colloquium exactarum

APLICAÇÃO DA BIOENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DE UMA VOÇOROCA PROVOCADA POR EROSÃO HÍDRICA, LOCALIZADA NO DISTRITO DE AMADEU AMARAL, MARÍLIA-SP

APPLICATION OF BIOENGINEERING FOR RETRIEVAL OF A GULLY TRIGGERED BY WATER EROSION IN DISTRICT OF AMADEU AMARAL, MARILIA-SP

Aline Akemi Mourão Nakata, João Osvaldo Rodrigues Nunes, Carolina Julian.

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Engenharia Ambiental, Presi/dente Prudente, SP
E-mail: aakemimn@gmail.com.
Agência de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

RESUMO - Os processos erosivos são fenômenos naturais que podem ser agravados por atividades antrópicas, como a criação de gado. As técnicas de bioengenharia são uma alternativa vantajosa para ajudar a estabilizar focos erosivos, pois apresentam alta eficiência com baixo custo financeiro, e são consideradas de simples compreensão e execução. O trabalho visou a aplicação de técnicas de bioengenharia em uma propriedade que possui nascentes degradadas por erosão hídrica, localizada no Distrito de Amadeu Amaral, no município de Marília/SP. Para isso, foram realizados o cercamento da área, para evitar a entrada do gado; a construção de estruturas de contenção de sedimentos e da água de escoamento superficial, utilizando paliçadas de bambus e sacarias de ráfia; e o plantio de mudas nativas. Com o monitoramento da área, verificou-se melhora nas condições ecossistêmicas após a implantação das técnicas, mostrando a importância de sua instalação e a possibilidade de ser utilizada em diversas outras áreas.
Palavras-chave: Bambus; Barramento; Mitigação; Chuva; Oeste Paulista.

ABSTRACT - The erosion processes are natural phenomena that can be aggravated by anthropogenic activities, such as livestock. Bioengineering techniques are an advantageous alternative to help stabilize erosion foci, because of their high efficiency with low financial cost, and are considered of simple understanding and implementation. The work aimed at the implementation of bioengineering techniques in a property that has springs that were degraded by water erosion, [TIRAR O IS] located in the District of Amadeu Amaral, in the city of Marília/SP. For such, the area was fenced to prevent the entry of cattle; structures for sediment containment and runoff water were built, using bamboo palisades and raffia bags; and native seedlings

Recebido em: 19/08/2016
Revisado em: 30/08/2016
Aprovado em: 02/09/2016

were planted. With the monitoring of the area, an improvement could be noticed in the ecosystem conditions after deployment of techniques, showing the importance of its installation and the possibility of being used in several other areas.
Keywords: Bamboos; Barrier; Mitigation; Rain; West of São Paulo.

1. INTRODUÇÃO

As grandes transformações econômicas e geográficas que ocorreram no Estado de São Paulo nas últimas décadas provocaram diversas mudanças ambientais significativas no seu território (NETO, 1995). Atrativo pela infraestrutura e o baixo custo de terras, o Centro-Oeste Paulista favoreceu o crescimento de áreas urbanas sem planejamento ambiental e práticas agrícolas sem técnicas de conservação. Essas atividades contribuem para solos sem proteção de vegetação que, aliados às chuvas intensas, agravam os processos erosivos de forma significativa.

A partir da década de 1920, a região de Marília presenciou a substituição de grande parte da vegetação nativa por pastagens e cultivos agrícolas, principalmente de café, algodão, amendoim e milho (BEZERRA et al., 2009; SANTANA, 1991; SANTANA; QUEIROZ NETO, 1995). A ausência de práticas sustentáveis empobreceu os solos da região e provocou o seu esgotamento, bem como o assoreamento generalizado das drenagens da região e, consequentemente, o surgimento de diversos processos erosivos lineares e laminares. Com isso, houve o declínio das atividades agrícolas (BEZERRA et al., 2009; VARCACEL, SILVA, 1997).

Bertoni e Lombardi Neto (1999) afirmam que o manejo inadequado dos solos tem causado a redução da cobertura vegetal e da infiltração de água no solo, bem como o aumento do escoamento superficial, causando processos erosivos intensos. Com isso, houve o aumento do assoreamento de corpos d'água e enchentes, que carreiam insumos agrícolas e contribuem para a perda de matéria orgânica nos horizontes superficiais dos solos.

