

Avaliação da regeneração natural da vegetação em área recuperada com biossólido

Assessment of natural regeneration of vegetation in area reclaimed with biosolid

RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito da cobertura de biossólido sobre a regeneração natural em área que, em 2003, foi recuperada com a utilização de biossólido, localizada no Aeroporto Internacional de Curitiba "Afonso Pena", São José dos Pinhais, PR. Realizou-se levantamento florístico e fitossociológico em três áreas diferentes, sendo que uma delas foi tratada anteriormente com biossólido. Em cada área foram alocadas seis parcelas de 9 m². Foram considerados todos os indivíduos herbáceos, arbustivos, arbóreos e trepadeiras presentes nas parcelas. O levantamento florístico resultou em 63 espécies de 18 famílias. Nas áreas um, dois e três, as densidades absolutas foram 31.667, 119.630 e 41.296 ind.ha⁻¹, respectivamente. O índice de similaridade mostrou que as áreas um e três são mais similares. O índice de diversidade das áreas um e três foi similar (1,58 e 1,73), sendo o da área um o menor e o da área dois o maior (2,68). Com os resultados obtidos pode-se afirmar que a cobertura de biossólido contribuiu positivamente para aumentar a densidade e o desenvolvimento dos indivíduos estabelecidos nas parcelas, indicando que a adoção dessa prática na recuperação de áreas degradadas pode acelerar o processo de desenvolvimento das espécies vegetais.

PALAVRAS-CHAVE: fitossociologia, florística, recuperação de área degradada, solo, sucessão ecológica.

Talita Iatski da Silveira

Bióloga, Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Curitiba, PR, Brasil
talita_is@yahoo.com.br.

Leila Teresinha Maranhão

Professora no Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental e Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Positivo (UP)
Curitiba, PR, Brasil
maranhão@up.com.br.

ABSTRACT

This research evaluated the effects of the coverage of biosolid on natural regeneration in an area that, in 2003, was reclaimed with the use of biosolid, located in International Airport of Curitiba "Afonso Pena", São José dos Pinhais, PR. We conducted floristic and phytosociological survey in three different areas, one of which was previously treated with biosolid. In each area, six were allocated plots of 9 m². We considered all individuals herbaceous, shrubs, trees and vines present on the plots. The floristic resulted in 63 species of 18 families. In areas one, two and three, the absolute densities were 31.667, 41.296 and 119.630 ind.ha⁻¹, respectively. The similarity index showed that areas one and three are more similar. The diversity index of one and three areas were similar (1,58 and 1,73), being the one area of the smallest and the two area of the largest (2,68). The results obtained reveal that the coverage of biossólido contributed positively to increasing the density and development of individuals established in the plots, indicating that the adoption of this practice in the reclamation of degraded areas can accelerate the development of plant species.

KEYWORDS: ecology succession, floristic, phytosociological, reclamation of degraded areas, soil conservation.

INTRODUÇÃO

A recuperação de solos e áreas degradadas com o uso de biossólido vem sendo uma das alternativas apresentadas pela pesquisa científica, pois além de propiciar o aproveitamento do biossólido produzido nas estações de tratamento de esgoto e a disposição final deste, que tem sido um problema de grandes proporções no Brasil (ANDREOLI et al., 1999a), fornece quantidades suficientes de vários nutrientes para a maioria das culturas, aumentando a retenção de água, melhorando a permeabilidade e infiltração nos solos argilosos e mantendo, por um tempo, a boa estrutura dos agregados na superfície e reduzindo a erosão (SILVÉRIO, 2004; TAMANINI et al., 2005).

A utilização agrícola e florestal do biossólido torna-se uma alternativa por ser mais econômica e sua aplicação determina impactos ambientais positivos no solo (ANDREOLI et al., 2001). No entanto, além do uso estar condicionado às regras que definam as exigências de qualidade, tanto do material quanto do ambiente a ser utilizado, requer conhecimentos sobre a interação biossólido-solo-plantas (ANDREOLI et al., 1999a).

As principais alterações sofridas pelo solo degradado são: a compactação, a erosão, a redução do teor de matéria orgânica e a depleção de nutrientes (NAPPO et al., 2006). A matéria orgânica tem papel fundamental na recuperação de áreas degradadas por facilitar o fornecimento, acúmulo e fixação de carbono no solo, sendo também um dos principais indicadores da recuperação dos solos degradados (TAMANINI et al., 2005).

A distribuição de resíduos vegetais sobre o solo também pode representar uma forma viável de acelerar o processo de sucessão, pois ao avaliar o efeito da cobertura dos solos sobre o estabelecimento e desenvolvimento dos indivíduos nas áreas e clareiras a serem

recuperadas, constata-se que, esse material, propicia a germinação de um grande número de sementes logo no início da sucessão (LEAL FILHO et al., 2006).

A regeneração natural depende da característica de cada espécie, em perfeita sintonia com as condições ambientais, sendo as propriedades do solo de grande importância para os ecossistemas terrestres, tendo em vista que a qualidade do mesmo é o que determina a sustentabilidade agrícola e a qualidade ambiental. O substrato, muitas vezes, é o fator limitante de maior grandeza em processos de regeneração, pois a penetração das raízes no solo está diretamente relacionada ao desenvolvimento das plantas e o nível de matéria orgânica é significativo para o equilíbrio do sistema (FARIA; CHADA, 2011; LETEY, 1985; NASCIMENTO et al., 2003; TORMENA et al., 2002).

O processo de transformação da natureza, qualquer que seja a dimensão da análise, não pode ser dissociado da ação exercida pela sociedade. A preocupação com o meio ambiente e as relações entre a sociedade e a natureza constituem um tema de indiscutível relevância (CONTI, 2003). Diante da importância das florestas tropicais do Brasil e da biodiversidade, é essencial consolidar a recuperação de áreas degradadas como uma importante estratégia para a utilização sustentável dos ecossistemas, bem como para a busca da melhoria da qualidade de vida da sociedade (MCT, 2005).

