

Crescimento de espécies arbóreas sob diferentes  
espaçamentos em plantio de recomposição florestalGrowth of tree species in different  
planting spacing for forest recoveryPaulo Sérgio dos Santos Leles<sup>1</sup>, Gustavo Wyse Abaurre<sup>2</sup>, Jorge Makhoulouta Alonso<sup>3</sup>,  
Daniel Ferreira do Nascimento<sup>4</sup> e Alysson Canabrava Lisboa<sup>5</sup>**Resumo**

O presente trabalho tem por objetivo, analisar o crescimento de espécies arbóreas em diferentes espaçamentos para plantio de recomposição florestal dos 12 aos 48 meses de idade. O plantio foi realizado em outubro de 2004 na Usina Termoeletrica Barbosa Lima Sobrinho, Município de Seropédica - RJ. O experimento foi formado por quatro espaçamentos de plantio (1,0 x 1,0; 1,5 x 1,5; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m) e dois grupos de espécies arbóreas (pioneiras e não pioneiras), constituindo 8 tratamentos com 3 blocos cada, somando 24 unidades amostrais. Em diferentes idades foram mensurados altura, diâmetro ao nível do solo e largura de copa. Constatou-se que para o grupo das espécies pioneiras, a ampliação do espaçamento conferiu maior crescimento em diâmetro ao nível do solo e área de copa aos 48 meses após o plantio. Para esse grupo ecológico a variável altura não foi influenciada pelo espaçamento de plantio. O grupo das espécies não pioneiras, aos 48 meses após o plantio, não apresentou diferenças em seu crescimento em altura, diâmetro ao nível do solo e área de copa entre os espaçamentos 1,5 x 1,5; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m. Para esse grupo ecológico, o espaçamento 1,0 x 1,0 m apresentou crescimento menor para todas as variáveis mensuradas.

**Palavras-chave:** grupos ecológicos, pioneiras, não pioneiras, sucessão florestal.

**Abstract**

This study aims to analyze the growth of tree species in different planting spacing for forest recovery 48 months after the implantation. The planting took place in October 2004 in the Barbosa Lima Sobrinho Thermoelectric Power Plant, Seropédica - RJ. The experiment consisted of four planting spacing (1,0 x 1,0; 1,5 x 1,5; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m) and two groups of tree species (pioneer and non-pioneer), constituting 8 treatments with 3 replicates each, totaling 24 sampling units. At different ages were measured height, diameter at ground level and crown width. It was found that in the group of pioneer species, the increase of spacing had a positive impact on growth in diameter at ground level and crown area at 48 months after planting. For this group the variable height was not influenced by planting space. For the group of non-pioneer species, 48 months after planting, their growth in height, diameter at ground level and crown area did not differ between the spacing 1,5 x 1,5 ; 2,0 x 2,0 and 3,0 x 2,0 m. To this ecological group, the spacing 1,0 x 1,0 m showed slower growth for all measured variables.

**Keywords:** ecological groups, pioneer, non-pioneer, forest succession.

**INTRODUÇÃO**

Devido à crescente conscientização e as obrigações previstas na legislação, a quantidade de projetos de formação de povoamentos florestais para

conservação tem aumentado. Isso gerou uma demanda por estudos técnicos e científicos que pudessem aperfeiçoar as técnicas utilizadas nos reflorestamentos com o objetivo de otimizar as implantações e acrescentar qualidade a estes povoamentos.

<sup>1</sup>Doutor em Produção Vegetal, Professor do Instituto de Florestas, UFRRJ, - BR 465, km 7 - Campus UFRRJ - IE, 23890-000 - Seropédica - RJ - E-mail: [pleles@ufrrj.br](mailto:pleles@ufrrj.br)

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, GWA Empreendimentos Florestais Ltda, UFRRJ, - BR 465, km 7 - Campus UFRRJ - INEAGRO - IT, 23890-000 - Seropédica - RJ - E-mail: [gustavowyse@hotmail.com](mailto:gustavowyse@hotmail.com)

<sup>3</sup>Graduando do curso de Engenharia Florestal da UFRRJ. Rua Lagoa das Garças, 40/1702 - Recreio dos Bandeirantes - RJ. 22793-400. Rio de Janeiro - RJ - E-mail: [j\\_makh@hotmail.com](mailto:j_makh@hotmail.com)

<sup>4</sup>Engenheiro Florestal, Desenvix S/A. Rua Prof. Aloisio Amâncio, 17, Bairro Bem Ti Vi. 28660-000 - Bom Jardim - RJ - E-mail: [daniel.nascimento@desenvix.com.br](mailto:daniel.nascimento@desenvix.com.br)

<sup>5</sup>Engenheiro Florestal, Mestrando Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da UFRRJ, BR 465, km 7 - Campus UFRRJ - IE, 23890-000 - Seropédica - RJ - E-mail: [a.canabrava@yahoo.com.br](mailto:a.canabrava@yahoo.com.br)

Embora existam vários estudos (BALLONI; SIMÕES, 1980; LADEIRA *et al.*, 2001; LELES *et al.*, 1998; REIS e REIS, 1993) envolvendo a implantação e a formação de povoamentos florestais com fins de produção focado nos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, ainda é necessário realizar mais estudos abordando plantios de espécies nativas para recuperação florestal. No cenário atual esse conhecimento é essencial para redução dos custos de implantação e manutenção do povoamento, tendo em vista que a correta utilização das técnicas de plantio pode otimizar o processo de formação do povoamento com consequentemente redução dos gastos.

