

Alterações da disponibilidade de nutrientes em um Latossolo Vermelho-Amarelo degradado e outro não-degradado fertilizados com bio sólido e florestados com *Eucalyptus grandis*

JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR⁽¹⁾, MAUREEN VOIGTLAENDER⁽²⁾, JOSÉ LEONARDO DE MORAES GONÇALVES⁽³⁾ ALBA VALÉRIA MASETTO⁽⁴⁾ & MÁRCIA TOFFANI SIMÃO SOARES⁽⁵⁾

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos da aplicação de bio sólido sobre as modificações de fertilidade do solo e o crescimento de povoamentos de *Eucalyptus grandis* plantados em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico não-degradado e outro degradado. O experimento está instalado na cidade de Pirapora, SP. Cinco tratamentos foram estabelecidos na área com solo não-degradado (SND): Controle (0-LE-SND), Fertilização Mineral (FM), 10 Mg ha⁻¹ (10-LE-SND), 20 Mg ha⁻¹ (20-LE-SND) e 40 Mg ha⁻¹ (40-LE-SND) de bio sólido; e três em solo degradado (SD): Controle (0-LE-SD), 20 Mg ha⁻¹ (20-LE-SD) e 40 Mg ha⁻¹ (40-LE-SD) de bio sólido. Comparando-se o conteúdo de nutrientes no SND em pré-aplicação do bio sólido com o do SD aos 84 meses conclui-se que a aplicação de bio sólido + fertilizantes elevou o conteúdo do segundo em níveis próximos ou maiores que o primeiro para o P, K, Ca e menores para o Mg e S. Considerando solo e serapilheira conjuntamente atenção maior deve ser dada ao K e ao Mg que apresentaram redução do conteúdo. Aos 84 meses não houve diferença estatística pelo teste de médias ($p = 0,05$) entre os tratamentos nas variáveis Altura, DAP, Volume e Massa de tronco com casca.

Palavras-Chave: (disponibilidade de nutrientes; bio sólido; Latossolo; *Eucalyptus grandis*)

Introdução

O gerenciamento dos resíduos urbanos é considerado um dos mais importantes desafios ambientais mundiais a serem enfrentados pela humanidade. No mundo, dois bilhões de pessoas estão expostas a doenças, e dois milhões morrem, anualmente, em consequência da falta de saneamento básico. Dados da ONU indicam que dez por cento da população dos países em desenvolvimento são afetadas por infecções intestinais provocadas por vermes [1] e, no Brasil, 65% das internações

hospitalares de crianças com idades menores que 10 anos estão associados à falta de saneamento básico [2].

É incontestável a importância social, econômica e ambiental dos plantios florestais para o país. Além de fornecerem lenha, carvão, madeira e celulose, os negócios movimentam US\$ 20 bilhões por ano, em torno de 5% do Produto Interno Bruto nacional [3]. As florestas auxiliam na conservação de mananciais, do solo, da biodiversidade e na regulação do clima. Plantios florestais de rápido crescimento podem favorecer a diminuição de gases atmosféricos associados ao aquecimento global, processo incluído no chamado “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo” (MDL) pelo Protocolo de Kyoto [4].

O Brasil tem 6,4 milhões de florestas plantadas, sendo 4,8 milhões de hectares de eucaliptos e pinus [3]. A secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, nos anos de 1999 e 2000, aponta que 3,1% do território do Estado são áreas reflorestadas, cerca de 770 mil hectares, sendo 611.516 hectares (79,4%) com eucaliptos e 158.494 hectares (20,6%) com pinus.

A crescente demanda por produtos florestais, a necessidade e perspectiva de ampliação das áreas destinadas ao plantio de florestas homogêneas e as baixas fertilidades dos sítios destinados a esta atividade obrigam a um aumento no consumo de fertilizantes neste setor, que pode ser minimizado com a reciclagem de resíduos sólidos, dentre eles o bio sólido. A proximidade dos plantios de florestas comerciais das áreas urbanas endossa o grande potencial de uso deste resíduo, que é considerado pelo plano diretor da SABESP como uma das principais culturas potenciais para o uso do bio sólido produzido na Região Metropolitana de São Paulo [5].

