

**UFRRJ  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Desenvolvimento de Mudanças de Quatro Espécies Florestais Produzidas em  
Diferentes Níveis de Sombreamento e Plantadas em Pleno Sol**

**Denivam Melo dos Santos Souza**

**2011**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE QUATRO ESPÉCIES  
FLORESTAIS PRODUZIDAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE  
SOMBREAMENTO E PLANTADAS EM PLENO SOL.**

**DENIVAM MELO DOS SANTOS SOUZA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Paulo Sérgio dos Santos Leles**

*e Co-orientação do Professor*  
**Carlos Rodrigues Pereira**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2011

333.75153

S729d

T

Souza, Denivam Melo dos Santos, 1982-

Desenvolvimento de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes níveis de sombreamento e plantadas em pleno sol. / Denivam Melo dos Santos Souza - 2011.

40 f. : il.

Orientador: Paulo Sérgio dos Santos Leles.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Bibliografia: f. 26-33.

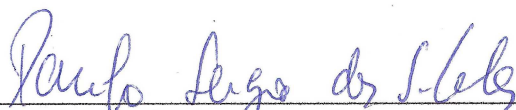
1. Reflorestamento - Teses. 2. Mudas - Produção - Teses. I. Leles, Paulo Sérgio dos Santos,-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**DENIVAM MELO DOS SANTOS SOUZA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 19/08/2011



---

Paulo Sérgio dos Santos Leles Prof. Dr. UFRRJ  
Orientador



---

Luiz Fernando Duarte de Moraes Pesquisador Dr. Embrapa Agrobiologia



---

Leonardo Oliveira Mé dici Prof. Dr. UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à consciência criadora de todas as leis naturais, a qual denominamos Deus e que tentamos compreender através de teorias, fórmulas e equações.

À minha mãe Neuza e meu falecido pai, Dario Souza.

Aos meus irmãos, Deborah e Denilson, por sempre serem presentes.

Aos meus primos Danilo, Diogo e Romilson.

Ao meus amigos Victor, Fabiano e Flávio, meu primo Romilson e minha namorada Amita, pois me auxiliaram em todas as vezes que necessitei fazer as medições “em campo sob sol pleno” (ou mesmo sob “chuva plena”).

Aos estagiários do LAPER: Flávio, Dereck, Desireé, Ana Carollina, Pedro, Gehard, François e Gabriel, tanto pela ajuda em campo quanto pelas conversas informais.

À grande amiga Ana Carla, que tantas vezes testemunhou ou participou de diversos momentos em minha vida.

A todos que me apoiaram durante todo o tempo do mestrado, tanto financeiramente quanto moralmente.

Agradeço também, mesmo aqueles que não me apoiaram moralmente no início, pois me permitiram provas que antes de tudo devemos caminhar com as próprias pernas.

A Embrapa Agrobiologia por ceder o local para realização do experimento e aos seus funcionários e vigias do Campo Experimental (Terraço), que sempre estiveram dispostos a auxiliar no que eu necessitasse.

Ao meu Co-orientador, Professor Carlos Rodrigues Pereira, pela confiança e intenso apoio no início do mestrado, sem o qual eu não teria como permanecer no programa e ao Professor Paulo Sérgio dos Santos Leles, também pela confiança e por aceitar ser meu orientador.

A todas as mulheres e homens do Brasil que, através do suor de seus trabalhos, financiaram mais este estudo.

Por fim e, definitivamente, não menos importante à minha namorada Amita. Que me deu apoio constante desde o primeiro dia de namoro, me auxiliando nas medições até atualmente, lendo e revisando alguns erros.

Espero ter sempre a chance de demonstrar minha gratidão a todos.

Obrigado.

## RESUMO

O sucesso no plantio de mudas de essências florestais nativas é dependente, dentre outros fatores, da condição luminosa anterior em que as mesmas se desenvolveram antes do plantio. Tal condição inicial de luz pode influenciar tanto negativa quanto positivamente o estabelecimento da planta em campo sob sol pleno, o que pode ser usado para nortear o método mais eficiente de produção. Este trabalho teve como objetivo verificar o crescimento inicial de plantas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna), *Plathymania reticulata* Benth (vinhático) e *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá) em condições de pleno sol, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento (0, 22, 50, 70, 84 e 91%) para as três primeiras espécies e nos níveis de 0 a 70% de sombreamento para braúna. Os níveis de sombreamento foram obtidos com uso de sombrites apropriados, sendo verificados com o uso de uma barra ceptômetro – AccuPAR - Modelo LP PAR 80). Quando as mudas, produzidas nos diferentes níveis de sombreamento, estavam com aproximadamente 9 meses após a semeadura, estas foram plantadas a pleno sol, adotando o espaçamento de 70 x 70 cm. As plantas escolhidas foram aquelas consideradas mais saudáveis (maiores diâmetros, altura e quantidade de folhas) e os parâmetro analisados foram altura (ALT), diâmetro ao nível do solo (DNS), área foliar (AF), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca do caule (MSC), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca total (MST), razão raiz/parte aérea (RRPA), razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF) área foliar específica (AFE). O crescimento inicial da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) após 8 meses em pleno sol foi favorecido pelo sombreamento entre 22% e 35%. As de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna) apresentou melhores características de crescimento inicial em pleno sol, em plantas originárias de mudas produzidas em 0% de sombreamento. As plantas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá), após o plantio em campo e 8 meses sob sol pleno, apresentaram as melhores características morfológicas foram as provindas de mudas crescidas em 84% e 91% de sombreamento. A única espécie que, após 8 meses em campo sob sol pleno, não respondeu aos sombreamentos iniciais foi *Plathymania reticulata* Benth (vinhático).

**Palavras-chave:** Produção de mudas. Sombreamento. Reflorestamento.

## ABSTRACT

Success in planting seedlings of native forest is dependent on previous light condition in which they were developed before planting, and other factors. This initial condition can influence both positively and negatively the establishment of the plant in the field under full sun, which can be used to guide the most efficient method of production. This work aimed to verify the initial growth of plant species *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna), *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático) and *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr All. ex Benth. (jacarandá) in sunny conditions, originating from seedlings at different levels of shading (0, 22, 50, 70, 84 and 91%) for the first three species and at levels 0% to 70% shading for braúna. The levels of shading were obtained with use of appropriate shade, being scanned using a bar ceptômetro - AccuPAR - Model LP PAR 80). When the seedlings, grown in the different levels of shading, were about 9 months after sowing, they were planted in full sun, taking the spacing of 70 x 70 cm. The plants chosen were those considered most healthy (largest diameter, height and number of leaves) and the evaluation was height (ALT), diameter at ground level (DNS), leaf area (LA), root dry matter (RDM) , stem dry matter (MSC) dry leaves matter (MSF), shoot dry matter (MSA), total dry matter (MST), ratio root / shoot (RRPA), leaf mass ratio (LWR), leaf area ratio (RAF) specific leaf area (AFE). The initial growth of the species *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) after 8 months in full sun was favored by 22% to 35% shade. The plants of species *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna) from seedlings grown in 0% shade had the best features of initial growth in full sun. Plants of *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr All. ex Benth. (jacarandá), after planting in the field and 8 months in full sun, showed the best morphological those coming from seedlings grown in 84% and 91% shading. The only species that, after 8 months in the field under full sun, did not respond to initial shading was *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático).

**Keywords:** Seedling production. Shading. Reforestation.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características químicas do solo, camada de 0-25 cm, onde foi implantado o experimento, em Seropédica, RJ .....	8
Tabela 2	Dados climáticos durante o período de Abril a Novembro de 2010, ao longo do qual foi realizado o experimento, em Seropédica, RJ .....	8
Tabela 3	Resumo da análise de variância da altura de quatro espécies florestais, originárias de mudas produzidas em vários níveis de sombreamento, após o plantio, ao longo do tempo de avaliações, em Seropédica, RJ .....	10
Tabela 4	Resumo da análise de variância do diâmetro ao nível do solo de quatro espécies florestais, originárias de mudas produzidas em vários níveis de sombreamento, após o plantio, ao longo de tempo de avaliações, em Seropédica, RJ.....	10
Tabela 5	Resumo da análise de variância de altura (ALT), diâmetro ao nível do solo (DNS), área foliar (AF), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca do caule (MSC), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca total (MST), razão raiz/parte aérea (RRPA), razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF) área foliar específica (AFE) de plantas de quatro espécies florestais aos oito meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento (Somb.), Município de Seropédica, RJ .....	14



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Efeito Da Luz No Crescimento Das Plantas .....	3
2.2 As Espécies Florestais .....	4
2.2.1 <i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi. (aroeira pimenteira) .....	4
2.2.2 <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (braúna) .....	5
2.2.3 <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá-da-Bahia) .....	5
2.2.4 <i>Plathymenia foliolosa</i> Benth. (vinhático) .....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	6
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	9
5 CONCLUSÕES .....	25
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26

# 1 INTRODUÇÃO

Do bioma Mata Atlântica, restam apenas 7,3% recobertos com florestas nativas, boa parte delas de formação secundária, de pequena extensão e restritas aos locais de relevo mais íngreme onde a exploração foi dificultada (IBGE, 2010). Com o intuito de mudar esse quadro, a conservação da Mata Atlântica tem sido buscada por setores do Governo, da sociedade civil organizada, instituições acadêmicas e setor privado. Vários estudos e iniciativas têm sido desenvolvidos nos últimos anos, gerando um acervo de conhecimento e experiência significativo ([www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)). Além disso, existe o parâmetro legal para a recomposição florestal, como por exemplo, o § I, Artigo 44 da Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001, que menciona “recompor a reserva legal de sua propriedade mediante o plantio, a cada três anos, de no mínimo 1/10 da área total necessária à sua complementação, com espécies nativas, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental estadual competente”. Também, o mencionado no Artigo 10, Título II, Capítulo II da Lei nº 11.428 de 2006 (Lei da Mata Atlântica), onde é definido que “o poder público fomentará o enriquecimento ecológico da vegetação do Bioma Mata Atlântica, bem como o plantio e o reflorestamento com espécies nativas, em especial as iniciativas voluntárias de proprietários rurais”. Assim tornam-se necessários estudos sobre os melhores métodos de realizar a recomposição florestal.

Entre os fatores importantes para o sucesso do reflorestamento encontra-se a escolha de espécies adequadas de acordo com as condições edafo-climáticas do local e as técnicas silviculturais utilizadas como, espaçamento de plantio (que influencia diretamente a intensidade luminosa) adubação de plantio e de manutenção, preparo do solo, plantio propriamente dito e controle das ervas daninhas.

A luz solar é a principal entrada de energia em um ecossistema, é o fator determinante de diversos processos, tanto físicos quanto químicos, agindo na fisiologia de todos os organismos, de forma direta ou indireta. As plantas são provavelmente os seres mais afetados pela variação da intensidade luminosa nos ecossistemas, isso devido à luz ser imprescindível ao principal processo que ocorre no organismo desses seres, a fotossíntese. As diferentes quantidades de luz que incidem sobre um ambiente interferem na dinâmica local proporcionando diferentes respostas da vegetação, devido a sua maior ou menor adaptação e capacidade de aclimação à oferta de energia luminosa.

Em uma floresta tropical, a radiação incidente em uma folha próxima ao nível do solo pode ser de 1% a 2 % da radiação recebida por folhas no superior do dossel (DUZ et al., 2004), sendo que essa proporção pode mudar com o surgimento de clareiras, tornando a proporção de luz nessa área mais próxima a do dossel. A maior parte das plantas é capaz de se aclimatar às alterações nas quantidades de luz, em maior ou menor grau (LIMA et al., 2010). Essa aclimação é variável de espécie para espécie, podendo variar também de acordo com o gradiente de luz que tal espécie recebe ou de seu estágio sucessional, como sendo pioneiras ou clímax (DUZ et al., 2004). PORTES et al. (2006) consideraram a luz como o principal fator limitante ao crescimento e reprodução dos vegetais e o mais heterogêneo, espacial e temporalmente. Assim, o ciclo de vida e respostas fisiológicas de muitas espécies arbóreas e de sub bosque estão estreitamente relacionados às mudanças na disponibilidade de luz, podendo a eficiência no desenvolvimento de uma planta estar relacionada com a sua habilidade em se adaptar às diferentes condições luminosas do ambiente em que se encontra (SILVA et al., 2007).