A bioengenharia dos solos é uma técnica de recuperação de áreas degradadas que se destaca pelas muitas formas de poder ser utilizada, pois possui vários materiais de baixo custo que podem ser utilizados pela própria população do local, além de poder ser implantado em diversas áreas. Essa técnica promove a utilização de materiais vivos de natureza vegetal e inerte, como madeira, rochas, metais, polímeros e outros materiais, para fortalecer o solo, melhorando suas condições de drenagem, de movimentação de terra e de desenvolvimento de uma cobertura vegetal (PINTO, 2009; SCHMEIER, 2013).

De acordo com Pinto (2009), a alta eficiência dos sistemas de bioengenharia é observada pelo monitoramento de uma mesma área por vários anos, pois sua capacidade de suporte aumenta com o tempo e conforme a estabilização da vegetação.

A área de estudo localiza-se no Distrito de Amadeu Amaral, no município de Marília- SP, onde os processos erosivos lineares foram intensificados pela criação de gado e fizeram com que a erosão atingisse o nível do aquífero freático, causando o surgimento de voçorocas. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi aplicar técnicas de bioengenharia em áreas de nascentes degradadas por erosão hídrica para a recuperação dos focos erosivos lineares, na propriedade rural do Distrito de Amadeu Amaral, a fim de promover a recuperação da área.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, a região periférica da voçoroca foi cercada, a fim de impedir o pisoteio do gado na região estudada e a consequente diminuição das gramíneas.

Posteriormente, montou-se uma barreira de bambus e sacos de ráfia, em um foco de escoamento superficial, na região periférica da erosão. Para isso, os bambus que existiam na propriedade foram cortados, a fim de se ajustarem ao tamanho necessário para o ponto, inclusive para apoio vertical para os outros. Em seguida, foram feitos orifícios, utilizando uma cavadeira, para a fixação dos bambus para apoio vertical. Então, os bambus previamente cortados foram apoiados e presos aos de apoio com a utilização de arrame, fixando-os às caneletas laterais da erosão.

Baseados nos procedimentos da EMBRAPA (2009), os bambus foram empilhados horizontalmente, e amarrados com arame. Posteriormente, a fim de reter os sedimentos e diminuir a velocidade de escoamento da água, diversos sacos de rafia foram preenchidos com areia e colocados a montante do barramento (CAPECHE et al., 2008).

O monitoramento do barramento e da estabilização da vegetação pelo cercamento foi realizado por meio de visitas periódicas ao local, que progressivamente demonstrou a eficiência das técnicas na contenção de sedimentos e na disseminação de vegetação, como também a manutenção das mesmas.

Concomitantemente, o plantio de 260 mudas foi realizado, sendo 130 na área cercada no setor sul e sudeste, e as demais 130 no noroeste e norte. A fim de evitar a concorrência entre as plantas e contribuir para o processo de estabilização da erosão, as mudas foram plantadas nas proximidades das erosões e com espaçamentos de 2 metros de distância uma da outra. Após um período, todas as mudas foram adubadas com N-P-K (10:10:10), a fim de favorecer seus desenvolvimentos. Utilizou-se mudas de árvores nativas da região, que foram disponibilizadas pelo Viveiro Municipal de

Marília (SP), constando diversas espécies, tais como ipê (*Tabebuia roseo-alba*), jambolão (*Syzygium Cumini Lamarck*) e pau-brasil (*Caesalpinia echinata*).

3. RESULTADOS

O cercamento da área se mostrou extremamente eficiente para a maior parte dela, devido ao desenvolvimento de vegetação, como mostra a Figura 1.



Figura 1. Antes do cercamento, à esquerda, e nove meses após o cercamento, à direita.
Fonte: Autora (2015, 2016).

No setor noroeste, com o crescimento das gramíneas houve a estabilização de parte dos taludes da voçoroca. Entretanto, no setor sudeste, apesar do crescimento da vegetação, observou-se solapamentos de borda, que deixaram a superfície com solo exposto, além do surgimento de sulcos erosivos, como ilustra a Figura 2.



Figura 2. Solo exposto suscetível à erosão.
Fonte: Autora (2015).

O barramento conseguiu diminuir a velocidade da água e, consequentemente, a intensidade da erosão hídrica, possibilitando a estabilização da vegetação a jusante dele. Conforme o intervalo de observação se prosseguiu, de acordo com o esperado, os

sacos de ráfia com areia se romperam, como ilustra a Figura 3, e contribuíram com a retenção sedimentos. Esse fato aliado à estabilização da vegetação diminuiu o assoreamento dos cursos d'água vinculados as nascentes, que pôde ser constatado pelo proprietário da área de estudo, que relatou a diminuição de sedimentos na roda d'água à jusante que abastece a propriedade.



Figura 3. Estrutura de bioengenharia após seis meses de implantação.
Fonte: Autora (2016).

