mostra a aplicação de geogrelhas para o reforço em camadas do subleito de uma rodovia

Figura 10 – Aplicação de geogrelha para reforço de solo.



Fonte: Geosul, 2022.

- **Georredes**

Georredes são estruturas bidimensionais de polímero com uma malha aberta, geralmente fabricadas por extrusão, colagem ou tecelagem. Elas possuem resistência mecânica e são projetadas principalmente para aplicações em drenagem e reforço.

Conforme o IGS Brasil, a principal função das georredes é a drenagem. Elas são utilizadas para conduzir fluidos entre camadas de solos ou entre o solo e outros geossintéticos, além de poderem atuar em reforço em algumas aplicações específicas. Em sistemas de drenagem, facilitam o fluxo de água e evitam o acúmulo de pressão.

Na sociedade, as georredes desempenham um papel crucial na prevenção de deslizamentos, erosões e problemas de estabilidade em taludes e aterros. Elas tornam os projetos mais seguros e eficientes, especialmente em obras urbanas, rodoviárias e de saneamento. A Figura 11 mostra a representação de uma geogrelha

Figura 11 – Representação de uma geogrelha.



Fonte: Garware, 2019.

- **Geomembranas**

Geomembranas são barreiras sintéticas com baixa permeabilidade, geralmente feitas de polietileno de alta densidade (PEAD) ou outros polímeros. Elas são utilizadas para impedir a passagem de líquidos ou gases em aplicações ambientais e geotécnicas.

Segundo o IGS Brasil, a função primária das geomembranas é a barreira. Elas são amplamente empregadas no revestimento de aterros sanitários, canais, tanques de contenção e lagoas de tratamento. Sua função é evitar a contaminação do solo e dos lençóis freáticos por substâncias poluentes.

O impacto social das geomembranas é enorme, pois elas ajudam a preservar recursos hídricos e a controlar a poluição. Isso se reflete diretamente na saúde pública, na proteção ambiental e na sustentabilidade dos sistemas de gerenciamento de resíduos. A Figura 12 mostra a aplicação da geomembrana com o intuito de impermeabilização do solo.

Figura 12: Impermeabilização por meio da geomembrana.



Fonte: Geossintec, 2024

- **Geocélulas**

Geocélulas são estruturas tridimensionais formadas por tiras de polímero conectadas que, ao serem expandidas, formam células com formato de favo de mel. Elas são preenchidas com solo, areia ou brita e usadas para estabilização e confinamento.

Conforme o IGS Brasil, as geocélulas desempenham funções de reforço, estabilização e confinamento. São especialmente eficazes em taludes, leitos de rios, estradas e áreas sujeitas à erosão. O confinamento do solo dentro das células melhora sua resistência ao cisalhamento.

Na sociedade, as geocélulas contribuem para obras mais resilientes em terrenos irregulares e instáveis, reduzindo o risco de deslizamentos e facilitando a execução de projetos em regiões com solos fracos, o que promove o desenvolvimento de áreas antes inexploradas. A Figura 13 mostra a utilização de geocélulas para solos com baixa capacidade de suporte

Figura 13: Utilização de geocélulas para solos com baixa capacidade de suporte.



Fonte: Geossintec, 2024

- **Geoexpandido**

Geoexpandido é um material geossintético leve, geralmente composto por poliestireno expandido (EPS), utilizado como substituto de solos em aterros, preenchimentos e reaterros em locais com restrições de carga.

De acordo com o IGS Brasil, sua principal função é o alívio de carga. Ele reduz o peso sobre solos moles, evitando recalques excessivos e colapsos estruturais. É muito utilizado em fundações, muros de contenção e áreas urbanas onde há interferência com redes subterrâneas.

O uso de geoexpandido permite a construção em locais críticos sem comprometer a estabilidade da obra, tornando possível o aproveitamento de terrenos urbanos densamente ocupados, além de reduzir prazos e custos de construção. A Figura 14 mostra a utilização do geoexpandido em aterros sobre solo mole.

Figura 14: Geoexpandido em aterros sobre solo mole.



Fonte: AEC

- **Geocompostos**

Geocompostos são combinações de dois ou mais geossintéticos (como geotêxteis, geogrelhas ou georredes), integrados para desempenhar múltiplas funções em uma única estrutura. Eles aproveitam as propriedades complementares de cada componente.

O IGS Brasil classifica os geocompostos como materiais multifuncionais, podendo oferecer barreira, drenagem, filtração e proteção simultaneamente. São comuns em sistemas de drenagem de aterros sanitários, túneis, rodovias e coberturas verdes.

Na sociedade, os geocompostos representam soluções otimizadas e econômicas para desafios complexos em obras de engenharia, reduzindo a necessidade de diversos materiais distintos, acelerando o processo construtivo e ampliando a durabilidade das estruturas.

A figura 15 mostra um exemplo de geocomposto, que atua com a função de drenagem e filtração, simultaneamente.

Figura 15: Geoexpandido em aterros sobre solo mole.



