



Soluções geológicas de baixo custo para comunidades em áreas de riscos

Low-cost geological solutions for communities in risk areas.

Resumo

Este trabalho apresenta o Programa Soluções Geológicas para a Análise de Caracterização de Rochas e Solos. Este programa de extensão foca em estudos de soluções de baixo custo para estabilizar taludes. Os resultados esperados incluem o plantio do capim vetiver em áreas de alto risco geológico e a construção de vias de drenagem para direcionar a água da chuva, com a participação ativa da comunidade. O trabalho visa trazer contribuições valiosas para as comunidades, educando sobre os problemas geotécnicos e promovendo a conscientização ambiental. A ação extensionista promove segurança e compreensão do ambiente para os moradores locais, além de identificar medidas para combater a erosão e estabilizar taludes, como o plantio do capim vetiver, que é resistente à erosão e contribui para a estabilização do solo. As comunidades de Alegre estão envolvidas no processo, participando das reuniões e colaborando no plantio, resultando em progressos visíveis, como a redução de enxurradas e a estabilização dos taludes.

Palavras-chave: deslizamentos; erosões; comunidades; risco geológico; vulnerabilidade.

Éder Moreira
Danilo Macedo
Henrique Araújo de Souza
Daniel Almeida Vilela
Pablo de Oliveira Salvato
Pablo Rodrigues de Souza
Leonardo Coelho Fabrino Filho
Myllena Moura Gonçalves
Ana Laura Silva Oliveira

eder.c.moreira@ufes.br
danilo.macedo@edu.ufes.br
henrique.a.souza@edu.ufes.br
daniel.a.vilela@edu.ufes.br
pablo.salvato@edu.ufes.br
pablo.r.souza@edu.ufes.br
leonardocfabrinof@gmail.com
myllena.goncalves@edu.ufes.br
ana-oliveira06@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O capim vetiver, também conhecido como Chrysopogon zizanioides, é uma planta amplamente valorizada por sua capacidade única de contribuir para a estabilidade de taludes e encostas. Existem várias razões pelas quais o capim vetiver é amplamente utilizado para esse fim:

Sistema Radicular Profundo e Denso:

Uma característica marcante do capim vetiver é seu sistema radicular extremamente profundo e denso, que pode atingir vários metros de profundidade no solo. Essas raízes funcionam como âncoras naturais, promovendo uma estabilização eficaz do solo; 2. Fortalecimento do solo: As raízes do capim vetiver atuam como fibras que fortalecem o solo, aumentando sua coesão e resistência ao cisalhamento. Essa característica ajuda a prevenir a erosão do solo e os deslizamentos de terra (Barbosa; Lima, 2013); 3. Controle da Erosão: O capim vetiver forma uma densa rede de raízes que ajuda a reduzir a velocidade da água da chuva que escorre pelo talude, minimizando assim a erosão hídrica; 4. Redução do Impacto de Movimentos de Massa: A presença do capim vetiver pode reduzir o impacto de movimentos de massa, como deslizamentos de terra, ao fortalecer o solo e manter a estabilidade do talude; 5. Melhoria da Estética: Além dos benefícios funcionais, o capim vetiver também contribui para a melhoria estética de áreas inclinadas, criando paisagens mais verdes e atraentes.

Devido a essas características e benefícios, o capim vetiver é amplamente empregado em projetos de engenharia civil e ambiental para a estabilização de taludes, encostas e áreas propensas à erosão. Sua eficácia, baixo custo e sustentabilidade fazem dele uma escolha popular para promover a estabilidade do solo e proteger o ambiente de forma natural e eficaz.

Compreendida a importância do capim vetiver e considerando a existência de um pequeno horto no campus de Alegre, no Departamento de Geologia (CCENS/UFES), surgiu a ideia de auxiliar as comunidades que vivem em áreas de alto e muito alto risco geológico em Alegre. As comunidades de Vila Alta e Morro do Querosene foram as escolhidas devido a reclamações amplamente divulgadas na mídia e conversas com os moradores locais.