A oferta de luz é um dos fatores críticos nas florestas tropicais para o desenvolvimento de plântulas, sendo as clareiras importantes para a criação dos diferentes níveis de sombreamento no sub-bosque. Essa alteração espacial e temporal na disponibilidade de luz, tão determinante no desenvolvimento das plantas, será também na dinâmica florestal (MARIMON et al., 2008). O regime de luz que atinge o sub bosque de uma floresta, além de poder ser ocasionado pela abertura de clareiras, como consequência da queda de indivíduos arbóreos, promovida por cortes ou mortes naturais, também pode ser resultado da característica caducifólia de algumas espécies que dominam o dossel superior da floresta (SILVESTRINI et al.; 2007), permitindo maior entrada de luz de forma sazonal, nas estações mais secas do ano. Este tipo de evento também exige da muda uma boa capacidade de adaptação à nova condição, como por exemplo, mudas de árvores que são naturais de florestas com vegetação caducifólia provavelmente possuem maior plasticidade às alterações na intensidade de energia luminosa que chega ao sub-bosque. Plantas desenvolvidas exclusivamente à sombra têm capacidade limitada para aumentar as taxas de fotossíntese em ambientes de alta irradiância devido à incapacidade de aumentar a atividade de enzimas, porém ocorre o contrário em plantas adaptadas ao Sol. Os fatores que limitam a fotossíntese variam de acordo com o regime de luz no ambiente de crescimento. Plantas desenvolvidas à sombra investem mais em complexos coletores de luz e plantas desenvolvidas ao sol, em proteínas de determinados ciclos bioquímicos. Dessa forma, segundo Magalhães et al. (2009), variações no regime luminoso durante o crescimento normalmente levam a diferenças nas taxas de fotossíntese.

Um dos problemas dos produtores de mudas de espécies florestais é compreender os fatores que alteram a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo durante a fase de enviveiramento, bem como as características fisiológicas da planta que melhor correlacionam-se com essas variáveis. Segundo Carneiro (1995) a formação de mudas mais vigorosas permite maior chance de sucesso no estabelecimento da cultura, bem como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo.

Há evidências de que materiais crescidos em condições de campo podem se comportar de forma bem diferente daqueles crescidos sob condições controladas (JONES, 1992; citado por SOUZA, 1996). Apesar de experimentos de campo normalmente apresentarem um pobre controle ambiental, as condições estão mais próximas ao ambiente natural do que em uma casa de vegetação ou câmaras de crescimento, portanto, os resultados obtidos podem ser bastante importantes (SOUZA, 1996). Para o estabelecimento de protocolos que permitam a utilização de espécies nativas em programas de recuperação de áreas degradadas, assim como para plantios comerciais, faz-se necessários estudos de ecofisiologia em condições de campo, em condições controladas de laboratório e em condições semicontroladas em viveiros e casas de vegetação (RAMOS et al., 2004).

Este trabalho teve como objetivo verificar o crescimento inicial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna), *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático) e *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá) em condições de pleno sol, originário de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Efeito da Luz no Crescimento das Plantas

Socolowski & Takaki (2007) abordam o fato de que a luz dentro das florestas tropicais é o principal fator determinante da vida, fato confirmado devido ao alto índice de área foliar observado nesse tipo de vegetação.

O efeito de borda é o fenômeno que mais influencia a dinâmica das comunidades de fragmentos florestais, sendo o aumento na luminosidade a maior causa da alteração nas comunidades de árvores, tanto na borda quanto nas proximidades. Além disso, esse aumento de luz incidente diminui a quantidade de água disponível devido ao aumento da evapotranspiração, o que causa mortalidades em indivíduos que se encontravam estabelecidos em condições mais adversas (OLIVEIRA FILHO et al., 2007).

Nakazono et al. (2001) comentam sobre a limitação no crescimento de plântulas que se desenvolvem sob o dossel, devido à menor disponibilidade de luz. Porém determinadas espécies apresentam adaptações a essa condição de pouca luz. Essas mesmas plântulas podem, contudo, receber diferentes quantidades de luz de acordo com a hora do dia, estações do ano, quedas de vegetais ao redor ou movimentação das copas das árvores. Os mesmos autores comentam que muitos estudos sobre o comportamento de espécies florestais em relação à variação de luz têm sido feitos com plântulas se desenvolvendo sob diferentes quantidades de luz constante, porém na natureza sempre existem variações na quantidade de luz recebida devido à abertura ou fechamento de clareiras, assim a resposta de determinada espécie pode ser afetada pela condição ambiental em que anteriormente encontrava. Portanto, o conhecimento sobre a exigência luminosa para espécies arbóreas nativas é essencial para a restauração de áreas degradadas, como também para o cultivo de espécies de valor comercial.

Numa floresta tropical, a radiação incidente em uma folha próxima ao nível do solo pode, segundo Duz et al., (2004), ser de 1% a 2 % da radiação recebida por folhas no superior do dossel, sendo que essa proporção pode mudar com o surgimento de clareiras, tornando a proporção de luz nessa área mais próxima a do dossel. Segundo estes autores, a maior parte das plantas é capaz de se aclimatar às alterações nas quantidades de luz, em maior ou menor grau. Essa aclimação é variável de espécie para espécie, podendo variar também de acordo com o gradiente de luz que a espécie recebe ou de seu estágio sucessional, como sendo pioneiras, secundárias ou clímax.

Portes et al. (2006), relevando todos os fatores ambientais que afetam as plantas, consideraram a luz como o principal fator limitante ao crescimento e reprodução dos vegetais e o mais heterogêneo, espacial e temporalmente. De acordo com isso, o ciclo de vida e as respostas fisiológicas de muitas espécies arbóreas e de sub bosque estão estreitamente relacionados à mudanças na disponibilidade de luz. Silva et al., (2007) mencionam que a eficiência no desenvolvimento de uma planta pode estar relacionada com a sua habilidade em se adaptar às diferentes condições luminosas do ambiente em que se encontra.

Em um estudo comparativo com quatro espécies utilizadas na recuperação de mata ciliar do Rio Uruguai no Brasil, Huller et al. (2009) citam a capacidade de sombreamento como sendo o principal fator para a recuperação de ecossistemas florestais. A luz é fonte primária de energia da fotossíntese e fenômenos morfogenéticos, assim sua quantidade e qualidade são determinantes para a aclimação de espécies. O bom desenvolvimento de determinada espécie pode ter relação com sua capacidade de se adaptar, enquanto muda, a diferentes condições de luz no seu ambiente de desenvolvimento. Essa adaptação é atribuída à

capacidade da espécie em ajustar rapidamente seu modelo de alocação de biomassa e comportamento biológico (LIMA et al., 2008).

Segundo Illenseer & Paulino (2002), apenas 0,5 a 2% de luz solar alcança a superfície do solo da floresta, limitando o desenvolvimento de muitas plântulas devido à escassez de luz, porém essa disponibilidade pode variar bastante no tempo e no espaço, como por exemplo, o aparecimento de clareiras aumentando a luminosidade em determinado local, alterando diversos fatores como, atividade de microorganismos, umidade do solo e taxa de mineralização da matéria orgânica, afetando assim a disponibilidade de nutrientes para as plântulas. Devido à alteração no regime de luz as espécies costumam mostrar mudanças morfo-fisiológicas de forma a aumentar o ganho de massa seca, exemplo dessas alterações seria a mudança na proporção raiz : parte aérea, razão de área foliar e assimilação de nutrientes.

Estudos de crescimento e respostas fotossintéticas para sombra em um grupo de plantas jovens de quatro espécies florestais constituído por espécies tolerantes, de tolerância intermediária e intolerantes à sombra, mostraram que, para a maior parte dos grupos, as características de crescimento responderam de maneira negativa aos tratamentos de 79 e 89% de sombreamento (ALMEIDA et al., 2005). Em estudo de crescimento inicial de *Euterpe edulis* em diferentes condições de sombreamento, foi observado que as plantas sob forte sombreamento (2% ou 6% da luz solar direta) apresentaram em relação às plantas sob maior nível de luz, menor biomassa, menores taxas de crescimento, menor razão raiz / parte aérea e menor razão clorofila a / b (NAKAZONO et al., 2001).

## 2.2 As Espécies Florestais

### 2.2.1 *Schinus terebenthifolius* Raddi. (aroeira pimenteira)

Aroeira (*Schinus terebenthifolius*) pertence à família Anacardiaceae, possui formato arbustivo a arbóreo perenifólio, com porte variado. Com alta plasticidade ecológica, pode ocupar diversos tipos de ambiente e formações vegetais (FLEIG & KLEIN, 1989). É freqüente nas capoeiras das encostas, beiras de rios (HULLER et al., 2009) e nos campos. Em áreas abandonadas tem comportamento de invasora (LORENZI, 1992) assim como em alguns países do hemisfério norte (STRATTON & GOLDSTEIN, 2001). Ela também é encontrada em matas de restinga (ASSUMPCÃO & NASCIMENTO, 2000). Espécie heliófila (INOUE & GALVÃO, 1986), é considerada de pioneira (DURIGAN et al., 1997; RESENDE et al., 1999; FERNANDES et al., 2008) à secundária inicial (FERRETTI et al., 1995).

Na produção de mudas, estas atingem porte adequado para plantio no campo com cerca de 4 meses após a sementeira, sendo que com altura entre 20 e 80 cm não apresentam problemas no plantio, o qual é recomendado a pleno sol pois sombreamentos com intensidade acima de 50% são prejudiciais ao desenvolvimento das mudas (LORENZI, 1992).

A aroeira possui qualidades medicinais e fitoquímicas (GUERRA et al., 2000; AMORIM & SANTOS, 2003) e seus frutos têm sido largamente consumidos, tanto no mercado nacional quanto no internacional, como condimento alimentar (LENZI & ORTH, 2004). A beleza da folhagem, floração prolongada e frutificação persistente fazem com que a aroeira seja freqüentemente utilizada em ornamentação de praças e parques, apesar de uma relativa restrição ao uso devido a possuir propriedades alergênicas (LORENZI, 1992)

### **2.2.2 *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna)**

A braúna é uma espécie arbórea pertencente à família Anacardiaceae, de ocorrência natural no bioma Mata Atlântica (CORAIOLA, 1997; LOPES et al., 2000; BUENO et al., 2002; SILVA et al., 2004.), caatinga (DRUMOND et al., 2000; ALCOFORADO FILHO et al., 2003; PEGADO et al., 2006) e cerrado (CAMARGO, 1997; PROENÇA, 1998). Planta espinhenta que pode atingir de 10 a 12 metros de altura. É classificada como do grupo sucessional das pioneiras (CARVALHO, 2008) Tem comportamento decíduo, heliófita, freqüente em solos calcários e pode ocorrer mesmo em solos pedregosos, onde geralmente não cresce muito (MAIA, 2004). Possui densidade elevada (1,23 g cm<sup>-3</sup>) e alta resistência natural (PAES et al., 2004; PAES et al., 2005), o que a torna ideal para usos externos. É considerada uma das árvores nobres da caatinga, mas a exploração excessiva e sem reposição levou ao quase esgotamento das reservas dessa espécie, sendo hoje considerada em perigo imediato de extinção no Nordeste do Brasil, tendo por isso, seu corte proibido (MAIA, 2004).

Para produção de mudas da espécie recomenda-se semeadura em canteiros a pleno sol em areia, sendo que apresenta germinação lenta (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2008) e baixa (LORENZI, 1992), porém Carvalho (2008) afirma que a porcentagem de germinação é em torno de 80%, com desenvolvimento das plantas no campo considerado médio (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2008).

### **2.2.3 *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá-da-Bahia)**

O jacarandá-da-Bahia é uma espécie arbórea pertencente à família Fabaceae e é considerada uma espécie secundária tardia, semi-heliófila, típica da Floresta Ombrófila Densa Submontana (Floresta Atlântica) (CARVALHO, 2003). Ocorre naturalmente em solos de baixa fertilidade química (tabuleiros) e com pH acima de 5,2 (LEÃO & VINHA, 1975). Para a produção de mudas recomenda-se sombreamento de até 30% em viveiro, de forma a promover maior crescimento em altura das mudas sem comprometer a atividade fotossintética (REIS et al., 1994)

*Dalbergia nigra* é uma espécie ameaçada de extinção na Floresta Atlântica, principalmente por ser uma fonte valiosa de matéria-prima com alto valor econômico, devido à qualidade da madeira; possuindo também um potencial ornamental, em razão da copa bem formada e à delicadeza da folhagem (AGUIAR et al., 2010), sendo por isso recomendada em programas de reflorestamento (CRESTANA et al., 1993) e também usada em arborização de praças, parques e avenidas (LORENZI, 1992). O jacarandá-da-Bahia tolera sombreamento leve a moderado na fase juvenil, não tolerando baixas temperaturas (CARVALHO, 2003). Recomenda-se plantio misto a pleno sol, associado com espécies pioneiras, de crescimento superior e que mantenham baixa a ramificação do jacarandá. (CARVALHO, 2003).

