

## Análise da Utilização de Vegetação na Estabilidade de Taludes

Glória Stéffane Goes Silva

Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UFPB, João Pessoa, Brasil, gloria.steffane17@gmail.com

Geovanna Karla da Silva Simões

Engenheira Civil, UFPB, João Pessoa, Brasil, geovannakarlass@gmail.com

Arthur Vinícius Freire Silva Ramos

Engenheiro Civil, UFPB, João Pessoa, Brasil, arthur\_vinicios\_@hotmail.com

Mayra Silva Dantas

Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UFPB, João Pessoa, Brasil, dantasmayra70@gmail.com

Fábio Lopes Soares

Professor do curso de Engenharia Civil, UFPB, João Pessoa, Brasil, flseng@uol.com.br

**RESUMO:** A erosão do solo é configurada como o processo ao qual o material rochoso ou terroso é desagregado da superfície terrestre. Esse desgaste é provocado, sobretudo, por agentes como chuvas, ventos e temperatura. Além disso, a ausência de recobrimento em taludes é responsável por diversos casos de erosão e deslizamentos de massa, tendo as ações antrópicas como agentes potencializadores. Nessa perspectiva, a utilização de vegetação em taludes propicia a redução dos níveis de erodibilidade, além de diminuir os efeitos causados pelo escoamento e infiltração das águas pluviais, contribuindo para a estabilidade da estrutura, visto que, as raízes propiciam o aumento da coesão e ângulo de atrito do solo. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta um estudo acerca da influência das raízes vegetais na resistência da encosta, por meio de uma revisão bibliográfica para o levantamento de dados e informações no que diz respeito ao comportamento da vegetação existente no local estudado, além do comparativo da análise de estabilidade do talude com e sem a presença do Capim Vetiver. Dessa forma, obteve-se o fator de segurança para os dois cenários, analisando a variação percentual de resistência física e mecânica do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estabilidade de Taludes, Vegetação, Capim Vetiver, Fator de Segurança.

**ABSTRACT:** Soil erosion is defined as the process by which rocky or earthy material is disaggregated from the earth's surface. This wear and tear are mainly caused by agents such as rainfall, wind, and temperature. Furthermore, the absence of covering on slopes is responsible for several cases of erosion and mass slides, with anthropic actions as potentiating agents. In this perspective, the use of vegetation on slopes promotes the reduction of erodibility levels, in addition to decreasing the effects caused by runoff and infiltration of rainwater, contributing to the stability of the structure, as roots increase the cohesion and angle of friction of the soil. In this sense, the present work presents a study on the influence of plant roots on slope resistance, through a literature review to gather data and information regarding the behavior of existing vegetation at the study site, in addition to a comparative analysis of slope stability with and without the presence of Vetiver grass. Thus, the safety factor was obtained for both scenarios, analyzing the percentage variation of the physical and mechanical resistance of the soil.

**KEYWORDS:** Slope Stability, Vegetation, Capim Vetiver, Safety Factor.

### 1 INTRODUÇÃO

Ao longo do contexto historiográfico, a ocupação de áreas urbanas cresceu vertiginosamente, implicando diretamente na retirada da cobertura vegetal natural para a construção de edificações e obras de infraestrutura. Nesse sentido, de acordo com Tabalipa e Fiori (2008), o desmatamento em taludes resulta na

diminuição dos efeitos mecânicos devido à ação das raízes no solo, bem como, acarreta na incidência direta da chuva sobre o maciço.

A área de estudo está localizada na cidade de João Pessoa, situada no litoral paraibano, a qual apresenta clima tropical úmido com altos índices pluviométricos. Dessa forma, segundo Martini *et al.* (2006), a precipitação pluviométrica, no contexto brasileiro, é o principal agente deflagrador da erosão e movimentos de massa, sendo, portanto, grande responsável pela instabilidade do solo, principalmente em áreas de risco geotécnico. Consoante Ferreira (2004), a regularização do processo erosivo compreende um conjunto de obras em que possibilita reduzir a energia de escoamento superficial da água da chuva sobre o solo desnudo e propenso a deslizamentos de massa.