O uso de biossólido na recuperação e colonização de solos degradados deve ser extensivamente estudado, pois a aplicação apropriada desse resíduo pode contribuir para a reabilitação dos solos de maneira segura para o ser humano e o meio ambiente (TAMANINI et al., 2005). Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da cobertura de biossólido sobre a regeneração natural em área

que, em 2003, foi recuperada, sendo empregadas a florística e fitossociologia como ferramentas para avaliar se este resíduo é um acelerador da regeneração natural da vegetação ou não, com base no estabelecimento e desenvolvimento de espécies vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada dentro da área de segurança do Aeroporto Internacional de Curitiba "Afonso Pena", município de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, PR, Sul do Brasil (25°31'39"S e 49°10'23"W), a 908 m de altitude. O valor médio anual de precipitação é de 1.500 mm, o clima da região é do tipo Cfb (Köppen), sendo um clima mesotérmico, úmido e superúmido, sem estação seca definida, com verões frescos e média do mês mais quente inferior a 22 °C e média do mês mais frio inferior a 18 °C. O solo é, originalmente, um Argissolo degradado por ações antrópicas, não sendo possível a determinação dos horizontes diagnósticos A e B, em função do decapamento (TAMANINI et al., 2005).

A formação vegetacional original da área de estudo é Floresta Ombrófila Mista Aluvial, situada próximo ao Rio Pequeno (CHUEH; SANTOS, 2005). Fragmentos florestais estão localizados na área de entorno (aproximadamente 30 metros), fora da área de segurança do aeroporto.

Nesta área, em 2003, foi implantada por Tamanini (2004) a recuperação do solo, que havia sido decapado, utilizando biossólido, nas quantidades de 60, 120 e 240 mg ha⁻¹, com posterior plantio de uma espécie forrageira (*Pennisetum americanum* (L.) Leake). Após um ano a área foi considerada recuperada pela autora. Segundo Tamanini (2004), a área apresenta

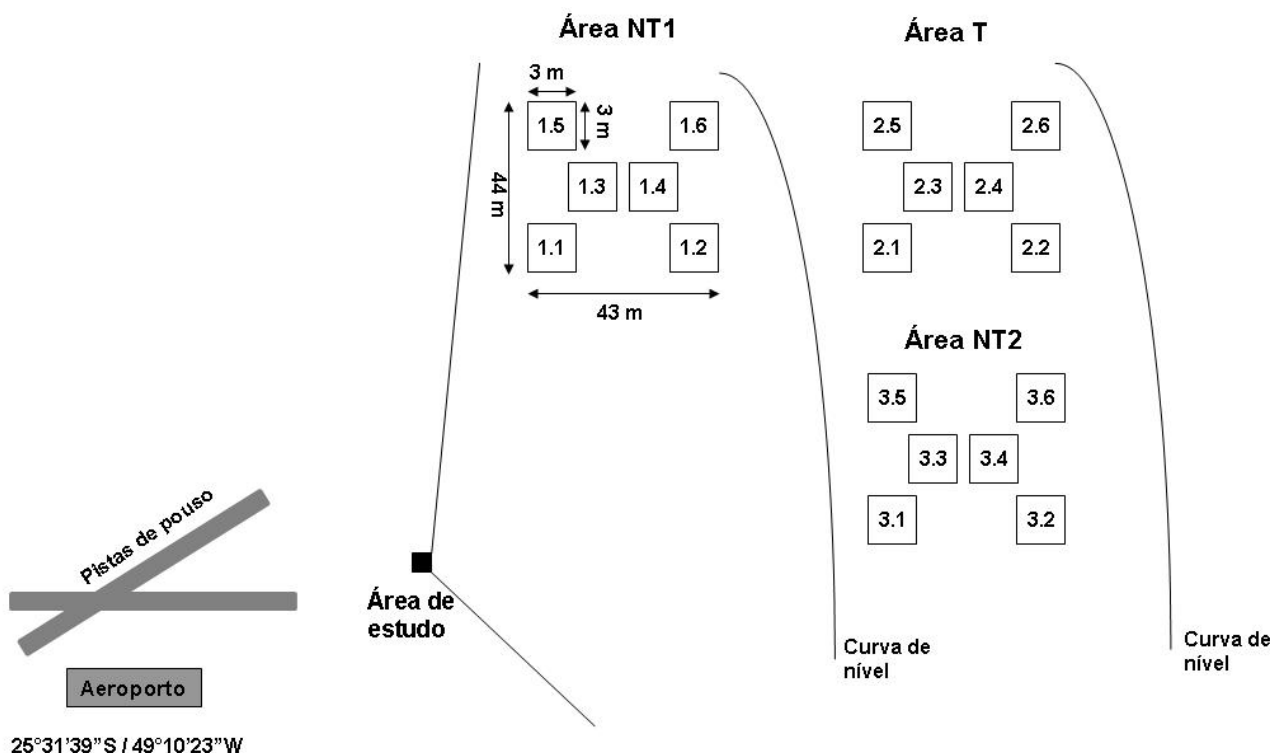


Figura 1 – Esquema da disposição das três unidades experimentais com seis parcelas cada, sendo NT1 e NT2, áreas não tratadas e T, área tratada com biossólido, localizadas no Aeroporto Internacional de Curitiba, PR.

topografia suave ondulada a ondulada, sendo considerada de meia encosta, estando suscetível à ação da erosão e sem a presença de cobertura vegetal, bem como com baixa possibilidade de regeneração natural.

Dando continuidade ao estudo da regeneração natural da área citada, realizou-se levantamento florístico e fitossociológico no período entre junho e outubro de 2006. Para o levantamento florístico empregou-se o método de coleta aleatória em toda a área de estudo, tendo sido coletadas todas as espécies fanerógamas férteis. Após a coleta, o material botânico foi herborizado, de acordo com técnicas usuais (FIDALGO; BONONI, 1989), e determinado quanto à família, gênero e espécie, quando possível, por meio da utilização de bibliografia especializada, chaves analíticas e comparação com material do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM).