Um fator de grande importância em programas de recomposição florestal é o espaçamento de plantio, o qual influencia na otimização do uso dos recursos disponíveis (REIS; REIS, 1993), na taxa de crescimento (NASCIMENTO, 2007), no recobrimento do solo (GANDOLFI *et al.*, 2009) e nos custos de implantação e de manutenção (PINA-RODRIGUES *et al.*, 1997).

Reis e Reis (1993) mencionaram que a escolha do espaçamento adequado tem por objetivo proporcionar para cada indivíduo o espaço suficiente para se obter o crescimento máximo com a melhor qualidade e menor custo, sem, entretanto, desconsiderar a questão da proteção do solo. O espaçamento ótimo é aquele capaz de fornecer o maior volume de produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, em função do sítio, da espécie e do potencial genético do material utilizado.

Kageyama *et al.* (1986) detectaram cinco diferentes tendências de respostas ao aumento do espaçamento por diferentes grupos de espécies arbóreas nativas; desde a resposta positiva em crescimento com o aumento do espaçamento até uma resposta negativa, tanto em altura como em diâmetro das árvores. Kageyama e Castro (1989) esclareceram que o maior estímulo ao crescimento com aumento do espaçamento indicaria que a espécie tem maior proximidade com a fase inicial de sucessão; e a diminuição do crescimento com o aumento do espaçamento, por outro lado, seria um indicativo de que a espécie teria maior proximidade com a fase final de sucessão.

Outro fator importante para que os plantios de recomposição florestal tenham sucesso é a adoção de critérios para associar diferentes espécies (KAGEYAMA e CASTRO, 1989). Uma alternativa interessante de associar espécies em plantios mistos é basear-se no estágio sucessional de cada espécie e na interação entre elas, pois normalmente,

as plantas das espécies pioneiras tem o hábito de crescimento mais rápido do que as não pioneiras, proporcionando sombra a estas últimas.

Este trabalho objetivou analisar a influência do espaçamento de plantio no crescimento do grupo de espécies pioneiras e de não pioneiras, em plantio de recomposição florestal de 12 aos 48 meses de após o plantio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em um povoamento de recomposição florestal implantado entre em outubro de 2004, em área de propriedade da Usina Termoelétrica Barbosa Lima Sobrinho, atualmente pertencente à Petrobrás, localizada na Rodovia Presidente Dutra, km 200, próxima ao Rio Guandu, Município de Seropédica, Rio de Janeiro.

O clima da região de Seropédica, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw (BRASIL, 1980), que significa tropical com chuvas de verão. Segundo os dados dos últimos 20 anos da estação meteorológica da PESAGRO-RJ, a mais próxima ao local do experimento, a precipitação média anual é de 1.245 mm, com o período mais seco nos meses de junho, julho e agosto, e excedentes hídricos em dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média de fevereiro, que é o mês mais quente, é de 27,0 °C, a de julho, mês mais frio, é 20,6 °C e a temperatura média anual 23,7 °C. O tempo médio de insolação anual é de 2.527 horas, a média anual da evaporação é de 1.576 ml e a umidade relativa do ar 69,3%.

A área de recomposição florestal apresenta altitude de 30 m em relação ao nível do mar, topografia plana e está situada nas coordenadas geográficas 22°43'05.25"S e 43°38'30.42"O. O solo é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico Abruptico, e os dados obtidos com a análise de fertilidade do solo antes do plantio encontram-se na Tabela 1.

Segundo informações de Salamene (2007), originalmente, as áreas planas onde se localiza o atual Rio Guandu eram parte da zona de afloramento da bacia de Sepetiba, sendo freqüentemente inundadas. Devido a isso, obras de drenagens foram realizadas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS entre 1935 e 1941, abrindo aproximadamente 50km de calha para transposição de bacia e formação do Rio Guandu, rebaixando o lençol freático em mais de 4 metros. Em termos ambientais, essas obras eliminaram ou reduziram drasticamente as várzeas alagadas e, consequentemente, as matas

**Tabela 1.** Análise de solo da área de plantio, na Usina Termoelétrica Barbosa Lima Sobrinho, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

**Table 1.** Soil analysis of the planting area, in the Barbosa Lima Sobrinho Thermoelectric Power Plant, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil.