Segundo Barbosa (2012), a vegetação é um instrumento da bioengenharia utilizado para recuperação do solo, controle da erosão e estabilização de taludes, e sua utilização ao longo dos anos tem aumentado significativamente. Nesse sentido, o Capim Vetiver se apresenta como uma solução eficaz para erodibilidade do solo, sendo ainda, conforme Quito (2014), capaz de responder a estímulos táteis provenientes do ambiente biológico, além de se adequar a todos os tipos de solo e controlar o escoamento, diminuindo o transporte de sedimentos. Portanto, o atual estudo possui como objetivo principal, avaliar, por meio de ensaios laboratoriais e revisão de literatura, a eficácia do Capim Vetiver no que tange a resistência ao cisalhamento do maciço, traçando um comparativo entre um solo com vegetação e sem vegetação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Efeitos da Chuva

Lima (2002) *apud* Ramos *et al.* (2022), retratam a existência da correlação entre chuva acumulada e eventos de deslizamentos de massa, visto que a chuva é um dos principais agentes deflagradores por reduzir drasticamente a resistência do solo através da elevação da saturação do solo e da erosão nas encostas. Somado a isso, dependendo do perfil topográfico e geológico, e da classificação do grau de risco, existe a possibilidade de ocorrer deslizamentos de massa, expondo os moradores dessas zonas à situação de vulnerabilidade.

### 2.2 Erosão

A erosão se configura como um processo natural responsável por modificações no relevo, que, de acordo com Nakajina (2015), são intensificadas por agentes erosivos tais quais a água, o vento e as ações humanas. Nesse contexto, de acordo com Santos (2015), esse fenômeno é um dos processos capazes de alterar significativamente a paisagem, destacando-se principalmente por sua característica de desprendimento e transporte de material.

No Brasil, a erosão conta com um fator agravante que é o clima tropical. As constantes precipitações pluviais favorecem o processo erosivo (DO REGO, 1978), em que a desnudação do solo se caracteriza como um agente acelerador das intempéries nos taludes. Dessa maneira, de acordo com Alheiros *et al.* (2003), a vegetação presente na superfície do talude desempenha uma função essencial na prevenção da erosão, na atenuação da infiltração de água nas áreas não protegidas e na estabilização do talude.

### 2.3 Efeitos Mecânicos da Vegetação no Talude

Uma das propriedades mecânicas mais importantes da vegetação no solo são as raízes, devido a resistência à tração, que, ao contrário do solo, resiste às forças compressivas. Além disso, outro efeito que as raízes apresentam é o de aglomerar as partículas do solo, cooperando para a elevação do ângulo de atrito e coesão (ALHEIROS *et al.*, 2003). De acordo com Coelho e Pereira (2006), esse efeito ocasiona consequente redução da erodibilidade do solo do talude, o que, para Baets *et al.* (2008) *apud* Júnior (2019), a ação combinada do solo e das raízes se converte em um solo reforçado.

Cada espécie vegetal possui um tipo específico de raiz, o que, conseqüentemente, de acordo com suas características concede ao solo maior ou menor resistência ao cisalhamento (BARBOSA, 2012). De acordo com Fiori e Carmignani (2009) *apud* Cavalcanti (2017), é necessário considerar a interação solo-raiz para avaliar a contribuição da resistência ao cisalhamento do solo pelas raízes. Nesse tipo de sistema, as raízes podem ser tratadas como se fossem elementos flexíveis e elásticos que, quando enterrados no solo, aumentam a resistência. Dependendo das propriedades do solo e da topografia local, o revestimento protetor pode ser realizado por meio de materiais naturais ou artificiais, obtendo-se resultados positivos e duradouros, caso seja aplicado com os devidos cuidados.