Algumas diferenças que favorecem a aplicação de bio sólido em plantios florestais em relação à grande parte das culturas agrícolas são as aplicações espaçadas em longos períodos [6] e o fato de que os produtos obtidos nesses sistemas geralmente não são voltados ao consumo humano ou animal [7].

Dentro desse contexto os objetivos desse trabalho são, avaliar os efeitos da aplicação de bio sólido sobre as modificações de fertilidade do solo e o crescimento de

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Doutorando do PPG em Recursos Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11 CP 9, Piracicaba, SP, CEP 13418-900. E-mail: jcajunio@esalq.usp.br.

⁽²⁾ Segundo Autor é Doutorando do PPG em Recursos Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11 CP 9, Piracicaba, SP, CEP 13418-900. E-mail: maureen@esalq.usp.br.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11 CP 9, Piracicaba, SP, CEP 13418-900. E-mail: jmgonca@esalq.usp.br.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Química Responsável pelo Laboratório de Ecologia Aplicada, Departamento de Ciências Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11 CP 9, Piracicaba, SP, CEP 13418-900. E-mail: avmasett@esalq.usp.br.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é pesquisadora do Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Embrapa Pantanal, R. 21 de setembro, 1880 Nossa Senhora de Fátima, Corumbá, MS, CEP 79320-900. E-mail: mtoffani@cpap.embrapa.br.

povoamentos de *Eucalyptus grandis* plantados em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico não-degradado e outro degradado.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na cidade de Pirapora, 130 km da capital do estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas 23° 39'S e 47° 34'W. O clima é do tipo Cwa, com precipitação média anual de 1328 mm, temperatura média mínima de 15,1°C e máxima de 22,8°C. O relevo é suave ondulado, com altitude média de 630 m. A vegetação natural da região é a Floresta Estacional Semidecídua e o solo é o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico [8].

A área experimental foi dividida em duas subáreas, uma preparada no sistema de cultivo mínimo (solo não-degradado - SND) e a outra onde foi simulada a degradação do solo, com remoção de parte do horizonte A (camada de 0-20 cm) (solo degradado - SD).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições. Cinco tratamentos foram estabelecidos na área com solo não-degradado e três foram estabelecidos em solo degradado. Tratamentos no solo não-degradado: Controle (0-LE-SND), Fertilização Mineral (FM), 10 Mg ha⁻¹ (10-LE-SND), 20 Mg ha⁻¹ (20-LE-SND) e 40 Mg ha⁻¹ (40-LE-SND) de biossólido. Tratamentos no solo degradado: Controle (0-LE-SD), 20 Mg ha⁻¹ (20-LE-SD) e 40 Mg ha⁻¹ (40-LE-SD) de biossólido.

Cada parcela foi constituída de 64 plantas no espaçamento 3,0 x 2,0 m, sendo consideradas apenas as 16 centrais da parcela útil. A espécie escolhida para o plantio foi o *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (procedente de Coff's Harbour) e a propagação das mudas foi sexuada (sementes).

Foram coletadas sete subamostras do biossólido para perfazer uma amostra composta, que foi submetida às análises químicas (Tabela 1).

O tratamento FM recebeu 2 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico em área total um mês antes da instalação do experimento; 300 kg ha⁻¹ de 06-28-06 no plantio, 200 kg ha⁻¹ de 06-10-20 aos três e sete meses pós-plantio em cobertura.

