



IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ECOTECNOLOGIA UTILIZANDO FIBRA DE COCO PARA A RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Francisco Brunetta Sávio

Izabel C. L. Araújo; Mário C. J. Bier; Leila T. Maranho

Universidade Positivo. Rua Prof. Viriato Parigot de Souza, 5300, Curitiba, PR, Brazil. CEP: 81.280 - 330. e - mail: franciscobsavio@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Diversos ecossistemas sofrem com a degradação ambiental em nível mundial, seja por negligência, sobreexploração dos recursos naturais, atividades mineradoras (4), agropecuárias ou poluição (7).

Intervenções nessas áreas através de técnicas de manejo podem promover e acelerar o processo de restauração e o processo de sucessão (17; 24), devolvendo a sustentabilidade e proporcionando a perpetuação da área restaurada (16).

Nesse contexto, diversos modelos de restauração vêm sendo testados e implantados utilizando tecnologias ecológicas integradas (8), técnicas nucleadoras (21; 14), ilhas de restauração com fibra de coco (19) e sacos de juta (1), assim como propostas para avaliação de desempenhos (22; 6; 17). As áreas em que parte do solo foi removido apresentam redução na capacidade de promover o desenvolvimento vegetal, na retenção de água e de nutrientes (15). Nesses casos a transposição de solo pode acelerar o processo de sucessão edáfica, além de fornecer matéria orgânica e um novo banco de sementes (21).

Esta estratégia pode garantir a colonização e a permanência da vegetação (22), auxiliada pelo uso de espécies vegetais funcionais, além de materiais que devolvam a estabilidade ao solo.

Diversos resíduos são dispostos como poluentes no ambiente e têm potencial para a proteção e restauração do solo de áreas degradadas. Um exemplo é a fibra de coco, que apresenta características físicas, químicas e ecológicas propícias para esse objetivo (10; 20), como elevada estabilidade, capacidade de retenção de água, fácil manejo, biodegradabilidade e boa aeração (20).

O Brasil está entre os dez maiores produtores de coco verde do mundo. Os rejeitos, que correspondem a 85% em peso do fruto (18), geram volumes significativos e crescentes de material, que atualmente é enterrado em lixões ou despejado no ambiente (20).

A manta BioMac 5.0® é um exemplo de biomanta fabricada no Brasil. É constituída de fibra de coco, tem alta resistência e é entrelaçada com adesivos orgânicos. As

aplicações são amplas, especialmente em locais onde se deseja proteger o solo por um período mais prolongado (10). Pelo exposto, o emprego de fibra de coco na restauração de áreas degradadas oferece benefício duplo ao ambiente, pois o resíduo deixa de ser um poluente, um agente de degradação, e pela sua potencialidade passa a ser um componente no processo de restauração.

OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi implantar e avaliar um modelo experimental de restauração de áreas degradadas utilizando a fibra de coco.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo de restauração foi implantado em São José dos Pinhais, PR, Brasil, nas coordenadas 25° 31' 50" S e 49° 09' 29" W. O clima da região é Cfb, caracterizado por ser temperado propriamente dito, com verões frescos e sem estação seca definida (5). A formação vegetacional original da área é de Floresta Ombrófila Mista Aluvial (FOM) (23).

A área foi desmatada e teve a camada fértil do solo retirada, e apresenta pequenos fragmentos de FOM adjacentes. Essa intervenção resultou em intensos processos erosivos na região de entorno.

O experimento foi implantado em 2008 e constitui - se de 18 ilhas de restauração com dimensões de 4 m² equidistantes entre si em 2 m, totalizando uma área experimental de 220 m². Essas ilhas foram montadas intercalando camadas de substrato previamente preparado e distribuído de forma homogênea com a manta de fibra de coco BioMac 5.0®. Sob a manta foram colocados 20 kg de substrato e na camada superior 40 kg.

O substrato utilizado foi preparado misturando - se, homogeneamente, solo coletado nos fragmentos de FOM adjacentes à área e esterco curtido de gado na proporção de 1:1 (v/v).