O diálogo com as comunidades teve início em 2018, com o apoio de líderes comunitários, lideranças religiosas e outras pessoas das comunidades. Durante as reuniões, foram apresentadas as características do capim vetiver e discutidas as formas de implementação do projeto nas comunidades. Adicionalmente, foi explicado às comunidades o conceito de movimento de massa e suas implicações.

Os movimentos de massa são fenômenos geológicos que envolvem o deslocamento de grandes quantidades de solo, rochas e detritos ao longo de encostas. Esses movimentos podem ser desencadeados por uma variedade de fatores,

como a ação da gravidade, a presença de água, atividades sísmicas, erosão, entre outros.

Existem vários tipos de movimentos de massa, entre os quais se destacam os deslizamentos de terra, as quedas de rochas, os fluxos de lama e os processos de solifluxão. Os deslizamentos de terra, por exemplo, acontecem quando uma massa de solo e/ou rochas se desprende de uma encosta e desliza para baixo. Os movimentos de massa podem ser classificados diversas categorias, como os deslizamentos rotacionais, translacionais e complexos, além de tombamentos, rastejos e fluxo de detritos.

As quedas de rochas, por sua vez, ocorrem quando blocos de rochas se desprendem de uma encosta e caem. Segundo Faitanin et al. (2022), esse processo pode causar danos irreparáveis em áreas habitadas ou em infraestruturas. Já os fluxos de lama são caracterizados pelo movimento rápido de uma mistura de água, solo e detritos ao longo de uma encosta, podendo ser desencadeados por fortes chuvas ou atividades vulcânicas.

Já os processos de solifluxão, envolvem o movimento lento do solo saturado de água em regiões com permafrost, resultando em deformações na paisagem e no deslocamento de materiais. Esses movimentos de massa representam uma ameaça significativa para áreas urbanas, infraestruturas, estradas e atividades agrícolas, sendo importante realizar estudos de mapeamento e monitoramento para prevenir e mitigar seus impactos.

Embora recorrentes em muitas regiões do mundo, os movimentos de massa podem ser intensificados por atividades humanas, como desmatamento, urbanização desordenada e manejo inadequado do solo. Portanto, a conscientização, o planejamento adequado do uso do solo e a implementação de medidas preventivas são essenciais para reduzir os riscos associados a esses eventos e garantir a segurança das populações em áreas vulneráveis.

O entendimento desses fenômenos de movimentos de massa e das características do capim vetiver fez com que os moradores das comunidades se sentissem valorizados e passassem a compreender o problema que vivenciam.

Foram também apresentados conceitos de formas de erosão, tais como sulcos, ravinas e boçorocas. Esse conhecimento contribui para tornar as comunidades mais resilientes e engajadas na resolução de seus problemas. Esse processo é definido neste trabalho como valoração pessoal.

Além disso, os moradores passam a compreender o conceito de rotas de fuga e como se comportar em caso de emergência.

O objetivo deste artigo é, portanto, apresentar o Programa Soluções Geológicas para a Análise de Caracterização de Rochas e Solos. As atividades do programa visam orientar as comunidades, levar conscientização sobre riscos geológicos, rotas de fuga, movimentos de massa, erosão e educação ambiental; e conduzir junto a essas pessoas ações de baixo custo para a estabilização de taludes, como o plantio do capim vetiver, evitando a progressão de formas erosivas nos taludes e contendo a enxurrada nas residências.

MÉTODO

O método consistiu em apresentar para as comunidades a importância da utilização do capim vetiver e os conceitos de movimentos de massa, utilizando como base do trabalho de Moreira et al. (2018). Também foi discorrido sobre formas erosivas, de acordo com Moreira et al. (2020).

Após trocas com as comunidades, realizou-se o levantamento da área, utilizando imagens do satélite Landsat-TM, em uma composição RGB 456 para visualizar os terrenos e decidir as áreas de plantio do capim, além da instalação de cavas de drenagem e caixas secas.

As mudas de capim vetiver foram retiradas do horto do Prédio de Geologia e levadas para as comunidades para o plantio. As pessoas participaram ativamente do plantio e aprenderam como cuidar e replicar as mudas de capim vetiver.