O biossólido foi aplicado na superfície do solo, sem incorporação, em faixas de 1 m de largura na linha de plantio uma semana antes do plantio. Todos os tratamentos, exceto FM, receberam suplementação de fósforo (126 kg ha⁻¹ de P₂O₅) no sulco de plantio e potássio, de modo que as quantidades de K contidas no biossólido somadas às do fertilizante potássico ficassem iguais a do tratamento FM (98 kg ha⁻¹ de K₂O). Quatro subamostras para compor uma amostra composta foi coletada em todas as parcelas para serapilheira e para solo na camada 0-20 cm, em pré-aplicação do biossólido (PAB) e aos 84 meses de idade. Medições do diâmetro à altura do peito (DAP) e da altura total do caule foram realizadas aos 12 e 84 meses de idade. Baseado no último inventário selecionou-se 2 árvores de DAP médio de cada

tratamento para avaliação da biomassa dos componentes folha, galho, casca e lenho.

Ajustaram-se equações entre a área seccional a 1,30 m com a massa seca de cada componente florestal. Todas as equações tiveram coeficientes de determinação maior que 80% ($p = 0,01$). Isso permitiu estimar para as demais árvores da parcela a produção de cada componente. A fórmula de Smallian foi utilizada para cálculo do volume do tronco com e sem casca. Também se ajustaram equações entre área seccional a 1,30 m com volume individual das árvores com e sem casca. As equações apresentaram coeficientes de determinação maior que 90% ($p = 0,01$).

Os dados foram submetidos à Anova, teste de médias (Tukey; $p = 0,05$) e ajuste de regressões quando pertinentes.

Resultados e Discussão

Comparando a quantidade de nutrientes aplicada por meio dos fertilizantes, tratamento FM, com a aplicada por meio do biossólido, esse representou uma adição significativa de P, Ca e S (Tabela 2), embora nem todo o conteúdo desses nutrientes esteja prontamente disponível para absorção pelas plantas.

A avaliação da biomassa mostrou que não houve diferenças estatísticas, pelo teste de médias ($p = 0,05$), na produção de biomassa dos diferentes componentes (folha, galho, casca e lenho). O mesmo foi observado para o conteúdo total de nutrientes de cada componente (Tabela 3). Apesar da considerável quantidade de nutrientes adicionada ao solo, não houve aumento da produção de biomassa. O solo apresentou uma fertilidade natural suficiente para bons índices de crescimento.

Analisando as quantidades de nutrientes no solo (Tabela 4) em pré-aplicação do biossólido (PAB) e aos 84 meses, constatou-se que a remoção da camada de 0-20 cm, para simular o solo degradado, resultou em diminuição de aproximadamente 27% do P, 36% do K, 33% do Ca, 9% do Mg e 31% do S no solo. Aos 84 meses houve aumento significativo do conteúdo de P e Ca, proporcional a dose de biossólido aplicada, em ambos os solos. No solo degradado, o aumento foi menor. Esse aumento é justificado pelas maiores concentrações desses nutrientes no biossólido.

No solo não-degradado, o K teve uma redução da quantidade nas doses menores de biossólido (0 e 10) e sem alteração nas doses maiores (20 e 40, e FM), mesmo com a aplicação de fertilizante potássico. No solo degradado, houve aumento do conteúdo do K devido a menor quantidade de Ca, favorecendo o K pela menor competição pelas cargas. O K absorvido de camadas inferiores a 20 cm é ciclado biogeoquimicamente e depositado nas camadas superiores.

No solo não-degradado houve redução do Mg nas doses menores de biossólido (0, 10 e 20) e aumento na dose maior (40), constata-se que na biomassa aérea, o Mg é um elemento bastante requerido pela casca. A menor quantidade de Mg encontrada nos tratamentos poderia ser suprida pela calagem, como sugere o tratamento FM, que recebeu a aplicação de calcário.

Tanto no solo não-degradado como no degradado, houve ligeira redução do conteúdo de S, embora esse elemento tenha sido aplicado em quantidades significativas por meio do biofóssido. Essa redução da quantidade de sulfato pode ser explicada pela lixiviação do sulfato das camadas superiores do horizonte A para as camadas superiores do horizonte B, onde a quantidade de cargas positivas são maiores.

