

## **ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINADAS**

### **UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DE FOCOS EROSIVOS EM ÁREAS DEGRADADAS POR EROSÃO HÍDRICA NO DISTRITO DE AMADEU AMARAL, MUNICÍPIO DE MARÍLIA – SP**

**Carolina Julian (AUTOR PRINCIPAL)** – carolina.julian@hotmail.com  
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista - FCT/UNESP.

**Aline Akemi Mourão Nakata (COAUTOR)** – aakemimn@gmail.com  
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista - FCT/UNESP

**João Osvaldo Rodrigues Nunes (COAUTOR)** – joaosvaldo@fct.unesp.br  
Prof. Dr. do Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia -  
Universidade Estadual Paulista - FCT/UNESP

**Resumo:** Conforme o histórico de uso e ocupação da terra, os processos erosivos lineares e laminares são fenômenos que acarretam diversos problemas sociais, econômicos e ambientais. Uma alternativa para auxiliar no processo de estabilização dos focos erosivos, é o uso de técnicas de bioengenharia, que apresentam efetiva eficiência com baixo custo financeiro e de instalação, podendo ser executadas pela própria comunidade local. O objetivo principal deste trabalho é mostrar a implantação de determinadas técnicas de bioengenharia, em cabeceiras de drenagem em formato de anfiteatros com presença de focos erosivos e afloramento do aquífero freáticos suspenso, sob os arenitos da Formação Marília, localizadas no Distrito de Amadeu Amaral, no município de Marília/SP. Para isso, foram montadas estruturas de contenção aos sedimentos e a água de escoamento superficial, utilizando paliçadas de bambus (*Bambusoideae*) e sacarias de ráfia, bem como o plantio de mudas nativas. Com o monitoramento da área, verificou-se a 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:** Bioengenharia, Voçoroca, Recuperação

## **1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS**

Os processos erosivos são fenômenos naturais que fazem parte da dinâmica terrestre de modelamento do relevo. A maior preocupação em relação a eles é sua intensificação, associados a práticas agrícolas e ocupações urbanas inadequadas, que geram diversos prejuízos econômicos e ecológicos.

Para Gusmão (2013), as degradações ambientais podem ter origem de diversas ações antrópicas ao meio ambiente, gerando tipos diferentes de degradação, dependendo de onde ocorre a ação. Como exemplo de ações antrópicas pode-se citar a introdução de espécies exóticas, desflorestamento, queima da vegetação e uso agrícola intensivo sem o devido manejo. Como consequências desses maus usos dos recursos ambientais são gerados diversos problemas ambientais, tais como erosões, desertificação, danos diversos a biodiversidade, poluição do solo, das águas e do ar (ALBUQUERQUE *et al*, 2001; CARDOSO *et al*, 1992; GIAROLA *et al*, 2007; GUSMÃO, 2013; MORAES & JORDÃO, 2002; SILVA & RIBEIRO, 2004; ZILLER, 2001).

Como essas diversas consequências tem afetado a qualidade de vida dos seres humanos, atualmente estes têm procurado maneiras de minimizarem os efeitos nocivos de suas ações ao meio ambiente. Conforme Mantovani (2009), não basta aos homens somente afirmarem a sua vontade de recuperarem uma natureza, para que isso possa ocorrer, é necessário tomar medidas de minimização, de compensação e de precaução. A partir disso surge a problemática da sustentabilidade, que procura resolver tanto as desigualdades sociais quanto os problemas ambientais (HOLANDA, *et al*, 2009).

De acordo com as características da bioengenharia de solos, pode-se considerar que esta é uma das alternativas possíveis para a questão da sustentabilidade, pois utiliza materiais naturais a área (rochas, madeira, etc) bem como a participação das comunidades locais, para implementar um projeto de bioengenharia visando a solução de um problema ambiental (PINTO, 2009; SCHMEIER, 2013).

Conforme as características da área de pesquisa, o trabalho visou a aplicação de técnicas de bioengenharia em áreas de nascentes degradadas por erosão hídrica para a recuperação de focos erosivos lineares em uma propriedade rural situada no Distrito de Amadeu Amaral, município de Marília/SP.