O monitoramento das áreas é realizado por meio de diálogos com à comunidade, quando são realizados trabalhos de campo nas áreas. O capim vetiver também serve como perfume no sabão de outro projeto de extensão da UFES/CCAE/Alegre (Projeto Meique).

Atualmente, o capim vetiver vem se espalhando por todo o estado do Espírito Santo (ES) e, da mesma forma, por diversas comunidades, tendo a mesma finalidade. Os órgãos de defesa civil municipais de todo o estado capixaba têm sido impactados com o programa, tendo ido até o campus de Alegre para receber as doações de capim vetiver e fazer o plantio, para que assim sejam realizadas obras de baixo custo, com as orientações do programa.

Atualmente, buscam-se comunidades quilombolas nos Municípios de Jerônimo Monteiro e Cachoeiro de Itapemirim para ensinar a técnica e servir como fonte de recursos financeiros. No entanto, este é um caminho que passa primeiramente pela troca de saberes, isto é, não há imposição de ideias quando se trata de desenvolvimento de atividades extensionistas com as comunidades.

RESULTADOS

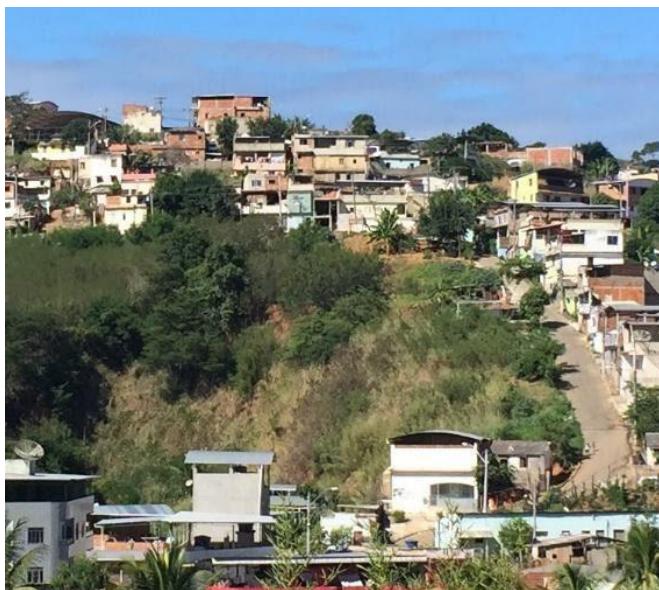
Um projeto deverá ter êxito se for construído por todas as partes. E assim ocorreu durante a realização da busca por soluções de baixo custo para a estabilização de taludes, contenção de formas erosivas e instalação de sistemas de drenagens superficiais com as comunidades que inicialmente foram atendidas por este programa, sendo elas: Vila Alta e Morro do Querosene.

É importante destacar que muitos trabalhos científicos reforçam a utilização de capim vetiver para a estabilização de taludes como o de Fabrino et al. (2023).

O plantio do capim vetiver na comunidade da Vila Alta envolveu uma equipe composta por 12 estudantes e o coordenador do programa de extensão. Foi realizada visitas às áreas de interesse para a execução do programa, no bairro Leandro Machado, conhecido como “Morro do Querosene”, e também no bairro Vila Alta. A visita foi conduzida pelo coordenador Éder Carlos Moreira e pelos membros do grupo, permitindo uma análise concisa da problemática local, que é caracterizada pela falta de escoamento de água e suas consequências, como deslizamentos de terra.

Durante a visita, foram feitos registros que contribuíram para o planejamento e elaboração do programa. Foi identificado que a área de estudo deste programa apresenta um deslizamento rotacional ou circular, causado por diversos fatores, resultando em uma cicatriz circular dos escorregamentos, que já provocaram impactos. As áreas em questão apresentam intervenções humanas, como construções e plantações. No entanto, nas bordas, o plantio de capim vetiver seria ideal, especialmente ao longo das vias de drenagem, uma vez que as ruas estão sofrendo erosão (Figura 1).

Figura 1 - Vista do “Morro do Querosene”.
Fonte: Os autores.



Após a aprovação do programa, foi decidido que a primeira fase consistiria em realizar entrevistas com os moradores das áreas afetadas. Realizou-se, então, a primeira visita ao “Morro do Querosene” com o propósito de apresentar o programa, explicar seus objetivos e buscar opiniões e apoio da comunidade.