Analisando a serapilheira não houve diferença estatística ($p = 0,05$) entre todos os tratamentos quanto à quantidade de massa seca aos 84 meses. A retirada da camada de 0-20 cm do solo e da serapilheira, resultou numa redução de aproximadamente 7 kg de P, 30 kg de K, 238 kg de Ca, 33 kg de Mg e 20 de S, ha^{-1} .

No solo não-degradado, houve aumento do conteúdo de P na serapilheira, até mesmo no tratamento FM. Assim, o P adicionado ao sistema por meio do biofóssido é acumulado tanto no solo quanto na serapilheira, e a fertilização com P foi maior que a demanda das plantas. A quantidade de K na camada 0-20 cm diminuiu de aproximadamente 77% do valor inicial. O Ca teve uma redução de 47% do seu conteúdo inicial na serapilheira. Esse elemento é o segundo nutriente mais acumulado na biomassa aérea do eucalipto. A diminuição do K e Ca na serapilheira se deve a menor quantidade de serapilheira aos 84 meses (27 Mg ha^{-1}) comparado a PAB (33 Mg ha^{-1}).

Houve redução significativa de Mg na serapilheira e no solo demonstrando a necessidade de reposição desse nutriente nas doses de 0, 10 e 20 t ha^{-1} de biofóssido.

A serapilheira do SD apresentou recuperação na produção em biomassa e conteúdo de nutrientes, porém com níveis ligeiramente inferiores que a serapilheira do SND.

Aos 84 meses de idade, não houve diferença estatística pelo teste de médias ($p = 0,05$) entre os tratamentos nas variáveis Altura, DAP, Volume e Massa de tronco com casca (Tabela 5).

Conclusões

A produção de biomassa dos componentes das árvores e o conteúdo de nutrientes não apresentaram diferenças estatísticas aos 84 meses de idade.

No SD e SND (na camada de 0-20 cm) houve aumento da quantidade de P e Ca e diminuição de Mg e S. O K teve diminuição no SND e aumento no SD.

Comparando-se o conteúdo de nutrientes no SND em PAB com o SD aos 84 meses, constatou-se que a aplicação de biofóssido + fertilizantes elevou o conteúdo do segundo em níveis próximos ou maiores que o primeiro para o P, K, Ca e menores para o Mg e S.

Não houve diferença estatística ($p = 0,05$) entre todos os tratamentos quanto à quantidade de massa seca de serapilheira aos 84 meses (27 Mg ha^{-1}), porém é menor que a quantidade em PAB (33 Mg ha^{-1}).

A quantidade de nutrientes na serapilheira no SND teve aumento para P e S e diminuição para do K, Ca e Mg. A serapilheira do SD apresentou recuperação na produção em biomassa e conteúdo de nutrientes, porém

com níveis ligeiramente inferiores que a serapilheira do SND.

Considerando solo e serapilheira conjuntamente atenção maior deve ser dada ao K e ao Mg que apresentaram redução do conteúdo.

Aos 84 meses de idade, não houve diferença estatística pelo teste de médias ($p = 0,05$) entre os tratamentos nas variáveis Altura, DAP, Volume e Massa de tronco com casca.

