

VIABILIDADE DO USO DO VETIVER PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDE NA AVENIDA MAANAIM EM IPATINGA - MG

FEASIBILITY OF VETIVER USE FOR SLOPE STABILIZATION ON THE MAANAIM AVENUE, IPATINGA - MG

TAMARA FONSECA FREIRE¹, ARIANE CRISTINE ARAÚJO GOULART^{2*}, MÁIRA SOUZA DIAS¹, LIDIANE ANDRADE SILVA MAIA¹, HARYANI MARTINS MIRANDA¹

1. Engenheira Ambiental e Sanitarista formada pela Faculdade Única de Ipatinga; 2. Mestre em Ciência Florestal e Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade Única de Ipatinga.

* Rua Lamartine Babo, 29, Ideal, Ipatinga, Minas Gerais, Brasil, CEP: 35162-190. engenhariaambiental@unicaipatinga.com.br

Recebido em 24/06/2019. Aceito para publicação em 13/09/2019

RESUMO

Embora os processos erosivos ocorram através de agentes naturais, as atividades antrópicas vêm intensificando os impactos ambientais negativos, principalmente, quando referentes aos deslizamentos de massa em taludes. Então, com o intuito de minimizar esses impactos, o homem buscou soluções em obras de engenharia para contenção do solo. Por possuir um caráter mais sustentável, o método explorado neste trabalho foi o uso da bioengenharia de solos. Fora escolhido o capim Vetiver *Chrysopogon zizanioides* L. Roberty, tendo o objetivo de avaliar sua viabilidade para estabilização de talude, conforme os aspectos climáticos e geológicos característicos do local estudado. Para definição dos resultados, a metodologia foi embasada a partir de revisões literárias e amostragens para ensaios geotécnicos realizados em laboratório, com o propósito de caracterizar o solo coletado no talude em questão e, averiguar sua compatibilidade com as propriedades condicionantes do Vetiver. Concluiu-se que, o capim se destacou tanto em vantagens ambientais quanto econômicas, assim como nos fatores instalação e manutenção. Baseando nas condições de adaptação do capim ao solo, apresentadas nesta pesquisa, a viabilidade foi considerada possível para o talude na avenida Maanaim em Ipatinga/MG.

PALAVRAS-CHAVE: Deslizamento de massa, estabilização de Talude, Bioengenharia de solos, Capim Vetiver.

ABSTRACT

Although the erosive processes occur through natural agents, the anthropic activities have been intensifying the negative environmental impacts, especially when referring to landslides on slopes. Therefore, in order to minimize these impacts, the man tried to reach solutions in engineering works to contain the soil. Because it has a more sustainable character, the method explored in this work was the use of soil bioengineering. Among them, the Vetiver grass *Chrysopogon zizanioides* L. Roberty was chosen, with the objective of evaluating its feasibility for slope stabilization, according to the climatic and geological aspects characteristic of the site studied. In order to define the results, the methodology was based on literature reviews and sampling

for geotechnical tests carried out in the laboratory, with the purpose of characterize the soil collected in the slope in question and to verify its compatibility with the conditioning properties of Vetiver. It was concluded that the grass excelled in both environmental and economic advantages, as well as in the factors of installation and maintenance. Based on the adaptation conditions of the grass to the soil, presented in this research, viability was considered possible for the slope on the Avenida Maanaim in Ipatinga / MG.

KEYWORDS: Landslides, Slope Stabilization, Soil Bioengineering, Vetiver Grass.

1. INTRODUÇÃO

A constituição de uma conformação natural do terreno, originada pelas ações de forças externas e internas por meio de agentes geológicos, biológicos, climáticos e antrópicos, esculpem as encostas¹.

A erosão, de acordo com Silva (1995)², é o principal fator degradante em taludes, constituindo a problemática que assola em maior número os países tropicais, por estarem presentes nestes locais, a má gestão do uso do solo, suas habitações desordenadas e alta pluviometria.

Martins (2009)³ define três tipos de taludes: os rodoviários e os de mineração, que surgem através da ação antrópica e são subdivididos em taludes de corte e taludes de aterro. E, o terceiro sendo as encostas em áreas urbanas, estas que se originam, na maioria dos casos, de forma natural. O referido autor traz que, de acordo com a legislação, este tipo de talude, quando apresentam declividade acima de 45°, são considerados como Áreas de Preservação Permanente (APP).

