

Biomanta de fibra de cana-de-açúcar para proteção de taludes

Amanda Martins Oliveira

UNESP, Ilha Solteira, Brasil, martinsoliveira.amanda@gmail.com

Adriano Souza

UNESP, Ilha Solteira, Brasil, adriano@dec.feis.unesp.br

Juliana Bartles Carvalho

UNESP, Ilha Solteira, Brasil, E-mail

César Gustavo da Rocha Lima

UNESP, Ilha Solteira, Brasil, cesarlima@dec.feis.unesp.br

RESUMO: A proteção da superfície dos taludes naturais ou artificiais usualmente é feita com gramíneas, por se tratar de uma solução natural e econômica. Devido à elevada inclinação dos taludes a água de chuva pode provocar o arrancamento das sementes e até mesmo de plantas recém germinadas, provocando erosão na superficial do talude. Com o intuito de proteger o talude e as gramíneas nele plantadas até atingirem um tamanho adequado, costuma-se instalar biomantas, normalmente compostas de fibra de côco envolta por tela termo-degradável. A grande produção de bagaço de cana-de-açúcar na região noroeste do Estado de São Paulo estimulou a sua utilização para confecção da biomanta estudada e avaliada nesta pesquisa. Por se tratar de uma fibra pouco estudada quando de sua aplicação em biomantas. Esta pesquisa acompanhou e avaliou a germinação e o desenvolvimento de duas gramíneas (grama Batatais e grama Pensacola) cujas sementes foram plantadas em grupos de 10 (dez) vasos plásticos idênticos, preenchidos com o solo superficial do município de Ilha Solteira (SP) e, em seguida, protegidas com a biomanta de bagaço de cana-de-açúcar com as densidades de 75, 100 e 125 kg/m³. A germinação e o desenvolvimento das gramíneas foram acompanhados ao longo do tempo. Os resultados obtidos comprovam que a fibra de cana-de-açúcar produz uma biomanta com qualidade adequada para a proteção da superfície de taludes, bem como serviu para identificar a gramínea de melhor desenvolvimento e a melhor densidade de bagaço de cana-de-açúcar para a biomanta. O bagaço da cana-de-açúcar (BCA), resultante da indústria sucroalcooleira, apresenta forte potencial e condições para utilização como fibra vegetal em biomantas, além de contribuir para a sustentabilidade na cadeia produtiva da cana-de-açúcar. Futuramente serão avaliados taludes naturais e de corte no campo, com alturas e inclinações variandas.

PALAVRAS-CHAVE: Bioengenharia, erosão superficial, talude, biomanta, bagaço de cana-de-açúcar, revestimento superficial.

1 INTRODUÇÃO

As obras de engenharia edificadas em áreas de relevo acidentado, sem obedecer aos critérios técnicos necessários, ocasionam mudanças no comportamento do sistema anteriormente em equilíbrio, ocasionando situações de risco

associadas à instabilidade de taludes e encostas (Toy *et al.*, 2002).

As atividades que normalmente ocasionam ou aceleram o processo de degradação dos taludes, do ponto de vista geomorfológico, são: agricultura, mineração, escavações e abertura de estradas (Inbar *et al.*, 1998).

Muitas obras com movimentação de terra (aterros, cortes e terraplenagem), como projetos de construção civil, criam taludes íngremes sem vegetação. Estas superfícies ficam sujeitas às intempéries e às flutuações diárias e sazonais de temperatura e umidade, dificultando a fixação e o estabelecimento de espécies vegetais, que comprometem sua recuperação ambiental (Cunha e Guerra, 2003).

A erosão superficial hídrica, uma das principais formas de erosão e perda de solos em ambientes tropicais, é responsável por diferentes danos ambientais em decorrência do transporte de partículas de solo, nutrientes, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas (Bertoni e Lombardi Neto, 1990). Este fenômeno leva ao empobrecimento do solo no local de origem da erosão e contaminação, especialmente das águas superficiais (eutrofização e assoreamento), fora do local de origem da erosão (Pimentel *et al.*, 1995), gerando consideráveis prejuízos ambientais e econômicos (Bertol *et al.*, 2007).