Fonte: AEC

- **Geocompostos Argilosos**

Geocompostos argilosos (ou GCLs – Geosynthetic Clay Liners) são geossintéticos compostos por uma camada de bentonita (argila altamente impermeável) entre duas camadas de geotêxtil ou geomembrana. Eles formam uma barreira hidráulica quando hidratados.

De acordo com o IGS Brasil, os GCLs têm como principal função a barreira, com aplicação em substituição parcial às geomembranas ou em conjunto com elas. São utilizados em aterros sanitários, tanques de contenção, lagos artificiais e fundações industriais.

Esses materiais são fundamentais para proteger o meio ambiente contra a contaminação do solo e da água, principalmente em locais de armazenamento de resíduos. Seu uso garante segurança e eficiência em projetos de infraestrutura ambiental.

A Figura 16 mostra revestimento de argila geossintética (GCL), também chamado geocomposto bentonítico que é um material formado pela junção de geotêxtis que confinam um núcleo de argila com alto poder expansivo. Ela também funciona como barreira hidráulica, atuando como contenção secundária em sistemas de impermeabilização.

Figura 16: Geocomposto Bentônico.



Fonte: AEC

- **Geotubos**

Geotubos são estruturas feitas de geotêxteis resistentes, costurados em formato de tubos, que são preenchidos com sedimentos ou rejeitos bombeados. Após o enchimento, eles funcionam como barreiras ou estruturas de contenção temporárias ou permanentes.

Conforme o IGS Brasil, os geotubos são usados principalmente para desaguamento, contenção e construção de estruturas hidráulicas. Eles permitem a separação da água e dos sólidos, facilitando o tratamento de lodos e dragagens.

Na prática, os geotubos são amplamente aplicados em dragagens de rios, lagos e portos, contribuindo para a recuperação ambiental de corpos hídricos, controle de erosão costeira e obras emergenciais. Seu uso promove sustentabilidade e recuperação de ecossistemas degradados. A Figura 17 mostra a aplicação de geotubos para o confinamento de iodo.

Figura 17: Aplicação do geotubo para confinamento de iodo.



Fonte: Geotubos, 2021.

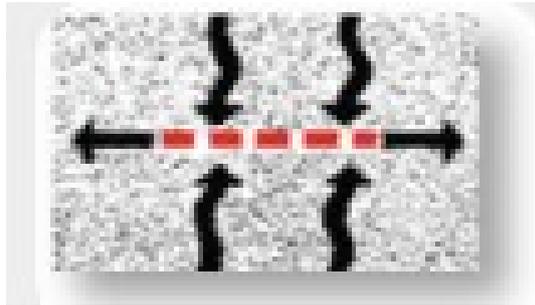
3.5.2 Funções dos geossintéticos

Diante disso, em obras de engenharia, os geossintéticos podem exercer, concomitantemente, uma ou mais funções, sendo destacado de acordo com as definições apresentadas na NBR ISO 10318.

- **Drenagem**

O geossintético age como um dreno que carrega o fluido através de solos com menor permeabilidade, podendo ser observado na Figura 18. De modo que, a drenagem é responsável pela coleta e condução de águas pluviais, águas subterrâneas e outros fluidos no plano de um geotêxtil ou produto correlato (IGS; ABNT, 2018).

Figura 18- Esquema de geossintético na função de drenagem

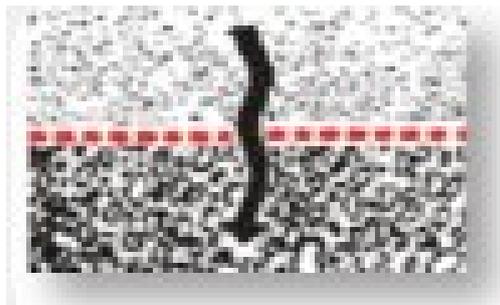


Fonte: ABINT

- **Filtração**

Na Figura 19 é possível destacar que o geossintético desempenha papel similar a um filtro de areia, permitindo a livre passagem de água através do solo enquanto retém as partículas sólidas. Assim, a retenção de um solo ou de outras partículas submetidas a forças hidrodinâmicas, permitindo a passagem do fluido em movimento através, ou no interior, de um geotêxtil ou produto correlato (IGS; ABNT, 2018).

Figura 19: Esquema de geossintético na função de filtração.



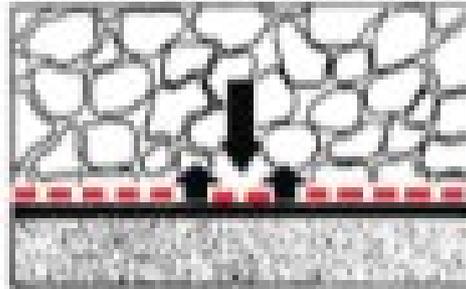
Fonte: ABINT

- **Proteção**

O geossintético inserido em uma obra com a função de proteção é colocado com o intuito de protegê-lo contra danos mecânicos tais como abrasão, puncionamento e rasgo. Ou seja, a limitação ou prevenção de danos localizados em um elemento ou material, pelo uso de

um geotêxtil ou produto correlato, podendo ser observado no esquema apresentado na Figura 20 (ABNT, 2018).