Referências

- [1] UNITED NATION ENVIRONMENT PROGRAMME. GLOBAL ENVIRONMENT OUTLOOK. 2003 [Online]. *The state of the environment*. Homepage: <http://www.unesp.org/GEO/press.htm>
- [2] BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. 1998. *Seminário Internacional modelos e políticas de desenvolvimento: tributo à Aníbal Pinto*. Rio de Janeiro. 260p.
- [3] PROGRAMA NACIONAL DE FLORESTAS. 2003 [Online]. *Política nacional de florestas*. Homepage: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/pnf/politica.html>
- [4] ALONSO, R. 2002. [Online]. *Reflorestamento contribui para preservação de florestas nativas*. Homepage: <http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/reflorestamento1.htm>
- [5] TSUTUYIA, M.T. 2000. Alternativas de disposição de biofóssidos gerados em estações de tratamento de esgoto. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A. (Ed.). *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*, Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. p.69-105.
- [6] POGGIANI, F.; GUEDES, M.C. & BENEDETTI, V. 2000. Aplicabilidade de biofóssido em plantações florestais I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A. (Ed.). *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*, Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. p.163-178.
- [7] GONÇALVES, J.L.M.; VAZ, L.M.S.; AMARAL, T.M. & POGGIANI, F. 2000. Aplicabilidade de biofóssido em plantações florestais – efeito sobre a fertilidade do solo, nutrição e crescimento das árvores. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A. (Ed.). *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*, Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. p.179-195.
- [8] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro. 412p.

Tabela 1. Composição química do bio sólido produzido pela Estação de Tratamento de Esgoto de Barueri, SABESP/SP⁽¹⁾

Elemento ⁽²⁾	Concentração	Elemento ⁽²⁾	Concentração
C org. (g kg ⁻¹)	373,5	Al (mg kg ⁻¹)	18.256
N Kjeldahl (g kg ⁻¹)	40,7	As (mg kg ⁻¹)	<0,01
N-NH ₄ ⁺ ⁽³⁾ (mg kg ⁻¹)	1.913	Cd (mg kg ⁻¹)	10,9
N-NO ₃ ⁻ - NO ₂ ⁻ ⁽³⁾ (mg kg ⁻¹)	32,2	Pb (mg kg ⁻¹)	206,1
P (g kg ⁻¹)	25,4	Cu (mg kg ⁻¹)	879,5
K (g kg ⁻¹)	1,0	Cr total (mg kg ⁻¹)	791,8
Ca (g kg ⁻¹)	25,3	Hg (mg kg ⁻¹)	<0,01
Mg (g kg ⁻¹)	4,3	Mo (mg kg ⁻¹)	<0,01
Na (mg kg ⁻¹)	0,25	Ni (mg kg ⁻¹)	395,1
S (g kg ⁻¹)	13,6	Se (mg kg ⁻¹)	<0,01
Mn (mg kg ⁻¹)	266,2	Zn (mg kg ⁻¹)	2.827
Fe (mg kg ⁻¹)	32.017	B (mg kg ⁻¹)	9,5

⁽¹⁾ Análise realizada pelo Instituto Agronômico de Campinas – Laboratório de Análises de Solo e Planta;

⁽²⁾ valores de concentração dados com base na matéria seca (65°C);

⁽³⁾ valores determinados nas amostras nas condições originais.

Tabela 2. Quantidade de P, K, Ca, Mg e S adicionado por meio da aplicação do bio sólido e da fertilização mineral de base e de cobertura nos tratamentos instalados nas áreas com solos não-degradados (SND) e degradados (SD)

Tratamento	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹				
0-LE-SND	55	81	0	0	0
10-LE-SND	299	81	253	43	136
20-LE-SND	563	81	506	86	272
40-LE-SND	1071	81	1012	172	544
FM-SND	54	81	514	144	48
0-LE-SD	55	81	0	0	0
20-LE-SD	563	81	506	86	272
40-LE-SD	1071	81	1012	172	544

Tabela 4. Quantidade de P, K, Ca, Mg e S na serapilheira e no solo (na camada 0-20 cm) nos tratamentos instalados nas áreas com solos não-degradados e degradados em pré-aplicação do bio sólido (PAB) e aos 84 meses de idade