Profundidade (cm)	pH <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	K <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>	Textura
		mg/dm <sup>3</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>			
0 – 20	5,1	5	130	0,6	2,3	0,9	Argilosa
20 – 40	5,1	4	66	0,6	2,4	1,6	Argilosa

<sup>1</sup>pH em água relação 1:2,5; <sup>2</sup>extrator Mehlich-I; <sup>3</sup>extrator de KCl 1,0 N.

paludosas e a vegetação herbácea aluvial. A recomposição florestal deste novo ambiente deve, portanto objetivar a formação de um ecossistema menos úmido com o objetivo de proteger o manancial da perda de sedimentos, uma vez que hidrologicamente ele teve suas funções alteradas.

Os tratamentos são constituídos por quatro espaçamentos de plantio: 1,0 x 1,0; 1,5 x 1,5; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m e dois grupos de plantas: espécies pioneiras e não pioneiras, formando arranjo fatorial constituindo 8 tratamentos, com 3 blocos, constituindo 24 unidades experimentais. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso. Cada unidade experimental foi formada por 30 covas de plantio (6 linhas de 5 covas), sendo 18 covas de plantas de espécies pioneiras e 12 plantas de espécies não pioneiras. A área variou em função do espaçamento utilizado.

O enquadramento das espécies como pioneiras ou não pioneiras foi baseado em literatura (BUDOWSKI, 1965; CARVALHO, 2003, 2006, 2008; LORENZI, 2002, 2008)

No plantio, foram utilizadas 44 espécies arbóreas, porém, apenas 36 espécies, sendo 22 pioneiras e 14 não pioneiras foram encontradas nas parcelas.

A listagem das espécies com a informação referente ao grupo ecológico encontra-se no Tabela 2.

As mudas foram produzidas no Viveiro Luiz Fernando Oliveira Capellão, pertencente ao Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e na época do plantio apresentavam altura variando de 30 a 90cm, conforme a espécie.

A área foi arada e gradeada e em seguida, marcado o local das covas, obedecendo os respectivos espaçamentos. Foram abertas covas, manualmente, com dimensões de 30 x 30 x 30 cm (largura, comprimento e profundidade), e estas foram adubadas com 100 g/cova de N-P-K (06-30-06).

O plantio foi realizado em outubro de 2004 seguindo o modelo proposto por Piña-Rodrigues *et al.* (1997), no qual é implantada uma linha com mudas de espécies pioneiras e outra linha alternando mudas de espécies pioneiras e não pioneiras.

O controle das formigas cortadeiras foi realizado dois meses antes do plantio, imediatamente após o plantio e nos seis meses seguintes, utilizando iscas granuladas.

A primeira capina foi realizada 45 dias após o plantio em toda área e, roçadas foram executadas nos momentos em que foi observada alta incidência de plantas competidoras que teoricamente, influenciam de maneira negativa no crescimento das espécies florestais. Também foram realizados coroamentos, quando a equipe técnica julgou necessário. Cabe ressaltar que em nenhum momento foi utilizado capina química.

Foram realizadas medições da altura total (HT) aos 12, 24, 36 e 48 meses após o plantio, do diâmetro ao nível do solo (DNS) aos 24, 36 e 48 meses e da largura da copa (LC) (sentidos longitudinal e transversal à linha de plantio) na última medição. Para estas avaliações utilizou-se, respectivamente, vara graduada, fita métrica e trena.

Para mensurar a área de copa foram realizadas duas medições da projeção da copa, sendo a primeira no sentido da linha de plantio e a segunda no sentido transversal a esta, em seguida a área de copa foi calculada utilizando a fórmula da elipse,  $AC = L \cdot l \cdot \pi / 4$ , onde: AC = área da copa; L = comprimento da maior largura da copa; l = comprimento da linha perpendicular à linha de maior largura; e  $\pi = 3,1415$ .

Para obter os dados de HT, DNS e AC para as espécies pioneiras e não pioneiras foi necessário processar os dados mensurados em campo em duas etapas. A primeira consistiu em fazer a média dos indivíduos de cada espécie para chegar a um valor médio por espécie. E a segunda consistiu em obter a média dos valores das espécies classificadas como pioneiras e das classificadas como não pioneiras. Com isso foi possível obter um valor representativo para cada grupo ecológico.

Os dados avaliados ao longo do tempo, para HT e DNS características de crescimento, foram utilizados para elaborar os gráficos de crescimento. Com o objetivo de atender às pré-condições de análise de variância (normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias dos tratamentos), os dados de cada característica mensurada aos 48

meses após o plantio, foram testados para verificar se havia necessidade de transformação. Constatou-se haver necessidade de transformar apenas os dados da variável área de copa em raiz quadrada. Em seguida, realizou-se a análise de variância analisando efeito de bloco, grupo de espécie, es-

paçamento e a interação grupo de espécie x espaçamento ( $F < 0,05$ ). Quando houve significância, as médias foram comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se software SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

**Tabela 2.** Espécies arbóreas utilizadas para recomposição florestal na Usina Termoelétrica Barbosa Lima Sobrinho, Município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, e seus respectivos grupos ecológicos.

**Table 2.** Tree species used for forest recovery in the Barbosa Lima Sobrinho Thermoelectric Power Plant, City of Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil, and their respective ecological groups.