Verifica-se na natureza uma condição inata pela busca do equilíbrio, sendo assim, no solo não seria diferente. No caso de um talude, esta capacidade para alcançar um estado de equilíbrio, é presente na dissipação de energia, manifestando-se em sua estabilidade. E independentemente da causa, a existência de instabilidade geológica num dado talude, principalmente com capacidade de exposição humana, pode gerar graves consequências, não só no âmbito

material, mas também quanto ao aspecto social e ambiental⁴.

Devido à problemática relacionada à instabilidade de taludes e as suas consequências, o homem tem desenvolvido diversas tecnologias e medidas para alcançar a estabilidade de um dado talude. Para cada tipo de talude, devido ao solo, clima e local em que o mesmo se encontra, existe uma forma diferente de tratamento superficial, objetivando prevenir os riscos de erosão⁵.

De acordo com Bertoni e Lombardi (1999)⁶, a bioengenharia vem sendo frequentemente utilizada, por ser um procedimento que visa maximizar a ideia do “ecologicamente correto”. Já que seus impactos negativos ao meio ambiente são insignificantes quando comparados aos positivos, principalmente levando em consideração o seu custo-benefício.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), a partir de sua norma 074/2006, indica o capim Vetiver para o tratamento ambiental de taludes e encostas⁷. Com base nos autores referenciados, este tipo de processo de estabilização, apesar de não ter sido desenvolvido recentemente, vem se fortalecendo no Brasil há apenas alguns anos, ainda buscando ser mais eloquente e atuante.

Com isso, o presente trabalho busca contribuir na propagação de informações válidas para inserir o Vetiver nas obras de estabilização de taludes, devido ao fato deste capim possuir características únicas e ter sua eficácia comprovada por diversos autores. O objetivo consiste em avaliar a viabilidade para utilização do capim Vetiver a fim de estabilizar um talude erodido na cidade de Ipatinga – MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo encontra-se no município de Ipatinga, região leste de Minas Gerais. O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948)⁸, é do tipo Aw, clima tropical.

O talude foco, para realizar a análise do solo, localiza-se na Avenida Maanaim. A via é um importante corredor viário para desafogamento do tráfego em regiões de grande fluxo de veículos.

Informações obtidas pela SECOM/PMI (2017)⁹ noticiaram que avenida foi interditada diversas vezes devido aos problemas estruturais, como taludes sujeitos a deslizamento de terra, por exemplo. Além de apresentar problemas com segurança pública junto à presença de ocupações desordenadas que, por sua vez, aumenta o fator de risco de erosão no entorno do local estudado.

Para os ensaios geotécnicos de laboratório, optou-se por recolher, verticalmente, duas amostras de solo do talude em análise. Os materiais utilizados para coleta das amostras do solo foram:

- Trado para recolher a porção de solo;
- Sacolas plásticas para armazenamento das duas amostras; e
- Etiquetas para identificação das mesmas.

Foram recolhidos 20 litros de solo para cada

amostragem, buscando uma porção, recomendada pelo laboratório, que não prejudicasse as análises.

Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório da Faculdade Unica de Ipatinga, com o propósito de realizar uma Análise Granulométrica, delimitar o Limite de Liquidez (LL) e também o de Plasticidade (LP). São os três procedimentos recomendados para classificação do tipo de solo, seguindo as orientações das respectivas normas NBR 7181:1984¹⁰, NBR 6459:1984¹¹ E NBR 7180:1984¹². A FIG. 1 demonstra os três, respectivamente, com fotos tiradas durante a análise.



Figura 1. Análise Granulométrica, Delimitação dos Limites de Liquidez e Plasticidade, da esquerda para a direita. **Fonte:** AUTORES/2018.

Posteriormente, foi feita revisão bibliográfica a respeito do capim vetiver, para conhecer suas características estruturais e fisiológicas, e correlacionar com os dados obtidos na análise do solo com o intuito de inferir sobre sua viabilidade no talude selecionado. A base de dados foi montada a partir de buscas realizadas em dados bibliográficas de instituições de ensino superior (dissertações e teses), Manuais de órgãos competentes, além de artigos da biblioteca digital *SciELO*.

Para análise da viabilidade econômica, foram comparadas as seguintes técnicas de contenção de taludes: sistema Vetiver, placa de grama e caixa de gabião. Por serem as mais usuais e de maior empregabilidade em obras encontradas na região analisada. As informações fornecidas foram coletadas através de uma pesquisa de mercado com três empresas do ramo de contenção de taludes, para cada técnica, com o objetivo de obtermos uma média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises das amostras de solo

As duas amostragens de solo apresentaram as mesmas características quanto a sua classificação, diferenciando-se em pequenas frações numéricas apenas em alguns aspectos, o que não altera o resultado final. Sendo então denominadas como solo do tipo argila amarela pouco arenosa.