A National Academy of Sciences (1979) destaca o alto valor comercial de *Dalbergia nigra*, a qual está na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, categoria vulnerável (BRASIL, 1992), bem como em listas de espécies que correm perigo (RIZZINI & MATTOS FILHO, 1986). Também é ressaltada a necessidade de informações básicas sobre essa espécie, iniciando-se, por exemplo, pela produção de mudas (AGUIAR et al., 2010),

#### 2.2.4 *Plathymenia foliolosa* Benth. (vinhático)

O vinhático é uma espécie arbórea pertencente à família das leguminosas, o gênero *Plathymenia* Benth. (Fabaceae, Mimosoideae) é representado por árvores tropicais nativas da América do Sul, sendo que no Brasil é encontrado na Floresta Pluvial Atlântica, Bolívia, Norte do Paraguai e Suriname (LEWIS e WARWICK, 2003; LOPES et al., 2010). Planta decídua e heliófita, ocorrendo geralmente em terrenos elevados, em matas mais ou menos secas. O vinhático é uma espécie relatada como secundária inicial (SILVA et al., 2003) de rápido crescimento (CARVALHO, 2008) que tem ocorrência na Mata Atlântica (CARVALHO et al., 2000; LOPES et al., 2002), Cerrado (MARIMON et al., 2008; SILVA et al., 2002), Caatinga (FERNANDES, 1985) e Pantanal (BERG, 1986; SALIS et al., 2006). A espécie associa-se com *Rhizobium*, formando nódulos do tipo mucunóide e com atividade da nitrogenase (MONTAGNINI et al., 1994).

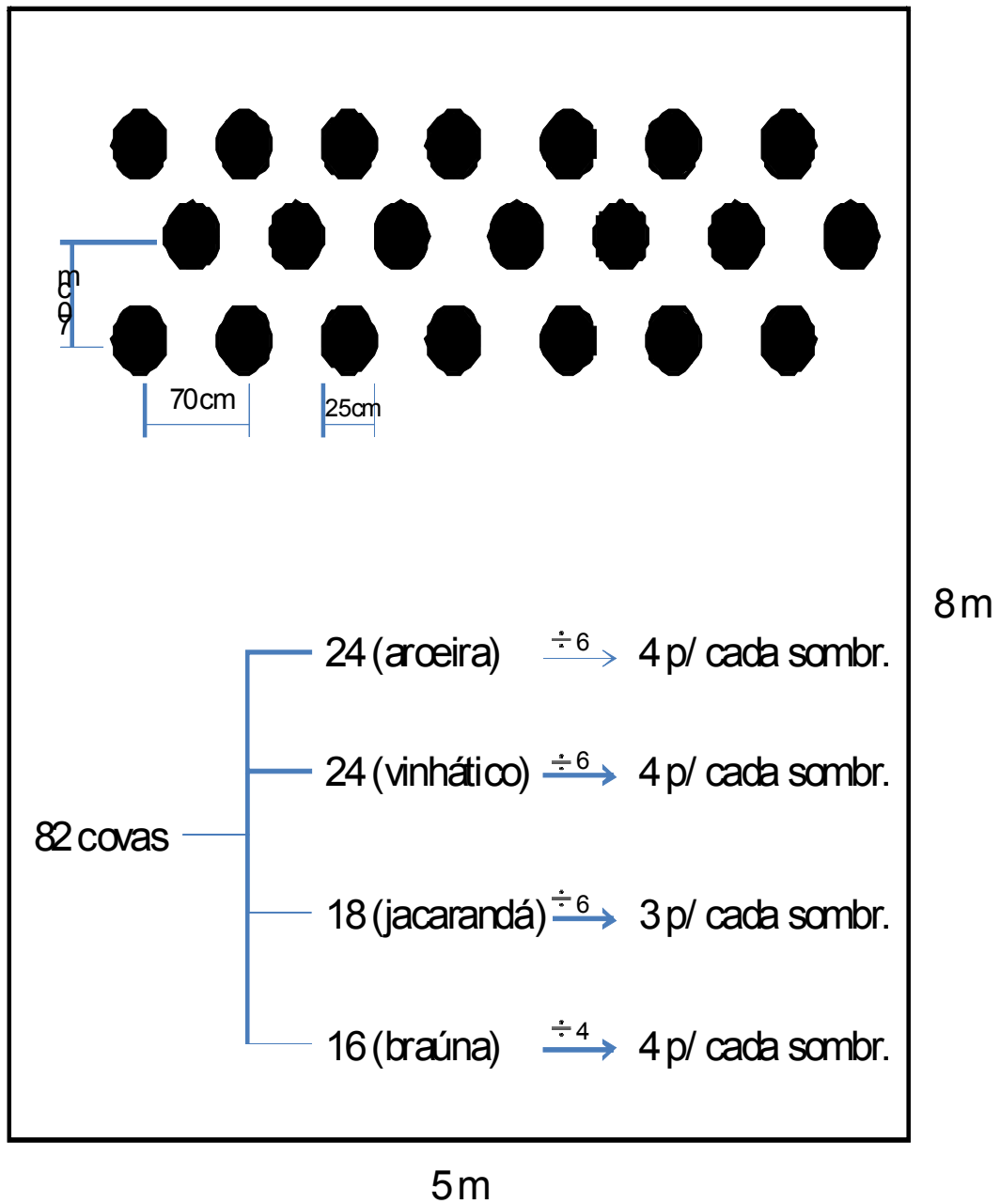
Possui madeira leve, densidade 0,50 a 0,55g/cm<sup>3</sup> (CARVALHO, 2008), fácil de trabalhar e com longa durabilidade natural. Uso na confecção de mobiliário de luxo, lâminas e painéis. A árvore também é usada em paisagismos (LORENZI, 2002) e recomendada para sombreamento de pastagens em sistemas agroflorestais (CARVALHO, 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho, em parte, é continuidade do trabalho desenvolvido por Pacheco (2010), no qual o autor estudou o crescimento de mudas de três espécies florestais em vários níveis de sombreamento. Foi conduzido no Campo Experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia (Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia), localizado no Município de Seropédica, Km 47, coord. 28°45'18,63" S e 43°40'04,80" O, no período de 18 de março a 18 de novembro de 2010. As espécies utilizadas foram *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira), *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá), *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático) e *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna). As mudas foram produzidas nos níveis de 0, 22, 50, 70, 84 e 91% de sombreamento, para as três primeiras espécies (aroeira, jacarandá e vinhático) e nos níveis de 0 a 70% de sombreamento para braúna. Os níveis de sombreamento foram obtidos com uso de sombrites apropriados, sendo verificados com o uso de uma barra ceptômetro ( AccuPAR - Modelo LP PAR 80).

As mudas foram obtidas através da semeadura realizada no dia 21 de março de 2009, em sementeiras com areia lavada, com 2 m de comprimento x 1 m de largura, localizadas dentro de cada nível de sombreamento analisados (0, 22, 50, 70, 84 e 91%). Foram semeadas 500 sementes por tratamento por espécie, totalizando 3000 sementes as quais foram cobertas por uma fina camada de areia lavada. Ao atingirem 10 cm de altura, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos com 25 cm de altura por 20 cm de diâmetro, contendo substrato formado por argila, areia lavada e esterco bovino curtido em proporções iguais (PACHECO, 2010).

Quando as mudas, produzidas nos diferentes níveis de sombreamento, estavam com aproximadamente 9 meses após a semeadura, estas foram plantadas a pleno sol, adotando o espaçamento de 70 x 70 cm. Esquema ilustrativo da área experimental encontra-se na Figura 1. As plantas escolhidas para avaliação foram àquelas consideradas mais saudáveis (maiores diâmetros, altura e quantidade de folhas).



**Figura 1:** Esquema da area experimental, em Seropédica, RJ



O solo da área apresenta granulometria areno argilosa e na Tabela 1 são apresentados resultados da análise química do solo (camada de 0-25 cm). Foram abertas covas de 25 x 25 x 25 cm, aplicados 100 gramas de N-P-K (06-30-06) por cova e realizado o plantio

**Tabela 1:** Características químicas do solo, camada de 0-25 cm, onde foi implantado o experimento, em Seropédica, RJ

pH H <sub>2</sub> O	P --- mg/dm <sup>3</sup> ---	K ---	Ca <sup>2+</sup> -----	Mg <sup>2+</sup> -----	Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----	H+Al	SB	CTC(T)	V ----- % -----	m -----
5,2	5,3	29	1,7	0,9	0,0	2,47	2,67	5,14	52	0

pH em água, KCL e CaCl<sub>2</sub>-Relação 1:2,5

CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

P e K - Extrator: Mehlich 1

V = Índice de Saturação de Bases

Ca, Mg, Al – Extrator: KCl – 1mol/L

m = Índice de Saturação de Alumínio

H + Al – Extrator: acetato de cálcio 0,5mol/L – pH 7,0

SB = Soma de Bases Trocáveis

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, sendo que para cada espécie e nível de sombreamento foram utilizadas 4 covas de plantio, exceto mudas de jacarandá que foram utilizadas 3 covas de plantio, para cada nível de sombreamento. Assim, o experimento foi constituído por 82 covas (24 de aroeira, 24 de vinhático, 18 de jacarandá e 16 de brauna), envolvendo uma área de aproximadamente 40 metros quadrados (8 x 5 metros).

No centro da área experimental foi instalada estação meteorológica automática (modelo WatchDog 2550, marca spectrum weather) para a coleta dos dados, durante a condução do experimento, cujos resultados resumidos encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2:** Dados climáticos durante o período de Abril a Novembro de 2010, ao longo do qual foi realizado o experimento, em Seropédica, RJ

Mês do ano 2010	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)
		máxima	média	mínima	
Abril	281,0	33,9	25,3	16,6	82,8
Maio	69,2	33,6	24,3	15,0	82,4
Junho	33,4	31,9	21,6	11,2	80,3
Julho	61,8	32,6	23,0	13,4	78,5
Agosto	8,0	35,6	22,6	9,5	74,1
Setembro	51,8	37,2	25,4	13,5	75,6
Outubro	106,8	35,5	24,2	12,9	81,1
Novembro	93,4	35,1	25,9	16,7	81,6

Nos dois primeiros meses, as plantas foram irrigadas diariamente, com exceção nos dias de chuva, com 1 litro de água por planta. Após este período, até 6 meses após o plantio, as plantas foram irrigadas semanalmente com 3 litros de água por planta. Foi realizado acompanhamento para controle de formigas cortadeiras. Foram realizadas duas capinas (julho e outubro de 2010) em toda a área. Após a última foi realizada adubação de cobertura, com aplicação a lanço de 1.600 gramas de N-P-K (20-05-20), em toda área.

As avaliações foram realizadas mensalmente até 8 meses após o plantio, sendo mensurados a altura da parte aérea e o diâmetro do caule ao nível do solo, respectivamente com régua graduada e paquímetro digital. Após a última data da medição, foram retiradas todas as folhas de cada planta, as quais foram imediatamente passadas em medidor de área foliar (modelo LI-3100C Área Meter, LICOR, Inc.). Em seguida foi coletado o restante da parte aérea (caule e ramos), o qual neste trabalho foi denominado como caule. Para coleta das

raízes o solo foi escavado em torno de 50 cm da planta até serem encontradas as raízes do indivíduo que estava sendo coletado, com o devido cuidado de manter íntegro o sistema radicular. De cada planta, seus componentes (raízes, caule e folhas) foram colocados separadamente em sacolas de papel, numa estufa de circulação de ar a 65°C, até peso constante, para determinação do peso da matéria seca.

Com base nos dados de peso da matéria seca de cada componente e de área foliar, foram calculados a matéria seca da parte aérea (MSA) = matéria seca de folhas (g) + matéria seca de caule (g); matéria seca total (MST) = MSA + matéria seca de raiz (g); razão raiz / parte aérea (RRPA) = matéria seca de raiz / MSA; razão de massa foliar (RMF) = matéria seca de folhas / MST; razão de área foliar (RAF) = área foliar (cm<sup>2</sup>) / MST e área foliar específica (AFE) = área foliar / matéria seca de folhas. Em seguida, a análise dos dados foi realizada considerando cada espécie como um experimento.

Inicialmente, para cada espécie, foi realizada análise de variância dos dados de altura e de diâmetro ao nível do solo, em função do tempo após o plantio no campo, para cada nível de sombreamento no qual a muda foi produzida. Quando observada significância, os dados foram submetidos à análise de regressão. Com base no valor do F significativo, os modelos foram testados e com base na significância do valor t dos coeficientes das equações e na diferença entre o valor do grau de ajustamento (R<sup>2</sup>) e R<sup>2</sup> ajustado foi feita a escolha das equações.

Os dados de altura e diâmetro no nível do solo da última avaliação (8 meses após o plantio), juntamente com os dados de matéria seca, área foliar e as razões foram submetidos a análise de variância. Quando observada significância, entre os níveis de sombreamento, os dados foram submetidos à análise de regressão e as equações escolhidas, conforme já descrito.