Oliveira *et al.* (2015) comentam que as técnicas de bioengenharia de solos para estabilização de taludes consistem na utilização de raízes e troncos como elementos para contenção e proteção do solo. Tais técnicas envolvem ainda a utilização combinada de vegetais e elementos inertes (como concreto, pedra, madeira e geotêxteis), visando à estabilização e o controle de processos erosivos, o que pode ser aplicado a taludes e encostas, margens de rios, sistemas de trilhas, aterros sanitários e áreas mineradas dentre outros.

A ampliação da consciência dos efeitos nocivos da degradação ambiental e a comprovação através de inúmeros estudos recentes de que o uso da vegetação é uma alternativa ecológica, de baixo custo para problemas de contenção de encostas, tem incentivado o desenvolvimento do conhecimento do papel da vegetação na estabilidade de taludes e encostas, permitindo assim aumentar cada vez mais a eficácia dos projetos de recuperação ambiental em áreas urbanas e rurais.

Dentre os principais efeitos benéficos da vegetação conhecidos destaca-se o seu aspecto regulador do regime hidrológico, além do

incremento da resistência dos solos promovido por mecanismos como o reforço radicular. Por outro lado, a ação dos ventos sobre as copas das árvores, além de seu próprio peso, poderá gerar sobrecargas e instabilidade em taludes e encostas.

Considerando que o Brasil e muitos outros países tropicais necessitam aperfeiçoar métodos de recobrimento de taludes, tornam-se necessários estudos que aprimorem a utilização e a eficácia das diferentes alternativas do mercado para mitigação dos impactos ambientais de superfícies de solo expostas a fenômenos erosivos (Fernandes *et al.*, 2009).

Desta forma, este trabalho visa analisar o comportamento de uma biomanta de bagaço de cana-de-açúcar aplicada na superfície de um talude de solo colapsável quanto à sua eficácia no controle da erosão superficial hídrica.

2 METODOLOGIA

O solo utilizado na pesquisa foi coletado na cidade de Ilha Solteira (SP), que localiza-se na margem paulista do Rio Paraná, logo abaixo da foz do Rio São José dos Dourados na Longitude 51°19'17''W e Latitude 20°31'51''S, ocupando uma área de 661,30 km². A população é constituída, segundo dados do IBGE (2010), por 26.242 habitantes, sendo 25.362 habitantes na cidade e 880 no meio rural, perfazendo uma densidade demográfica de 39,8 habitantes/km².

Segundo Shobbenhaus *et al.* (1981) o Mapa Geológico do Brasil e Área Oceânica Adjacente, escala aproximada 1:2.500.000, o município faz parte da Plataforma Sul Americana, na faixa costeira, onde configura o Escudo Atlântico, assinala a ocorrência de sedimentos do cretáceo superior pertencente ao Grupo Bauru (Kb) e material do cretáceo inferior, pertencente ao Grupo São Bento (formação Serra Geral – JKBsg).

O Município se enquadra, de acordo com a Carta Climática do Estado de São Paulo (Climatologia Agrícola, sem data), publicada pelo Instituto agrônomo de Campinas, com dados do período de 1945 a 1986, no tipo climático Aw, segundo Köppen, com inverno seco, cuja precipitação no mês mais seco é

menor que 30 mm, temperatura no mês mais quente superior a 22 °C e no mês mais frio superior a 18 °C. Classificado como tropical chuvoso de bosque, o clima de Ilha Solteira é marcado por chuvas de verão e estiagem no inverno. A temperatura média anual é 23,6 °C. Índice Pluviométrico: 1.300 mm anuais.