Espécie	Nome vulgar	Grupo ecológico
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Monjoleiro	Pioneira
<i>Alibertia edulis</i> A.Rich.	Alibertia	Não Pioneira
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	Pioneira
<i>Bauhinia forficata</i> Link *	Unha-de-vaca	Pioneira
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata-de-vaca	Pioneira
<i>Bixa orellana</i> L. *	Urucum	Pioneira
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. Ex Tul. var. <i>leiostachya</i> Benth.	Pau-ferro	Não Pioneira
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Sibipiruna	Não Pioneira
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco	Não Pioneira
<i>Cassia bakeriana</i> Craib	Cassia	Pioneira
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Não Pioneira
<i>Chorisia speciosa</i> A. St. Hil.	Paineira	Pioneira
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	Pioneira
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Sombreiro	Pioneira
<i>Cordia</i> sp.	Babosa-branca	Pioneira
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab.ex Steud.	Louro-pardo	Não Pioneira
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Orelha-de-negro	Pioneira
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Não Pioneira
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Pau-d' alho	Pioneira
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	Não Pioneira
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Carobinha	Não Pioneira
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	Mirindiba-rosa	Não Pioneira
<i>Luehea candicans</i> Mart. *	Açoita-cavalo	Pioneira
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Bico-de-pato	Pioneira
<i>Melia azedarach</i> L.	Para-raio	Pioneira
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Maricá	Pioneira
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	Sabiá	Pioneira
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	Aroeira-branca	Não Pioneira
<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.	Cabreúva	Não Pioneira
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Farinha-seca	Pioneira
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine *	Araça	Não Pioneira
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Não Pioneira
<i>Pterigota brasiliensis</i> Allemao	Pau-rei	Não Pioneira
<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel *	Aldrago	Não Pioneira
<i>Rapanea gardneriana</i> Mez	Capororoca	Pioneira
<i>Rollinia</i> sp.	Pinha	Não Pioneira
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira	Pioneira
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Guapuruvu	Pioneira
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão	Pioneira
<i>Tabebuia avellanedae</i> Lorentz ex Griseb.	Ipê-roxo	Não Pioneira
<i>Tabebuia chrysostricha</i> (Mat. ex A.DC.) Standl. *	Ipê-amarelo	Não Pioneira
<i>Tabebuia roseo alba</i> (Ridl.) Sandwith *	Ipê-branco	Não Pioneira
<i>Triplaris americana</i> L.	Pau-formiga	Pioneira
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau *	Ipê-tabaco	Não Pioneira

\* espécies que foram implantadas, mas não foram encontradas nas parcelas mensuradas neste trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se tendência de maior crescimento em altura das espécies pioneiras nos espaçamentos de plantio mais amplos (Figura 1). Esta mesma relação entre altura e espaçamento foi encontrada por Rondon (2002) ao estudar o crescimento de *Schizolobium amazonicum* Hubex ex Ducke em diferentes espaçamentos e por Piña-Rodrigues *et al.* (1997) ao estudarem crescimento das espécies arbóreas, aos 3 anos após o plantio, nos espaçamentos 1 x 1 e 3 x 2 m. Verifica-se também que no espaçamento 1,5 x 1,5 m as espécies não pioneiras tiveram tendência de maior crescimento em altura, sugerindo que neste espaçamento o nível de sombreamento foi mais adequado do que nos espaçamentos mais amplos, 2,0 x 2,0 m e 3,0 x 2,0 m. Budowski (1965) embasa esta interpretação ao afirmar que espécies não pioneiras têm melhor crescimento em ambiente sombreado.

No espaçamento 1,0 x 1,0 m, as espécies não pioneiras apresentaram tendência de menor crescimento ao longo do tempo, sugerindo que neste espaçamento o adensamento foi demasiado e acabou gerando competição entre as plantas, o que acarretou menor crescimento em altura.

Kageyama *et al.* (1986) detectaram que espécies florestais nativas apresentam diferentes crescimentos em altura em resposta ao aumento do espaçamento; desde uma resposta positiva para espécies características do estágio inicial de sucessão (pioneiras), até uma resposta negativa para espécies características do estágio final de sucessão (não pioneiras).