Em todas as análises estatísticas, utilizou-se o software SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, de acordo com Ribeiro Júnior (2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 3, constata-se que não houve diferenças significativas da altura média das plantas das quatro espécies nas épocas de avaliação após o plantio (30 a 240 dias), exceto para as plantas de vinhático originárias de mudas produzidas no nível 22% de sombreamento. Para o diâmetro ao nível do solo (Tabela 4), ao longo das avaliações as diferenças significativas, ocorreram apenas para as plantas originárias de mudas de aroeira e vinhático produzidas em 70 e 84% de sombreamento, e para as de vinhático de 91%. Pelas características químicas do solo (Tabela 1), esperava-se bom crescimento das plantas, com diferenças ao longo do tempo, pois este solo, com base em informações de Furtini Neto et al. (2000), pode ser considerado como de boa fertilidade para espécies florestais. Esta falta de resposta ocorreu, provavelmente, pelo pouco tempo de avaliação após o plantio, pois segundo Carvalho (2003) as espécies florestais nativas da flora brasileira, normalmente, apresentam hábitos relativamente lentos de crescimento inicial, quando comparadas com as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Além disso, parte do período do experimento, engloba época de temperaturas mais baixas e de menor precipitação (Tabela 2) na região de Seropédica, em que o ritmo de crescimento das plantas é menor do que na época de verão, com menor metabolismo dos vegetais (LARCHER, 2000), e com isso as respostas a diferentes tratamentos podem ser pequenas ou inexistentes.

**Tabela 3:** Resumo da análise de variância da altura de quatro espécies florestais, originárias de mudas produzidas em vários níveis de sombreamento, após o plantio, ao longo do tempo de avaliações, em Seropédica, RJ

Fonte de variação	Grau de liberdade	----- Quadrado médio, níveis de sombreamento (%) -----					
		0	22	50	70	84	91
<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi (aroeira pimenteira)							
Tempo	8	8,44 <sup>n.s</sup>	37,40 <sup>n.s</sup>	86,36 <sup>n.s</sup>	30,31 <sup>n.s</sup>	24,42 <sup>n.s</sup>	305,63 <sup>n.s</sup>
Resíduo	27	557,22	978,88	527,18	772,50	321,39	306,38
Coef. variação (%)		15,69	19,46	15,88	17,49	11,55	16,49
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (braúna)							
Tempo	8	18,09 <sup>n.s</sup>	32,27 <sup>n.s</sup>	31,75 <sup>n.s</sup>	99,65 <sup>n.s</sup>		
Resíduo	27	41,78	187,43	666,84	394,50		
Coef. variação (%)		15,69	7,06	17,01	35,02		
<i>Dalbergia nigra</i> (jacarandá)							
Tempo	8	37,28 <sup>n.s</sup>	21,91 <sup>n.s</sup>	110,70 <sup>n.s</sup>	11,31 <sup>n.s</sup>	18,56 <sup>n.s</sup>	20,41 <sup>n.s</sup>
Resíduo	18	232,03	886,25	1151,07	214,18	1998,55	2236,96
Coef. variação (%)		13,84	23,19	27,35	11,25	38,01	38,69
<i>Plathymenia reticulata</i> (vinhático)							
Tempo	8	63,96 <sup>n.s</sup>	683,56*	109,65 <sup>n.s</sup>	358,38 <sup>n.s</sup>	45,69 <sup>n.s</sup>	165,38 <sup>n.s</sup>
Resíduo	27	324,71	185,05	745,17	1005,16	731,48	993,60
Coef. variação (%)		12,28	9,90	20,22	23,23	24,56	24,22

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

<sup>n.s</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 4:** Resumo da análise de variância do diâmetro ao nível do solo de quatro espécies florestais, originárias de mudas produzidas em vários níveis de sombreamento, após o plantio, ao longo de tempo de avaliações, em Seropédica, RJ

Fonte de variação	Grau de liberdade	----- Quadrado médio, níveis de sombreamento (%) -----					
		0	22	50	70	84	91
<i>Schinus terebenthifolius</i> (aroeira pimenteira)							
Tempo	8	4,8 <sup>n.s</sup>	8,61 <sup>n.s</sup>	3,25 <sup>n.s</sup>	5,33*	6,44*	3,52 <sup>n.s</sup>
Resíduo	27	6,33	8,79	7,37	1,20	1,86	2,12
Coef. variação (%)		14,55	13,10	13,75	6,26	10,17	18,49
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (braúna)							
Tempo	8	1,16 <sup>n.s</sup>	0,31 <sup>n.s</sup>	0,39 <sup>n.s</sup>	0,67 <sup>n.s</sup>		
Resíduo	27	1,26	0,25	1,80	1,59		
Coef. variação (%)		10,22	6,69	17,66	19,33		
<i>Dalbergia nigra</i> (jacarandá)							
Tempo	8	0,98 <sup>n.s</sup>	1,00 <sup>n.s</sup>	1,13 <sup>n.s</sup>	1,13 <sup>n.s</sup>	2,68 <sup>n.s</sup>	9,34 <sup>n.s</sup>
Resíduo	18	0,75	3,10	3,20	1,67	2,99	3,34
Coef. variação (%)		8,35	17,54	16,89	11,32	15,73	12,32
<i>Plathymenia reticulata</i> (vinhático)							
Tempo	8	8,50 <sup>n.s</sup>	10,56 <sup>n.s</sup>	11,76 <sup>n.s</sup>	17,33*	11,93*	20,62*
Resíduo	27	7,06	15,64	7,86	1,10	1,61	5,01
Coef. variação (%)		19,72	22,76	17,82	6,63	9,93	16,65

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

<sup>n.s</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Baroni (2005) menciona que o crescimento em altura quando sombreadas, é um mecanismo de adaptação das plantas competitivas ou de início de sucessão, como forma de escape ao déficit de luz, já que estas não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através do reajuste de suas taxas metabólicas. Neste trabalho, algumas plantas originárias dos sombreamentos mais intensos apresentaram perda de uma fração de sua parte aérea após serem transferidas para pleno sol, o que resultou em perda em altura da planta. Como exemplo mais notável, têm-se as mudas de aroeira produzidas em 91% de sombreamento, que apresentaram perda em altura do início ao fim do experimento, demonstrando que a produção da aroeira sob tal condição de sombra compromete seu estabelecimento posterior em um ambiente com maior radiação.

Em relação à aroeira, o significativo crescimento em diâmetro, ao longo do tempo após o plantio, das plantas originárias dos sombreamentos 70% e 84%, pode ter sido uma consequência da maior razão de área foliar (Figura 4) e maior área foliar específica (Figura 9) apresentada pelas mesmas, quando comparadas com as dos outros sombreamentos. Os maiores valores desses parâmetros, encontrados nesses indivíduos, provavelmente permitiram melhor vantagem na captação de luz devido à maior superfície fotossintetizante relativa. Além disso, também é possível que a mudança ao nível fisiológico por ter sido exposta à maior radiação luminosa como, por exemplo, do teor de clorofila A e B, pigmentos e mecanismos reguladores da transpiração, seja relativamente rápida nessa espécie, tornando por fim determinadas características morfológicas, inicialmente não oportunas, em vantagem.

Em relação às plantas de braúna e jacarandá, não foi observado crescimento significativo para nenhum dos parâmetros analisados durante o período após o plantio. As duas espécies pertencem a grupos sucessionais distantes entre si, braúna sendo considerada pioneira (DURIGAN et al., 1997; RESENDE et al., 1999; FERNANDES et al., 2008) e jacarandá como secundária tardia (CARVALHO, 2003). Portanto, apesar da aparente semelhança no comportamento, os fatores que levaram a tal resultado possivelmente foram distintos. A braúna demonstrou sensibilidade às condições de menor quantidade de luz, provavelmente sofrendo uma influência bastante negativa do sombreamento, prejudicando seu crescimento inicial, o que comprometeu o crescimento em campo sob luz plena, mesmo sendo a nova condição mais favorável ao sucesso dessa espécie. Por outro lado, alguns autores relacionam menor plasticidade morfológica às espécies não pioneiras (NAKAZONO et al., 2001; FONSECA et al., 2006), embora não haja consenso sobre a relação entre posição sucessional e plasticidade na adaptação à variação de luz (NAKAZONO et al., 2001). Além disso, como já mencionado, a época do ano em que foram feitas as medições pode ter influenciado, assim como o tempo de análise pode não ter sido suficientemente longo para ser observada sua total aclimação, o que possibilitaria um ganho significativo em altura e diâmetro.

Em relação às plantas de jacarandá, aquelas providas dos sombreamentos mais intensos apresentaram maiores valores finais, no viveiro, de altura e de diâmetro ao nível do solo, porém sem crescimento significativo ao longo do tempo, após o plantio. A produção das mudas em ambientes de maior luminosidade (0% e 22% de sombreamento) comprometeu o crescimento das plantas em campo, pois apesar da alteração na luz incidente não ter sido tão drástica (de 22% para 0%) ou nem ter ocorrido mudança (0%), tais plantas foram afetadas desde o início permanecendo com baixos valores de altura e diâmetro. O contrário ocorreu com plantas originárias de mudas produzidas em maiores sombreamentos, que só tiveram seu crescimento afetado quando em campo sob sol pleno, levando a uma situação adversa e necessidade de aclimação, influenciando no crescimento. Em plantas sob sombra intensa, há a tendência das espécies intolerantes ao sombreamento, principalmente com baixa reserva de carboidratos na semente, pararem o seu crescimento, enquanto que as tolerantes, quando estabelecidas sob sombra intensa, tendem a apresentar um crescimento lento, que se acelera

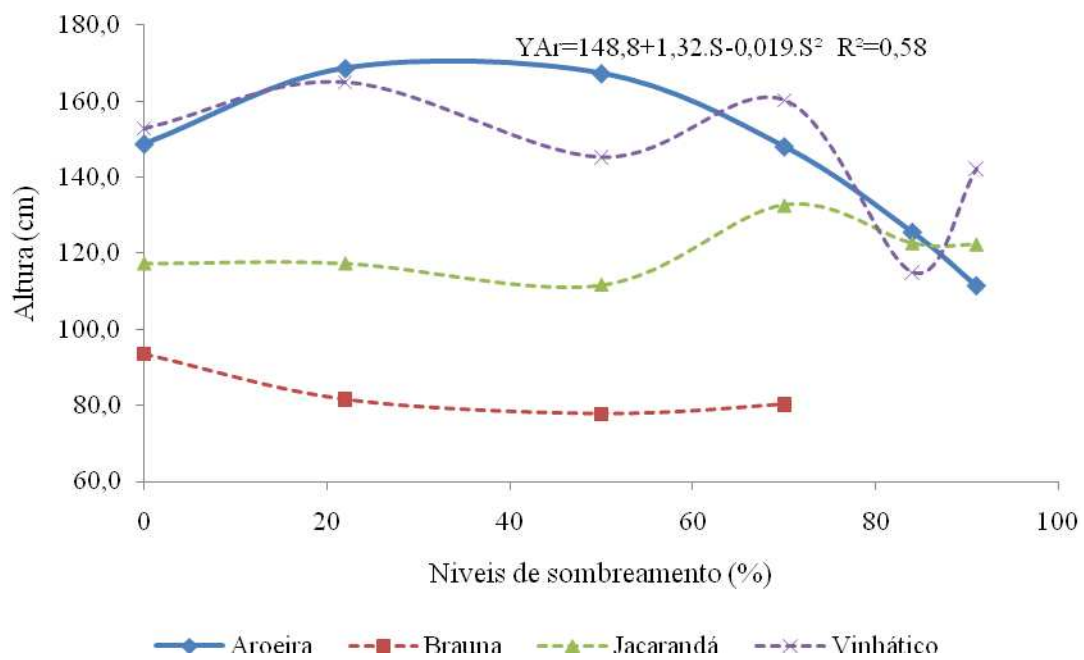
quando uma nova clareira é aberta (SIEBENEICHLER et al., 2008) e embora sofram estresse severo devido à intensa irradiância logo após a transferência para o novo ambiente, a aclimação pode resultar em maiores ganhos de biomassa, a longo prazo, inferidos pelo aumento em altura e diâmetro do caule (BARONI, 2005; MAGALHÃES et al., 2009).