Para o levantamento fitossociológico, foi utilizado o método de parcelas. Além da área submetida anteriormente ao tratamento com biossólido (T), principal enfoque deste trabalho, também foram estudadas outras duas áreas não tratadas com nenhum tipo de fertilizante (NT), localizadas ao lado da área em processo de recuperação. O objetivo deste levantamento na área NT foi investigar a estrutura fitossociológica para compará-la com a estrutura da regeneração natural na área tratada, verificando a efetividade do processo de recuperação (FERREIRA et al., 2010). Uma dessas duas áreas NT está localizada entre curvas de nível, possibilitando uma avaliação da influência somente da curva de nível na regeneração natural (Fig. 1).

No total, foram instaladas seis parcelas de 9 m² em cada uma das áreas (54 m² estudados para um total de 1.892 m² em cada área). As parcelas foram localizadas nas

bordas e no centro das áreas para que, na área T, todos os tratamentos com diferentes concentrações de biossólido feitos por Tamanini (2004) fossem inclusos. A primeira área foi alocada antes das curvas de nível (NT1), e a segunda (T) e terceira (NT2) foram instaladas entre as curvas de nível (Fig. 1).

Em cada unidade amostral foram considerados todos os indivíduos presentes, herbáceos, arbustivos, arbóreos e trepadeiras, sendo registrados a altura total, perímetro à altura do peito (PAP) daqueles com altura mínima de 1,5 m e número de indivíduos da mesma espécie.

A partir dos dados obtidos, avaliaram-se os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade e frequência, em valores absolutos e relativos, Índice de Similaridade de Sorensen, Índice de Diversidade de Shannon, Diversidade Máxima e Equitabilidade (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

Tabela 1a – Lista das espécies coletadas no levantamento florístico, com suas respectivas famílias, nomes vulgares e hábitos – Anacardiaceae até Loganiaceae.

Família/ Espécie	Nome vulgar	Hábito*	N/E**
ANACARDIACEAE			
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-vermelha	arv	N
APIACEAE			
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	dinheiro-em-penca	rast	E
ASCLEPIADACEAE			
<i>Oxypetalum pannosum</i> Decne.	oxipetalo	trep	E
ASTERACEAE			
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	amor-de-negro	herb	N
<i>Achyrocline satureoides</i> (Lam.) DC.	alecrim-de-parede	herb	N
<i>Austroeupatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	cambará	arb	N
<i>Baccharidastrum triplinervium</i> (Less.) Cabrera	erva-santana	arb	N
<i>Baccharis caerulescens</i> DC.	baccharis	arb	N
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	alecrim-do-campo	arb	N
<i>Baccharis microdonta</i> DC.	baccharis	arb	N
<i>Baccharis semiserrata</i> DC. var. <i>semiserrata</i>	baccharis	arb	N
<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.	baccharis	arb	N
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	baccharis	arb	N
<i>Baccharis</i> sp. 1	baccharis	arb	-
<i>Baccharis</i> sp. 2	baccharis	arb	-
<i>Baccharis</i> sp. 3	baccharis	arb	-
<i>Campovassouria cruciata</i> (Vell.) R. M. King & H. Rob	campovassoura	arb	N
<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart	língua-de-vaca	herb	N
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M. King & H. Rob.	cambará-falso	arb	N
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	cardo	herb	-
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	buva	herb	N
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	macela	herb	N
<i>Hypochoeris brasiliensis</i> var. <i>albiflora</i> Kuntze	almeirão-do-cafezal	herb	-
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	almeirão-do-campo	herb	E
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	micânia	herb	N
<i>Mikania sessilifolia</i> DC.	candurango	subarb	-
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	maria-mole	herb	N
<i>Senecio oleosus</i> Vellozo	margarida-melosa	herb	-
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	arnica	herb	N
<i>Symphopappus compressus</i> (Gardner) B.L. Rob.	eupatório	arb	-
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H. Rob.	vernonantura	subarb	N
FABACEAE			
<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G. Don	mimosa	herb	N
<i>Ulex europaeus</i> L.	tojo	arb	N
HYPERICACEAE			
<i>Hypericum connatum</i> Lam.	orelha-de-gato	herb	N
LAMIACEAE			
<i>Salvia lachnostachys</i> Benth.	sálvia	herb	N
LOGANIACEAE			
<i>Spigelia</i> sp.	spigelia	herb	-

* arb= arbustiva, arv= arbórea, herb= herbácea, rast= rasteira, subarb= subarbustiva e trep= trepadeira; **N/E=nativa ou exótica da formação vegetacional da Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

Tabela 1b – Lista das espécies coletadas no levantamento florístico, com suas respectivas famílias, nomes vulgares e hábitos – Mimosaceae até Turneraceae.

Família/ Espécie	Nome vulgar	Hábito*	N/E**
MIMOSACEAE			
<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	acácia	arv	E
<i>Mimosa dolens</i> Vell.	juqueri	subarb	N
<i>Mimosa ramosissima</i> Benth.	juqueri	subarb	N
OXALIDACEAE			
<i>Oxalis</i> sp.	oxalis	herb	-
PINACEAE			
<i>Pinus caribaea</i> Morelet	pinus	arv	E
POACEAE			
<i>Andropogon</i> sp.	andropogon	herb	-
<i>Aristida jubata</i> (Arechav.) Herter	barba-de-bode	herb	N
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhlms.	axonopus	herb	N
<i>Axonopus</i> sp.	axonopus	herb	-
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.	braquiaria	herb	N
<i>Eragotis</i> sp.	eragotis	herb	-
<i>Panicum demissum</i> Trin.	panicum	herb	N
<i>Panicum glabripes</i> Döll	panicum	herb	N
<i>Panicum versicolor</i> Döll	panicum	herb	N
<i>Panicum</i> sp.	panicum	herb	-
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	grama-comprida	herb	N
<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	capim-da-rosa	herb	N
<i>Paspalum</i> sp.	paspalum	herb	-
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	rabo-de-burro	herb	N
POLYGONACEAE			
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	língua-de-vaca	herb	N
RHAMNACEAE			
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	cangica	arb	N
RUBIACEAE			
<i>Borreria</i> sp.	borreria	herb	-
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	galium	herb	N
<i>Galium megapotamicum</i> Spreng.	galium	herb	N
SAPINDACEAE			
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.- Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	vacum	arb/arv	N
SOLANACEAE			
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	cuvitinga	arb	N
TURNERACEAE			
<i>Piriqueta taubatensis</i> (Urb.) Arbo	piriqueta-de-sello	herb	N

* arb= arbustiva, arv= arbórea, herb= herbácea, rast= rasteira, subarb= subarbustiva e trep= trepadeira; **N/E=nativa ou exótica da formação vegetacional da Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento florístico foram registradas 63 espécies pertencentes a 18 famílias, sendo

apenas quatro dessas espécies exóticas à formação vegetacional da Floresta Ombrófila Mista Aluvial (Tab. 1a e 1b). Esses números representam o somatório das

espécies encontradas nas três áreas estudadas. Dentre as famílias ocorrentes, as mais representativas, em número de espécies, foram Asteraceae (28) e Poaceae (14), as

Tabela 2 – Espécies presentes na área NT1, sem tratamento com biossólido, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos.