Figura 20: Esquema de geossintético na função de proteção.

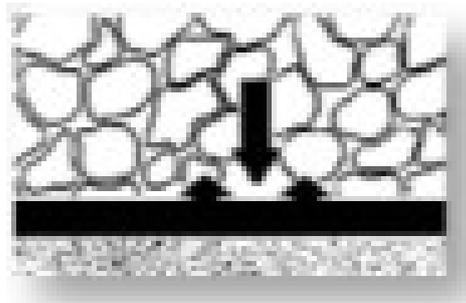


Fonte: ABINT

- **Barreira**

O geossintético atua como uma barreira relativamente impermeável a fluidos e gases, prevenindo ou limitando a migração de fluidos (ABNT, 2018). Um exemplo pode ser evidenciado na Figura 18.

Figura 18: Esquema de geossintético na função de barreira.

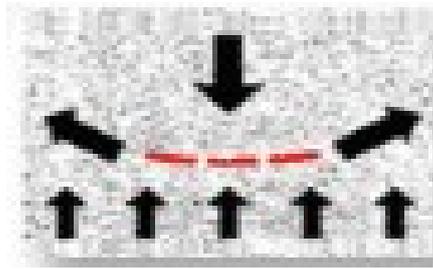


Fonte: ABINT

- **Reforço**

O geossintético atua como elemento de reforço inserido no solo ou em associação com o solo. A Figura 21 esquematiza essa função, tendo em vista o uso do comportamento tensão-deformação de um geotêxtil ou produto correlato para a melhoria das propriedades de resistência e de deformação do solo natural (IGS; ABNT, 2018).

Figura 21: Esquema de geossintético na função de controle de reforço.

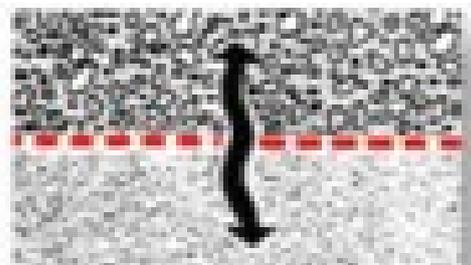


Fonte: ABINT

- **Separação**

A Figura 22 destaca a função do geossintético atuando na separação de duas camadas de solo que têm distribuições de partículas diferentes. Assim, previne a mistura de dois materiais adjacentes de naturezas diferentes, solos ou material de aterro, pelo uso de um geotêxtil ou produto correlato (IGS; ABNT, 2018).

Figura 22: Esquema de geossintético na função de controle de erosão superficial.

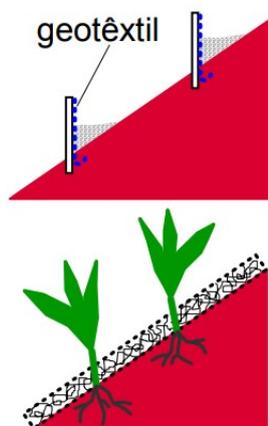


Fonte: ABINT

- **Controle de erosão superficial**

O geossintético trabalha para reduzir os efeitos da erosão do solo causados pelo impacto da chuva e pelo escoamento superficial da água. Assim, o uso de um geotêxtil ou produto correlato é importante para evitar ou limitar os movimentos do solo ou de outras partículas na superfície, por exemplo, evidenciado na Figura 23 de um talude (IGS; ABNT, 2018).

Figura 23: Esquema de geossintético na função de controle de erosão superficial.



Fonte: IGS

4 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão da bibliográfica da literatura, realizada no mês de fevereiro a abril de 2025. O estudo foi conduzido por meio de artigos disponíveis em plataformas acadêmicas como Periódicos CAPES e *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), bem como no portal brasileiro de publicações e dados científicos em acesso aberto pertinentes e livros relacionados ao tema.

A busca foi realizada por meio da combinação de descritores alternados pelo operador booleano AND. Sendo assim, foram usados “Geossintéticos” AND “Taludes”, bem como “Estabilização de taludes” AND “Engenharia Civil”.

Como critérios de inclusão elencados foram incluídos artigos no período de 2010 a 2025, bem como artigos em inglês, português e espanhol, além de teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, livros, apostilas e que estivessem disponíveis na íntegra respondendo ao objetivo da pesquisa. Como critérios de exclusão, foram descartados os artigos que não pertenciam ao período indicado, bem como os estudos que não tiveram resultados satisfatórios para o objetivo da pesquisa.