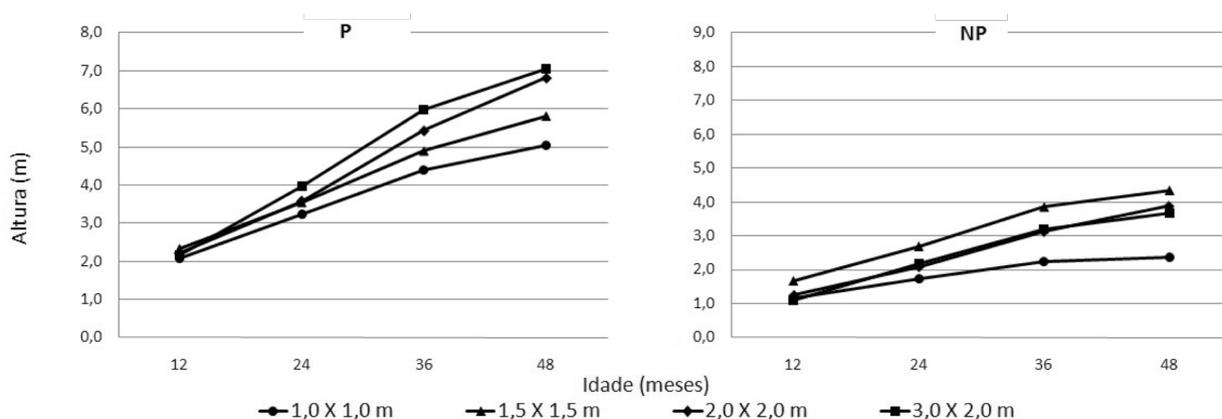
Também existem trabalhos que constataam a inexistência de relação entre o crescimento em altura e o espaçamento de plantio, como por

exemplo, Leles *et al.* (1998), que ao avaliar o efeito de nove espaçamentos (9,0 x 9,0 m a 3,0 x 1,0 m) sobre o crescimento de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus pellita* F. Muell, de 42 a 52 meses após o plantio, na região de Cerrado, constataram que o espaçamento não influenciou o crescimento em altura das árvores.

Kageyama e Castro (1989) afirmam que as espécies pioneiras mostram um declínio vertiginoso no seu crescimento em altura em idades mais avançadas (acima de 15 anos). Por outro lado, as espécies não pioneiras que apresentam um crescimento inicial mais lento revelam a manutenção ou até mesmo um aumento no ritmo de crescimento com o avanço da idade. Com base nessa informação, estes autores concluem que o crescimento inicial não caracteriza o potencial de crescimento das espécies não pioneiras em plantios.

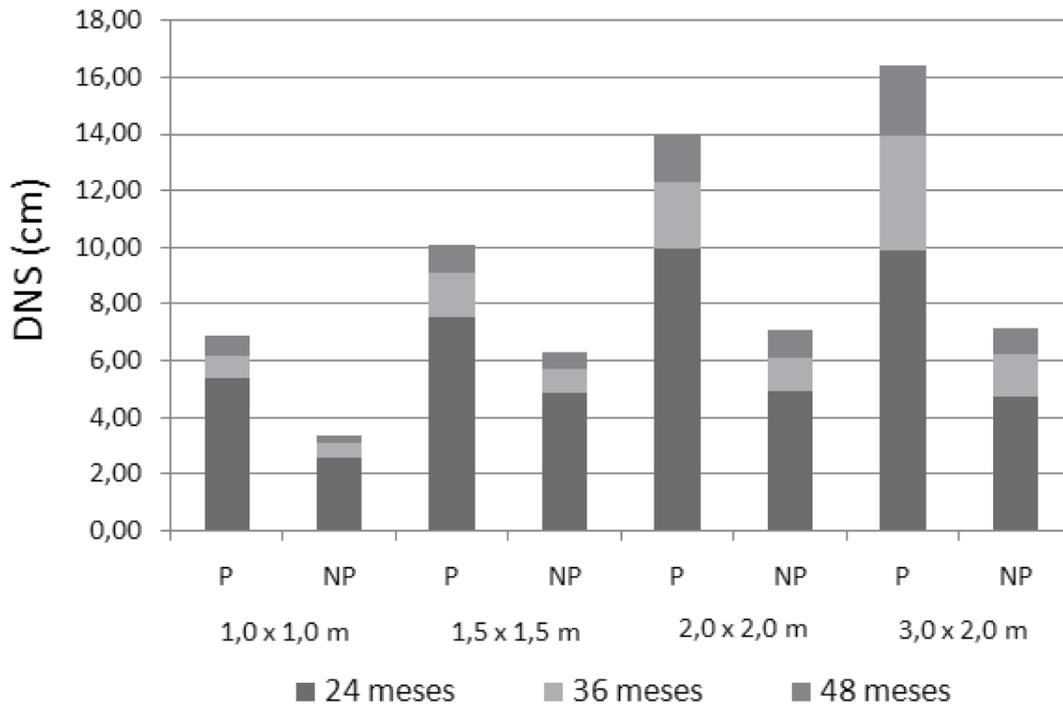
Constata-se pela Figura 2, que o grupo de árvores das espécies pioneiras apresentou tendência de maior crescimento médio em diâmetro ao nível do solo do que o grupo das não pioneiras, corroborando com Budowski (1965) e Gandolfi *et al.* (1995), que afirmam que as espécies pioneiras apresentam maior crescimento em diâmetro nas idades mais jovens, do que as secundárias tardias e climácicas, neste trabalho denominadas de não pioneiras.

Segundo Balloni e Simões (1980), o diâmetro é a característica, entre as normalmente avaliadas, que é mais influenciada pelo espaçamento, normalmente com respostas positivas. Leles *et al.* (1998) e Ladeira *et al.* (2001) observaram aumento do diâmetro das plantas de eucalipto com aumento de espaçamento e o mesmo foi verificado por Rondon (2002), para *Schizolobium amazonicum* Hubex ex Ducke, em povoamentos puros.