## 2.4 Capim Vetiver

De acordo com Truong *et al.* (2008), o capim vetiver tem um sistema radicular, maciço, e fortemente estruturado e distribuído, com uma taxa de crescimento muito alta, podendo chegar a 1/6 da resistência do aço leve, além disso, é capaz de crescer de 3 a 4 metros em um ano. O resultado do seu conjunto de raízes profundas é a alta tolerância à seca. Dessa forma, o plantio de Capim Vetiver em encostas pode colaborar na contenção de deslizamentos de terra e estabilização de massas.

O entrelaçamento das raízes forma um sistema similar ao comportamento de uma rede de geossintéticos, fornecendo um aumento aparente da coesão, que aumenta as propriedades de resistência do solo (TEIXEIRA, 2017). Além do mais, de acordo com Jardim (2017), o sistema radicular das espécies vegetais, em sua maioria, contribuem para o reforço do solo produzido pelas raízes secundárias, denominadas de radicelas, comportando-se como tirantes vivos, que promovem o aumento da resistência ao cisalhamento dada pela transmissão de tensões entre o solo e as raízes.

Segundo Cavalcanti (2017), uma das grandes vantagens da utilização do Capim Vetiver é o baixo custo-benefício, quando comparada a outras plantas com a mesma finalidade. Pode-se destacar, ainda, que não se trata de uma planta invasora, sendo resistente ao fogo e que cresce e se desenvolve em distintos tipos de solo. O Capim Vetiver é facilmente removido, sobrevive em condições intempéricas, possui baixo custo de implantação e manutenção, e não é hospedeiro de insetos e fungos.

## 2.5 Solução Mista para Reduzir os Custos da Contenção

As raízes desempenham funções mecânicas e de proteção superficial do solo, colaborando para o aumento da estabilidade do maciço, e apresentam, em sua maioria, baixos custos de execução e manutenção quando comparados a outras soluções estabilizantes.

Considerando os aspectos da interação solo-raiz descritos no estudo de Coelho e Pereira (2006), a adoção de soluções mistas, ou seja, a união da execução de contenções convencionais ao plantio de vegetação, colaboram para elevação do fator de segurança da barreira e, conseqüentemente, para as estabilizações com custos menores e mais acessíveis, uma vez que segundo Simões (2023) a maioria das áreas de risco estão localizadas em comunidades carentes, onde não há recursos financeiros para arcar com soluções complexas e dispendiosas. Tornando-se, portanto, uma solução vantajosa tanto para os moradores dessas regiões mais carentes, quanto para o poder público.

## 3 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

### 3.1 Área de Estudo

A região de estudo se localiza no bairro do Miramar, próximo a uma das principais avenidas da cidade de João Pessoa-PB, Figura 1. O bairro possui predominantemente uma característica residencial, com uma leve predominância de ocupação horizontal. Porém, atualmente, está em processo de ocupação vertical, sendo

considerado o segundo bairro mais procurado para a construção de edifícios residenciais, segundo Filipéa (2021).



Figura 1. Região de estudo.

A encosta estudada, de acordo com dados da Prefeitura de João Pessoa, passou por um processo de remodelamento no ano 2023, juntamente com uma reforma na área no entorno, em que o relevo natural do talude recebeu o plantio de Capim Vetiver como função de proteção vegetal e paisagismo da área. O talude apresenta altura de 7,00 metros e inclinação média de aproximadamente 28 graus.

### 3.2 Vegetação Existente

Em visitas de campo, verificou-se que a vegetação existente é da espécie Capim Vetiver, por meio de avaliação técnica realizada e pelo auxílio eletrônico do aplicativo *Plantum* (2024) para identificar a espécie de planta, Figura 2. Por se tratar de um talude que passou por um remodelamento no ano de 2023, concluiu-se que o Capim Vetiver no talude de estudo apresenta menos de um ano de plantio. A identificação da espécie é primordial para o referido estudo, ao qual irá ser comparado às características mecânicas do solo com e sem vegetação.



Figura 2. Identificação do tipo de vegetação.