Após a busca nas bases de dados, a análise foi realizada por meio do Microsoft Office Word, ao qual foram discutidos em várias seções durante o estudo. Sendo fundamentada em estudos de caso, dados da literatura especializada e avaliações comparativas, com o objetivo de oferecer uma visão crítica e realista sobre a viabilidade do estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, a primeira aplicação significativa de solo reforçado com geossintéticos ocorreu em 1986, na rodovia SP-123, entre Taubaté e Campos do Jordão, onde geotêxteis foram utilizados para recuperar um talude de 30 metros de altura que havia falhado devido às chuvas intensas. Esses marcos históricos evidenciam a evolução e a crescente importância dos geossintéticos na engenharia geotécnica, especialmente na estabilização de taludes (GEOSYNTHETICA, 2016).

Nesse contexto, diversos estudos têm investigado a aplicação de geossintéticos como solução alternativa e economicamente viável aos materiais granulares tradicionalmente empregados na estabilização de taludes, especialmente em contextos onde há escassez, elevado custo de insumos naturais e dificuldades de reaproveitamento de materiais retirados in loco, além de mitigar questões logísticas e econômicas (SANTOS FILHO, 2017).

A partir da análise realizada no estudo, foi possível identificar que os geossintéticos desempenham um papel fundamental na melhoria do desempenho geotécnico das estruturas, contribuindo para o aumento da resistência ao cisalhamento do maciço, o controle da erosão superficial e a eficiência dos sistemas de drenagem, fatores essenciais para garantir a estabilidade e a segurança a longo prazo dos taludes.

Diante disso, para a melhor compreensão e detalhamento do estudo, a Tabela 1 abaixo mostra as principais classificações encontradas dos geossintéticos e qual sua respectiva função desempenhada para a estabilização de taludes.

Tabela 1: Tipos de geossintéticos e suas respectivas funções na estabilização de taludes

Tipo de Geossintético	<i>Função Principal na Estabilização de Taludes</i>
Geotêxtil	Filtração, separação e reforço superficial
Geogrelha	Reforço estrutural do solo
Geomanta (ou biomanta)	Controle da erosão superficial
Geodreno (ou geocomposto drenante)	Drenagem interna do talude
Geomembrana	Impermeabilização e contenção de líquidos
Geocélula	Confinamento superficial e reforço local
Geocomposto	Combinação de reforço e drenagem

Fonte: Koerner (2012)

Sendo assim, a discussão do estudo foi dividida em três etapas, cada uma delas mostrando a solução de estudos de caso referente a cada aplicação, juntamente com seu detalhamento e modo de emprego dos geossintéticos: filtração e controle da erosão superficial, separação e proteção, bem como reforço estrutural.

5.1 O USO DE GEOSSINTÉTICOS NA ESTABILIDADE DE TALUDES

5.1.1 Filtração e controle da erosão superficial

A partir dos estudos analisados é notório que a função de filtração desempenhada pelos geotêxteis em taludes consiste na retenção das partículas finas do solo enquanto permite o livre escoamento da água, contribuindo significativamente para a dissipação da pressão neutra e para a redução da suscetibilidade à instabilidade.

Simultaneamente, a geomanta é um tipo de geossintético projetado para atuar no controle da erosão superficial, funcionando como uma cobertura protetora que reduz o impacto direto da água da chuva sobre o solo exposto. Sua estrutura tridimensional permite a retenção de partículas do solo e favorece o desenvolvimento da vegetação, que por sua vez contribui para a estabilização do terreno a longo prazo. Segundo Zornberg (2017), as geomantas desempenham um papel fundamental na proteção de taludes em corte e aterro, especialmente durante os estágios iniciais de revegetação, quando o solo está mais vulnerável à ação erosiva. Dessa forma, a utilização de geomantas representa uma solução técnica eficiente e ambientalmente adequada para mitigar processos erosivos em encostas e áreas suscetíveis à degradação superficial.

Tendo em vista essas considerações, o estudo de Melo (2020) traz a utilização geotêxteis não tecidos (feitos de fibras de poliéster) e geomantas como elementos de controle da erosão superficial hídrica. As análises foram aplicadas em um talude de corte, com foco na estabilidade superficial e proteção ambiental, no Distrito Federal. Ademais, os resultados mostraram que a aplicação de geossintéticos, especialmente o geotêxtil não tecido, foi eficaz na redução dos processos erosivos, com desempenho superior às áreas sem proteção. O uso das geomantas também favoreceu o crescimento da cobertura vegetal, contribuindo para a proteção a longo prazo.

Outrossim, no estudo de Fernando *et al* (2009), analisou-se o uso de geomantas também para o controle da erosão superficial. A aplicação foi feita em um talude de corte de estrada localizado em Viçosa (MG). O talude foi formado durante obras de abertura de acesso ao campus da Universidade Federal de Viçosa e apresentava declividade média de 112%. Sendo assim, a partir do estudo foi possível perceber que as geomantas reduziram a erosão do solo em comparação ao solo exposto e que a combinação das geomantas com vegetação teve desempenho superior ao uso das mantas sem vegetação.