**Figura 1.** Altura das árvores do grupo das espécies pioneiras (P) e das não pioneiras (NP) em diferentes idades, em recomposição florestal implantados em quatro espaçamentos, na Usina Termoeletrica Barbosa Lima Sobrinho, Município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

**Figure 1.** Height of trees in the group of pioneer (P) and non-pioneer (NP) species at different ages in forest recovery implanted in four spacing in Barbosa Lima Sobrinho Thermoelectric Power Plant, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil.



**Figura 2.** Crescimento do diâmetro ao nível do solo (DNS) de espécies pioneiras (P) e não pioneiras (NP) em três idades, em recomposição florestal implantados em quatro espaçamentos, na Usina Termoeletrica Barbosa Lima Sobrinho, Município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

**Figure 2.** Growth in diameter at ground level (DNS) of pioneer (P) and non-pioneer (NP) species in three age groups on forest recovery implanted in four spacings in Barbosa Lima Sobrinho Thermolectric Power Plant, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil.

As plantas das espécies não pioneiras mostraram tendência de menor resposta ao espaçamento de plantio do que as das espécies pioneiras, mostrando crescimento inferior apenas no espaçamento mais adensado (1,0 x 1,0 m), sugerindo que elas necessitam de um certo nível de luz para o seu crescimento, conforme menciona Pezzopane (2001), que verificou que plantas de espécies secundárias tardias, em condições de mata secundária, obtiveram melhor eficiência do uso da luz em locais parcialmente sombreados do que nos muitos sombreados. Outra possibilidade do menor crescimento das plantas do grupo das espécies não pioneiras no espaçamento 1,0 x 1,0 m é devido alto índice de competição estabelecido pelo adensamento de plantio, conforme também relatado por Leles *et al.* (1998) e por Oliveira Neto *et al.* (2003) em povoamento de eucalipto em diferentes espaçamentos de plantio. Para esse grupo ecológico, os espaçamentos mais amplos (1,5 x 1,5; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m) não tiveram influência sobre o crescimento de diâmetro ao nível do solo das plantas.

Assim como para a variável altura, Kageyama *et al.* (1986) detectaram que espécies características de estágio sucessional mais avançado (não pioneiras) respondem de forma negativa quanto

ao seu crescimento em DNS em relação ao aumento do espaçamento. O mesmo foi verificado por Macedo *et al.* (2005) ao comparar o efeito do espaçamento no crescimento de *Tectona grandis* L.f., aos 36 meses após o plantio, no noroeste do Estado de Minas Gerais.

Constata-se pela Tabela 3, que o bloco não influenciou significativamente o crescimento das plantas, na última avaliação realizada (48 meses após o plantio). Para as três variáveis, houve interação significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os fatores grupo ecológico e espaçamento, ou seja, estes fatores devem ser estudados em conjunto.

Em relação ao grupo ecológico, os valores médios de HT, DNS e AC das plantas das espécies pioneiras foram significativamente superiores (HT = 6,4 m; DNS = 12,6 cm e AC = 15,6 m<sup>2</sup>) ao das espécies não pioneiras (HT = 3,6 m; DNS = 6,0 cm e AC = 4,2 m<sup>2</sup>), o que era esperado, pois conforme Kageyama *et al.* (1986), as primeiras tem, normalmente, maior potencial de crescimento inicial do que as não pioneiras.

A ausência de resposta significativa em altura do grupo de espécies pioneiras (Tabela 4), aos 48 meses é devido, provavelmente, este grupo de plantas em espaçamentos mais adensados (1,0 x 1,0 e 1,5 x 1,5 m) "buscarem" luz para o seu crescimento, conforme observado por Leles

et al. (1998) estudando crescimento de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus pellita* F. Muell em diferentes espaçamentos aos 52 meses após o plantio. Nascimento (2007) verificou que dentre quatro espécies pioneiras, três não apresentaram respostas significativas em altura em função do espaçamento, 24 meses após o plantio, na mesma área deste trabalho. Para as outras variáveis, foram verificadas respostas significativas em função do espaçamento, com valores superiores nos espaçamentos mais amplos e inferiores nos mais adensados.

Segundo Furtini Neto et al. (2000), as espécies pioneiras apresentam taxa de crescimento relativamente maior do que as não pioneiras e apresentam maior resposta à adubação. Assim, nos espaçamentos mais amplos, onde os recursos ambientais (nutrientes, luz e água) estão mais disponíveis, as espécies do grupo das pioneiras, teoricamente apresentam maior absorção de nutrientes, podendo favorecer o crescimento das plantas. As variáveis DNS e área de copa das espécies pioneiras responderam significativa-

mente de forma positiva a ampliação do espaçamento, apresentando maior crescimento no espaçamento mais amplo (3,0 x 2,0 m), devido provavelmente ao melhor uso de recursos ambientais (água e luz) neste tipo de espaçamento.