Família/Espécie	Hábito	ni	h (m)	DA (ind ha ⁻¹)	DR (%)	P (FA %)	FR (%)
APIACEAE							
<i>Centella asiatica</i>	rast	3	-	556	1,75	3 (50)	8,82
ASTERACEAE							
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	arb	8	0,75	1.481	4,68	2 (33)	5,88
<i>Baccharis uncinella</i>	arb	1	0,25	185	0,58	1 (17)	2,94
<i>Baccharis</i> sp. 1	arb	1	0,15	185	0,58	1 (17)	2,94
<i>Baccharis</i> sp. 3	arb	1	0,07	185	0,58	1 (17)	2,94
LAMIACEAE							
<i>Salvia lachnostachys</i>	herb	6	-	1.111	3,51	1 (17)	2,94
LOGANIACEAE							
<i>Spigelia</i> sp.	herb	1	0,38	185	0,58	2 (33)	5,88
POACEAE							
<i>Andropogon</i> sp.	herb	5	-	926	2,92	1 (17)	2,94
<i>Aristida jubata</i>	herb	107	-	19.815	62,57	6 (100)	17,64
<i>Axonopus fissifolius</i>	herb	4	-	741	2,34	1 (17)	2,94
<i>Axonopus</i> sp.	herb	1	-	185	0,58	1 (17)	2,94
<i>Panicum demissum</i>	herb	3	-	556	1,75	2 (33)	5,88
<i>Paspalum</i> sp.	herb	3	-	556	1,75	1 (17)	2,94
<i>Schizachyrium condensatum</i>	herb	12	-	2.222	7,02	2 (33)	5,88
RUBIACEAE							
<i>Borreria</i> sp.	herb	1	0,08	185	0,58	1 (17)	2,94
TURNERACEAE							
<i>Piriqueta taubatensis</i>	herb	2	-	370	1,17	1 (17)	2,94
Indeterminada 1	-	1	0,11	185	0,58	1 (17)	2,94
Indeterminada 2	-	1	0,20	185	0,58	1 (17)	2,94
Indeterminada 3	-	1	0,11	185	0,58	1 (17)	2,94
Indeterminada 5	-	1	0,10	185	0,58	1 (17)	2,94
Indivíduos mortos	-	8	-	1.481	4,68	3 (50)	8,82

ni= número de indivíduos; h= altura média; DA= Densidade Absoluta; DR= Densidade Relativa; P= número de parcelas em que a espécie ocorreu; FA= Frequência Absoluta; FR= Frequência Relativa; - = sem mensuração de altura.

quais representam 66% do número total de espécies levantadas. Em seguida, Mimosaceae (3), Rubiaceae (3) e Fabaceae (2); das demais famílias foram constatadas apenas uma espécie. Os gêneros representados por um maior número de espécies foram *Baccharis* (Asteraceae) com nove espécies, *Panicum* (Poaceae) com quatro espécies e *Paspalum* (Poaceae) com três espécies.

A maior parte das espécies encontradas em todas as áreas é nativa e herbácea, sendo que a área T apresentou uma maior diversidade de hábitos. A área NT1 apresentou 70% de herbáceas, 24% de

arbustivas e 6% de rasteiras; a área NT2, 60% de herbáceas e 40% de arbustivas; e a área T, 60% de herbáceas, 29% de arbustivas, 5% de subarbustivas, 3% de arbóreas e 3% de rasteiras. Segundo CONAMA (2010), a maioria das espécies encontradas é indicadora de estágio inicial de regeneração.

Ao considerar as três áreas estudadas (NT1, NT2 e T) foram constatadas, no levantamento fitossociológico, um total de 59 espécies, sendo na área não tratada (NT1) constatadas 20 espécies (oito exclusivas), na área não tratada (NT2) 22 espécies (nove exclusivas) e na área tratada (T) 39 espécies (26

exclusivas). Essas espécies pertencem a 14 famílias, sendo as mais ricas das áreas NT1, NT2 e T, respectivamente, Poaceae (7), Poaceae (9) e Asteraceae (22).

Na área NT1, a Densidade Absoluta foi estimada em 31.667 ind ha⁻¹ e a altura média de 0,22 m. Dentre as espécies mais representativas estão *Aristida jubata* e *Centella asiatica* com 17,6% e 8,8% de Frequência Relativa (Tab. 2). Na área NT2 a Densidade Absoluta foi estimada em 41.296 ind ha⁻¹ e a altura média de 1,09 m. Nesta área *Aristida jubata* foi a mais frequente, com 16,2%, seguida de *Brachiaria*

Tabela 3 – Espécies presentes na área NT2, sem tratamento e entre as curvas de nível, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos.