Baseado na classificação H.R.B. (*Highway Research Board*)¹³, nota-se que se os materiais que passam pela peneira de nº 200 foram superiores a 35% serão classificados como siltosos e argilosos. Então, a partir dos resultados do laboratório observou-se que as

amostras obtiveram um resultado de 40%, adequando nesta classificação.

Para distinção do material, siltoso ou argiloso, foram analisados o Limite de Liquidez (LL) e Índice de Plasticidade (IP) e segundo resultados, os mesmos apresentam, respectivamente, 33,5% e 16,8%, enquadrando-se no grupo A-6 da tabela. Já que a mesma, também informa que para ser classificado no referente grupo, o solo deve conter um LL de até 40% e um IP mínimo de 11%. Então, pôde-se verificar que o material, predominante na amostra, tem classificação argilosa, sendo coerente a classificação dada pelo laboratório.

Além dessa classificação, analisando os resultados do laboratório, pode-se classificar o solo como sendo altamente plástico. Já que Caputo (1998)¹³ classifica os solos de acordo com seu IP, sendo:

- Fracamente Plásticos, se $1 < IP < 7$.
- Medianamente Plásticos, se $7 < IP < 15$.
- Altamente Plásticos, se $IP > 15$.

As amostragens obtiveram resultados superiores a 15%, confirmando também sua classificação argilosa. Constatando a referência de Caputo (1988)¹³, que cita que quanto maior o IP de um solo, mais argiloso ele será.

Sistema Vetiver

O capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash, reclassificada como *Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) é uma gramínea de origem indiana que tem sido utilizada para diversas finalidades, como aromatizantes, planta medicinal e protetores do solo¹⁶.

A década de 1970 foi a fase do desenvolvimento das teorias e práticas modernas para o controle de erosão utilizando o Sistema Vetiver (SV). E que o pioneirismo no desenvolvimento do mesmo, como ferramenta de proteção de taludes, se deu por John Greenfield e Richard Grimshaw, cujo apoio do Banco Mundial foi primordial para o também desenvolvimento da tecnologia em outros países.

Então, desde sua recomendação pelo Banco Mundial já na década de 1980, teve sua utilização ampliada para uso em projetos de remediação de áreas contaminadas, estabilização de taludes, proteção de ambientais costeiros e recuperação de áreas degradadas¹⁵.

Truong; Van e Pinnars (2008)¹⁵ também explicitam que o SV precisa de três a quatro meses para estabelecer-se, tem uma manutenção simples, prática, barata, e um meio muito eficiente de conservação do solo e da água – no controle de sedimentos e na estabilização e reabilitação de terras. Sendo os fatores que mais influenciaram nesta pesquisa para escolha da planta no estudo de viabilidade ao talude apresentado.

Nesse sistema, quando plantadas em fileiras simples, as plantas de Vetiver formam uma cobertura funcionando como barreira, na qual retarda e espalha o escoamento da água, reduzindo a erosão do solo, conservando sua umidade e sendo capaz de segurar os sedimentos que ali possam conter substrato de alta

fertilidade¹⁵.

Coelho e Pereira (2006)¹⁶ confirmam a viabilidade do capim em decorrência de seu baixo custo, requerimento técnico relativamente simples para instalação e manutenção, e adequação ambiental. Também citam que uso do Vetiver se encontra em contínuo destaque para aplicação em regiões tropicais, confirmando sua viabilidade na região apresentada nesta pesquisa. Já que nelas as condições climáticas que são favoráveis ao crescimento da vegetação ocorrem durante quase todo o ano.

Pereira (2006b)¹⁴ informa, no Boletim Técnico, quanto ao desenvolvimento do capim ser efetivamente melhor se estiver exposto à luz solar, como é o caso do talude analisado neste trabalho. Sua altura pode alcançar até dois metros, e suas folhas, aproximados, dois cm de largura na base, terminando em pontas pontiagudas.