A Tabela 1 apresenta valores mensais médios de precipitação, temperatura mínima e máxima, no período de 1961 a 2015.

Tabela 1. Temperatura e precipitação média, 1961/2015.
<http://www.tempoagora.com.br/pluviometria-e-temperatura-acumulada/sp/IlhaSolteira/>

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Mínima T _{média}	22,0	22,1	21,6	18,8	16,0	14,2
Máxima T _{média}	31,7	31,6	31,6	30,5	28,4	27,3
Precipitação média	234,0	186,8	152,8	81,7	56,2	38,1
Mês	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínima T _{média}	13,9	15,1	16,9	19,9	20,9	21,5
Máxima T _{média}	27,7	30,2	30,6	31,6	31,9	31,6
Precipitação média	25,1	18,3	46,3	114,1	137,4	219,1

O solo utilizado nos experimentos é bem característico do município de Ilha Solteira (SP) e da região noroeste do Estado de São Paulo. Foi coletado em alguns dos taludes existentes no município com um trado concha. Este solo se classifica como areia fina argilosa, de cor vermelha clara. Asua curva granulométricaé mostrada na Figura 1.

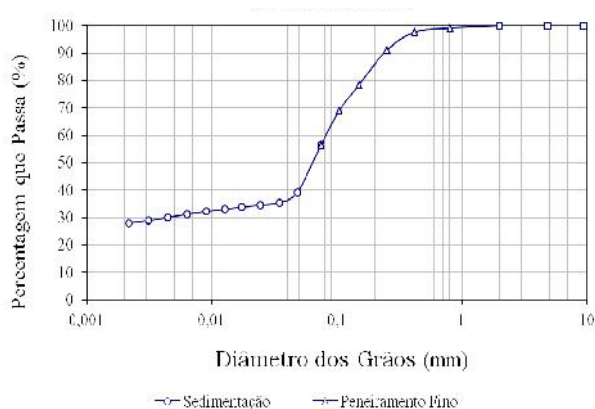


Figura 1. Curva granulométrica do solo. Souza (2001).

As sementes das gramas Batatais e Pensacola (respetivamente Figuras 2 e 3) foram adquiridas em agropecuária, a granel, já o bagaço de cana-de-açúcar (Figura 4) foi cedido pela Usina Santa Adélia, do município de Pereira Barreto (SP).



Figura 2. Sementes de grama Batatais.



Figura 3. Sementes de grama Pensacola.



Figura 4. Bagaço de cana-de-açúcar.

O experimento foi realizado em área descoberta ao lado do Laboratório Central de Engenharia Civil do Campus I da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Ilha Solteira, SP.

Após o plantio das sementes cada vaso foi regado com pequeno volume de água (200 ml) e, deixado ao tempo, buscando com este procedimento reproduzir as condições em que estas gramíneas são plantadas na superfície exposta de taludes e cuidadas.

As variáveis avaliadas foram: duas espécies de gramíneas (Grama Batatais e Grama Pensacola) e quatro densidades de bagaço de cana-de-açúcar (0, 75, 100 e 125 kg/m²), conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Experimentos realizados.

Experimento	Gramínea	Densidade de BCA (kg/m ²)
1	Grama Batatais	0
2	Grama Batatais	75
3	Grama Batatais	100
4	Grama Batatais	125
5	Grama Pensacola	0
6	Grama Pensacola	75
7	Grama Pensacola	100
8	Grama Pensacola	125

BCA: bagaço de cana-de-açúcar.

Para cada experimento as sementes foram plantadas em grupos de 10 (dez) vasos idênticos, preenchidos com o solo superficial do município de Ilha Solteira (SP) e, em seguida, protegidas com a biomanta (Figura 5). A taxa de semeadura é de 30 kg ha⁻¹, que para o caso dos vasos, dada as dimensões reduzidas a taxa de semeadura proporcional foi de 0,003 g/cm², que corresponde a 0,57 g/vaso.