Na Tabela 5 observa-se que as plantas de aroeira aos 8 meses em campo sob sol pleno, originárias de mudas produzidas em diferentes condições de sombreamento, apresentaram diferenças significativas para todos os parâmetros analisados, com exceção apenas da razão peso de matéria seca do sistema radicular : da parte aérea (RRPA). Estas diferenças demonstram um reflexo da condição de sombreamento (OBERBAUER & STRAIN, 1985; KITAJIMA, 1996; NAKOZONO et al., 2001) a qual as plantas foram submetidas quando mudas, o que era esperado. A aroeira, segundo (CARVALHO, 2003), é uma espécie pioneira e as plantas deste grupo sucessional geralmente apresentam maior resposta ao tratamento quando colocadas em diferentes condições de luz, pois segundo LARCHER (2000), muitas espécies lucíferas em condições de sombreamento, tendem a apresentar estiolamento e aumento de área foliar específica. Isto indica que na fase de produção das mudas é importante verificar se há necessidade de sombreamento e qual o nível a ser utilizado. Por outro lado, as plantas de vinhático, espécie considerada secundária tardia (LORENZI, 2002), originárias de mudas submetidas aos diferentes níveis de sombreamentos, não apresentaram diferença significativa para nenhum dos parâmetros analisados, após 8 meses em campo sob sol pleno. Espécies de estágios secundários de sucessão geralmente não apresentam resposta ao tratamento com diferentes níveis de sombreamento, apesar de serem favorecidas com um aumento da luminosidade incidente (SIEBENEICHLER et al., 2008). Alguns parâmetros das plantas de braúna (AF, MSR, MSC, MSF, MAS e MST) e de jacarandá (DNS, RRPA e RMF), 8 meses após o plantio no campo, responderam as suas origens dos níveis de sombreamento em que foram produzidas e em outros parâmetros não apresentaram diferenças significativas.

Nas Figuras de 2 a 10 são apresentados gráficos de comportamento dos parâmetros morfológicos obtidos, de maneira direta e indireta, ao final do experimento (8 meses após o plantio), das plantas de aroeira, braúna, jacarandá e vinhático em função dos sombreamentos nos quais as mudas foram produzidas.

Pela Figura 2, observa-se que apenas as plantas de aroeira responderam significativamente em altura ao nível de sombreamento em que as mudas foram produzidas, na forma de equação quadrática, com valor máximo em 35% de sombra. Maior altura é uma característica que em campo permite que a planta seja menos afetada pela competição (SIMÕES et al., 1981), pois segundo CARVALHO et al., (2006), a capacidade de rápido crescimento em ambiente sombreado é um mecanismo importante de adaptação, constituindo valiosa estratégia para escapar às condições de baixa disponibilidade de luz. Segundo Fonseca et al., (2006) e Franco & Dillenburg (2007) um sombreamento durante a fase de crescimento inicial estimula um maior crescimento em altura, fato geralmente observado em espécies não tolerantes à sombra, como as que ocupam posição inicial na sucessão, até um determinado limite que não prejudique seu crescimento. Não houve comportamento padrão observado nas plantas das outras espécies.

Para jacarandá e vinhático, a possível explicação para a não significância encontrada em altura pode estar no fato de que plantas naturalmente adaptadas a condições mais amenas de luminosidade podem sofrer com a exposição repentina à luz direta (LARCHER, 2000), havendo perda da parte aérea. Além disso, Carneiro (1995) comenta que, mudas de parte aérea mais alta podem ter menor chance de sobrevivência no campo, principalmente em condições de falta de chuva após o plantio.



**Figura 2:** Altura da parte aérea de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linha contínua é com os dados estimados pela equação e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

**Tabela 5:** Resumo da análise de variância de altura (ALT), diâmetro ao nível do solo (DNS), área foliar (AF), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca do caule (MSC), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca total (MST), razão raiz/parte aérea (RRPA), razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF) área foliar específica (AFE) de plantas de quatro espécies florestais aos oito meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento (Somb.), Município de Seropédica, RJ

Fonte Var.	Grau de liberdade	Quadrado médio											
		ALT	DNS	AF	MSR	MSC	MSF	MSA	MST	RRPA	RMF	RAF	AFE
<i>Schinus terebenthifolius</i> (aroeira)													
Somb.	5	3544,34*	101,84*	3935502*	1458,43*	7165,95*	478,46*	11160,25*	20624,14*	0,0047 <sup>n.s</sup>	0,1225*	296,46*	706,60*
Resíduo	18	516,06	7,78	1013012	154,10	869,76	90,20	1426,82	2272,08	0,0044	0,1600	19,32	44,60
Coef. Variação (%)		15,67	14,76	31,65	34,67	35,98	30,36	33,36	31,98	21,26	17,23	17,77	6,38
<i>Schinopsis brasiliensis</i> (braúna)													
Somb.	3	196,5 <sup>n.s</sup>	17,09*	229008*	110,85*	205,07*	20,02*	345,68*	829,98*	0,1027 <sup>n.s</sup>	0,2618 <sup>n.s</sup>	61,76 <sup>n.s</sup>	931,56 <sup>n.s</sup>
Resíduo	12	278,62	1,41	52426	15,37	34,03	2,88	52,33	105,51	0,2175	0,1626	64,70	823,10
Coef. Variação (%)		20,05	13,96	45,55	35,02	34,57	42,33	34,62	32,02	27,22	32,49	48,93	21,65
<i>Dalbergia nigra</i> (jacarandá)													
Somb.	5	152,4 <sup>n.s</sup>	18,62*	64644 <sup>n.s</sup>	90,48 <sup>n.s</sup>	156,41 <sup>n.s</sup>	136,95 <sup>n.s</sup>	31,36 <sup>n.s</sup>	134,22 <sup>n.s</sup>	0,1170*	0,135*	14,01 <sup>n.s</sup>	5946,0 <sup>n.s</sup>
Resíduo	12	1636,0	2,52	234916	46,77	121,40	83,79	280,65	509,92	0,03011	0,395	35,08	2724,2
Coef. Variação (%)		33,52	11,95	90,22	56,37	55,57	112,65	59,93	56,34	35,98	102,74	48,58	42,867
<i>Plathymenia reticulata</i> (vinhático)													
Somb.	5	1265,5 <sup>n.s</sup>	19,04 <sup>n.s</sup>	3351778 <sup>n.s</sup>	442,23 <sup>n.s</sup>	1771,5 <sup>n.s</sup>	464,15 <sup>n.s</sup>	3963,53 <sup>n.s</sup>	6988,35 <sup>n.s</sup>	0,0024 <sup>n.s</sup>	0,0014 <sup>n.s</sup>	31,98 <sup>n.s</sup>	551,00 <sup>n.s</sup>
Resíduo	18	531,5	11,96	1514983	198,81	1134,83	243,13	2333,73	3573,94	0,0059	0,0011	32,04	409,74
Coef. Variação (%)		15,71	16,98	35,71	40,63	44,96	42,14	43,16	40,77	23,82	13,75	23,05	20,71

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

<sup>n.s</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

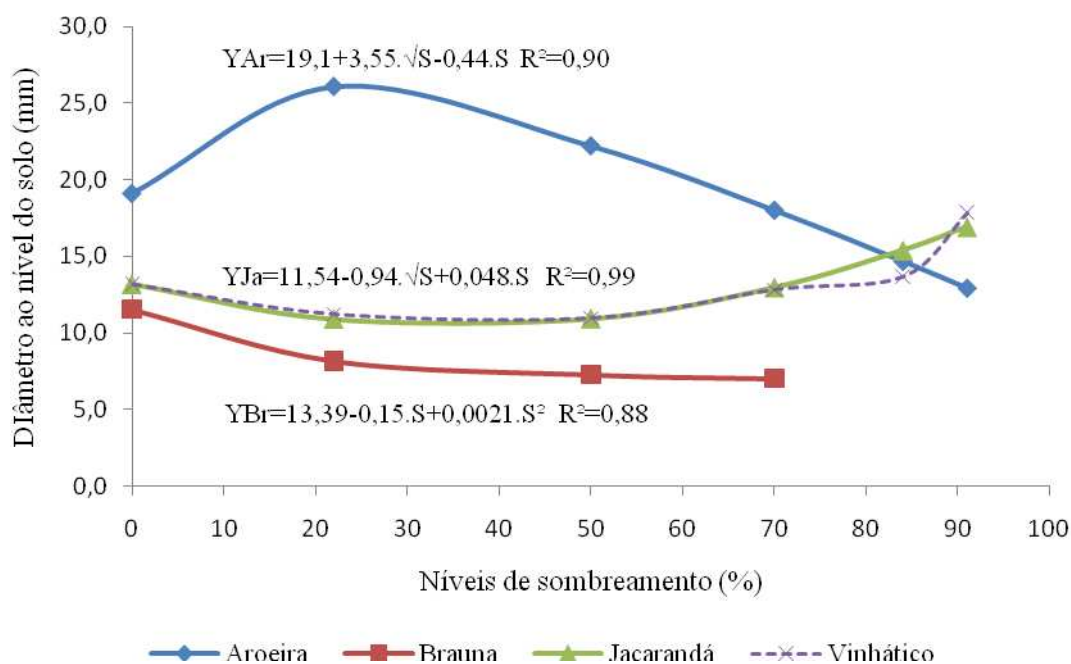
Na Figura 3, observa-se que para diâmetro ao nível do solo, as plantas de três espécies responderam significativamente aos níveis de sombreamento e as de vinhático não apresentaram resposta.

Em relação às de aroeira, foram com as mudas produzidas no nível de sombreamento de 22%, os maiores valores estimados de DNS, com decréscimo acentuado nos maiores níveis de sombra que as mudas foram produzidas. As plantas de jacarandá também apresentaram uma forma de equação raiz quadrada, porém apresentando um valor mínimo em torno de 40% de sombreamento e maior valor no sombreamento de 91%. Em relação às de braúna, as plantas sob constante luz solar plena foram as que apresentaram os maiores valores de DNS, sendo que o sombreamento na fase de mudas provocou redução no valor encontrado posteriormente nas plantas, com relativa estabilização a partir de 50%.

A importância da avaliação do diâmetro ao nível do solo reside no fato de que, plantas com maior diâmetro apresentam maior tendência à sobrevivência (CARNEIRO, 1995), principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (SIEBENEICHLER et al., 2008), além do que, maior diâmetro de caule sugere maior particionamento de fotoassimilados da parte aérea (SCALON et al., 2000). Também, alguns autores (FONSECA et al., 2002; LIMA et al., 2008) citam que, aparentemente, a fotossíntese guarda uma relação mais direta com o crescimento em diâmetro do que em altura da planta, pois esta variável é diretamente ligada à área de copa. Segundo Naves (1993) e Sales et al. (2009), o diâmetro do caule pode ser um bom indicador da capacidade assimilatória da planta, o que justificaria a diferença mais acentuada observada no gráfico do diâmetro ao nível do solo (Figura 3) em comparação com o de altura (Figura 2).

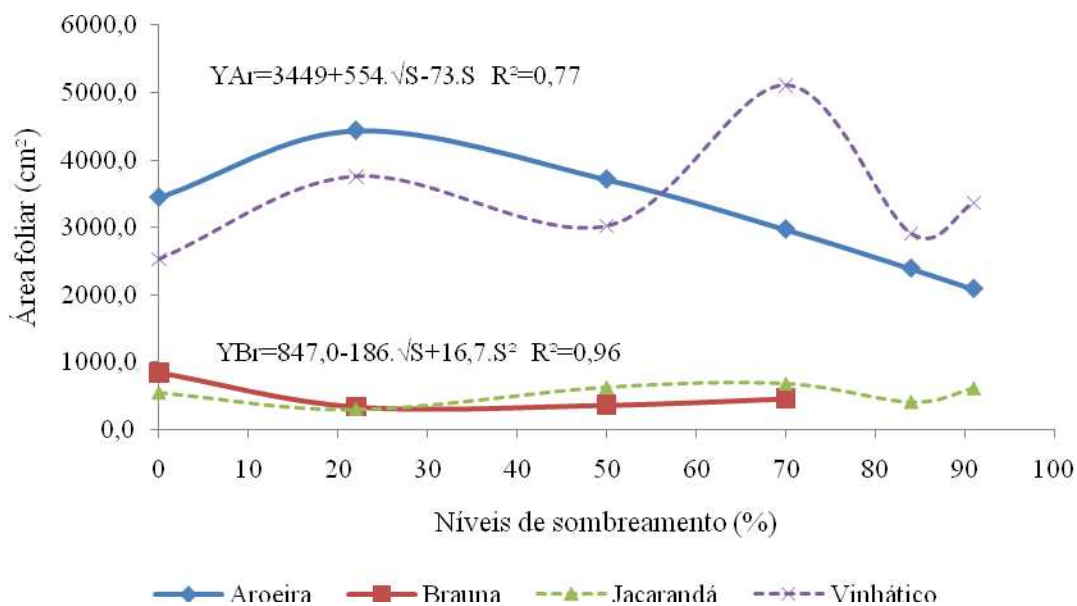
O jacarandá, apesar de ser conhecida como espécie secundária tardia (CARVALHO, 2003), teve mudas produzidas sob luz solar plena apresentando maiores valores de diâmetro, após o período de 8 meses, do que aquelas produzidas em níveis médios de sombreamento (22% e 50%) e valores próximos àsquelas produzidas em 70%. Em relação a tal fato, Felfili et al. (1999) e Scalon et al. (2003) observaram que mesmo espécies tolerantes ao sombreamento alcançam a máxima produção de massa seca quando crescem em pleno sol. Por outro lado, para as mudas produzidas em 22% e 50%, é provável que tais sombreamentos não tenham sido suficientes para o crescimento inicial satisfatório dessa espécie, como foram os mais intensos, o que afetou a capacidade das plantas de se adaptarem ao novo ambiente após o plantio.