Durante essa visita, foi aplicado um questionário aos residentes locais, o que possibilitou identificar a quantidade de pessoas que viviam próximas ao problema. O questionário também abordou as opiniões sobre a implementação do projeto (plantio do capim vetiver) e a possível colaboração dos moradores nas ações e reuniões planejadas. Todos os moradores entrevistados demonstraram otimismo em relação às atividades e relataram diversos problemas decorrentes da falta de escoamento de água e dos deslizamentos ocorridos na região.

A área destinada à execução do projeto apresentava uma vegetação irregular, entulho e grande quantidade de lixo, o que impediou, no primeiro momento, o plantio do capim vetiver. No entanto, após algumas tratativas com a Prefeitura Municipal (Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural), foi possível realizar o plantio ao longo da cicatriz de deslizamento. Nesse caso específico do Morro do Querosene, ficou entendido que é uma medida paliativa de estabilização, pois o talude é de grande porte e uma obra de retaludamento é necessária naquela área, além de sistemas de drenagem profunda e superficial e o plantio do capim vetiver em toda a área.

Seguindo a etapa de visitas, realizou-se a primeira visita ao bairro Vila Alta. Alguns membros do programa puderam conversar com líderes comunitários da Associação de Moradores Colmeia. A equipe fez um reconhecimento detalhado do bairro e das problemáticas geotécnicas existentes no local. Foram visualizadas as canaletas que passam atrás de muitas casas e que em épocas de chuva, causam muitos estragos, levando enxurradas e resíduos para as residências.

A equipe passou pelas casas para informar aos demais moradores sobre o projeto, explicando seus objetivos e aplicando o questionário. Os moradores, em geral, foram bem receptivos e ficaram muito otimistas com as propostas do programa.

Após uma reunião realizada na sede da Associação de Moradores Colmeia, a visita prosseguiu com o plantio das mudas de capim vetiver. O diálogo foi fundamental para apresentar aos moradores presentes o cronograma do projeto e destacar a importância do capim vetiver para a região.

O plantio das mudas nas encostas das casas mais afetadas contou com a participação de alguns moradores e membros do grupo, que instruíram os residentes sobre o plantio e a manutenção. Ao todo foram plantadas 350 mudas, em diversas incursões ao bairro. A comunicação das atividades planejadas e realiza-

das foi feita por meio de um grupo no WhatsApp, criado após a primeira entrevista na comunidade. As mudas foram plantadas para dar reforço estrutural ao talude da Vila Alta e ajudar a conter as erosões nas cavas de drenagem (Figura 2).

Figura 2 - Situação das cavas onde ocorre a coleta da água da chuva.
Fonte: Os Autores.



Em outros momentos de plantio, observou-se o crescimento das mudas plantadas anteriormente e notou-se um bom crescimento, no entanto as mudas não atingiram o tamanho esperado pela equipe naquele momento (Figura 3).

Os moradores se mostraram bem envolvidos com o projeto e relataram como realizaram as manutenções, seja por meio da irrigação das mudas ou de outras medidas.

Figura 3 - Equipe e moradores realizando o plantio do capim Vetiver.
Fonte: Os Autores.



Outra etapa do trabalho envolveu a realização de um canteiro de capim vetiver no Horto Municipal de Alegre (ES). O processo de preparação das mudas a serem utilizadas na cidade foi discutido com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural, responsável pelo plantio. O Horto Municipal, localizado próximo à entrada da cidade, foi escolhido devido à sua acessibilidade e ao cuidado diário dispensado às mudas (Figura 4). Também foi considerada a possibilidade de utilizar outras espécies nativas nas áreas em questão, em parceria com a Secretaria citada.

As mudas foram produzidas pelos membros do programa, pelos funcionários do horto e por voluntários, sendo que o capim foi produzido pelo Programa Soluções Geológicas para a Análise de Caracterização de Rochas e Solos. O Horto Municipal servirá como mudário para multiplicação e, posteriormente, será distribuído nas comunidades pela própria Secretaria.