Ademais, na pesquisa de Neves; Andrade; Silva (2021), elas mostram a utilização em conjunto de um filtro geotêxtil e geogrelhas, formando assim o geocomposto. Esses materiais

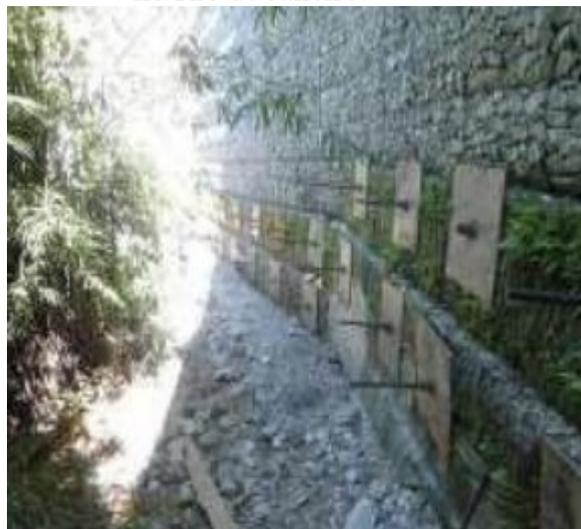
foram utilizados no entroncamento da BR 450 com a BR 251, situado no Rio de Janeiro. O talude natural possui cerca de 28 m de altura e possui muita vegetação presente. A estrutura apresentava grande deformabilidade e possuía baixa resistência interna, no entanto, não possuía nenhuma identificação de quedas. Desse modo, a utilização desses filtros geotêxtis foi de suma importância para a reestruturação dessa obra de engenharia por meio da filtragem realizada a partir dos filtros geotêxtis e do reforço garantido pelas geogrelhas. As Figuras 24 e 25 mostram a utilização dos filtros geotêxtis e das geogrelhas na obra citada.

Figura 24: Entroncamento da BR- 450 E BR – 251 no Rio de Janeiro.



Fonte: BELO HORIZONTE (2016)

Figura 25: Utilização dos geossintéticos no entroncamento da BR- 450 E BR – 251 no Rio de Janeiro.



Fonte: BELO HORIZONTE (2016)

Diante disso, é possível perceber que a utilização dos geossintéticos como material para a estabilização de taludes é uma técnica que funciona muito bem, não requer mão de obra com um grau de capacitação tão avançada e que ele oferece altos índices de desempenho e baixo custo comparado aos materiais convencionais.

5.1.2 Separação e proteção

A função de separação dos geossintéticos em obras de estabilização de taludes tem como principal objetivo manter distintos os diferentes materiais granulares utilizados nas camadas do solo, especialmente entre solos finos e camadas drenantes. Ao evitar a migração de partículas entre essas camadas, o geotêxtil preserva as características mecânicas e hidráulicas do sistema, contribuindo diretamente para a estabilidade global da estrutura. Esse mecanismo é fundamental para garantir o desempenho a longo prazo da encosta, especialmente em regiões com alto índice pluviométrico ou presença de solos de baixa resistência. Como destacado por Koerner (2012), os geossintéticos atuam de maneira eficaz na separação de materiais ao impedir a contaminação entre solos estruturalmente distintos, mantendo a integridade do sistema de suporte.

Por sua vez, a função de proteção promovida pelos geossintéticos está relacionada à capacidade desses materiais de proteger outras estruturas ou camadas do solo contra danos mecânicos e erosivos. Em taludes, essa função é frequentemente associada à proteção de camadas de drenagem, mantos vegetativos ou geomembranas, que poderiam ser danificadas por esforços cortantes ou impacto de partículas do solo. Além disso, geotêxteis podem atuar como elementos de controle de erosão superficial, especialmente durante a fase inicial de revegetação, evitando o arraste de partículas pelo escoamento superficial. De acordo com Palmeira (2009), os geossintéticos são amplamente utilizados como elemento de proteção superficial e estrutural em obras geotécnicas, apresentando elevado desempenho frente a esforços de tração, abrasão e perfuração.

Ademais, no estudo de Tatto (2014), ela utiliza o geotêxtil não tecido com função de filtro e proteção em taludes sujeitos ao impacto de ondas. O trabalho é focado na proteção de taludes em ambientes sujeitos a ação de ondas, tais como: margens de rios, reservatórios artificiais e costas marítimas.

Sendo assim, o experimento simula a condição real em laboratório usando um canal hidráulico com gerador de ondas, para representar a atuação de ondas sobre taludes protegidos com geotêxtil e enrocamento. Desse modo, o geotêxtil apresentou eficiência na retenção de

partículas do solo, evitando erosão e colmatação mesmo sob condições severas de fluxo cíclico. Houve uma redução significativa do transporte de sedimentos quando o geotêxtil foi utilizado, e com isso, foi possível constatar que o comportamento foi ainda melhor do que o de filtros granulares tradicionais, mostrando compatibilidade e segurança estrutural (Tatto, 2014).