Espécies	Hábito	ni	h (m)	DA (ind ha ⁻¹)	DR (%)	P (FA %)	FR (%)
ASTERACEAE							
<i>Achyrocline satureoides</i>	herb	2	0,18	370	0,90	1 (17)	2,70
<i>Baccharis</i> sp. 1	arb	2	0,44	370	0,90	2 (33)	5,40
<i>Baccharis</i> sp. 2	arb	3	1,3	556	1,35	1 (17)	2,70
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	arb	6	1,55	1.111	2,69	1 (17)	2,70
<i>Baccharis microdonta</i>	arb	1	0,15	185	0,45	1 (17)	2,70
<i>Baccharis semiserrata</i>	arb	2	1,88	370	0,90	1 (17)	2,70
<i>Hypochoeris radicata</i>	herb	1	-	185	0,45	1 (17)	2,70
<i>Symphopappus compressus</i>	arb	1	3,5	185	0,45	1 (17)	2,70
FABACEAE							
<i>Ulex europaeus</i>	arb	6	1,53	1.111	2,69	2 (33)	5,40
OXALIDACEAE							
<i>Oxalis</i> sp.	herb	1	-	185	0,45	1 (17)	2,70
POACEAE							
<i>Aristida jubata</i>	herb	87	-	16.111	39,01	6 (100)	16,21
<i>Brachiaria plantaginea</i>	herb	3	-	556	1,35	3 (50)	8,10
<i>Eragotis</i> sp.	herb	1	-	185	0,45	1 (17)	2,70
<i>Panicum</i> sp.	herb	1	-	185	0,45	1 (17)	2,70
<i>Panicum demissum</i>	herb	5	-	926	2,24	2 (33)	5,40
<i>Panicum versicolor</i>	herb	1	-	185	0,45	1 (17)	2,70
<i>Paspalum</i> sp.	herb	1	-	185	0,45	1 (17)	2,70
<i>Paspalum urvillei</i>	herb	4	-	741	1,79	2 (33)	5,40
<i>Schizachyrium condensatum</i>	herb	4	-	741	1,79	1 (17)	2,70
RUBIACEAE							
<i>Borreria</i> sp.	herb	7	0,14	1.296	3,14	1 (17)	2,70
CYPERACEAE							
Indeterminada 3	-	1	-	185	0,45	1 (17)	2,70
Indivíduos mortos	-	82	-	15.185	36,77	4 (67)	10,80

ni= número de indivíduos; h= altura média; DA= Densidade Absoluta; DR= Densidade Relativa; P= número de parcelas em que a espécie ocorreu; FA= Frequência Absoluta; FR= Frequência Relativa; - = sem mensuração de altura.

plantaginea, que apresentou uma frequência de 8,1% (Tab. 3).

Mesmo que as curvas de nível tenham sido feitas com o objetivo de evitar a erosão, o escoamento superficial de água e o lixiviamento de nutrientes (GLEBER et al., 2012; KICHEL et al., 2012; KROEFF; VERDUM, 2011), não constatou-se grande diferença, no que se refere ao número de espécies e Densidade Relativa, entre a área não tratada fora das curvas de nível (NT1) e a área não tratada dentro das curvas de nível (NT2). Quando comparadas essas duas áreas com a área T observou-se um aumento na Densidade Absoluta que foi

estimada em 119.630 ind ha⁻¹ e maior número de espécies.

A altura média da área T foi semelhante à área NT2, sendo de 1,11 m. *Baccharis dracunculifolia* apresentou uma Frequência Relativa de 8,6%, e *Aristida jubata* e *Schizachyrium condensatum*, 7,1% cada (Tab. 4a e 4b). A presença de plantas da família Asteraceae é notável, tanto pelo número de espécies como pelo número de indivíduos, sendo muitas delas de hábito arbustivo, o que proporciona a caracterização da fisionomia da vegetação. A Frequência Relativa de indivíduos mortos entre as três áreas foi similar, sendo na área NT1

de 8,8%, na área NT2 de 10,8 e na área T de 8,6%.

Na área T, em que houve a aplicação de biossólido, foi constatado o maior número de espécies, maior altura média e maior Densidade Absoluta (Tab. 4a e 4b). A presença de biossólido ofereceu condições propícias à rápida recuperação da área degradada e disponibilidade de nutrientes. Tamanini (2005) constatou, nessa mesma área, que os teores totais de K no solo foram menores nas áreas tratadas com biossólido, isso porque o solo em estudo tem altos valores de Al⁺³. Dessa forma, com a aplicação do biossólido elevou-se o

Tabela 4a – Espécies presentes na área T, tratada com biossólido, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos – Anacardiaceae até Polygonaceae.

Família/Espécie	Hábito	ni	h	DA (ind ha ⁻¹)	DR (%)	P (FA %)	FR (%)
ANACARDIACEAE							
<i>Schinus terebinthifolius</i>	arv	1	-	185	0,15	1 (17)	1,43
APIACEAE							
<i>Centella asiatica</i>	herb	1	-	185	0,15	1 (17)	1,43
ASTERACEAE							
<i>Acanthospermum australe</i>	herb	1	-	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Achyrocline satureoides</i>	herb	4	-	741	0,62	3 (50)	4,28
<i>Austroeupeatorium inulifolium</i>	herb	2	2,1	370	0,31	2 (33)	2,86
<i>Baccharidastrium triplinervium</i>	arb	1	2	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Baccharis caerulescens</i>	arb	1	1,45	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	arb	55	1,53	10.185	8,51	6 (100)	8,57
<i>Baccharis microdonta</i>	arb	15	1	2.778	2,32	3 (50)	4,28
<i>Baccharis spicata</i>	arb	1	1,79	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Baccharis uncinella</i>	arb	1	1,25	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Campovassouria cruciata</i>	arb	8	2,43	1.481	1,24	2 (33)	2,86
<i>Chaptalia integerrima</i>	herb	7	-	1.296	1,08	2 (33)	2,86
<i>Cirsium vulgare</i>	herb	1	0,23	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Conyza bonariensis</i>	herb	14	0,19	2.593	2,17	2 (33)	2,86
<i>Gnaphalium purpureum</i>	herb	2	0,69	370	0,31	1 (17)	1,43
<i>Hypochoeris brasiliensis</i>	herb	7	-	1.296	1,08	1 (17)	1,43
<i>Hypochoeris radicata</i>	herb	45	-	8.333	6,97	1 (17)	1,43
<i>Mikania micrantha</i>	herb	2	-	370	0,31	1 (17)	1,43
<i>Mikania sessilifolia</i>	subar	4	0,33	741	0,62	1 (17)	1,43
<i>Senecio brasiliensis</i>	herb	1	2,1	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Solidago chilensis</i>	herb	12	0,86	2.222	1,86	1 (17)	1,43
<i>Symphyopappus compressus</i>	arb	4	2,48	741	0,62	1 (17)	1,43
<i>Vernonanthura tweedieana</i>	subar	1	0,34	185	0,15	1 (17)	1,43
FABACEAE							
<i>Eriosema crinitum</i>	herb	2	-	370	0,31	1 (17)	1,43
LAMIACEAE							
<i>Salvia lachnostachys</i>	herb	1	-	185	0,15	1 (17)	1,43
POACEAE							
<i>Aristida jubata</i>	herb	70	-	12.963	10,84	5 (83)	7,14
<i>Axonopus fissifolius</i>	herb	1	-	185	0,15	1 (17)	1,43
<i>Brachiaria plantaginea</i>	herb	2	-	370	0,31	2 (33)	2,86
<i>Panicum demissum</i>	herb	6	-	1.111	0,93	3 (50)	4,28
<i>Panicum glabripes</i>	herb	4	-	741	0,62	1 (17)	1,43
<i>Paspalum dilatatum</i>	herb	2	-	370	0,31	2 (33)	2,86
<i>Paspalum urvillei</i>	herb	6	-	1.111	0,93	1 (17)	1,43
<i>Schizachyrium condensatum</i>	herb	28	-	5.185	4,33	5 (83)	7,14
POLYGONACEAE							
<i>Rumex obtusifolius</i>	herb	1	-	185	0,15	1 (17)	1,43