Acompanhando o desenvolvimento das mudas, observou-se a perda de, aproximadamente, 10% das inicialmente plantadas, ou seja, 26 mudas não sobreviveram às condições da região. Durante o período de observação, foi necessário o uso de borra de café nas coroas das plantas (BEZERRA, 2016), como técnica alternativa para o uso de formicidas.

4. DISCUSSÃO

O cercamento é uma técnica simples que, aliada à retirada do gado, causou uma mudança expressiva na área, podendo ser considerado um dos fatores cruciais para a sua recuperação. A vegetação se desenvolveu muito mais na região sem acesso ao gado e, dessa forma, mais água se infiltrou no solo, diminuindo a quantidade de escoamento superficial. Com o desenvolvimento da vegetação, a quantidade de solo e sedimentos carregados pela chuva diminuiu significativamente, diminuindo a taxa de assoreamento do córrego.

Com relação à porção sudeste da voçoroca, entende-se que os solapamentos de borda foram resultado das intensas chuvas, que ocorreram durante a realização do projeto, associadas à maior declividade do relevo nessa porção.

Apesar de ser uma técnica de bioengenharia de baixo custo e fácil execução, os barramentos de bambus se mostraram muito eficazes, resistentes e duradores. Eles foram capazes de reter grande quantidade de sedimentos, durante

vários meses, mesmo com o pisoteamento do gado e o período de chuvas intensas da região.

A intensa radiação incidente e a presença intensa de formigas contribuiu para a taxa de mortalidade das mudas. As mudas que sobreviveram auxiliaram na recomposição da vegetação, na estabilização da erosão e no aumento da infiltração da água no solo, devido à relação entre o sistema radicular das plantas e o solo. Apesar de não ter sido feita uma análise precisa, a técnica de aplicação de borra de café na coroa das plantas se mostrou eficiente, pois observou-se a diminuição da quantidade de formigas nos pontos de aplicação.

4. CONCLUSÃO

A aplicação da bioengenharia por barramentos de bambus foi capaz de reter muitos sedimentos da área a montante da estrutura e aumentar a infiltração da água no solo, auxiliando no crescimento da cobertura vegetal a jusante do barramento.

O ponto primordial para a estabilização dos processos erosivos da área foi o seu cercamento, que impediu a entrada do gado e permitiu a regeneração natural. Outro fato importante na recuperação de vegetação nativa foi plantio de mudas, que desempenhou papel importante na diminuição da compactação do solo e na capacidade de retenção e infiltração de água nele.

Dessa forma, foi possível realizar de forma eficiente a recuperação da voçoroca em estudo, em curto período de tempo e utilizando técnicas de baixo custo, se comparadas a outras técnicas mecânicas existentes. Importante destacar a participação ativa do proprietário da área na realização do projeto, tanto no cercamento da área, como no total apoio e aceite na aplicação das técnicas de bioengenharia. Sem isto não seria possível a realização deste projeto.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, M. Â. et al. Análise geoambiental da região de Marília, SP: suscetibilidade a processos erosivos frente ao histórico de ocupação da área. **Geociênc.** (São Paulo), São Paulo, v.28, n.4, 2009. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-90822009000400007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2016.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. ed. 4. Paulo: Ícone, 1999.

CAPECHE, L. C. et al. Degradação do solo e da água: impactos da erosão e estratégias de controle. In: TAVARES, S. R. L. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas**: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicações de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p.105-132.

EMBRAPA. **Forma de controle da erosão linear**. Disponível em:

<http://www.cnpma.embrapa.br> Acesso em: 26 ago. 2009.

NETO, J. L. S. A erosividade das chuvas no Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo,** Brasil, v.9, p.35-49, 1995.

PINTO, G. M. **Bioengenharia de solos na estabilização de taludes: comparação com uma solução tradicional**. 2009. 78f. Monografia (Graduação) - Departamento de Engenharia Civil da Escola de Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, 2009.

SANTANA, M. A. **Avaliação dos fatores responsáveis pela fragilidade dos solos na região de Marília (SP)**. 1991. 161f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia de Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

SANTANA, M. A.; QUEIROZ NETO, J. P. Fatores responsáveis pela sensibilidade à erosão linerar em Marília. **Revista Do Departamento De Geografia**, São Paulo, v. 9, p.21-33, 1995.

SCHMEIER, N. P. Bioengenharia de solos: uma alternativa à recuperação de áreas degradadas. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, p. 127-130, 2013.

VARCACEL, R.; SILVA, Z.S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Revista Floresta**, Rio de Janeiro, v.27, n.12, p.101-114. 1997.