Entretanto, o fator mais importante que relaciona o capim ao combate à erosão é a sua massa de raízes fortes e numerosas. Estas conseguem chegar a profundidades de até três metros, onde mantêm a planta viva por muito tempo, essa “âncora de solo” também significa que mesmo as chuvas fortes não conseguem prejudicá-las, porque, além disso, o ângulo de suas raízes cresce abruptamente para baixo¹⁷

Truong, Van e Pinnars (2008)¹⁵ citam, especificadamente, sobre as raízes do Vetiver, por serem consideradas mais fortes e profundas quando comparadas às raízes das árvores, tendo capacidade de penetrar em um solo com perfil compacto. Além de não possuir necessidade de um solo fértil ou com bom potencial hidrogeniônico (pH), podendo este ter até um déficit hídrico que não prejudicaria o seu crescimento, situação característica do talude foco do trabalho. O problema de estabilização apresentado pelo talude foco mostra que ao instalar uma vegetação como o vetiver, a vegetação contribuirá significativamente para a redução de processos erosivos, promovendo a estabilização da camada de solo em taludes devido a essa interação do sistema solo-raiz.

E, quando plantadas em conjunto, as plantas do Vetiver formam densas sebes que reduzem o fluxo e o desvio de água, tornando-se muito eficaz no controle de erosão, nas quais ajudam a diminuir a turbidez do escoamento superficial. E mesmo sobre efeitos adversos, elas crescem rapidamente, podendo ser também muito utilizadas para recuperação de áreas degradadas, já que nutrem o solo facilitando uma futura implantação de novas espécies locais. Este bom crescimento se deve principalmente a capacidade da planta em aproveitar melhor o nitrogênio do solo¹⁵.

Outra importante característica observada do Vetiver quanto à estabilização de encostas, referindo-se ao fato da gramínea poder crescer verticalmente em declives superiores a 150% (aproximadamente 56°), tendo um rápido e notável crescimento, tornando-a mais adequada para tal situação. Este fato proporcionou segurança ao verificar sua possibilidade de plantio no talude analisado¹⁵.

No Manual de Referência Técnica, Truong, Van e Pinnars (2008)¹⁵ citam informações primordiais sobre plantio do SV para garantir sua eficácia, tais como: as precauções que devem-se ter quanto à técnica, correta manutenção, tomadas de decisões, planejamento, melhor época, especificações do capim, preparação em etapas e, implantação de calha de drenagem para água e sedimentos.

Truong, Van e Pinnars (2008)¹⁵ também listam algumas características da planta, garantindo sua eficiência e segurança, tais como:

- Caules eretos e duros, os quais podem enfrentar um fluxo de água relativamente profundo;
- Uma cobertura densa é formada quando plantadas juntas agindo como um filtro de sedimentos muito eficaz e espalhador da água;
- Alta resistência a pragas, doenças e incêndios;
- Tolerância a extremas variações climáticas como secas prolongadas, inundações, submersões e temperaturas extremas de -15°C a +55°C;
- Alto nível de tolerância a herbicidas e pesticidas; dentre outros.

Os mesmos autores ressaltam que as vantagens do plantio do SV superam as desvantagens. Mas, se compará-lo com o uso de uma engenharia convencional, em terreno de difícil acesso, o sistema pode apresentar como aspecto negativo a garantia de sua eficácia.

Uma vez que, o plantio do capim deve ser monitorado até seu estabelecimento, pois a capacidade total de reforço e suporte do Vetiver só é eficaz depois da planta madura. Então, se estiver estabelecido em terrenos que possam dificultar seu plantio sem o devido auxílio de maquinário, para auxiliar na irrigação da vegetação, pode ter sua eficácia comprometida, já que, o Vetiver precisa de água em abundância no início de seu estabelecimento¹⁵.

Quanto à perspectiva ecológica, a esterilidade e a incapacidade de produzir rizomas e estolões fazem do Vetiver uma planta não invasora, sendo plantada apenas por mudas. Essa combinação o torna uma das plantas mais seguras, principalmente, por ocasião de sua introdução em novos habitats. E, através de testes de DNA, essa esterilidade tem sido comprovada em mais de 120 países tropicais e subtropicais^{18,14}.

Quando comparado economicamente, obtém um custo máximo, de práticas vegetativas, de apenas 30% do custo das soluções de engenharia tradicionais, assim como a característica de alta longevidade. Ou seja, a escolha de uma bioengenharia já foi comprovada, pelas referências aqui apresentadas, em ter um custo-benefício positivo e, a escolha da técnica com o capim Vetiver proporcionou maior segurança nessa questão. Além disso, os custos anuais de manutenção são reduzidos significativamente, quando as coberturas Vetiver ficam estabelecidas¹⁹.