Tratamento ⁽¹⁾	P		K		Ca		Mg		S	
	PAB ⁽²⁾	84	PAB	84	PAB	84	PAB	84	PAB	84
	kg ha ⁻¹									
	Serapilheira									
0-LE-SND	5,8	7,2	26,1	5,4	208,8	121,0	29,0	16,4	17,4	20,2
10-LE-SND	8,0	11,2	35,8	8,2	286,6	133,0	39,8	19,4	23,9	20,6
20-LE-SND	7,2	14,2	32,3	8,4	258,5	134,0	35,9	19,6	21,5	25,3
40-LE-SND	6,3	23,0	28,4	5,5	227,5	115,0	31,6	18,2	19,0	26,0
FM-SND	5,9	12,0	26,4	6,8	211,0	121,0	29,3	18,0	17,6	22,7
0-LE-SD	0,0	6,0	0,0	6,6	0,0	98,0	0,0	16,4	0,0	18,6
20-LE-SD	0,0	7,1	0,0	4,7	0,0	87,0	0,0	11,7	0,0	17,6
40-LE-SD	0,0	10,7	0,0	5,8	0,0	114,0	0,0	17,1	0,0	21,7
	Solo									
0-LE-SND	10,6	12,7	73,3	58,7	90,0	127,9	39,6	29,4	23,9	16,7
10-LE-SND	10,6	21,1	73,3	59,2	90,0	165,5	39,6	27,0	23,9	14,7
20-LE-SND	10,6	49,0	73,3	76,5	90,0	190,3	39,6	25,9	23,9	16,0
40-LE-SND	10,6	134,4	73,3	79,0	90,0	324,5	39,6	51,3	23,9	15,8
FM-SND	10,6	15,0	73,3	70,2	90,0	301,6	39,6	123,3	23,9	16,7
0-LE-SD	7,7	12,0	46,8	100,4	60,0	75,7	36,0	15,8	16,6	12,0
20-LE-SD	7,7	40,8	46,8	103,5	60,0	105,9	36,0	16,3	16,6	12,5
40-LE-SD	7,7	67,8	46,8	81,0	60,0	140,5	36,0	19,6	16,6	15,1

⁽¹⁾ LE = Lodo de esgoto (bio sólido); SND = solo não-degradado; SD = solo degradado

⁽²⁾ PAB = Pré-aplicação do bio sólido

Tabela 3. Conteúdo de nutrientes nos componentes das árvores de *Eucalyptus grandis* aos 84 meses de idade nos tratamentos instalados nas áreas com solo não-degradado e degradado. Os erros padrões das médias são apresentados entre parênteses