ni= número de indivíduos; h= altura média; DA= Densidade Absoluta; DR= Densidade Relativa; P= número de parcelas em que a espécie ocorreu; FA= Frequência Absoluta; FR= Frequência Relativa; - = sem mensuração de altura.

pH, e como a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo e a dose de biossólido aplicada tem uma relação

direta, a elevada CTC proporcionou maior capacidade de reter os cátions K⁺ no perfil do solo. Simonete et al.

(2003) relataram a ocorrência de baixas concentrações desse elemento em lodo de esgoto, sendo

Tabela 4b – Espécies amostradas na área T, tratada com bio sólido, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos – Rhamnaceae até Sapindaceae.

Família/Espécie	Hábito	ni	h	DA (ind ha ⁻¹)	DR (%)	P (FA %)	FR (%)
RHAMNACEAE							
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	arb	1	0,11	185	0,15	1 (17)	1,43
RUBIACEAE							
<i>Galium megapotamicum</i>	herb	1	-	185	0,15	1 (17)	1,43
SAPINDACEAE							
<i>Allophylus edulis</i>	arv	1	0,12	185	0,15	1 (17)	1,43
Indeterminada 4	-	1	0,12	185	0,15	1 (17)	1,43
Indivíduos mortos	-	328	-	60.741	50,77	1 (17)	8,57

ni= número de indivíduos; h= altura média; DA= Densidade Absoluta; DR= Densidade Relativa; P= número de parcelas em que a espécie ocorreu; FA= Frequência Absoluta; FR= Frequência Relativa; - = sem mensuração de altura.

necessária a sua complementação para atender às necessidades das plantas.

Em relação à disponibilidade de P no solo, Tamanini (2005) observou que o tratamento com bio sólido proporcionou teor 35,5 vezes maior que o tratamento testemunha; os teores de Ca e Na no tratamento com bio sólido foram, respectivamente, 8,3 e 5,5 vezes superiores quando comparados ao tratamento testemunha.

Essas condições favoreceram a colonização de plantas presentes nas áreas de entorno, por exemplo, espécies arbóreas nativas da Floresta Ombrófila Mista Aluvial como *Schinus terebinthifolius* e *Allophylus edulis*. As espécies colonizadoras são pioneiras, dependentes de luz, possuem crescimento rápido e alta dispersão preferencialmente anemocórica e zoocórica, dando início, segundo Valcarcel e Silva (1999), ao processo de sucessão ecológica.

Aliado à melhoria das condições edáficas deve-se considerar também, a existência de fragmentos de vegetação próximos à área, como a presença do Parque Municipal do Iguazu a, aproximadamente, 5 km da área de estudo. A proximidade de fontes de sementes e a presença de dispersores das mesmas têm sido consideradas

essenciais para o processo de regeneração natural de áreas degradadas (ARAÚJO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2010; SOARES; ALMEIDA, 2011). Constatou-se que, durante a fase de campo, a fauna local estava bastante presente. A presença de vestígios de animais entremeando as espécies vegetais passou a ser constante, culminando na presença de fezes em alguns locais, embora estes indicadores não tenham sido mensurados. Esse fato não foi observado por Tamanini (2011) no início da fase de recuperação da área.

Asteraceae foi a mais representativa no presente estudo, assim como em outros estudos com vegetação viária (SCHNEIDER; IRGANG, 2005), regeneração natural em área minerada (NAPPO et al., 2006) e regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista (CHAMI et al., 2011). O maior número de espécies de *Baccharis* deve-se, provavelmente, às suas características colonizadoras, e ocorrência natural em solos onde houve degradação (GOMES, 2002). *Panicum* e *Paspalum*, dentre outros gêneros da família Poaceae, destacaram-se como os mais representativos em número de espécies, da mesma forma como foi encontrado em estudo no Rio Grande do Sul (CAPORAL; EGGERS, 2005); isso pode ter ocorrido porque o gênero *Panicum* pode atuar como colonizador (GUGLIERI et al., 2007),

e o gênero *Paspalum* possui adaptação climática e edáfica (COSTA, 2003).

Quando calculado o Índice de Similaridade Sorensen constatou-se um valor de 0,27 entre as áreas NT1 e T; 0,48 entre as áreas NT1 e NT2; e 0,23 entre as áreas T e NT2. Ficou evidente que as áreas NT1 e NT2 são as mais similares, e nesse caso, pela menor diversidade. O índice de diversidade de Shannon (H') na área NT1 foi 1,58, com diversidade máxima (H_{max}) de 2,99 e equitabilidade de 52,65%; na área NT2 o índice de diversidade (H') foi 1,73, a diversidade máxima (H_{max}) de 3,09 a equitabilidade 56,04%; e na área T o índice de diversidade (H') resultou em 2,68, a diversidade máxima (H_{max}) 3,66 e equitabilidade 73,04%.