Além disso, no estudo de Batista (2016), foi utilizado geotêxtil não tecido, atuando como filtro-separador na interface solo/enrocamento, impedindo o carreamento de partículas finas do solo através dos vazios do enrocamento. Ademais, a obra consistiu na estabilização e proteção dos taludes de acesso à praia artificial de Filadélfia. Foram realizados serviços de escavação, regularização e compactação dos taludes, seguidos pela aplicação de manta geotêxtil e enrocamento com pedras de mão. O objetivo era conter a erosão provocada pelas marolas e garantir a estabilidade dos taludes. Por fim, foi constatado que o geossintético proporcionou estabilidade diante das ações das marolas, reduzindo o carreamento de partículas finas do solo, prevenindo a erosão interna.

5.1.3 Reforço estrutural

O reforço estrutural do solo proporcionado pelas geogrelhas consiste na introdução de elementos com elevada resistência à tração, que interagem mecanicamente com o solo, aumentando sua capacidade de suporte e estabilidade. Segundo Palmeira (2012), as geogrelhas atuam principalmente por meio do mecanismo de confinamento lateral e interação por atrito com o solo, promovendo a redistribuição de tensões e controlando deformações excessivas. Esse reforço é especialmente importante em obras de estabilização de taludes, pois contribui para a contenção de escorregamentos e deslizamentos, além de permitir a construção de taludes mais íngremes com segurança. A utilização de geossintéticos como as geogrelhas representa uma alternativa eficiente, econômica e ambientalmente favorável no contexto da engenharia geotécnica.

O estudo de caso descrito a seguir se refere a aplicação de geossintéticos do tipo geogrelhas para a contenção de uma obra na cidade de Maceió – AL, no ano de 2018. A Figura 26 mostra o deslizamento da barreira, ocasionado por um processo de erosão devido as grandes intensidades de chuvas da região, somado as ligações clandestinas de esgoto, dados esses retirados da Secretaria Municipal de Infraestrutura SEMINFRA (Costa; Costa; Gonzaga, 2019).

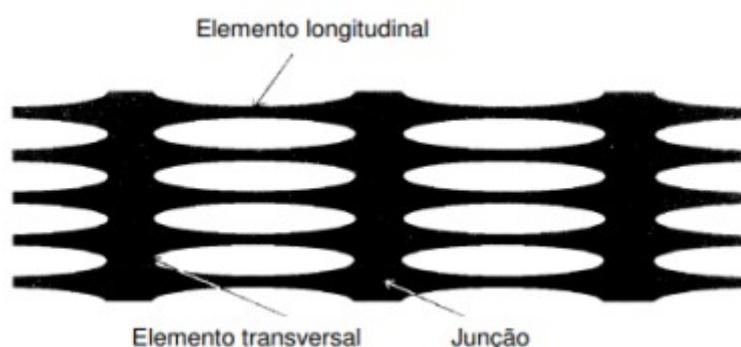
Figura 26: Deslizamento de terra Maceió -AL.



Fonte: Tribuna Hoje (2017)

Dessa maneira, buscou-se encontrar soluções para conter essa ruptura. Por isso, a solução utilizada para reforçar esse tipo de talude foi justamente a geogrelha, um tipo de geossintético. Os elementos constituintes da geogrelha são mostrados na Figura 27. Os elementos transversais são responsáveis pela ancoragem do geossintético no solo, já os elementos longitudinais são responsáveis por garantir o atrito entre o polímero e o solo e também pela transmissão de carga ao longo do comprimento da grelha (Costa; Costa; Gonzaga, 2019).

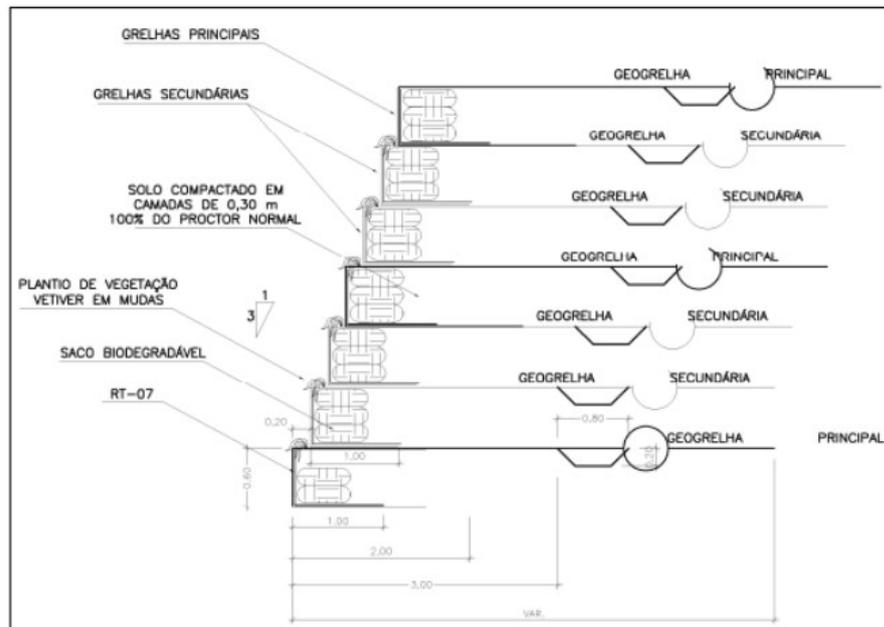
Figura 27: Elementos constituintes da geogrelha.