Tratamento	kg ha ⁻¹							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
Folha								
0-LE-SND	81,3 (8,6)	4,3 (0,5)	20,6 (2,2)	18,2 (1,9)	6,4 (0,7)	4,5 (0,5)	0,14 (0,02)	0,08 (0,01)
10-LE-SND	78,9 (3,7)	4,2 (0,2)	20,0 (1,0)	17,7 (0,9)	6,2 (0,3)	4,4 (0,2)	0,14 (0,01)	0,07 (0,01)
20-LE-SND	89,0 (6,9)	4,7 (0,4)	22,3 (1,6)	19,8 (1,5)	7,1 (0,6)	4,9 (0,4)	0,16 (0,01)	0,08 (0,01)
40-LE-SND	71,6 (10,4)	3,8 (0,6)	18,1 (2,5)	16,0 (2,3)	5,7 (0,8)	3,9 (0,6)	0,13 (0,02)	0,07 (0,01)
FM-SND	94,7 (8,1)	5,0 (0,4)	23,9 (2,0)	21,1 (1,8)	7,5 (0,7)	5,2 (0,4)	0,17 (0,01)	0,09 (0,01)
0-LE-SD	70,1 (6,8)	3,7 (0,4)	18,0 (1,6)	15,9 (1,4)	5,5 (0,6)	3,9 (0,4)	0,12 (0,01)	0,07 (0,01)
20-LE-SD	67,7 (7,0)	3,6 (0,4)	17,3 (1,6)	15,2 (1,5)	5,3 (0,6)	3,7 (0,4)	0,12 (0,01)	0,06 (0,01)
40-LE-SD	74,3 (5,6)	3,9 (0,3)	19,0 (1,4)	16,7 (1,2)	5,8 (0,5)	4,1 (0,3)	0,13 (0,01)	0,07 (0,01)
Galho								
0-LE-SND	24,6 (2,6)	2,3 (0,2)	10,7 (1,1)	18,1 (1,9)	3,7 (0,4)	2,6 (0,3)	0,09 (0,01)	0,10 (0,01)
10-LE-SND	23,9 (1,2)	2,3 (0,1)	10,4 (0,5)	17,6 (0,9)	3,6 (0,2)	2,5 (0,1)	0,08 (0,01)	0,10 (0,01)
20-LE-SND	26,6 (1,9)	2,5 (0,2)	11,6 (0,9)	19,5 (1,4)	4,0 (0,3)	2,8 (0,2)	0,10 (0,01)	0,11 (0,01)
40-LE-SND	21,6 (3,0)	2,0 (0,3)	9,4 (1,3)	15,9 (2,2)	3,2 (0,4)	2,3 (0,3)	0,08 (0,01)	0,09 (0,01)
FM-SND	28,5 (2,4)	2,7 (0,2)	12,4 (1,0)	21,0 (1,7)	4,3 (0,4)	3,0 (0,3)	0,10 (0,01)	0,12 (0,01)
0-LE-SD	21,5 (1,9)	2,1 (0,2)	9,3 (0,9)	15,9 (1,4)	3,2 (0,3)	2,3 (0,2)	0,08 (0,01)	0,09 (0,01)
20-LE-SD	20,6 (2,0)	2,0 (0,2)	8,9 (0,9)	15,2 (1,4)	3,1 (0,3)	2,2 (0,2)	0,07*(0,01)	0,09 (0,01)
40-LE-SD	22,7 (1,7)	2,2 (0,2)	9,8 (0,7)	16,7 (1,2)	3,4 (0,3)	2,4 (0,2)	0,08 (0,01)	0,10 (0,01)
Casca								
0-LE-SND	66,8 (6,9)	14,5 (1,5)	34,4 (3,5)	167,4 (17,7)	20,4 (2,1)	6,4 (0,7)	0,3 (0,03)	0,2 (0,02)
10-LE-SND	65,1 (3,5)	15,7 (1,4)	33,6 (1,8)	162,6 (7,7)	19,9 (1,0)	6,2 (0,3)	0,2 (0,01)	0,2 (0,01)
20-LE-SND	71,5 (4,9)	17,2 (1,6)	36,7 (2,5)	183,5 (14,2)	22,2 (1,6)	6,8 (0,5)	0,3 (0,02)	0,2 (0,01)
40-LE-SND	59,0 (7,7)	13,4 (1,9)	30,4 (3,9)	147,4 (21,4)	18,0 (2,5)	5,6 (0,7)	0,2 (0,03)	0,2 (0,02)
FM-SND	77,2 (6,0)	18,1 (1,6)	39,7 (3,0)	195,1 (16,7)	23,7 (2,0)	7,4 (0,6)	0,3 (0,02)	0,2 (0,02)
0-LE-SD	60,1(4,7)	13,5 (2,2)	31,1 (2,3)	144,3 (14,0)	17,8 (1,6)	5,8 (0,4)	0,2 (0,02)	0,2 (0,01)
20-LE-SD	57,1 (4,9)	13,3 (1,8)	29,5 (2,4)	139,3 (14,4)	17,1 (1,7)	5,5 (0,4)	0,2 (0,02)	0,2 (0,01)
40-LE-SD	62,5 (4,3)	13,5 (0,7)	32,3 (2,2)	152,9 (11,6)	18,8 (1,4)	6,0 (0,4)	0,2 (0,02)	0,2 (0,01)
Lenho								
0-LE-SND	177,6 (18,2)	18,0 (1,7)	44,0 (4,5)	41,4 (4,2)	7,6 (0,8)	27,6 (2,8)	2,1 (0,21)	1,1 (0,11)
10-LE-SND	173,1 (9,6)	17,6 (1,4)	42,9 (2,4)	40,4 (2,4)	7,4 (0,5)	27,0 (1,5)	2,0 (0,11)	1,1 (0,06)
20-LE-SND	188,8 (12,5)	18,2 (1,0)	46,5 (3,0)	43,5 (2,7)	7,9 (0,5)	29,2 (1,9)	2,2 (0,14)	1,2 (0,08)
40-LE-SND	157,0 (19,7)	16,1 (1,5)	38,9 (4,8)	36,7 (4,3)	6,7 (0,7)	24,5 (3,0)	1,8 (0,23)	1,0 (0,12)
FM-SND	204,8 (15,4)	20,5 (1,3)	50,7 (3,7)	47,6 (3,4)	8,7 (0,6)	31,8 (2,3)	2,4 (0,18)	1,3 (0,10)
0-LE-SD	161,4 (11,8)	17,7 (0,8)	40,3 (2,8)	38,4 (2,5)	7,1 (0,4)	25,4 (1,7)	1,9 (0,13)	1,0 (0,07)
20-LE-SD	153,1 (12,3)	16,6 (0,8)	38,2 (2,9)	36,3 (2,6)	6,7 (0,4)	24,0 (1,8)	1,8 (0,14)	1,0 (0,08)
40-LE-SD	167,1 (11,0)	17,7 (0,9)	41,6 (2,7)	39,4 (2,4)	7,3 (0,4)	26,2 (1,7)	2,0 (0,13)	1,1 (0,07)