Para o grupo das espécies não pioneiras, exceto para a variável altura, a resposta de crescimento em relação ao espaçamento foi menor do que as espécies do grupo das pioneiras (Tabela 3), na idade de 48 meses após o plantio. Constatou-se que no espaçamento 1,0 x 1,0 m o crescimento, avaliando todas as variáveis, foi significativamente inferior, indicando que provavelmente, nesta idade, está ocorrendo maior competição pelos recursos ambientais.

As espécies pioneiras apresentaram uma relação positiva entre o crescimento da área de copa e o espaçamento de plantio. Segundo Daniel et al. (1982) e Reis e Reis (1993) a área de copa está diretamente relacionada com o espaçamento, devido à maior disponibilidade de recursos ambientais. Nascimento (2007), na mesma área deste trabalho estudou o crescimento de seis

**Tabela 3.** Quadrado médio da análise de variância e coeficiente de variação da altura da parte aérea, diâmetro ao nível do solo e área de copa em função das fontes de variação, aos 48 meses após o plantio, em recomposição florestal, na Usina Termoeletrica Barbosa Lima Sobrinho, Município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

**Table 3.** Mean square from the analyses of variance and coefficient of variation of height, diameter at ground level and crown area due the sources of variation, 48 months after planting in forest recovery in Barbosa Lima Sobrinho Thermoelectric Power Plant, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil.

Fontes de variação	G.L.	Altura	Diâm. nível do solo	Área de copa
Bloco	2	0,057 <sup>n.s</sup>	0,176 <sup>n.s</sup>	3,767 <sup>n.s</sup>
Grupo ecológico (GE)	1	105,493*	262,524*	723,246*
Espaçamento (Esp)	3	5,236*	52,136*	147,470*
GE x Esp	3	1,706*	12,039*	67,627*
Resíduo	14	0,452	1,268	10,524
Coef. de variação (%)	13,6	12,1	33,5	

G.L = grau de liberdade;

n.s – não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

**Tabela 4.** Média de altura, do diâmetro ao nível do solo (DNS) e da área de copa em função do espaçamento, aos 48 meses após o plantio, de acordo com o grupo ecológico em recomposição florestal na Usina Termoeletrica Barbosa Lima Sobrinho, Município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

**Table 4.** Average values of height, diameter at ground level (DNS) and crown area considering the planting spacing, 48 months after planting, according to the ecological group in forest recovery in Barbosa Lima Sobrinho Thermoelectric Power Plant, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil.

Grupo ecológico	Espaç. (m)	Altura (m)	DNS (cm)	Área de copa (m <sup>2</sup> )
Pioneiras	3 x 2	7,1 a A	16,4 a A	22,5 a A
	2 x 2	6,8 a A	14,3 ab A	15,6 ab A
	1,5 x 1,5	5,8 a A	10,74 bc A	9,7 bc A
	1 x 1	5,0 a A	6,8 c A	5,3 c A
Não pioneiras	3 x 2	3,8 a B	7,9 a B	5,5 a B
	2 x 2	3,9 a B	7,1 a B	5,5 a B
	1,5 x 1,5	4,3 a B	6,3 a B	4,1 a B
	1 x 1	2,4 b B	3,3 b B	1,7 b B

Para as três características avaliadas, dentro de um mesmo grupo ecológico, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05) e dentro de um mesmo espaçamento, média de mesma letra maiúscula não diferem entre si, em relação ao grupo ecológico pelo teste F (P < 0,05).

espécies florestais em plantio de recomposição implantados em sete espaçamentos e constatou que a área de copa, das plantas aos 24 meses de idade, respondeu positivamente ao espaçamento de plantio.

Conforme observado para a variável diâmetro ao nível do solo, o grupo das espécies não pioneiras apresentou o menor crescimento em área de copa no espaçamento mais adensado (1,0 x 1,0 m). Nos espaçamentos mais amplos (1,5 x 1,5; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0), o crescimento da área de copa respondeu pouco a ampliação do espaçamento. Kageyama e Castro (1989) mencionam que as espécies umbrófilas (não pioneiras) apresentam relação inversa entre o seu crescimento e a ampliação do espaçamento de plantio, com tendência de investir em crescimento de copa em espaçamentos amplos e em altura, em espaçamentos adensados. Estes autores relatam que na região de Acesita – MG, em um plantio consorciado de *Eucalyptus paniculata* Sm. com *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlm. (Peroba), implantado em espaçamento 2 x 3 m, as árvores de peroba apresentaram tronco longo e livre de galhos. Em plantio puro de peroba, no espaçamento 4 x 3 m, a espécie apresentou um tronco curto e muito engalhado, evidenciando maior investimento na formação de copa em espaçamentos mais amplos. Ressaltam ainda que na mata as árvores de peroba, normalmente, tem um longo fuste que suporta uma pequena copa, semelhante ao do primeiro caso (consorciado). Segundo as características sucessionais descritas por Budowski (1965), a espécie peroba pode ser classificada como secundária tardia.