As 18 ilhas de restauração foram divididas em três grupos: 1) seis ilhas que receberam substrato, manta de fibra de coco e vegetação; 2) seis ilhas que receberam substrato e manta de fibra de coco; 3) seis ilhas sem tratamento (controle).

Cada ilha com vegetação recebeu na área central uma muda de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), uma de branquinho (*Sebastiania commersoniana* (Bail.) L.B. Sm. & Downs), uma de vacum (*Allophylus edulis* Radlk. ex Warm.) e as sementes coletadas na própria área de estudo (*Schizachyrium condensatum* (Kunth) Nees; *Aspilia montevidensis* (Spreng.) Kuntze; *Desmodium* sp.).

As espécies implantadas foram selecionadas a partir da observação da ocorrência das mesmas na própria área e de levantamento bibliográfico. Foram selecionadas espécies com características ecofisiológicas propícias para restauração, como associação com microorganismos fixadores de nitrogênio, espécies com diferentes estratégias de polinização e dispersão de sementes, tolerância a solos modificados e insolação direta (12; 9).

O monitoramento do estudo foi feito de 20 em 20 dias, por meio da avaliação de parâmetros biológicos: índice de sobrevivência das mudas das espécies arbóreas implantadas; índice biométrico, em que foram mensurados a altura e perímetro a 15 cm do nível do solo dos indivíduos das espécies arbóreas.

Para o acompanhamento do processo de sucessão foram realizados dois levantamentos florísticos e fitossociológicos, o primeiro três meses após a implantação e o segundo sete meses após. Nesses levantamentos, para cada espécie observada, foi realizada estimativa visual de abundância - cobertura considerando - se a projeção vertical da parte aérea das plantas.

Para determinação do grau de cobertura das espécies foi utilizada escala de cobertura (2), considerando - se sete classes: espécies raras (grau médio-gck 0,01%); espécies esparsas (gck-0,1%); espécies com grau de cobertura entre 1 e 10% (gck-5%); entre 10 e 25% (gck-17,5%); entre 25 e 50% (37,5%); entre 50 e 75% (gck-62,5%); entre 75 e 100% (gck-87,5%). Esta metodologia foi utilizada por se tratarem de plantas muito jovens (6; 3), pois além de reduzir o peso de espécies dominantes, permite que espécies com menor cobertura também tenham influência sobre os padrões identificados (6; 13).

Os parâmetros fitossociológicos estimados foram: $FA=100.pi/PT$; $FR=100.FA/\sum FA$; $AC=\sum(gck.ap/100)$; $VC=100.AC/AT$; $CR=100.AC/\sum AC$. Onde: FA - freqüência absoluta (%); pi - número de parcelas com presença da espécie i; PT - número total de parcelas (6); FR - freqüência relativa (%); AC - área coberta pela espécie i (m^2); gck - grau médio de cobertura da espécie i na parcela k; ap - área da parcela (m^2); VC - valor de cobertura da espécie i na parcela; AT - área total amostrada (m^2); CR - valor de cobertura relativa da espécie i (%).

A similaridade entre os três grupos foi estimada pelo índice de similaridade de Jaccard (11).

RESULTADOS

A análise do índice de sobrevivência revelou que, após 9 meses, 14 das 18 mudas plantadas sobreviveram (77,78%).

As seis mudas de branquinho sobreviveram (100%) apresentando uma média de crescimento de 1,5 cm em relação à altura e 0,13 cm em relação ao perímetro; duas mudas de bracatinga sobreviveram (33,33%) apresentando média de crescimento de 8,5 cm em relação à altura e 0,25 cm em relação ao perímetro. As mudas de vacum perderam a gema apical no período de geadas, que ocorreu entre o terceiro e o quarto mês após implantação do modelo, portanto até o nono mês, as seis mudas apresentaram rebrota com índice de sobrevivência de 100% não apresentando crescimento.

No primeiro levantamento florístico foram encontradas 46 espécies, sendo possível a identificação de 29 espécies pertencentes a 25 gêneros, distribuídos em 12 famílias. Três indivíduos foram identificados apenas em nível de família, sendo dois pertencentes a Rubiaceae e um a Commelinaceae. A família Asteraceae apresentou maior representatividade florística com 12 espécies (26%), seguida por Poaceae (7), Solanaceae (3) e Rubiaceae (2).