Fonte: Sieira (2003).

Segundo dados da SEMINFRA, um muro de contenção foi executado por meio de sucessivas camadas compactadas de solo a cada 20 cm, formando degraus a cada 60cm. A Figura 28 abaixo mostra a seção transversal de forma detalhada de como foi realizada a disposição das grelhas ao longo do muro (Costa; Costa; Gonzaga, 2019).

Figura 28: Seção transversal do muro reforçado com as geogrelhas.



Fonte: Brugger (2003).

Por fim, foi introduzido algumas camadas de cobertura vegetal na face do talude, que segundo Koerner (2012), a aplicação de cobertura vegetal sobre sistemas de geossintéticos é fundamental para reduzir a ação erosiva da água e do vento sobre taludes, além de promover integração estética e ambiental. Portanto, a Figura 29 mostra como ficou a obra de contenção após a sua finalização.

Figura 29: Representação final da contenção do talude.



Fonte: Geocontract (2018).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise realizada neste trabalho, constatou-se que os geossintéticos exercem um papel fundamental no aumento da estabilidade e segurança de taludes, sendo uma alternativa viável e eficiente frente aos métodos tradicionais.

A utilização de geossintéticos possibilita a melhoria do desempenho estrutural do solo, seja por meio do reforço, separação de camadas, drenagem ou proteção, contribuindo diretamente para o controle da erosão e para a durabilidade das estruturas.

Os estudos avaliados demonstraram que a aplicação correta desses materiais permite a redução significativa de falhas em taludes e diminui os custos de manutenção e execução, além de promover maior sustentabilidade ao processo construtivo.

Ademais, com base nos estudos de caso destacados, foi possível perceber a utilização desses materiais poliméricos em diversas obras de engenharia, sendo bastante importante destacar que a sua utilização pode ser parcialmente ou totalmente substituída, se comparado aos materiais convencionais.

Dessa forma, conclui-se que os geossintéticos são elementos indispensáveis para obras de estabilização de taludes, garantindo maior segurança, eficiência técnica e menor impacto ambiental.

Portanto, faz-se necessário novas pesquisas com a finalidade de se obter dados mais precisos para se utilizar os geossintéticos nas diversas obras de infraestrutura. Assim, espera-se que esse trabalho contribua com as pesquisas que estão ou serão realizadas referente a esse ramo da engenharia, bem como incentivar o uso desse grande material denominado de geossintético.

REFERÊNCIAS

ABNT – **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR ISO 10318-1:2019 – Geossintéticos – Parte 1: Termos e definições. Rio de Janeiro, 2019.

CARVALHO, R. C. Geossintéticos: aplicações e desempenho. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2010.

CETESB – **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 abr. 2025.

COSTA, B. C. A.; COSTA, M. C. A.; GONZAGA, G. B. M. Utilização de geossintéticos como elemento de contenção de taludes: estudo de caso do uso de geogrelhas na recuperação da encosta do Murilópolis, no bairro da Serraria, Maceió/AL. In: **CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA – CONTECC**, 2019, Palmas/TO. Anais [...]. Palmas: CONFEA, 2019.

EMBRAPA. **Unidade de Apoio, Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária** (São Carlos, SP). Paulo Estevão Cruvinel. Medidor digital multissensor de temperatura para solos. BR n. PI 8903105-9, 26 jun. 1989, 30 maio 1995.

FERREIRA, M.Q. O estudo dos taludes e da sua estabilidade. In: Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História, Volume II, Capítulo III - **Geologia de Engenharia**, 2010.

FIORILLO, R.; CARMAGNANI, G. Estabilidade de taludes: uma abordagem geotécnica. **Revista Multiciência**, 2009.

GERSCOVICH, D. M. S. Estabilidade de taludes. 2. ed. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2016.

GIRLOUD, J. P.; NOIRAY, L. Geotextile-reinforced unpaved road design. **Journal of the Geotechnical Engineering Division**, ASCE, v. 107, n. GT9, p. 1233–1254, 1981.

GOMES, L. G. F. F. *Novela e sociedade no Brasil*. Niterói: **EdUFF**, 1998.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. 2. ed. São Paulo: **Blucher**, 1984. 192 p.

HOEK, E.; BRAY, J. W. Rock Slope Engineering. 3. ed. London: **Institution of Mining and Metallurgy**, 1981.

HOLTZ, R. D.; CHRISTOPHER, B. R.; BERG, R. R. Geosynthetic Design and Construction Guidelines. **Federal Highway Administration**, Report No. FHWA-NHI-07-092, 2008.