### 3.3 Coleta de Amostras

A fim de atingir os objetivos propostos para a pesquisa, realizou-se a coleta de amostras no talude estudado. Para a análise dos efeitos da utilização de vegetação, foram escolhidos pontos do talude de estudo com e sem a presença de cobertura vegetal.

Para tal, foram coletadas amostras indeformadas através do extrator do tipo *shelby*, na direção horizontal, a uma profundidade de aproximadamente 30 cm da superfície, sendo duas amostras indeformadas no solo com vegetação, extraídas no sentido perpendicular às raízes, e mais duas amostras indeformadas no solo sem vegetação. As amostras foram submetidas ao ensaio de cisalhamento direto, fornecendo os parâmetros de resistência do solo, obtendo assim, informações importantes no que tange a estabilidade de taludes, o ângulo de atrito e a coesão.

Em continuidade, foi recolhido amostras deformadas para a caracterização física do solo, sendo base para os ensaios de granulometria, teor de umidade, densidade das partículas sólidas e limites de Atterberg. Nesse sentido, obtêm-se dados capazes de estabelecer correlações entre aspectos físicos e mecânicos do solo nas duas situações consideradas.

### 3.4 Resultados do Ensaio de Laboratório

Com relação a amostra deformada do solo, foi realizado a análise granulométrica conjunta de acordo com a NBR 7181/2016, por meio do ensaio de peneiramento (fração grossa) e sedimentação (fração fina), é possível a determinação da curva granulométrica, Tabela 1, essencial para caracterização do solo. Com base nos resultados encontrados, observa-se que o solo estudado possui um maior percentual de areias (34,28% de areia fina e 22,26% de areia grossa) e com uma fração de silte e argila de 30,59%.

Tabela 1. Resumo granulométrico segundo o DNIT.

<b>Resumo da Granulometria - DNIT</b>	
<b>Material</b>	<b>Retido (<math>\Delta X\%</math>)</b>
Pedregulho ( $d > 2,00\text{mm}$ )	12,87
Areia Grossa ( $0,42\text{mm} < d \leq 2\text{mm}$ )	22,26
Areia Fina ( $0,075\text{mm} < d \leq 0,42\text{mm}$ )	34,28
Silte + Argila ( $d \leq 0,075\text{mm}$ )	30,59
Total	100,00
Areia Total (entre a Pen N° 10 e a 200)	56,55

Em continuidade, por meio do ensaio dos Limites de Attemberg, em conformidade com a NBR 6459/2016 e NBR 7180/2016, tem-se os dados referentes ao Limite de Liquidez (30,2%) e Limite de Plasticidade (25,8%), no qual, estão intimamente relacionados à umidade do solo. A junção dos ensaios de granulometria e do Limite de Attemberg possibilita a classificação do solo. Dessa forma, o solo analisado foi classificado como SM-SC, ou seja, areia silto-argilosa, de acordo com a classificação do Sistema Unificado de Classificação dos solos - SUCS.

Foram encontrados os parâmetros de resistência do solo, por meio do ensaio de cisalhamento direto, seguindo a metodologia descrita na NBR ISO 12957-1/2022. Realizou-se o ensaio para as amostras indeformadas com o solo sem vegetação e para as amostras indeformadas com vegetação, as quais foram moldadas no corpo de prova com as raízes no sentido perpendicular a força de cisalhamento.

Em conjunto com o resultado do cisalhamento direto, foi utilizado o dado de uma sondagem *Nspt* próxima a região, ao qual forneceu informações importantes do solo da área sem vegetação. Utilizando-se o método de correlação da sondagem *Nspt* para encontrar os parâmetros de coesão e ângulo de atrito, como proposto por Godoy (1972) e Texeira (1996) *apud* Ramos (2023), confirmando os resultados encontrados através do ensaio de cisalhamento direto.

Dessa forma, obteve-se a coesão e o ângulo de atrito do solo sem vegetação e com vegetação. A Tabela 2 apresenta as características físicas e mecânicas da região estudada para as duas situações analisadas.