O perfil fitossociológico do primeiro levantamento mostrou diferenças entre os três grupos. No grupo 1 foram observadas 29 espécies pertencentes a 11 famílias, das quais 9 eram exclusivas dessa área. As espécies mais representativas, de acordo com a cobertura relativa, foram *Brachiaria decumbens* Stapf, *Saccharum angustifolium* Ness e *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.

No grupo 2 foram observadas 26 espécies pertencentes a 10 famílias, das quais 5 eram exclusivas dessa área. As espécies mais representativas, de acordo com a cobertura relativa, foram *Aspilia montevidensis* (Spreng.) Kuntze, *Saccharum angustifolium* Ness e *Paspalum urvillei* Steud.

No grupo 3 foram observadas 26 espécies pertencentes a 5 famílias. As espécies mais representativas, de acordo com a cobertura relativa, foram *Schizachyrium condensatum* (Kunth) Nees, *Saccharum angustifolium* Ness e *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke.

As ilhas do grupo 1 tiveram área total de 30,70 m^2 , desse total, a cobertura vegetal foi de 10,14 m^2 (33%). As ilhas do grupo 2 tiveram área total de 31,16 m^2 , desse total, a cobertura vegetal foi de 7,33 m^2 (24%). As ilhas controle tiveram área total de 24 m^2 , desse total, a cobertura vegetal foi de 7,66 m^2 (32%).

O índice de Jaccard mostrou 39,13% de similaridade entre os grupos 1 e 2; 26,09% de similaridade entre os grupos 1 e 3 e entre os grupos 2 e 3.

No segundo levantamento florístico foram observadas 91 espécies, sendo possível a identificação de 49 espécies pertencentes a 16 famílias. A família mais representativa foi Asteraceae com 20 espécies (22%) seguida pelas famílias Poaceae (10), Fabaceae (3), Iridaceae (2), Solanaceae (2), Mimosaceae (2) e Polygalaceae (2).

O segundo perfil fitossociológico apontou diferenças entre as três áreas. O grupo 1 apresentou 53 espécies distribuídas em 13 famílias. As espécies mais representativas, de acordo com a cobertura relativa, foram *Brachiaria decumbens* Stapf, *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke e *Paspalum urvillei* Steud.

O grupo 2 apresentou 44 espécies distribuídas em 9 famílias. As espécies mais representativas, de acordo com a cobertura relativa, foram *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke, *Paspalum urvillei* Steud. e *Saccharum angustifolium* Ness.

O grupo 3 apresentou 25 espécies distribuídas em 9 famílias. As espécies mais representativas, de acordo com a cobertura relativa, foram *Saccharum angustifolium* Ness, *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke, *Aspilia montevidensis* (Spreng.) Kuntze, *Brachiaria decumbens* Stapf e *Schizachyrium condensatum* (Kunth) Ness.

De acordo com o índice de Jaccard, no segundo levantamento fitossociológico, a similaridade entre os grupos 1 e 2 foi de 28,57%, entre os grupos 1 e 3 foi de 14,29% e entre os grupos 2 e 3 foi de 10,99%.

Foi observada, durante o monitoramento, a tendência ao assoreamento na área experimental. Contudo, as ilhas de restauração mantiveram - se, e proporcionaram o estabelecimento e a manutenção das espécies vegetais.

DISCUSSÃO

O modelo implantado promoveu e acelerou o processo de restauração na área em estudo. A adição de substrato rico em matéria orgânica e a transposição do solo promoveram o retorno de características essenciais para o estabelecimento das espécies vegetais e de um novo processo de sucessão.

Isso ficou evidente com a constatação do aumento em relação à cobertura vegetal entre as ilhas que receberam a implantação do modelo e as ilhas controle. Esse aumento pode estar relacionado ao fornecimento de nutrientes e um novo banco de sementes frente ao solo degradado.