Outra vantagem, relacionada ao meio ambiente, é o fato da técnica suavizar as consequências, sobretudo em relação aos resíduos gerados, das medidas de engenharia convencional, advindas de estruturas de

concreto e de pedra, por exemplo²⁰.

Em relação ao desenvolvimento de pesquisas, relacionadas ao controle de processos erosivos e estabilidade de taludes, Pereira (2006)¹⁵ e Lopes (2005)²¹ concordam com Barbosa (2012)²⁰. Onde reafirmam sobre o fato da aplicação do Vetiver ainda ser muito restrita, por ainda possuir uma escassez na produção de mudas e também em razão da deficiência de conhecimento das técnicas de utilização.

Resultado da viabilidade qualidade do solo e pesquisa bibliográfica

A partir desses resultados, o solo do talude comprovou ser adequado para possível instalação do Sistema Vetiver. Já que, após pesquisas bibliográficas, constata-se que o Vetiver é adepto às condições climáticas do local, onde o talude encontra-se inserido.

O tipo do solo também se adequa pelo o fato da planta poder vegetar em solos leves, como os da beira de rios ou até os bastantes argilosos¹⁴. Servindo de comprovação para sua viabilidade em solos argilosos, que são característicos das amostras de solo analisadas.

Comparação dos Custos

Foram comparadas as seguintes técnicas de contenção de taludes: sistema Vetiver, placa de grama e caixa de gabião.

Quanto ao capim Vetiver, fora informado que a cada metro quadrado (m²) são utilizadas, aproximadamente, oito mudas. Conforme for a dimensão da área solicitada para o plantio, os preços das mudas podem variar. Caso a área seja muito extensa o preço decresce, variando entre R\$ 0,03 a R\$ 0,18. Mas se a área tiver poucos m² o valor unitário da muda pode estar entre R\$ 1,20 a R\$ 1,80. No que se refere à implantação, as empresas já se comprometem com o plantio, porém a manutenção periódica cabe ao cliente e, de acordo com os autores aqui abordados, é fácil e prática.

A placa de grama pode ser comercializada em duas dimensões diferentes, de acordo com a área demandada. O valor médio unitário varia entre R\$ 1,00 a R\$ 1,50. Mas, o valor final pode ser alterado devido à situação degradadora do talude, local de acesso e inclinação, aumentando-o por obter a necessidade de outras ferramentas de sustentação, como as estacas e mantas, por exemplo.

Já as caixas de gabião, por conterem tela, filtro, mão de obra e pedra, têm seu valor referente à dimensão de um metro cúbico (m³). E o valor unitário do conjunto equivale em média a R\$ 412,00. Sendo que este valor pode variar de acordo com a dificuldade do local de acesso do talude a ser contido, por ser necessário o uso de maquinários.

Após comparação dos custos, entre as técnicas da solução tradicional, para contenção de taludes, com as de bioengenharia de solos, estas apresentaram melhores resultados. Tanto os aspectos econômicos quanto ambientais, tornaram-nas mais sustentáveis, confirmando as informações analisadas com as

pesquisas bibliográficas.

Conforme pesquisas no mercado atual, realizadas a partir de informações fornecidas por empresas do ramo de contenção de taludes, notou-se também que os preços variam muito de uma técnica à outra, inferindo que o capim Vetiver se mantém a frente na questão de custo-benefício e sustentabilidade. Sendo essa a grande vantagem do Vetiver sobre medidas de engenharia convencional, já que em projetos de estabilização de encostas, medidas de engenharia corretas significam grande variação no preço final do projeto.

4. CONCLUSÃO

A vegetação, evidenciando o uso das gramíneas, demonstrou ter um importante papel no controle e combate de erosão em superfícies.

A busca pela estabilização de taludes é uma solução de engenharia na qual podem ser encontradas técnicas convencionais e naturais. E, segundo os métodos analisados na literatura, as características de bioengenharia de solos mostraram-se mais válidas no aspecto sustentável, que é o foco deste trabalho.

Embasando nessa ciência natural, optou-se pela tecnologia do capim Vetiver, que tem sido utilizada como caso de sucesso em diversos cenários, numa esperança de alta estabilidade, principalmente, pelas propriedades de suas raízes.

As numerosas vantagens referentes ao plantio do Vetiver, sob o ponto de vista ecológico, ambiental e econômico, fazem com que ele se torne ideal para estabilização de taludes.