Tabela 5. Altura, diâmetro à altura do peito (DAP), volume e massa de tronco com casca e incremento médio anual (IMA) aos 12 e 84 meses de idade nos tratamentos instalados nas áreas com solos não-degradado (SND) e degradado (SD). Os erros padrões das médias são apresentados entre parênteses

Tratamento	Altura		DAP		Volume		Massa		IMA	
	12	84	12	84	12	84	12	84	12	84
	m		cm		m ³ ha ⁻¹		Mg ha ⁻¹		m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹	
0-LE-SND	7,5 (0,3)	23,4 (0,4)	5,4 (0,5)	14,3 (0,3)	17 (2,2)	281 (29)	-	136 (14,2)	29,9 (3,7)	46,8 (4,8)
10-LE-SND	7,2 (0,3)	22,6 (0,5)	5,4 (0,3)	14,0 (0,2)	17 (0,7)	274 (15)	-	127 (8,9)	29,4 (1,2)	45,6 (2,5)
20-LE-SND	6,2 (0,5)	23,6 (0,7)	5,4 (0,5)	15,1 (0,5)	15 (3,1)	300 (20)	-	141 (8,7)	25,5 (5,3)	50,0 (3,4)
40-LE-SND	6,6 (0,5)	22,3 (0,8)	5,2 (0,9)	13,9 (0,7)	16 (3,4)	248 (32)	-	118 (15,4)	27,4 (5,8)	41,4 (5,3)
FM-SND	5,8 (0,4)	23,3 (1,1)	4,7 (0,4)	14,6 (0,5)	13 (1,9)	325 (25)	-	153 (13,7)	21,6 (3,2)	54,1 (4,1)
0-LE-SD	6,6 (0,4)	21,8 (0,4)	5,0 (0,7)	13,0 (0,4)	13 (3,1)	254 (19)	-	119 (6,0)	22,8 (5,3)	42,3 (3,2)
20-LE-SD	6,1 (0,5)	21,2 (0,8)	5,2 (0,6)	13,1 (0,4)	17 (1,7)	241 (20)	-	113 (8,6)	29,1 (3,0)	40,1 (3,3)
40-LE-SD	5,8 (0,3)	21,9 (1,0)	4,9 (0,2)	13,6 (0,6)	13 (1,1)	263 (18)	-	127 (9,4)	21,6 (1,9)	43,9 (3,0)