**Figura 3:** Diâmetro ao nível do solo de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linhas contínuas são com os dados estimados pelas equações e linha tracejada é com a média dos dados observados.

A área foliar, entendida como a superfície fotossintetizante total da planta, tem sido considerada como um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica (FELFILI et al., 1999; SCALON et al., 2003). Observa-se pela Figura 4 que, para área foliar (AF), a aroeira apresentou resposta significativa, com resposta na forma de uma equação raiz quadrada, com valor máximo encontrado nas plantas originárias de 22% de sombreamento, apresentando decréscimo na AF a partir deste ponto, com comportamento semelhante para os parâmetros altura (Figura 2) e diâmetro ao nível do solo (Figura 3). A brauna também apresentou uma equação raiz em função do sombreamento, com valor máximo de AF em plantas crescidas constantemente sob luz solar plena e apresentando um valor mínimo em 22% de sombra, voltando a crescer ligeiramente com o aumento do sombreamento. Para aroeira e brauna, um sombreamento inicial excessivo evidenciou prejudicar o estabelecimento das mudas em campo, havendo redução da fotossíntese e menor crescimento em diâmetro, o que não foi observado para jacarandá, que apresentou maior DNS em plantas que tinham origem em mudas dos maiores níveis de sombra, como observado na Figura 3.

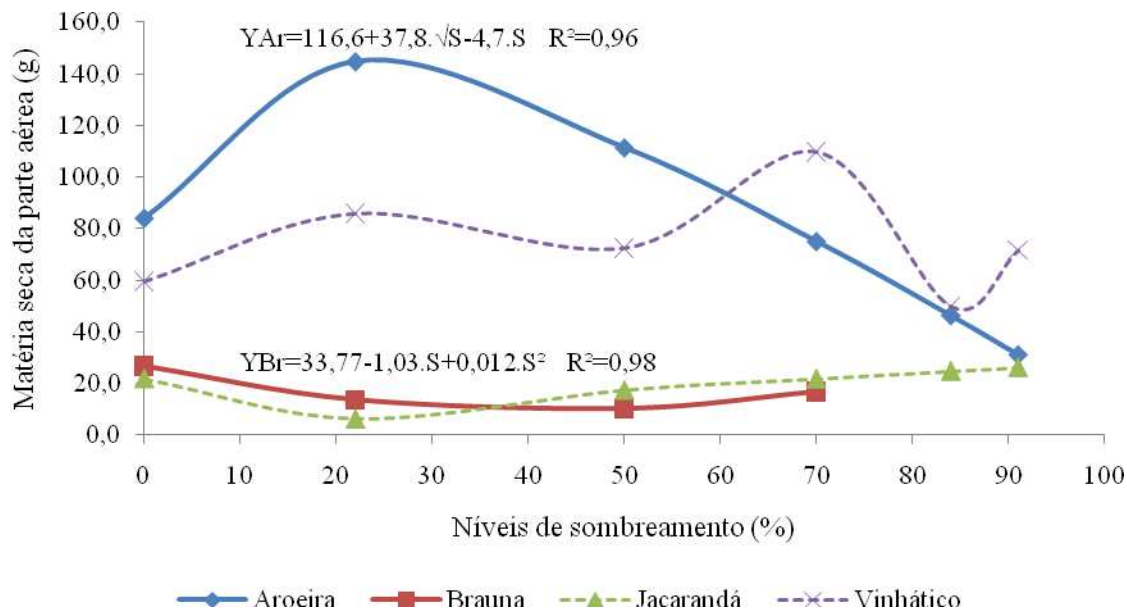


**Figura 4:** Área foliar de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linhas contínuas são com os dados estimados pelas equações e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

Alguns estudos (PEDROSO & VARELA, 1995; FARIAS et al., 1997; FONSECA et al., 2002; SCALON et al., 2005; LIMA et al., 2006; MARIMON et al., 2008; LIMA et al., 2010;) constataram que algumas espécies crescendo sob sombreamentos de 50% a 70% apresentaram maiores áreas foliares que aquelas crescidas sob maior incidência luminosa, o que não ocorreu no presente trabalho para a espécie pioneira aroeira (Figura 4), pois foi observado em campo, porém não quantificado, que as plantas com menor número de folhas foram aquelas provenientes de mudas produzidas nos sombreamentos mais intensos, ou seja, menor número de áreas foliares individuais resultando em menor área foliar total. É importante ressaltar a diferença entre a área foliar total, utilizada no presente trabalho, que é a soma da área foliar de todas as folhas, e área foliar individual de cada folha. Uma planta com poucas folhas pode apresentar maior área foliar individual, porém menor área foliar total do que uma planta com maior número de folhas que possuam menor AF. Porém, para braúna, foram obtidos valores crescentes seguindo a maior intensidade no sombreamento inicial de 50%, 70% e 84%. Tal aumento da área foliar com o sombreamento é, segundo Engel & Poggiani (1990), Pedrosa & Varela (1995) e Lima et al. (2006), uma das formas da planta aumentar rapidamente a superfície fotossintetizante e assegurar um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas. Após 8 meses, as plantas de jacarandá, em média não apresentaram diferença significativa em área foliar em relação ao tratamento inicial a que foram submetidas, assim como as plantas de vinhático

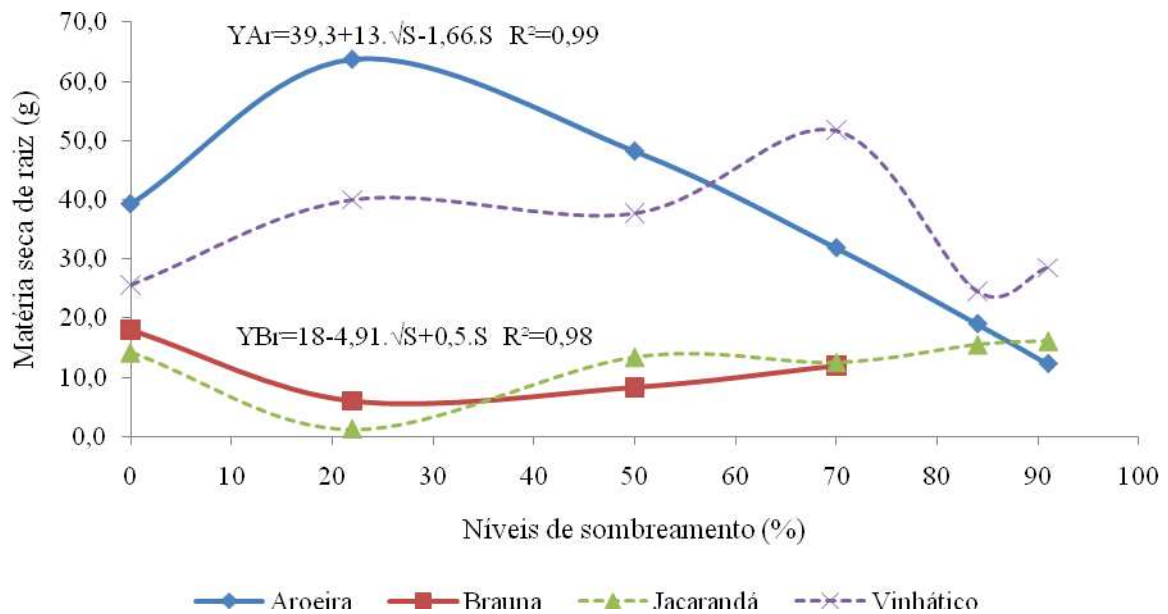
Em relação ao peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), observa-se que, para aroeira, houve resposta significativa ao sombreamento em que as mudas foram produzidas, sendo obtida uma equação raiz, com valor máximo em 22%, decrescendo com o aumento do nível de sombra (Figura 5). A braúna também apresentou resposta significativa ao tratamento, na forma de uma equação quadrática, porém com valores máximos em luz solar plena. O peso de matéria seca da parte aérea, segundo CARNEIRO (1995), é uma característica importante, pois reúne informações sobre altura, diâmetro e formação de copa da planta. Assim, as plantas no estágio juvenil, que apresentam maior peso de matéria seca, provavelmente, tendem a

produzir plantas com maior crescimento. Além disso, considerando que o caule contribua com a maior parte do peso da parte aérea, maior massa seca de caule pode significar uma melhor resistência aos períodos de déficit hídrico, pois segundo Lima et al (2009) o acúmulo de solutos em células do parênquima é comumente aceito como uma resposta de plantas submetidas à seca, pois favorece a absorção de água através de diminuições do potencial hídrico.



**Figura 5:** Matéria seca da parte aérea de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linhas contínuas são com os dados estimados pelas equações e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

É importante a observação das características morfológicas vegetais de forma não isolada, porém em conjunto: Uma maior área foliar total também pode significar maior superfície suscetível à transpiração, ou seja, perda de água pela planta. Portanto, conjuntamente com a área foliar é importante analisar, por exemplo, a massa seca de raiz e a razão raiz/parte aérea das mudas. A Figura 6 mostra que plantas de aroeira apresentaram resposta significativa de peso de matéria seca do sistema radicular (MSR) ao sombreamento no qual cresceram inicialmente, na forma de uma equação raiz, com valor máximo de MSR em 22% de sombreamento, havendo redução acentuada com o maior sombreamento inicial. A braúna também respondeu ao sombreamento na forma de uma equação raiz, sendo que, plantas expostas permanentemente à luz solar plena na fase de mudas apresentaram os maiores valores de MSR e os menores valores encontrados foram em plantas originárias de 22% de sombra, voltando a haver aumento na MSR com maiores intensidades. Em relação ao jacarandá e vinhático não foi possível ajustar o comportamento da matéria seca de raiz a nenhum modelo. Segundo Claussen (1996), indivíduos de uma mesma espécie com sistema radicular mais desenvolvido possuem maior habilidade de aclimação que aqueles com reduzidos sistemas radiculares. Esse maior investimento em biomassa radicular sob sombreamento reduzido (aroeira originária de 22% de sombra) ou nulo (braúna originária de 0% de sombra) demonstra que o crescimento das raízes é imprescindível para que indivíduos de determinada espécie consigam sobreviver em condições naturais de elevada luminosidade, como grandes clareiras e com déficit hídrico sazonal (MARIMON et al., 2008).



**Figura 6:** Matéria seca radicular de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linhas contínuas são com os dados estimados pelas equações e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

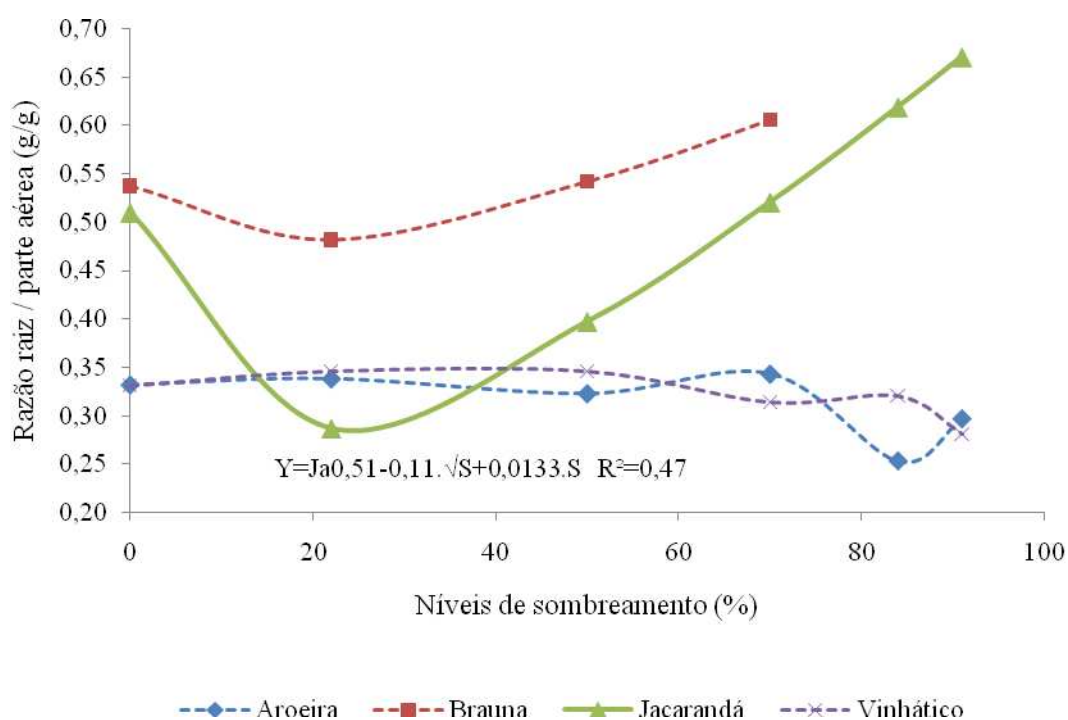
Fonseca et al. (2006) comenta que, plântulas com maior biomassa de raiz provavelmente são menos suscetíveis ao estresse hídrico que ocorre na estação seca, o que com certeza também se estende às plantas mais desenvolvidas. Em relação aos valores de massa seca de raiz após 8 meses, mudas que receberam o tratamento inicial de sombreamento 22%, no caso da aroeira e de 0%, para braúna, teriam mais sucesso em se estabelecer no campo sob luz solar plena pois, garantiria à planta maior capacidade de suportar taxas mais elevadas de fotossíntese e transpiração dos ambientes mais iluminados (CARVALHO et al., 2006). Também em plantas de *Euterpe edulis* transferidas de baixa luminosidade (4%) para alta (20% ou 30%) houve resposta ao aumento da irradiância, aumentando a massa seca de raiz (NAKOZONO et al., 2001).