O Vetiver destacou-se ainda pela sua eficácia em solos pobres, altamente erodíveis, pelo seu baixo custo e fácil manutenção. Suas vantagens econômicas apresentaram-se superiores às outras técnicas encontradas na área estudada. E, os resultados obtidos nas análises de caracterização de solo, juntamente com a classificação do clima local, foram adequados; comprovando a viabilidade do seu uso no talude explorado.

A aplicação do Vetiver, com a finalidade proposta no presente estudo, ainda é escassa. Embora já existam, no Brasil, empresas que comercializam e difundem o uso do SV, com palestras e manuais técnicos disponíveis para auxiliar sua implantação.

Dada à importância do assunto, essencialmente, no âmbito ambiental, considera-se importante a divulgação das vantagens desse procedimento. Nas quais, demonstraram resultados que motivam a ampliação dessa pesquisa e sua aplicação nas condições brasileiras.

5. AGRADECIMENTOS

À Faculdade Única de Ipatinga, por disponibilizar sua estrutura laboratorial para o desenvolvimento dessa pesquisa, e ao professor Viviano pelo apoio e orientação na análise das amostras no laboratório.

REFERÊNCIAS

- [1] Carvalho CS, Macedo ES, Ogura AT. Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.
- [2] Silva MSL. Estudos da Erosão. Petrolina: CPATSA-EMBRAPA, 1995. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/133340>. Acesso em 11 de abril de 2018.
- [3] Martins VS. Recuperação de Áreas Degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviário e de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009.
- [4] Keller EA. Introduction to Environmental Geology. Pearson Education, Inc. 2012.
- [5] Fonseca J. Riscos associados à instabilidade de Taludes. Proposta de metodologia de abordagem a partir da análise comparada de diversos PDMs. 2014. Tese (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- [6] Bertoni J, Lombardi Neto F. Conservação do Solo. 4ª ed. Campinas: Ícone, 1999.
- [7] Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Tratamento ambiental de taludes com solos inconsistentes. Norma DNIT 075/2006. 2006.
- [8] Köppen W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.
- [9] SECOM/PMI. Secretaria de Obras Públicas. Câmara Municipal de Ipatinga. 2017. Disponível em: <http://fazenda.ipatinga.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/avenida-maanaim-sera-reabertana-manhade-sta-quinta-feira/73787>. Acesso em 07 de outubro de 2018.
- [10] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6459: Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984.
- [11] NBR 7180: Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.
- [12] NBR 7181: Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.
- [13] Caputo HP. Mecânica dos Solos e suas Aplicações: Fundamentos 1. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988.
- [14] Pereira AR. Como Selecionar Plantas para Áreas Degradadas e Controle de Erosões. 2006a.
- [15] Uso do vetiver na estabilização de taludes e encostas: barreiras vivas de vetiver em taludes. Boletim Técnico: Deflor Bioengenharia, v. 1, n. 3, 2006b.
- [16] Truong P, Van TT, Pinnars E. Sistema de aplicação vetiver: Manual de Referência Técnica. San Antônio: Rede Internacional de Vetiver, 2008. 2ª ed. Traduzido por Paulo R. Rogerio, Eng. Geotécnico, PE.
- [17] Coelho AT, Pereira AR. Efeitos da vegetação na estabilidade de taludes e encostas. Boletim Técnico: Deflor Bioengenharia, Ano 01, v.1, nº 002, 2006.
- [18] National Research Council. Vetiver grass: a thin green line against erosion. National Academy Press, Washington DC, USA, 1993. Disponível em: <https://www.nap.edu/download/2077>. Acesso em 12 de abril de 2018. Traduzido por Tamara Freire.
- [19] Madruga EL, Schelle EL, Salomão FXT. Uso do capim vetiver (sistema vetiver) na estabilização de taludes de rodovias, proteção de drenagens e de áreas marginais. UFMT, Departamento de Engenharia Civil, 2005.
- [20] Truong P. Stabilisation and rehabilitation of steep slopes using vetiver system technology. TVNI

Technical Director, Brisbane, Australia. 2017.
Traduzido por Tamara Freire.

- [21] Barbosa MCR. Estudo da aplicação do vetiver na melhoria dos parâmetros de resistência ao cisalhamento de solos em taludes. 2012. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Núcleo de Geotecnia Aplicada, Ouro Preto, Brasil.
- [22] Lopes MH. Cultivo do capim vetiver. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.