Figura 4 - Integrantes da equipe do programa de extensão trabalhando no horto municipal.
Fonte: Os Autores.

DISCUSSÃO/CONCLUSÕES

É importante frisar que o trabalho realizado tem tido sucesso porque é feito em conjunto com os atores das comunidades. Esses atores têm alcançado um grau de valoração pessoal muito alto porque passam a ter conhecimento científico do problema que vivenciam. De acordo com Moreira et al. (2020), as condições do meio (pluviometria, tipo de solo, declividade, entre outras) passam a fazer parte do conhecimento popular cotidianamente. Essas pessoas passam a entender, por exemplo, que não se pode descartar resíduos nos terrenos porque isso aumenta a sobrecarga sobre o talude (Fabrino et al., 2023). Compreendem que não se pode lançar águas servidas nos taludes porque saturam o solo. O conhecimento sobre o capim vetiver passou a ser um aliado na estabilização de taludes e no controle de formas erosivas.

Vale destacar também, que as comunidades passaram a entender a importância do conhecimento científico e começam a se interessar por muitos assuntos, inclusive o acesso à universidade e aos cursos ofertados na UFES, bem como por muitas discussões políticas e sociais. Além disso, essa comunidade entende o que são rotas de fuga e quais sinais podem indicar a saída imediata da área de risco.

O programa desenvolve também atividades de pesquisa e ensino. No eixo de pesquisa, observou-se que outros problemas ocorriam nas áreas de riscos em Alegre e desse modo foram desenvolvidos temas como colapsibilidade de solos, caracterização geotécnica de solos e laboratórios de solo que resultaram em publicações (Moreira et al.,2020; Moreira e Leite, 2020; Moreira et al.,2022).

Ao realizar esses trabalhos, os autores conseguem levar para os Cursos de Geologia (UFES/CCENS/Alegre) e Engenharia Civil (UFES/CT/Goiabeiras) dados atualizados e problemas reais das comunidades para serem debatidos e apresentados em disciplinas como Geotecnia, Mecânica dos Solos, Geologia Ambiental e Riscos Geológicos, bem como para as disciplinas de pós-graduação em Engenharia Civil (UFES/Goiabeiras), a saber Geologia de Engenharia e Geologia Ambiental.

Assim como relatam Conto (2013) e Coelho (2015), os discentes que trabalham no programa aprendem muito em várias áreas do conhecimento, já que a experiência extensionista proporciona uma oportunidade ímpar de contato com a ação profissional, além da qualificação dos estudantes, propiciando um ensino de qualidade. Aqui se destaca principalmente a abordagem social, e o entendimento da troca com as pessoas que habitam as comunidades. Também aprendem em todas as disciplinas correlatas ao tema como Geotecnia, Mecânica dos Solos, Geologia Ambiental e Riscos Geológicos do Curso de Geologia (UFES/Alegre).

Foi possível observar que, além de alcançar os objetivos apontados acima, as famílias sentem-se valoradas pessoalmente com esse trabalho conjunto de extensão. Esse modus operandi leva à compreensão da expressão “ganha-ganha” que tem tomado as discussões dos trabalhos extensionistas. Isto é, atores da academia ganham em aprendizado com a comunidade, por exemplo, entendendo os problemas vivenciados nos taludes e, ganham as comunidades aprendendo sobre riscos, rotas de fuga e valores sociais e econômicos do meio. É o exercício de um trabalho gratificante para todas as partes envolvidas.

É gratificante a realização desse trabalho com a comunidade, com o corpo discente, como se observa na Figura 5. Ele tem levado informação também, a órgãos públicos e agentes públicos, como a Secretaria de Meio Ambiente, Defesa Civil Estadual e as municipais, e seu alcance tem chegado a muitas cidades como: Patrimônio da Penha, Domingos Martins, Viana, Irupi, Presidente Kennedy



Figura 5 - Equipe do programa na retirada de mudas de capim Vetiver no Prédio da Geologia (UFES/CCENS).
Fonte: Os Autores.