Figura 5. Colocação da biomanta.

Os vasos foram colocados ao tempo em uma área sem cobertura de 3 x 3 m (9 m²) cercada com morões e gradeada com tela de mangueirão, para evitar o acesso de pessoas não envolvidas na pesquisa.

A germinação foi avaliada no 14º dia após a semeadura pela porcentagem de germinação, que foi determinada pela Equação 1:

$$G = \frac{N}{N_T} \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

em que:

G: germinação;

N: número de sementes germinadas, e

N_T: número total de sementes semeadas.

Por sua vez, para avaliar o desenvolvimento das gramíneas foram contabilizados os dias necessários para o preenchimento de toda a superfície do solo nos vasos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Decorridos 14 (quatorze) dias da semeadura das sementes, procedeu-se a contagem das sementes que germinaram em cada vaso (Figura 6), determinando-se a porcentagem de germinação com a Equação 1. Os resultados da germinação das sementes são mostrados na Tabela 3.



Figura 6. Germinação das sementes.

Tabela 3. Resultados da germinação.

Experimento	Germinação (%)	Desvio Padrão (%)
1	82,3	4,3
2	87,8	3,8
3	93,2	2,9
4	98,3	1,7
5	84,5	4,1
6	90,2	3,3
7	94,7	2,4
8	99,0	1,2

Analisando conjuntamente as Tabela 2 e 3 verifica-se que com o aumento da densidade de BCA aplicada, a germinação das duas gramíneas aumenta, sendo que a germinação da grama Pensacola é maior que da Batatais (Figura 7).

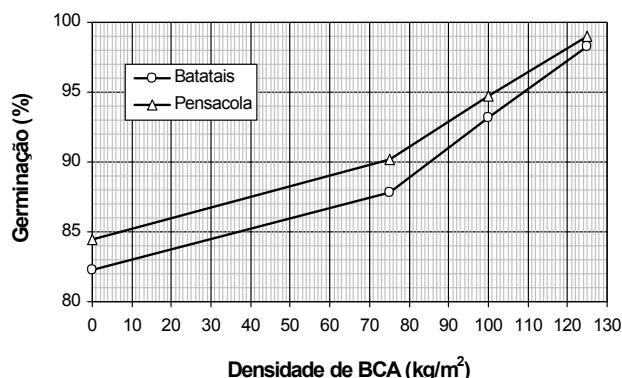


Figura 7. Gráfico da germinação.

Observando a Figura 7 verifica-se que com o aumento da densidade de BCA aplicada, a porcentagem de germinação das duas gramíneas aumentam e se aproximam no valor, respectivamente 98,3% e 99,0% (Tabela 3), ou seja, a biomanta melhora a germinação da grama Batatais.

O desenvolvimento das gramíneas foi feito pela contagem dos dias necessários para o preenchimento de toda a superfície do solo de cada vaso (Figura 8). Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 4.



Figura 8. Desenvolvimento das gramíneas.

Tabela 4. Avaliação do desenvolvimento.

Experimento	Desenvolvimento (dias)	Desvio Padrão (dias)
1	102	6,7
2	93	5,8
3	88	5,3
4	84	4,7
5	97	6,1
6	90	5,2
7	85	4,8
8	79	4,2

Da mesma forma, a análise conjunta das Tabelas 2 e 4 mostra que com o aumento da densidade de BCA aplicada, o tempo de desenvolvimento das duas gramíneas diminui, sendo que da grama Pensacola é menor que da Batatais (Figura 9).