Em estudo numa área degradada por mineração que teve o isolamento como intervenção de recuperação, após 20 anos, encontrou-se um índice de diversidade de Shannon (H') de 2,75 (ARAÚJO et al., 2006), enquanto que, no presente estudo, na área T, tratada com bio sólido, encontrou-se um índice de diversidade de Shannon (H') de 2,68, em apenas três anos após a aplicação de bio sólido e o plantio da espécie forrageira, que não estava mais presente na área.

As três espécies de Poaceae, *Aristida jubata*, *Baccharis dracunculifolia* e *Hypochaeris*

radicata, no entanto, respondem por 52,9% dos indivíduos vivos na área T, semelhante ao estudo de Araújo et al. (2006), em que essas mesmas espécies responderam por 53,7% dos indivíduos vivos. Considerando que estão presentes 36 espécies restantes, pode-se afirmar que a área T detém uma heterogeneidade florística, comprovada pela comparação do número de espécies e a densidade com que elas ocorrem.

Na área T notou-se uma predominância de *Baccharis dracunculifolia*, comparada com as outras áreas, destacando-se na fisionomia da paisagem; isso faz com que haja sombreamento, que é fator limitante na fase juvenil e de estabelecimento de espécies vegetais secundárias (OLIVEIRA; FELFILI, 2005). *Aristida jubata* está entre as mais frequentes nas três áreas, entretanto, não se destaca devido ao seu pequeno porte, mas juntamente com outras Poaceae, é importante para incorporar matéria orgânica, proteger o solo contra processos erosivos, insolação e perda de umidade (NAPPO et al., 2006).

A velocidade da reposição dos nutrientes lixiviados é fator chave para o ajuste da produtividade, nesse sentido a produção e a decomposição de serrapilheira são processos fundamentais à manutenção da ciclagem de nutrientes e ainda define a susceptibilidade dos solos à erosão (ANDREOLI et al., 1999b; CIANCIARUSO et al., 2006). Pode-se observar a formação de uma cobertura no solo na área T, o que contribuiu para a regeneração natural da área, esse aspecto não foi observado nas outras duas áreas. Isso pode ser atribuído ao tratamento com biofósforo, que deu início à ciclagem de nutrientes.

Aplicações de biofósforo, no presente estudo, determinaram o aumento do teor de matéria orgânica na superfície do solo, o que melhorou a estabilidade da sua estrutura, e resultou em maior

resistência à erosão e maior retenção de umidade, assim como em estudo sobre a agregação do solo que recebeu biofósforo (MARIA et al., 2007), podendo-se afirmar que quanto mais elevada a dose de biofósforo aplicada na área a ser recuperada, maior o acúmulo de C no solo (TAMANINI, 2004).

A matéria orgânica é um dos melhores indicadores da recuperação de um solo degradado (TAMANINI, 2004), assim como a densidade do solo, a porosidade total e a macroporosidade (CAMPOS; ALVES, 2008). Na área experimental a densidade inicial do solo era 1,09 g cm⁻³ e após 13 meses da aplicação do biofósforo, o solo estava com uma densidade de 0,95 g cm⁻³ (TAMANINI, 2005).

Doses elevadas de biofósforo contribuíram para o aprofundamento e maior quantidade de raízes absorventes e reduziram a densidade do solo de acordo com Vega et al. (2005), ao estudar biofósforo e sistema radicular de pupunheira. Esses autores perceberam ainda, que quanto maior a dose de biofósforo, mais aumenta a biomassa radicular, que tem uma relação direta com o crescimento da parte aérea da planta. Em estudo realizado por Campos e Alves (2008) e Alves et al. (2010), em que foi feito o uso de biofósforo na reestruturação de solo degradado, o resultado obtido revelou maior crescimento vegetal, constatado pelo maior rendimento de matéria seca e verde de braquiária e maior crescimento dos indivíduos de eucalipto, melhoria da densidade do solo, porosidade total e macroporosidade, sendo considerados, pelas autoras, os melhores indicadores da recuperação do solo.

CONCLUSÕES

A recuperação de áreas degradadas é necessária, bem como o seu monitoramento em longo prazo com o objetivo de

acompanhar o crescimento das espécies nativas e verificar o restabelecimento do ecossistema alterado. A partir dos resultados obtidos conclui-se que a cobertura de biofósforo pode ter favorecido o estabelecimento e desenvolvimento de indivíduos na área anteriormente degradada, indicando que a adoção dessa prática na recuperação de áreas degradadas pode acelerar o processo de desenvolvimento das espécies vegetais.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Universidade Positivo, pelo apoio e infraestrutura; ao Aeroporto Internacional de Curitiba “Afonso Pena”, pela disponibilização da área; ao Museu Botânico Municipal de Curitiba pelo auxílio na identificação das espécies e ao CNPq pela concessão da bolsa de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.C.; WHALEN, J.K.; RODRIGUES, R.A.F.; MARCHINI, D.C. Aggregation and morphological properties of a degraded Oxisol receiving organic amendments. In: 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 2010, Brisbane, Austrália, Proceedings do 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1–6 de agosto, 2010.
- ANDREOLI, C.V.; FERNANDES, F.; DOMASZAK, S.C. **Reciclagem agrícola do lodo de esgoto: estudo preliminar para definição de critérios para uso agrônomo e de parâmetros para normatização ambiental e sanitária**. 2. ed. Curitiba: SANEPAR. 1999a.

- ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba: SANEPAR; FINEP. 1999b.
- ANDREOLI, C.V.; SPERLING, M.V.; FERNANDES, F. **Lodo de esgoto: tratamento e disposição final, Série princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. v. 6. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA – UFMD/SANEPAR. 2001.
- ARAÚJO, F.S.; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A.A.; LANI, J.L.; PIRES, I.E. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.983-992. 2005.
- ARAÚJO, F.S.; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A.A.; LANI, J.L.; PIRES, I.E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.107-116. 2006.
- CAMPOS, F. S.; ALVES, M. S. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 1389-1397. 2008.
- CAPORAL, F.J.M.; EGGERS, L. Poaceae na área do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v.60, n.2, p.141-150. 2005.
- CHAMI, L.B.; ARAÚJO, M.M.; LONGUI, S.L.; KIELSE, P.; LÚCIO, A.D. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.251-259. 2011.
- CHUEH, A.M.; SANTOS, L.J.C. Análise do potencial de degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno em São José dos Pinhais/PR, por meio do DFC. Diagnóstico Físico Conservacionista. **RA'É GA**, n.10, p.61-71. 2005.
- CIANCIARUSO, M.V.; PIRES, J.S.; DELITTI, W.B.C.; SILVA, E.F.L.P. Produção de serrapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v.20, n.1, p.49-59. 2006.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2010. **Resolução nº 423**, de 12 de abril. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 13 abr. 2010, p. 55-57. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=628>. Acesso em: 22 jun. 2012.
- CONTI, J.B. **A desertificação como forma de degradação ambiental no Brasil**. Patrimônio Ambiental Brasileiro. São Paulo: Edusp. 2003.
- COSTA, D.I.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; FAVERO, D.; FONTANELI, R.S. 2003. Caracterização morfofisiológica e agrônômica de *Paspalum dilatatum* Poir. Biótipo Virasoro e *Festuca arundinacea* Schreb. 2. Disponibilidade de Forragem e Valor Nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 32, n. 5, p. 1061-1067. 2003.
- FARIA, S.M.; CHADA, S.S. **Interação microrganismos e plantas na recuperação de áreas degradadas**. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/xivsbasp/Mesa03MSMF.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2011.
- FERREIRA, W.C.; BOTELHO, S.A., DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.P.; FERREIRA, D.F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v.34, n.4, p.651-660. 2010.
- FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo. Instituto de Botânica/Governo do Estado de São Paulo/ Secretaria do Meio Ambiente. 1989.
- GLEBER, L.; BERTOL, I.; RAMOS, R.R.; LOUZADA, J.A.S.; MIQUELLUTI, D.J. Fósforo reativo: Arraste superficial sob chuvas simuladas para diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.99-107. 2012.
- GOMES, V.; FERNANDES, G.W. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D.C. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasileira**, v.16, n.4, p.421-427. 2002.
- GUGLIERI, A.; LONGHI-WAGNER, H.M.; ZULOAGA, F.O. *Panicum* sect. *Dichotomiflora* (Hitchc. & Chase) Honda e *P.* sect. *Virgata* Hitchc. & Chase ex Pilg. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) no Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v.21, n.4, p.785-805. 2007.
- KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; ZIMMER, A.H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: I Simpósio de Produção de Gado de Corte. Disponível em: http://simcorte.com/index/Palestras/p_simcorte/10_zimmer.pdf. Acesso em: 17 jun. 2012.
- KROEFF, L.L.; VERDUM, R. Identificação de áreas potenciais ao mapeamento de trilhas ecoturísticas na propriedade do Ecoparque, em Canela/RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n.3, p.131-136. 2011.
- LEAL FILHO, N.; LEME, R.F.; RODRIGUES, D.S.; BARROS, E.; COUTO, L. B.; GRIBEL, R. **Efeito da cobertura de matéria orgânica sobre o estabelecimento e desenvolvimento de espécies originadas do banco de sementes**

em áreas em recuperação na Floresta Amazônica Brasileira.

Disponível em: <http://www.cemac-ufma.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/Protoc%20174.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2006.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, v.1, p.277-294. 1985.

MARIA, I.C.; KOCSSI, M.A.; DECHEN, S.C.F. Solos e nutrição de plantas - Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto. **Bragantia**, v.66, n.2, p.291-298. 2007.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Programa piloto para proteção das florestas tropicais do Brasil**. Disponível em: <http://www.mataatlantica.org.br>. Acesso em: 14 mar. 2005.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons. 1974.

NAPPO, M.E.; GOMES, L.J.; CHAVES, M.M.F. **Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares**. Disponível em: http://www.editora.ufma.com.br/BolTecnico/pdf/bol_30.pdf. Acesso em: 07 mar. 2006.

NASCIMENTO, J.T.; SILVA, I.F.; SANTIAGO, R.D.; SILVA NETO, L.F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.457-462. 2003.

OLIVEIRA, E.C.L.; FELFILI, J.M. Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v.19, n.4, p.801-811. 2005.

RODRIGUES, E.R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JUNIOR, L. Dinâmica inicial

da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Revista árvore**, v.34, n.5, p.853-861. 2010.

SCHNEIDER, A.A.; IRGANG, B.E. Florística e fitossociologia de vegetação viária no município de Não-Me-Toque, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v.60, n.1, p.49-62. 2005.

SILVÉRIO, L. Uso agrícola do lodo de esgoto, da matéria orgânica do lixo urbano e resíduos industriais. **O Agrônomo**, v.56, n.1, 2004.

SIMONETE, M.A.; KIEHL, J.C.; ANDRADE, C.A.; TEIXEIRA, C.F.A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1187-1195, 2003.

SOARES, R.Z.L.; ALMEIDA, V.P. Banco de sementes da Floresta Estacional às margens do Reservatório de Itupararanga, Votorantim-SP. **Revista Eletrônica de Biologia**, v.4, n.2, p.53-72. 2011.

TAMANINI, C.R. **Recuperação de áreas degradadas com a utilização de biossólido e gramínea forrageira**. 2004. 196f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/1568/dissertacao%20cristina%20completa.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16 set. 2011.

TAMANINI, C.R.; ANDREOLI, V.C.; MOTTA, A.C.V.; DOETZER, B.H.; PEGORINI, E.S. Estudo da utilização de altas doses de biossólido na recuperação de área decapada em São José dos Pinhais. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande. Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e

Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

TORMENA, A.C.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, A.C.A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**, v.59, n.4, p.795-801. 2002.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z.S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta**, v.27, n.1/2, p.101-114. 1999.

VEGA, F.V.A.; BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; BERTON, R.S. Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.29, p.259-268. 2005.

Recebido em: set/2011
Aprovado em: jun/2012