Tabela 2. Propriedades físicas e mecânicas do solo.

<b>Características Físicas</b>	<b>Sem Vegetação</b>	<b>Com Vegetação</b>
Ângulo de Atrito ( $^\circ$ )	15,3	17,10
Coesão (KPa)	22,8	25,1
Peso Específico ( $\text{KN/m}^3$ )	16	16
Umidade (%)	4	4

### 3.5 Determinação do Fator de Segurança e Comparativo da Estabilização do Talude

Foram realizados cálculos de verificação de estabilidade do talude, considerando as tensões totais e a resistência não drenada com base nos parâmetros obtidos durante o estudo. Após obter os dados dos ensaios de laboratório, foi possível realizar a modelagem da encosta por meio do *software* GeoStudio 2021 Slope/W da Geo-Slope International. Assim, a investigação foi planejada utilizando-se o critério de estabilidade de Mohr-Coulomb através do método de limite de equilíbrio de Bishop.

Dessa forma, calculou-se os fatores de segurança críticos do talude, com vegetação e sem vegetação, tornando-se possível comparar a influência do Capim Vetiver na estabilidade do talude. A Figura 3 apresenta os resultados do Fator de Segurança (FS) obtidos durante a análise.

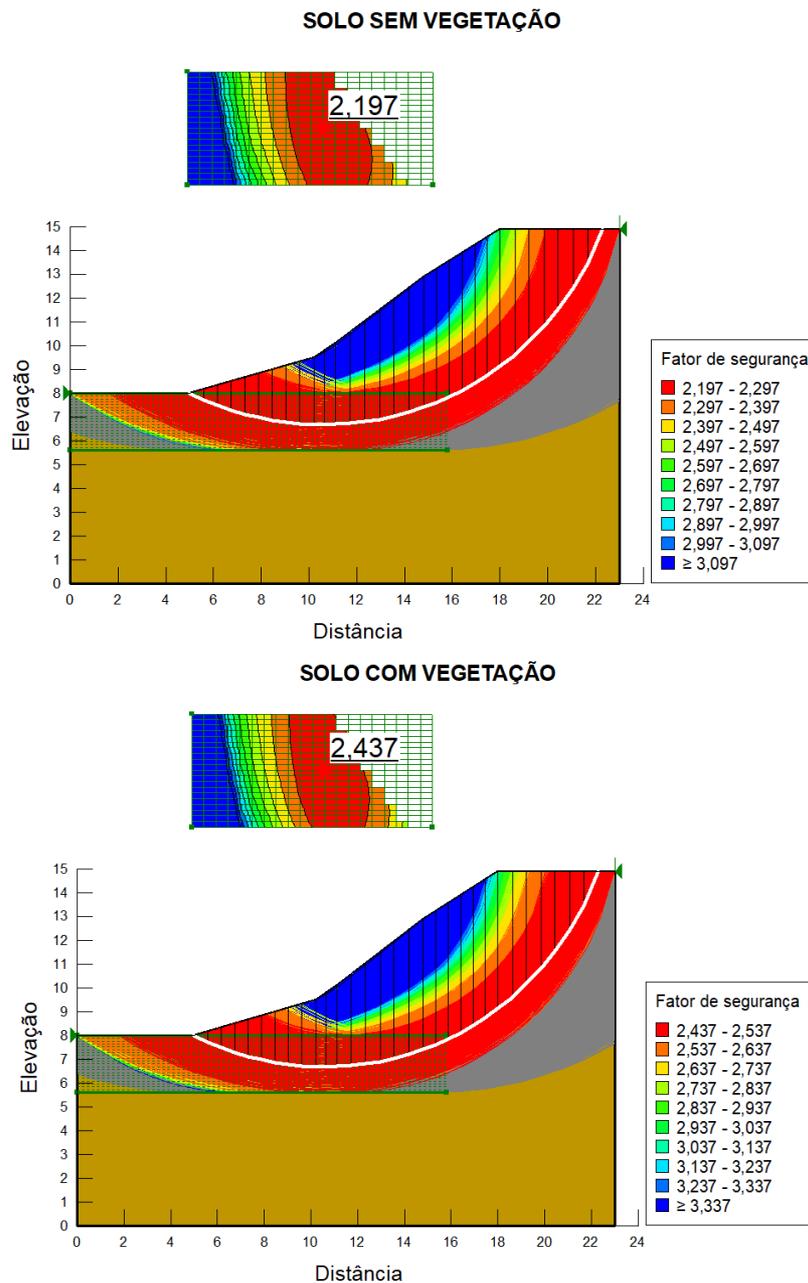


Figura 3. Análise de estabilidade no *software* Geo-Slope para o solo com e sem vegetação respectivamente.

Durante a análise de estabilidade no modelo computacional, foram obtidos um FS de 2,197 para o talude sem vegetação e um FS de 2,437 para o solo com vegetação, demonstrando o aumento percentual de 10,92% do fator de segurança do solo com vegetação em relação ao solo sem vegetação. Desse modo, é perceptível

que já no primeiro ano de idade do plantio do Capim Vetiver, o talude com vegetação apresentou um fator de segurança superior ao solo desnudado, evidenciando os efeitos positivos das raízes desse tipo de vegetação no solo, no que se refere ao aumento de parâmetros como a coesão e o ângulo de atrito, os quais estão diretamente relacionados a estabilidade do talude.