Outro fator que pode estar relacionado é a presença da manta de fibra de coco, que conferiu estabilidade à área degradada e potencializou a permanência das espécies vegetais.

O aumento no número de espécies e famílias do primeiro para o segundo levantamento evidenciou a evolução do processo de sucessão.

Os levantamentos florísticos mostraram que algumas espécies vegetais eram exclusivas das áreas que receberam o modelo de restauração. Este fato não foi observado com relação às espécies da área controle. Isto pode estar associado à transposição do solo dos fragmentos florestais, que traz um novo banco de sementes à área (21).

Este agrupamento de espécies em ilhas de vegetação cria um fluxo de dispersores entre os fragmentos florestais remanescentes e a área em restauração, acelerando os processos de sucessão e auto - sustentabilidade (8).

A diferença entre o perfil fitossociológico das ilhas que receberam o modelo de restauração frente às ilhas controle ficou evidente. Este resultado foi corroborado pelo índice de similaridade de Jaccard, que apontou maior similaridade entre as áreas 1 e 2. O crescimento e germinação das espécies vegetais implantadas e a colonização de novas espécies nas ilhas de restauração foram retratados no levantamento fitossociológico pelo maior número de espécies e famílias, além de maior área de cobertura vegetal.

Esse fato pode estar relacionado ao substrato adicionado nas áreas 1 e 2, somado a implantação de espécies funcionais facilitadoras, que possibilitam o retorno de funções importantes para o ecossistema. A colonização e a permanência das espécies vegetais na área possibilitam que o sistema radicular das plantas tenha influência na aeração e demais características físicas do solo.

A análise fitossociológica mostrou aumento na cobertura vegetal, no número de espécies e famílias no segundo levantamento. Esse aumento pode estar relacionado ao fato de as espécies facilitadoras abundantes no primeiro levantamento, predominantemente pertencentes às famílias Asteraceae e Poaceae, promoverem modificações no ambiente proporcionando a colonização de diferentes espécies vegetais.

Os processos de erosão e assoreamento ocorrem principalmente nas áreas ao redor da área estudada, e foram observados na área experimental com a cobertura parcial de algumas ilhas de restauração por solo transportado durante os períodos chuvosos. As ilhas de restauração, porém, afeitas por estes processos mantiveram - se e propiciaram a permanência da vegetação, o que pode estar refletindo o retorno da estabilidade à área.

Durante todo o período de monitoramento foi observada a colonização da área por diferentes grupos animais, predominantemente invertebrados (Insecta/Hexapoda e Aracnida), embora não se tenha adotado nenhuma metodologia para coleta de dados referentes aos grupos animais.

CONCLUSÃO

O modelo implantado, baseado em ilhas de restauração, contribuiu para acelerar o processo de sucessão. As espécies vegetais implantadas contribuíram para o retorno de funções ecológicas importantes para o ambiente. A fibra de coco mostrou - se um material alternativo com grande potencial para sua utilização em modelos de restauração que visem conferir estabilidade e proteção ao solo de áreas degradadas. O aumento na quantidade de substrato utilizado pode refletir um maior potencial de crescimento vegetal para o presente modelo. A utilização adicional de técnicas de manejo específicas para atração de animais torna o modelo mais efetivo.

REFERÊNCIAS

- (1) Araújo, I.C.L.; Bier, M.C.J.; Maranho, L.T. Implantação e avaliação de ecotecnologia para recuperação de áreas degradadas: uma proposta com utilização do modelo Revitec®. Anais do VII Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, Curitiba, PR. 2008, p. 233 - 245.
- (2) Braun - Blanquet, J. *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones, Madrid (España), 1979, 803p.
- (3) Godzki, L., Boeger, M.R.T. Caracterização da vegetação pioneira de uma área de exploração de *Mimosa scabrella* Benth (bracatinga), no município de Colombo-PR. *Floresta*, 31, 2001.
- (4) Halle, S. Present State and Future Perspectives of Restoration Ecology. *Restoration Ecology*. 15, 2007. p.304-306.
- (5) Instituto Agronômico Do Paraná - IAPAR. *Cartas climáticas do Paraná*, 2000. Disponível em: <http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm>. Acesso em 29/09/2008.
- (6) Jacomel, M.S.F. Avaliação do processo de restauração ambiental em uma área de Floresta Ombrófila Mista.

- Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, Curitiba, PR, UNIVERSIDADE POSITIVO - UP. 2008, 67 p.
- (7) Kageyama, P.Y., Gandara, F.B. Resultados do Programa de Restauração com Espécies Arbóreas Nativas do Convênio ESALQ/USP e CESP. In: Galvão, A.P.M.; Porfírio - da - Silva, V. (eds.). *Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso*. Embrapa Florestas, Colombo, 2005, p.47 - 58.
- (8) Koehler, H., Kesel, R., Heyser, W. Revitec® - an integrated ecological technology to combat degradation; first results from field experiments in Mallorca (Spain). In: Desratifikationsforschung und entwicklung in deutschland-soll und haben tagungsband, Bonn. *Anais...*, Bonn: Gustav - Stresemann - Institute, 2004. 14 p.
- (9) Lorenzi, H. *Plantas daninhas do Brasil*. Instituto Planitarum, São Paulo, 2000, 608p.
- (10) Macaferri. *Biomanta BioMac 5.0®*. Disponível em: <<http://www.macaferri.com.br/pagina.php?pagina=2729&idioma=0>>. Acesso em: 16/03/2008.
- (11) Magurran, A.E. *Diversidad Ecológica y su Mediación*. Vadrá, Barcelona, 1989, 179p.
- (12) Pereira, A.R. *Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão*. FAPI, Belo Horizonte, 2006, 150p.
- (13) Pillar, V.P., Boldrini, I.I., Lange, O. Padrões de distribuição espacial de comunidades campestres sob plantio de eucalipto. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, 37, 2002, p. 735 - 761.
- (14) Reis, A., Rogalski, J.M., Berkenbrock, I.S., Bourscheid, K. A nucleação aplicada à restauração ambiental. *Anais do Seminário Nacional Degradação e Recuperação Ambiental*, Foz do Iguaçú, PR. 2003.
- (15) Reis - Duarte, R.M., Casagrande, J.C. A interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: Barbosa, L.M. (eds.). *Manual Para Recuperação de Áreas Degradas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista*. Instituto de Botânica, São Paulo, 2006. p.52 - 69.
- (16) Rodrigues, R.R., Gandolfi, S. A restauração de Floresta Atlântica numa visão holística do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da ESALQ/USP. *Anais do 59º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA*, Natal, RN. 2008, p.242 - 243.
- (17) Rodrigues, G.B., Maltoni, K.L., Cassiolato, A.M.R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11, 2007, p.73-80.
- (18) Santiago, B.H.S. Desenvolvimento de projeto para o aproveitamento da fibra do coco na fabricação de materiais compósitos com aplicação comercial e inovação tecnológica, 2005. Disponível em: <<http://biocombustivel.incubadora.fapesp.br/portal/Members/brunno/projeto/>>. Acesso em: 19/12/2007.
- (19) Sávio, F.B., Maranho, L.T. Implantação e avaliação de ecotecnologia utilizando fibra de coco na restauração de áreas degradadas. *Anais do VII Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradas*, Curitiba, PR. 2008, p.247 - 265.
- (20) Senhoras, E.M. Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial do coco: transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades eco - eficientes. UNICAMP, 2003.
- (21) Tres, D.R., Sant'anna, C.S., Basso, S., Langa, R., Ribas Jr, U., Reis, A. Poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares. *Revista Brasileira de Biociências*, 5, Porto Alegre, 2007. p.312 - 314.
- (22) Varanda, E.M. Aplicação da fitoquímica na avaliação de restauração de processos ecológicos em áreas de recomposição florestal. *Anais do 59º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA*, Natal, RN. 2008, p.297 - 298.
- (23) Veloso, H.P., Rangel - Filho, A.L., Lima, J.C.A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 1991, 123p.
- (24) Vieira, D.C.M., Gandolfi, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. *Rev. Brasil. Bot.*, 29, 2006. p.541 - 554.