HOUAISS, A (Ed.). Novo dicionário Folha Webster's: inglês/português, português/inglês. Co-editor Ismael Cardim. São Paulo: **Folha da Manhã**, 1996.

HUESKER. Produtos e Soluções em Geossintéticos. Disponível em:
<https://www.huesker.com.br>. Acesso em: 14 abr. 2025.

IGS BRASIL. Geossintéticos: Definições, Tipos e Aplicações. Disponível em:
<https://www.igsbrasil.org.br>. Acesso em: 14 abr. 2025.

KOERNER, R. M. Designing with Geosynthetics. 6. ed. New Jersey: **Xlibris Corporation**, 2012.

KOERNER, R. M. Designing with Geosynthetics. 6. ed. **Upper Saddle River: Pearson**, 2012.

KOOGAN, A; HOUAISS, A (Ed.). Enciclopédia e dicionário digital 98. Direção geral de André Koogan Breikmam. São Paulo: **Delta: Estadão**, 1998. 5 CD-ROM.

MACCAFERRI. Geossintéticos: Inovação e Aplicações em Engenharia Civil. Disponível em:
<https://www.maccaferri.com/br>. Acesso em: 14 abr. 2025.

MASSAD, F. Geotecnia: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2015.

MEDEIROS, R.M. Avaliação de estabilidade de taludes de aterros sanitários. 2018.

OLIVEIRA, I. R. de. Estabilidade de Taludes: análise e projetos. 3. ed. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2015.

OLIVEIRA, J. M. Geotecnia Aplicada à Engenharia Civil. 2. ed. Rio de Janeiro: **LTC**, 2015.

PALMEIRA, E. M. Uso de geossintéticos em obras de infraestrutura de transportes. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 2, n. 1, p. 15–34, 2009.

PALMEIRA, E. M. Uso de Geossintéticos em Obras de Engenharia Geotécnica. Brasília: UnB, 2013. Apostila de curso de pós-graduação.

PERFIL da administração pública paulista. 6. ed. São Paulo: **FUNDAP**, 1994. 317 p.

RODRIGUES, C. F. Mecânica dos Solos e suas Aplicações: estabilidade de taludes. 2. ed. Rio de Janeiro: **LTC**, 2010.

RODRIGUES, C.J.B. Análise de fiabilidade de taludes em solos naturais. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, 2014.

RODRIGUES, S. A. Estabilidade de Taludes: Teoria e Aplicações. São Paulo: **Editora Geotec**, 2010.

MELO, Maria Tereza da Silva. **Utilização de geossintéticos para controle de erosão superficial hídrica em face de talude**. 2020. 181 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/39400>. Acesso em: 28 abr. 2025.

NEVES, M.C.A; ANDRADE, I.C.M; SILVA, A.B. Estabilização de taludes com uso de geossintéticos. Belo Horizonte: **Escola de Engenharia de Minas Gerais**, 2021.

SANTOS FILHO, Leomax Fernandes dos. *Análise da estabilização de taludes com a utilização de geogrelhas*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SILVA, A.B. Estabilização de taludes com uso de geossintéticos. Belo Horizonte: **Escola de Engenharia de Minas Gerais**, 2021.

SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE**, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: UFPE, 1996. Disponível em: <<http://www.xxx.com.br>>. Acesso em: 21 jan. 1997.

STRAUSS, M. Análise de estabilidade de talude do aterro sanitário da zona norte de Porto Alegre. 1998.

TEIXEIRA, C. E. Taludes e Encostas: estabilidade e contenção. 1. ed. Rio de Janeiro: **LTC**, 2013.

TEN CATE. Geossintéticos – Produtos e Aplicações. Disponível em: <https://www.tencategeo.com>. Acesso em: 14 abr. 2025.

TRIBUNA INDEPENDENTE. Erosão no bairro de Murilópolis apresenta risco iminente de tragédia. Tribuna Hoje, Maceió, 10 jun. 2017. Disponível em: <https://tribunahoje.com/noticias/cidades/2017/06/10/69124-erosao-no-bairro-de-murilopolis-apresenta-risco-iminente-de-tragedia>. Acesso em: 25 abr. 2025.

VALIENTE SANZ, R; SOBRECASES MARTÍ, S; DÍAZ ORREGO, A. Estabilidade de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. **Revista Civilizate**, 2015.

VERTEMATTI, W. C. Manual de geossintéticos. 2. ed. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2015.

WIKIMEDIA COMMONS. Rotational slide. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rotational_slide.svg. Acesso em: 06 abr. 2025.

WOLLE, C.M. Taludes naturais - mecanismos de instabilização e critérios de segurança. 1981. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

WYLLIE, D. C.; MAH, C. W. Rock Slope Engineering: Civil and Mining. 4. ed. London: Spon Press, 2004.

ZORNBERG, J. G.; CHRISTOPHER, B. R. Geosynthetics: Advances and Approaches. In: **Proceedings of the GeoAmericas Conference**, Lima, Peru, 2020.