Segundo Santos et al. (2013), a atividade de extensão é uma plataforma para a partilha de conhecimentos. Nesse sentido, destaca-se a importância de um projeto de estudo ambiental envolvendo estudantes do ensino fundamental ao médio, de diversas faixas etárias, como acontece atualmente no Programa de Extensão aqui citado. O propósito é não apenas fornecer informações, mas também promover diálogos e apresentar métodos de prevenção de riscos geológicos, como o uso didático e lúdico do capim vetiver, destacando a interdependência entre a sociedade e o meio circundante. Além disso, essa troca de saberes não se restringe à sociedade civil, estendendo-se também ao meio acadêmico, por meio de estandes interativos em eventos como a Mostra de Profissões e a Jornada Integrada de Extensão e Cultura da UFES no campus de Alegre. O reconhecimento desse programa é evidenciado pela premiação da Maria Fílina no Prêmio de Mérito Extensionista nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. C. R.; LIMA, H. M. Resistência ao cisalhamento de solos e taludes vegetados com capim vetiver. Processos e Propriedades do Solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, 37 (1). Fev 2013.
- COELHO, G. C. O. papel pedagógico da extensão universitária. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, v. 13, n. 2, p. 11-24, 2015.
- CONTO, F. A. Extensão universitária na Faculdade de Odontologia. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 100-108, jul-dez. 2013.
- FABRINO FILHO, L. C.; GONCALVES, M. M.; MOREIRA, E. C. Soluções aplicadas para a estabilidade de taludes e conscientização em comunidades do município de alegre, sul do estado do espírito santo. In: Congresso Brasileiro de Redução de Riscos e Desastres, 2023, Vitória (ES). **Anais do CBRRD 2023**. Vitória (ES): Laboratório de Geomorfologia e Gestão de Redução de Riscos e Desastres, Departamento de Geografia, 2023. v. 1. p. 127-128.

FAITANIN, B. X; MOREIRA, E.C; SOUZA, A. C.; SCHETTINO, V. R. Elaboração de uma carta de unidades de terreno do município de cachoeiro de itapemirim (ES). In: Henrique Ajuz Holzmann. (Org.). **As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 2.** 1ed.,PONTA GROSSA: Atena Editora, 2019, v. 2, p. 61-68.

MOREIRA, E. C.; LANDI, R. S.; CORRADO, A.V. S.; SANTOS, R. L. Caracterização dos solos e indicação do plantio do capim vetiver em taludes e encostas próximos às residências identificadas de alto risco no município de alegre (ES). In: GEOSCIED 2018, Campinas. **Anais GEOSCIED 2018.** CAMPINAS: MCI GROUP, 2018. v. 1. p. 1-1.

MOREIRA, E. C.; LEITE, M. M. S. Integração de dados geotécnicos dos municípios de Alegre, Cachoeiro de Itapemirim e Jerônimo Monteiro. In: XXX Jornada de Iniciação Científica, 2020, Vitória (ES). **Anais da XXX Jornada de Iniciação Científica.** Vitória: EDUFES, 2020. v. 1. p. 1-1.

MOREIRA, E. C.; MACHADO, C. S. . Aplicações de técnicas de conservação do solo e de recuperação de áreas degradadas. In: XXX Jornada de Iniciação Científica, 2020, Vitória (ES). **Anais da XXX Jornada de Iniciação Científica.** Vitória: EDUFES, 2020. v. 1. p. 1-1.

MOREIRA, E. C.; RESENDE, T. P.; JALLES, B. B. ; SILVA, I. L. ; PIRES, P. J. M. . Análise geotécnica do perfil de nitossolo vermelho no município de alegre (ES). In: Cobramseg 2022, Campinas. **Anais do Cobramseg 2022.** Campinas: ABMS, 2022. v. 1. p. 1-14.

SANTOS, A. B., ABIB, S. W., SANTOS, V. M. M. Extensão universitária: a visão de acadêmicos da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). **Revista Em Extensão**, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 9-22, jul. - dez. 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todas as pessoas que ajudaram na realização deste trabalho seja o pessoal da Prefeitura Municipal de Alegre, discentes da UFES integrantes do Programa de Extensão Soluções Geológicas, entre outras.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Um bolsista PROEX/UFES nos últimos anos de Programa de Extensão.