A região do município foi palco de intensa ocupação a partir da década de 1920, causando a retirada de grande parte da cobertura vegetal nativa, substituindo-a por culturas permanentes nos platôs e por culturas anuais e pastagens nas regiões das baixas colinas, caracterizados principalmente pelos cultivos de café, algodão, amendoim, milho e as pastagens (BEZERRA *et al*, 2009; SANTANA, 1991; SANTANA & QUEIROZ NETO, 1995).

Com esse processo e a não consideração dos aspectos de conservação, surgiram diversas erosões, desde sulcos e ravinas até voçorocas, a eliminação dos horizontes superficiais dos solos e o empobrecimento dos mesmos, gerando declínio da atividade agrícola e um dos mais graves quadros de impacto ambiental do estado de São Paulo, incluindo o assoreamento generalizado das drenagens da região, que, de acordo com Casseti (1991), foram registrados assoreamentos de cursos d'água dos afluentes do rio do Peixe, curso d'água principal da região, a vários anos. Esses assoreamentos estavam, desde a época do estudo, associados ao desmatamento e às chuvas torrenciais que causavam erosão, e por isso o trabalho de recuperação de áreas de encostas assoreadas, principalmente de nascentes, apresenta-se como uma medida de grande importância na recuperação dos cursos d'água (BEZERRA *et al*, 2009; VARCACEL & SILVA, 1997).

O trabalho então teve a importância de mostrar técnicas de baixo custo e grande eficiência para a comunidade local, como uma alternativa para a resolução de problemas erosivos da região e para conscientização desse processo a fim de promover a diminuição do grau de assoreamento e qualidade dos cursos d'água da bacia hidrográfica do rio do Peixe como um todo.

## 2. METODOLOGIA

A caracterização do solo foi feita conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (2006). Para isto foi aberta uma trincheira no setor a montante da área de estudo.

Para controle das erosões, foram montadas barreiras de bambus e sacos de rafia no interior das erosões, considerando a dimensão das mesmas (profundidade e largura), baseado nos procedimentos da EMBRAPA (2009). Para a construção das barreiras, os bambus foram empilhados horizontalmente, apoiados horizontalmente, e amarrados com arame. Posteriormente, foram colocados sacos de rafia abertos e amarrados cobrindo a barreira, com o intuito de retenção dos sedimentos e diminuição da energia da água de escoamento superficial (Figura 1).



Figura 1 - Barramento de bambu e sacos de rafia, dezembro 2015.

O monitoramento dos barramentos foi realizado por meio de visitas periódicas ao local, objetivando identificar a eficiência da técnica na contenção de sedimentos e na disseminação de vegetação, como também a manutenção das mesmas.

Arelado a este processo, foi realizado o plantio de mudas nativas, com espaçamentos de 2 metros de distância uma da outra, com o intuito de evitar a concorrência entre as plantas, nas proximidades das erosões como elemento relevante no processo de estabilização das mesmas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na análise inicial da área foram identificados diversos pontos nos quais seria necessária a implantação dos barramentos. Com o cercamento da área e o início do período de chuva, notou-se uma regeneração da cobertura vegetal de gramíneas, possibilitando uma maior estabilidade de alguns focos erosivos devido a formação do sistema radicular da vegetação. Isto permite que a água percole no subsolo, reduzindo a taxa de erosão, dificultando o cisalhamento do solo e permitindo a estabilização. Por esse motivo, decidiu-se por instalar alguns barramentos em setores marginais, ou seja, fora da área cercada com presença de erosões.

No local foi identificado um Neossolo Quartzarênico, de textura arenosa, com mais de 800 g.kg<sup>-1</sup> da fração areia, sendo um solo bastante suscetível a processos erosivos.

Até o presente momento, foi montado um barramento com paliçadas de bambus com sacos de rafia, de aproximadamente 5,3 metros de comprimento e 0,5 metros de altura. A partir das visitas periódicas ao local, a técnica mostrou-se eficiente, mesmo com o rompimento de parte dos sacos de rafia, ocasionados pelo pisoteio do gado (Figura 2).

Referente a cobertura vegetal de gramíneas, a jusante do barramento, percebeu-se que se mostrou mais vistosa comparada às gramíneas de locais onde não foram implantados barramentos, fato associado a maior taxa de infiltração a jusante com o barramento construído (Figura 2).



Figura 2 – Barramento de bambus e sacos de rafia, fevereiro 2016.