Valores da relação de peso de raiz / parte aérea (RRPA) mais elevados, em plantas de ambientes iluminados, indicam maior alocação de fotoassimilados no sistema radicular (SIEBENEICHLER et al., 2008) e uma maior razão R/PA possibilita maior absorção de água para suprir a demanda transpiratória em alta irradiância (DUZ et al., 2004). Pela Figura 7 observa-se que o jacarandá respondeu significativamente ao tratamento com sombra, apresentando comportamento na forma de equação raiz quadrada, com valor mínimo em 22% e aumento acentuado, conforme maior a intensidade do sombreamento, no valor máximo em 91%. Foi também observado que para mudas originárias de sol pleno, foram obtidos valores medianos de RRPA.

Apesar da aroeira apresentar as maiores médias de MSR em plantas originárias de 22% de sombreamento inicial, a massa de raiz foi proporcional à estrutura das plantas, pois não foi encontrada diferença significativa entre as razões raiz/parte aérea das mudas providas dos diferentes sombreamentos. Provavelmente, as mudas que anteriormente se encontravam em condições de maior sombreamento, ajustaram sua morfologia na nova condição a qual foram submetidas, demonstrando plasticidade da espécie. Estudos mostram haver uma tendência de que as razões R/PA de plantas desenvolvidas na sombra sejam menores que as

desenvolvidas sob maior luminosidade (POPMA & BONGES, 1988; SILVA et al., 2007), o que é uma tentativa de manter um balanço positivo de carbono, através de maior investimento em parte aérea, em um ambiente com menor quantidade de luz. Porém, para aroeira, braúna e vinhático, isso não foi observado ao final do experimento, quando todas as mudas já estavam por determinado período em uma mesma condição, não apresentando diferença significativa para RRPA em função do sombreamento anterior ao plantio.

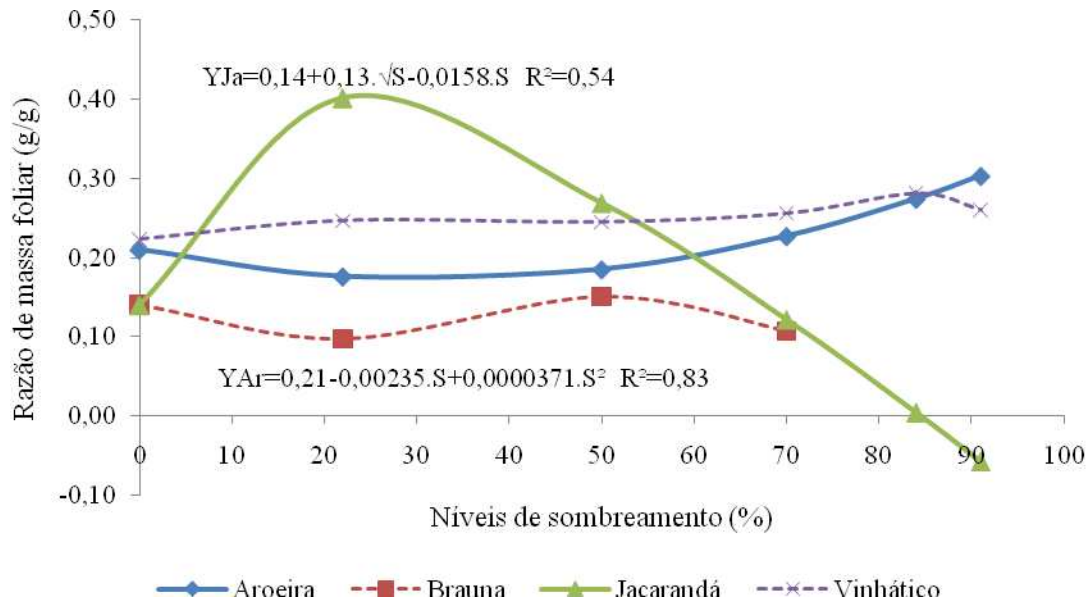
A maior razão raiz/parte aérea nas plantas de jacarandá, crescidas inicialmente em altos níveis de sombreamento, parece demonstrar uma resposta positiva em relação à mudança na intensidade luminosa. Porém, esse aumento na RRPA não foi devido somente a um maior investimento em crescimento de raiz, mas também à perda de parte de massa aérea observada após o plantio, o que diminui o denominador da razão RPA e aumentando-a. Portanto, para espécies de estágios mais avançados de sucessão, é recomendada a utilização de mudas produzidas em sombreamentos mais intensos em ações de enriquecimento, onde haja um ambiente mais sombreado. O mesmo parece ter ocorrido para a braúna que, mesmo 8 meses após o plantio sob luz solar plena, apresentou uma tendência de maior RRPA em plantas originárias dos maiores sombreamentos, o que provavelmente também ocorreu devido ao estresse luminoso.



**Figura 7:** Razão raiz / parte aérea de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linha contínua é com os dados estimados pelas equações e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

Segundo Silva *et al.* (2007) uma das características que pode avaliar a qualidade de plantas em estado juvenil é a razão de massa foliar (RMF), que expressa a fração de matéria seca não exportada da folha. Assim, a razão de massa foliar representa a capacidade de translocação de fotoassimilados da parte aérea para o resto da planta e quanto menor for esta razão, mais eficiente é a translocação, o que favorece o aumento no crescimento das plantas, principalmente o diâmetro (SCALON et al., 2005). Pela Figura 8 é possível observar que

plantas de aroeira apresentaram resposta significativa ao sombreamento inicial, na forma de uma equação quadrática, com valor mínimo em torno de 32% e máximo em 91%. Já o jacarandá apresentou uma equação raiz, com valor máximo em torno de 22%.

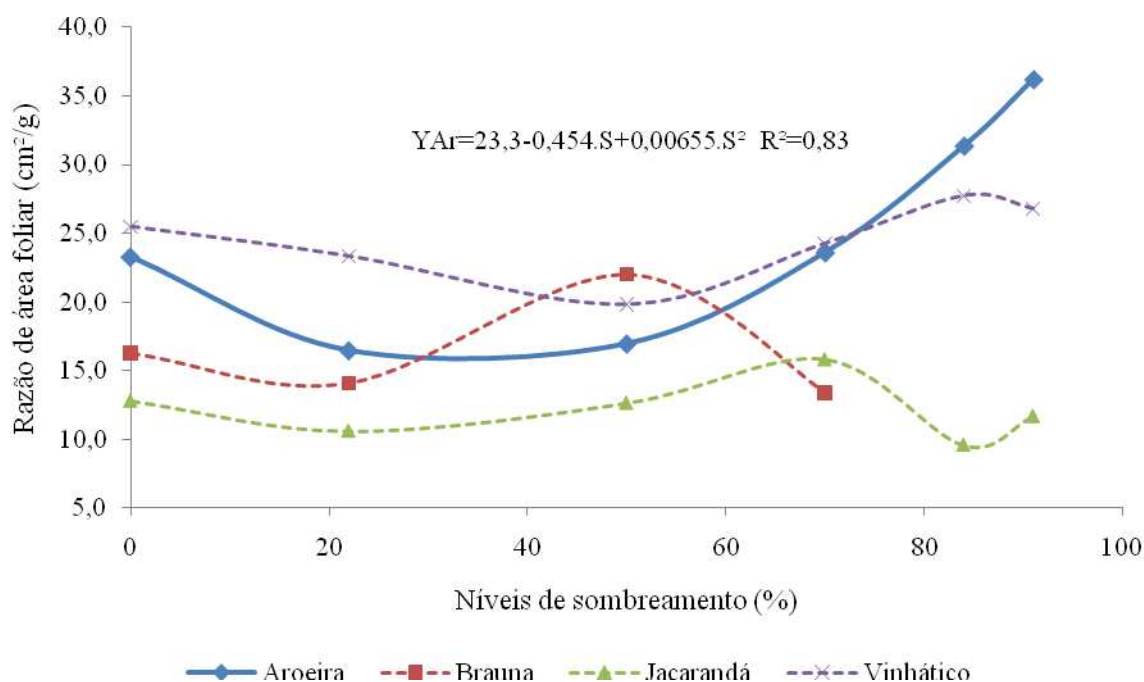


**Figura 8:** Razão de massa foliar de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linhas contínuas são com os dados estimados pelas equações e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

Pelo observado no presente trabalho, sombreamentos em torno de 30%, para mudas de aroeira, e níveis mais intensos para jacarandá, originaram, após 8 meses em campo, mudas com as menores razões de massa foliar. Silva et al (2007) observaram que, em mudas de *Hymenaea parvifolia*, a RMF foi mais alta em tratamentos com maiores níveis de sombreamento, indicando menor exportação de biomassa para outras partes da planta com a redução da luminosidade. Em estudo com *Caesalpinia ferrea*, Lima et al. (2008) observaram que as mudas cultivadas a pleno sol apresentaram razão de massa foliar inferior àquelas cultivadas sob condições de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura, e consideraram como uma demonstração de maior intensidade de exportação de fotoassimilados das folhas sob alta luminosidade, o que pode ser constatado através da comparação da Figura 8 (razão de massa foliar) com a Figura 3 (diâmetro ao nível do solo). No presente trabalho, as mudas que haviam crescido sob os sombreamentos mais intensos mantiveram a característica da condição anterior em que se desenvolveram e não conseguiram, ao menos pelo período que durou o experimento, alterar o seu padrão de alocação de biomassa, demonstrando que um intenso sombreamento é fator limitante não só ao crescimento inicial do vegetal, mas também a uma posterior adaptação a nova condição ambiental. Portanto, pode ter sido um fator negativo o plantio sob condição de luz solar plena, onde havia maior disponibilidade luminosa, facilitando a ocorrência de maior taxa de transpiração e foto oxidação, pois também foi observada maior área foliar específica (Figura 10), ou seja, menor espessura da folha ao final do experimento, prejudicando a assimilação de carbono e alocação para outras partes da planta. O contrário aconteceu com mudas originárias dos outros tratamentos, que ao final do experimento possuíam as folhas mais espessas.

Ao final do período de 8 meses sob luz solar plena, as plantas de braúna e as de vinhático, como não apresentaram diferença significativa na RMF em função do sombreamento, indica que as crescidas inicialmente sob sombra, ajustaram seu padrão de alocação da biomassa satisfatoriamente.

A razão da área foliar (RAF) expressa a área útil da planta para fotossíntese, ou seja, quanto em área é necessário para produzir 1 g de matéria seca (SILVA et al., 2007), sendo que plantas sob forte sombreamento, segundo (NAKAZONO et al., 2001), podem apresentar alterações que levam a maximizar a captura de luz, como por exemplo, aumento da RAF. Observa-se que, para aroeira, houve resposta significativa ao tratamento inicial com sombra, demonstrado na forma de uma equação quadrática com valor mínimo em torno de 35% e máximo em 91% de sombreamento (Figura 9). Esse aumento, para otimizar a captação de luz, quando em baixa irradiância, é uma característica de plasticidade das plantas adaptadas às condições de luminosidade mais intensa, mencionada por diversos autores (POPMA & BONGERS, 1990; PEDROSO & VARELA, 1995; FARIAS et al., 1997; DUZ et al., 2004; RONQUIM, 2004; SILVA et al., 2007).