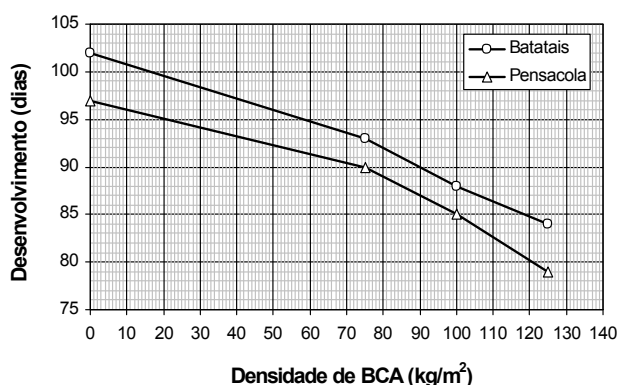


Figura 9. Gráfico do desenvolvimento das gramíneas.

Os gráficos da Figura 9 mostram que com o aumento da densidade de BCA aplicada o tempo necessário para o desenvolvimento das duas gramíneas diminuem na mesma proporção.

Com isso verificamos que o bagaço da cana-de-açúcar (BCA), resultante da indústria sucroalcooleira, apresenta forte potencial e condições para utilização como fibra vegetal em biomantas, além de contribuir para a sustentabilidade na cadeia produtiva da cana-de-açúcar.

4 CONCLUSÕES

Com a pesquisa realizada podemos concluir que:

- (1) Para qualquer densidade de BCA aplicada a germinação e o desenvolvimento da grama Pensacola

obteve resultados melhores que da grama Batatais;

- (2) O aumento da densidade de BCA gera um aumento da germinação das duas gramíneas;
- (3) O aumento da densidade de BCA diminui o tempo de desenvolvimento das duas gramíneas, de maneira análoga;
- (4) A biomanta melhorou o desenvolvimento das gramíneas, e
- (5) O bagaço da cana-de-açúcar (BCA), resultante da indústria sucroalcooleira, apresenta forte potencial e condições para utilização como fibra vegetal em biomantas, além de contribuir para a sustentabilidade na cadeia produtiva da cana-de-açúcar.

Tese de Doutorado, Departamento de Estruturas e Fundações, Escola Politécnica da USP de São Paulo, 2001, 302p.

Toy, T.J.; Foster, G.R.; Renard, K.G. (2002) *Soil erosion: Processes, prediction, measurement, and control*. New York, John Wiley & Sons, 338 p.

<http://www.tempoagora.com.br/pluviometria-e-temperatura-acumulada/sp/IlhaSolteira/>. Acessado em: 03/04/2016.

REFERÊNCIAS

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. (1990). *Conservação do solo*. São Paulo, Ícone, 392 p.

Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (2003). Degradação ambiental. In: Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B., editores. *Geomorfologia e meio ambiente*. 4ª edição. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 337-379.

Fernandes, L.S.; Griffith, J.J.; Fonseca, D.M.; Dias, L.E.; Ruiz, H.A. Uso de geomantas no controle da erosão superficial hídrica em um talude em corte de estrada. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 33, 2009, p.199-206.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Geografia do Brasil: Região sudeste*. Rio de Janeiro, p. 1-43.

Inbar, M.; Tamir, M.; Wittenberg, L. (1998). Runoff and erosion process after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area. *Geomorphology*, v. 24, p. 17-33.

Oliveira, A.P.G. , Marcílio, G.S.; Mendes, D.F.; Souza, T.S.; Amaral, A.A. Revegetação, remediação e uso de geotécnicas para recuperação de ambientes degradados. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 22, 2015, p. 212-225.

Pimentel, D.; Harvey, C.; Resosudarmo, P.; Sinclair, K.; Kurz, D.; McNair, M.; Crist, S.; Shpritz, L.; Fitton, L.; Saffouri, R.; Blair, R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, v. 267, p. 1117-1123.

Shobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Derze, G.R.; Asmus, H.E. *Mapa Geológico do Brasil e Área Oceânica Adjacente*. Escala 1:2.500.000. Mapa e Texto Explicativo, DNPM, 1981, 501p.

Souza, A. *Estaca Piloto Instrumentada: Uma ferramenta para o estudo da capacidade de carga de estacas quando submetidas a esforços axiais de compressão*.