O plantio de mudas teve por objetivos, melhorar a qualidade da flora nativa, auxiliando na regeneração da cobertura vegetal de porte da área. As mudas de árvores nativas foram disponibilizadas pelo Viveiro Municipal de Marília (SP), tais como: ipê (*Tabebuia roseo-alba*), jabolão (*Syzygium Cumini Lamarck*) e, pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), sendo que até o momento foram plantadas cerca de 250 mudas. Até o momento presente, estima-se que cerca de 10% delas foram perdidas, devido a falta de água e alta taxa de radiação incidente. Como forma de auxiliar seu crescimento as mudas foram adubadas com N-P-K (10:10:10), bem como controle das formigas.

De acordo com Pinto (2009), conforme uma mesma área é monitorada por vários anos, os sistemas de bioengenharia dos solos apresentam alta eficiência inicial, cuja capacidade de suporte aumenta com o tempo estabiliza a vegetação, devido ao sistema radicular que se forma. Assim, espera-se que, com a implantação dos sistemas de contenção, e a regeneração da cobertura vegetal da área, aumente a eficiência sobre a estabilização dos processos erosivos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição de Neossolo Quartzarênico sem proteção da cobertura vegetal, condicionado ao desmatamento da área e ao pisoteio do gado, gerou graves processos erosivos lineares na área de pesquisa. O cercamento da área, impedindo a entrada do gado, permitiu a regeneração natural da vegetação e a estabilidade dinâmica dos processos erosivos.

Relacionado à implantação do barramento com bambus, observou-se a retenção de sedimentos das áreas a montante, possibilitando a infiltração de água no subsolo, auxiliando no crescimento da cobertura vegetal à jusante do barramento.



O plantio de mudas auxiliou na recuperação da vegetação nativa, que tem importante papel na diminuição da compactação do solo e consequente aumento da capacidade de infiltração e retenção de água do mesmo.

Considerando as técnicas utilizadas, percebeu-se que elas se mostraram muito eficientes e favoráveis à recuperação de áreas degradadas, em curto período de tempo e com baixo custo, se comparadas a outras técnicas mecânicas existentes.

### **Agradecimentos**

As autoras expressam seus agradecimentos à FAPESP (Processo 2015/11261-5) e a CNPq/PIBIC pelo financiamento do projeto, ao Viveiro Municipal de Marília/SP pelo fornecimento das mudas e ao Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos – FCT/Unesp pela realização das análises físicas de solos.

## **5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES**

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um luvisolo em Sumé (PB). **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p. 21-128, 2001.

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://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-90822009000400007&lng=pt&nrm=iso](http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-90822009000400007&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 16 fev. 2016.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CARDOSO, A.; POTTER, R. O.; DEDECEK, R. A. Estudo comparativo da degradação de solos pelo uso agrícola no noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, fev. 1992.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Forma de controle da erosão linear**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/meio-ambiente/>> Acesso em: 15 de jan. 2009.

GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; DUTRA, A. C. Degradação física de um latossolo vermelho utilizado para produção intensiva de forragem. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 863-873, 2007

GUSMÃO, R. **Causas e consequências da degradação ambiental**. nov. 2013. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/guzmao/causas-e-consequencias-da-degradaao-ambiental>> Acesso em: 11 de mar. 2016.

HOLANDA, F. S. R. et al. Controle da erosão em margens de cursos d'água: das soluções empíricas à técnica da bioengenharia de solos. **Revista Ra'ega**, v.17, n.1, p.93-101, 2009.

MANTOVANI, W. Relação homem e natureza: raízes do conflito. **Gaia Scientia**, v. 3, n. 1, p. 3 -10, 2009.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, jun. 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102002000300018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000300018&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 mar. 2016.

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 Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS) - Porto Alegre, 2009.

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

SANTANA, M. A.; QUEIROZ NETO, J. P. Fatores responsáveis pela sensibilidade à erosão linear 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.

SILVA, R. G. da; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília**, v. 42, n. 1, p. 91-110, jan. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032004000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032004000100005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 mar. 2016.

VARCACEL, R.; SILVA, Z. de 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.

ZILLER, S. R. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, n. 178, dez. 2001. Disponível em: <<http://institutohorus.org.br/download/artigos/Ciencia%20Hoje.pdf>> Acesso: 11 mar. 2016.