#### 4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, é possível concluir que a utilização da vegetação em taludes desempenha um papel fundamental na estabilização do solo, contribuindo significativamente para a redução da erosão e dos movimentos de massa. A presença de cobertura vegetal, especialmente a espécie de Capim Vetiver, demonstrou impactos positivos na resistência do solo, aumentando tanto o ângulo de atrito quanto a coesão, conforme evidenciado pelos resultados dos ensaios de laboratório. Além disso, o solo com vegetação apresentou um fator de segurança de 10,92% superior ao fator de segurança do solo sem vegetação. No entanto, a porcentagem ainda é baixa devido ao fato de o Capim Vetiver ter sido plantado há apenas um ano, porém, espera-se que os valores do FS aumentem gradativamente no decorrer dos anos, devido ao efeito de enraizamento no solo.

Ademais, a modelagem computacional do talude confirmou que a estabilização por meio da vegetação pode ser uma alternativa viável e econômica, especialmente em áreas de baixa renda. Nesse sentido, a proposta de solução mista, que combina técnicas convencionais de contenção com o plantio de vegetação, mostra-se como uma abordagem eficaz para reduzir os custos e promover a estabilidade do talude. Dessa forma, como é possível observar no estudo, a utilização do Capim Vetiver desempenha um importante aspecto para elevar o fator de segurança da encosta a longo prazo e, já para curto prazo, colabora diretamente na proteção superficial da barreira.

Portanto, recomenda-se para pesquisas futuras que sejam realizados novos estudos no talude em questão, com o objetivo de avaliar o ganho de resistência do solo nos próximos anos, devido ao enraizamento da vegetação no solo.

#### AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos agradecimentos ao Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e à empresa que nos forneceu os dados de sondagem utilizados em nossa pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHEIROS, M. M.; *et al.* (2003) *Manual de ocupação dos Morros da Região Metropolitana do Recife*. FIDEM, Recife- PE.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). NBR 6459 - *Determinação do Limite de Liquidez*. ABNT, Rio de Janeiro, RJ, 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). NBR 7180 - *Determinação do Limite de Plasticidade*. ABNT, Rio de Janeiro, RJ, 3p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). NBR 7181 - *Análise Granulométrica*. ABNT, Rio de Janeiro, RJ, 12p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2022). NBR ISO 12957-1 - *Geossintéticos — Determinação das características de atrito. Parte 1: Ensaio de cisalhamento direto*. ABNT, Rio de Janeiro, RJ, 13p.
- BARBOSA, Michele Cristina Rufino. (2012) *Estudo da aplicação do vetiver na melhoria dos parâmetros de resistência ao cisalhamento de solos em taludes*. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia da UFOP.
- CAVALCANTI, M. M. (2017) *Estabilização de encostas com proteção superficial e drenagem superficial e profunda*. 2017. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- COELHO, A. T.; PEREIRA, A. R. (2006) *Efeitos da vegetação na estabilidade de taludes e encostas*. Boletim Técnico: Deflor Bioengenharia, Ano 01, v.1, nº 002.
- FERREIRA, Marcilene Dantas. (2004) *Análise da evolução dos processos erosivos acelerados em áreas urbanas e das técnicas de controle e recuperação- Córrego do Tucum (São Pedro/ SP)*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- FILÍPEIA (2021). Atlas Municipal de João Pessoa.
- JARDIM, Lucas de Santana Oliveira da Veiga. (2017) *Análise de estabilidade de taludes em encostas revestidos com capim vetiver: estudo de caso em Teutônia/RS*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília.
- JÚNIOR, F. É. B. (2019) *Utilização do capim vetiver como solução da bioengenharia para o controle da erosão de mata redonda*. Programa de Graduação em Engenharia Civil / UFPB, João Pessoa.
- MARTINI, L. C. P, et al. (2006) *Avaliação da Suscetibilidade a Processos Erosivos e Movimentos de Massa: Decisão Multicriterial Suportada em Sistemas de Informações Geográficas*. Geol. USP, Sér. cient. v.5 n.2, São Paulo.
- NAKAJIMA, Karem Kiyomi. (2015) *Proposta de técnicas de controle da erosão às margens da PR-317 entre Floresta e Peabiru*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- PLANTUM: identificador de plantas (2024). AIBY Incorporated. Versão 6.1.
- QUITO, Vivian Souza. (2014) *Estudo sobre a influência das raízes do capim vetiver na permeabilidade de um solo tropical compactado*. Programa de Graduação em Engenharia Civil. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro
- RAMOS, A. V. F. S. (2023) *Análise e Proposta de Baixo Custo para Estabilização de Talude no Bairro São José em João Pessoa-PB – Estudo de Caso*. Programa de Graduação em Engenharia Civil / Centro de Tecnologia / Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- RAMOS, A. V. F. S.; SIMÕES, G. K. S.; SOARES, F. L. (2022) *Mapeamento de Risco e Educação Ambiental no bairro do Roger na cidade de João Pessoa*. COBRAE, ABMS, Pernambuco, v.3.
- REGO, Jalves José Verçosa do. (1978) *Erosão superficial em taludes de corte em solo residual de gnaíse*. Programa de Pós-Graduação de Engenharia da UFRJ.
- SANTOS, Luana Maria dos. (2015) *Erosão em taludes de corte: métodos de proteção e estabilização*. UNESP, Guaratinguetá, SP.
- SIMÕES, G. K. S. (2023) *Gestão de Risco de Movimento de Massa na Cidade de João Pessoa-PB*. Programa de Graduação em Engenharia Civil / Centro de Tecnologia / Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- SLOPE/W (2021). Stability Modeling with SLOPE/W. Geo-Slope International Ltd, Calgary, Alberta, Canadá.
- TABALIPA, Ney Lyzandro; FIORI, Alberto Pio. (2008) *Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia do Rio Ligeiro (PR)*. Geociências, v. 27, n. 3, p. 387-399.
- TEIXEIRA, Thiago Marques Baptista. (2017) *Análise da influência das raízes de vetiver nos parâmetros de resistência dos solos com a profundidade*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Geotécnica do Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto.
- TRUONG, PAUL; VAN, TRAN TAN; PINNERS, ELISE. (2008) *Sistema de aplicação Vetiver: Manual de referência técnica*. 2º Edição: Rede Internacional de Vetiver.