Fonseca *et al.* (1990) testaram a influência de quatro diferentes espaçamentos (2,0 x 2,0 ; 3,0 x 2,0 ; 4,0 x 2,0 ; 3,0 x 3,0 m) sobre a altura, o diâmetro, a desrama natural e a qualidade do fuste em plantas de *Dalbergia nigra* Allem. ex Benth. (Jacarandá-da-Bahia), aos cinco anos após o plantio em Manaus - AM. Constataram que os valores médios de altura e diâmetro não apresentaram diferenças significativas e que os espaçamentos 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m proporcionaram as melhores desramas naturais e tiveram maior porcentagem de indivíduos com fuste reto. Segundo as características sucessionais descrita por Budowski (1965), a espécie Jacarandá-da-Bahia pode ser classificada como secundária tardia.

Recomenda-se utilizar a avaliação do crescimento das espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras em conjunto com outros parâmetros para escolha do espaçamento mais adequado.

## CONCLUSÕES

Para o grupo das espécies pioneiras, a ampliação do espaçamento de plantio influenciou de forma positiva no crescimento em diâmetro ao nível do solo e área de copa aos 48 meses após o plantio. A altura das plantas não foi influenciada pelo espaçamento de plantio.

O grupo das espécies não pioneiras, aos 48 meses após o plantio, não apresentou diferenças em seu crescimento em altura e diâmetro ao nível do solo entre os espaçamentos 1,5 x 1,5 ; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m. O espaçamento 1,0 x 1,0 m apresentou nesta idade, crescimento menor para todas as variáveis mensuradas em comparação aos espaçamentos mais amplos.

Considerando o crescimento das espécies arbóreas pioneiras e das não pioneiras, o espaçamento 3,0 x 2,0 m foi o mais adequado para plantios de recomposição florestal, pois este proporcionou maior crescimento para as espécies pioneiras e para as espécies não pioneiras, o crescimento foi semelhante aos valores alcançados em espaçamentos mais adensados.

## AGRADECIMENTOS

À Usina Termoelétrica Barbosa Lima Sobrinho por disponibilizar a área e os recursos que tornaram possível a realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLONI, E.A.; SIMÕES, J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.1, n.3, p.1-16, 1980.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM Brasil. **Juremo: Geomorfologia, pedologias, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 1980. v.20. 460p.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional progresses. *Turrialba*, San José, v.15, p.40-42, 1965.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.1. 1039p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. v.2. 629p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. v.3. 593p.

- DANIEL, T.W.; HELMS, J.A.; BACKER, F.S. **Princípios de silvicultura**. Cidade do México: McGraw-Hill, 1982. 492p.
- FONSECA, C.E.L.; BUENO, D.M.; SPERÂNDIO, J.P. Comportamento do Jacarandá-da-Bahia aos cinco anos de idade, em quatro diferentes espaçamentos em Manaus – AM. **Revista Árvore**. Viçosa, v.14, n.2, p.78-84, 1990.
- FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, v.1, p.352-383.
- GANDOLFI, S.; BELLOTTO, A.; RODRIGUES, R.R. Fase 7: Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Ed.) **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF / ESALQ / Instituto Bioatlântica, 2009, p.62-77.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L.F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.55, p.753-767, 1995.
- KAGEYAMA, P.Y.; BRITO, M.A.; BAPTISTON, I.C. Estado do mecanismo de reprodução das espécies da mata natural. KAGEYAMA, PY (Coord.). **Estudo para implantações de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, visando a utilização para abastecimento público**. Piracicaba: DAEE/USP-ESALQ/FEALQ, 1986.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p.83-93, 1989.
- LADEIRA, B.C.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**. Viçosa, v.25, n.1, p.69-78, 2001.
- LELES, P.S.S.; REIS, G.G.; REIS, N.G.F.; MORAIS, E.J. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.22, n.1, p.41-50, 1998.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2008. v.1. 384p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. v.2. 383p.
- MACEDO, R.L.G.; GOMES, J.E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B.G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v.11, n.1, p.61-69, 2005.
- NASCIMENTO, D.F. **Avaliação do crescimento inicial, custos de implantação e manutenção de reflorestamento com espécies nativas em diferentes espaçamentos**. 60p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.
- OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES J.C.L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 27, n.1, p.15-23, 2003.
- PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Viçosa, MG**. 2001. 255p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LOPES, L.R.; MARQUES, S. Sistema de plantio adensado para revegetação de áreas degradadas da Mata Atlântica: bases ecológicas e comparações de estudo / benefício com o sistema tradicional. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.4, p.30-41, 1997.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. **Anais...**, Viçosa: SIF/UFV, 1993. p.161-173.
- RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- RONDON, E.V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.573-576, 2002.
- SALAMENE, S. **Estratificação e caracterização ambiental da Área de Preservação Permanente do Rio Guandu, RJ**. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

Recebido em 12/06/2010

Aceito para publicação em 23/04/2011