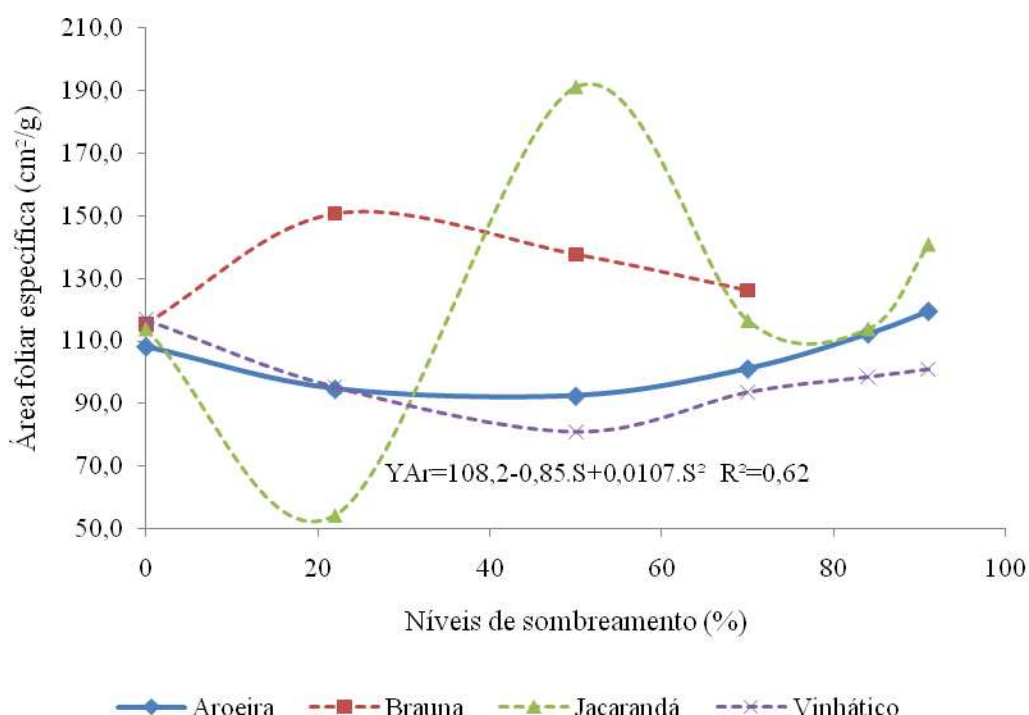


**Figura 9:** Razão de área foliar de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linha contínua é com os dados estimados pelas equações e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

Mudas de aroeira produzidas em sombreamentos mais intensos apresentaram alta razão de área foliar mesmo após o período de exposição ao sol pleno (Figura 9), porém uma baixa razão de área foliar seria benéfica, como foi o observado para plantas providas de 22% e 50% de sombreamento, pois seguindo o raciocínio do trabalho de NAKAZONO et al. (2001) menos material vegetal seria exposto a eventuais danos por excesso de luz. Portanto, as plantas crescidas inicialmente em sombreamentos mais intensos provavelmente sofreram estresse luminoso quando transferidas para condição de luz plena, o que deve ter sido agravado pela menor espessura, observada em suas folhas, mesmo após 8 meses (Figura 10). Comparando-se as plantas originárias dos níveis de sombra 22% e 50%, estas conseguiram manter entre si proporções parecidas de área de folha para cada grama de matéria seca total.

Já a RAF encontrada em plantas originárias de 0%, que apresentaram valor superior às dos sombreamentos de 22% e 50%, podem ser resultado de um auto-sombreamento que levou à proteção natural das próprias folhas, aumentando suas áreas foliares.

A área foliar específica (AFE) é o inverso da massa foliar específica, a qual dá uma estimativa da espessura foliar (NAKOZONO et al., 2001; SCALON et al., 2006, SILVA et al., 2007;). Segundo Lima et al. (2008), quanto maior a AFE, maior é a expansão da lâmina foliar sem um correspondente aumento da massa seca da folha, ou seja, uma redução na espessura, à medida que se diminui a luminosidade. Observa-se pela Figura 10, que as plantas de aroeira submetidas aos sombreamentos iniciais, tiveram comportamento com equação quadrática em função do nível de sombreamento, com valor mínimo observado em 40% e máximo em 91%. Em trabalho com licuri (*Syagrus coronata*), Carvalho et al. (2006) observaram que a AFE mostrou-se inversamente proporcional à intensidade luminosa. Também, Marimon et al. (2008) observaram que plantas de *Brosimum rubescens* com 17 e 21 meses de idade aumentaram a AFE em função do aumento nos níveis de sombreamento, e também por Siebeneichler et al. (2008) em *Tabebuia heptapylla* (vell.). Segundo Ronquim (2004), as modificações de área foliar específica, juntamente com o aumento no teor de clorofila, visam a maior absorção de irradiância e assimilação de carbono das plantas, permitindo-as ajustes metabólicos em diferentes intensidades de luz.



**Figura 10:** Área foliar específica de quatro espécies florestais, aos 8 meses após o plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes níveis de sombreamento, em Seropédica, RJ. Linha contínua é com os dados estimados pelas equações e linhas tracejadas são com a média dos dados observados.

Em relação à área foliar específica, ao contrário do observado para RPA, as plantas de aroeira, após 8 meses em campo, apresentaram características que refletiam o sombreamento em que foram produzidas (Figura 10), ou seja, maior AFE conforme maior foi o nível de sombra. Um alto valor de AFE, geralmente observado em mudas crescidas em sombreamentos mais intensos, segundo SCALON et al. (2001), BARONI (2005), SCALON et al. (2006) e SILVA et al. (2007), pode se tornar uma característica pouco vantajosa quando



tais mudas são transferidas para condição de maior intensidade luminosa pois expõe a planta a maiores taxas de foto inibição e transpiração (LARCHER, 2000), prejudicando seu estabelecimento e conseqüentemente seu crescimento, até que se adapte à nova condição. Tal fato foi um dos que provavelmente afetaram a aroeira dos sombreamentos mais intensos, sendo recomendável, portanto, produzir mudas em nível de sombreamento moderado (por volta de 20%) que proporcione a formação de plantas com menores áreas foliares específicas em campo. Assim, uma alta massa foliar específica, ou seja, uma menor área foliar específica (folhas mais grossas) seria benéfica porque menos material vegetal por unidade de área seria diretamente exposto à luz, reduzindo a perda de água e aumentando o auto-sombreamento entre cloroplastos (NAKAZONO et al., 2001). Para vinhático, em 8 meses após o plantio, a diferença na AFE entre as plantas dos diferentes sombreamentos iniciais não foi significativa, o que pode ter sido resultado de a espécie ter conseguido adaptar sua estrutura foliar à nova condição, como o verificado por Baroni (2005), para plantas de *Caesalpinia echinata* crescidas em 20% de luz solar total e transferidas para condições de 80% e 40% de luz solar total, nas quais houve diminuição da área foliar específica.

Com base nos parâmetros analisados (Figuras de 2 a 10), o nível de sombreamento de 22% a 35% para a produção de mudas de aroeira foi que proporcionou as melhores condições para o crescimento desta espécie até 8 meses após o plantio em pleno sol. Foram, em média, as originárias de 22 e 40% de sombreamento que apresentaram maior área foliar, possibilitando, assim, maior potencial fotossintetizante. Nestes níveis de sombreamento, também apresentaram matéria seca de raiz e razão raiz / parte aérea significativamente maiores, além da menor área foliar específica (maior espessura foliar), ou seja, características que dão suporte a maior taxa transpiratória (CARVALHO et al., 2006). Em plantas originárias do sombreamento de 22% também foi observada menor RAF (Figura 9), ou seja, as mesmas apresentaram folhas mais eficientes na produção de massa seca, necessitando de menor área foliar para formação de 1 grama de massa seca, além do que, se mostraram mais eficientes também na translocação de fotoassimilados, possuindo maior RMF (Figura 10).

As plantas de braúna originárias de mudas produzidas a 0% de sombreamento foram as que apresentaram melhores características morfológicas, até 8 meses após o plantio, em condições de pleno sol no campo, com destaque para maiores diâmetros e áreas foliares, além de apresentarem maior peso de matéria seca de raiz que as dos outros tratamentos.

As plantas de jacarandá, originárias de mudas produzidas sob os maiores níveis de sombreamento (em torno de 84% e 91%) foram as que, ao fim do período de 8 meses em campo, apresentaram os maiores valores de DNS e uma maior RRPA, em comparação às provindas dos demais tratamentos, o que está de acordo com o fato de ser considerada do grupo sucessionial das secundárias, pois foi favorecida pela intensidade de luz mais amena. Por outro lado, a exposição posterior a maior luminosidade resultou em uma menor razão de massa foliar (Figura 8) causada, provavelmente, pela menor quantidade de folhas, devido à queda das mesmas sob influência da nova condição.

O vinhático foi, das quatro espécies estudadas, a única que após 8 meses do plantio a sol pleno, não apresentou diferença significativa entre as plantas originárias de mudas dos diferentes sombreamentos iniciais.

## 5 CONCLUSÕES

O crescimento da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) após 8 meses em pleno sol foi favorecido pelo sombreamento inicial entre 22% e 35%.

A espécie *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna) apresentou melhores características de diâmetro ao nível do solo, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz em plantas originárias de mudas produzidas em 0% de sombreamento, 8 meses após plantio em pleno sol.

Após o plantio em campo e 8 meses sob sol pleno, as plantas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá) com as melhores características morfológicas encontradas (diâmetro ao nível do solo, razão raiz / parte aérea e razão de massa foliar) foram as provindas de mudas crescidas em 84% e 91% de sombreamento.

As plantas que após 8 meses em campo, sob sol pleno, não responderam aos sombreamentos iniciais foram as de *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático), porém o sombreamento inicial de 22% favoreceu o crescimento em altura.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. A.; TAVARES, A. R.; KANASHIRO, S.; LUZ, P. B.; JUNIOR, N. A. S.; Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (Fabaceae-Papilionoideae) no armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, Edição Especial, p.1624-1629, 2010.

ALCOFORADO FILHO F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N.; Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.17, n.2, p.287-303, 2003.

ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *jacaranda puberula* cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.323-329, 2005.

AMORIM, M.M.R. & SANTOS, L.C. Tratamento de vaginose bacteriana com gel vaginal de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi): ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, Rio de Janeiro, n.25, p.95-102, 2003.

ASSUMPCAO, J. & NASCIMENTO, M. T.; Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquípari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.14, n.3, p.301-315, 2000.

BARONI, A. M. **Caracterização do sistema fotossintético em folhas de plantas jovens de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil)**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 72p, 2005.

BERG, M. E.; VAN DEN. Formas atuais e potenciais de aproveitamento das espécies nativas e exóticas do Pantanal mato-grossense. *In*: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, I 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, p.31-136, 1986.

BRASIL. Portaria n. 06-N, de 15 de janeiro de 1992. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, P.870-872, 1992.

BUENO, P. C.; SCARIOT, A.; SEVILHA, A. C. Estrutura populacional de espécies madeireiras em áreas intactas e exploradas de floresta decidual. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.9, p.49-59, 2002.

CAMARGO, F. M. **Caracterização da vegetação lenhosa e do solo de um mosaico de cerrado, floresta semidecídua e floresta decídua em bocaíuva, MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 55p.; 1997.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e Controle de Mudanças Florestais**. Universidade Federal do Paraná, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, p.447, 1995.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CURI, N. Florística e estrutura da vegetação arbórea de um fragmento de floresta ciliar do Alto São Francisco (Martinho campos, minas gerais). **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, DF, v.6, p.5-22, 2000.

CARVALHO, P. E. R., **Espécies Arbóreas Brasileiras**. EMBRAPA. v.1, p.581-589, Brasília, 2003.

CARVALHO, P. E. R., **Espécies Arbóreas Brasileiras**. EMBRAPA. v.2, p.83-87, Brasília, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. EMBRAPA, Brasília, 2008.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

CLAUSSEN, J.W. Acclimatation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.80, n.3, p.245-255, 1996.

CORAIOLA, M. **Caracterização estrutural de uma floresta estacional semidecidual, localizada no Município de Cácia – Minas Gerais - Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba. 195p, 1997.

CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V.; CAMPOS, J. B. **Florestas. Sistemas de recuperação com essências nativas**. CATI, 60p. 1993.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; NASCIMENTO, C. E. S.; BORBA, B. C. Inventário das espécies arbóreas da caatinga em Petrolina-Pe. In: VI CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, Porto Seguro, **Resumos Técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, p.320-321, 2000.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T.; Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.9, p.71-85, 1997.

DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.3, p. 587-596, 2004.

ENGEL V. L.; POGGIANE, F. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais**. IPEF, n.43/44, p.1-10, 1990.

FARIAS, V. C. C.; VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; BATALHA, L. F. P. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*cedrelinga catenaeformis* (ducke) dücke) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.192-199, 1997.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, p.297-301, 1999.

FERNANDES, K. H. P.; MORI, E. S.; SILVA, M. R.; PINTO, C. S. Propagação vegetativa de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.853-856, 2008.

FERNANDES, A. G.; RODRIGUES, V.; CASTRO, A. A. F. F. Excursão ao longo do Rio Parnaíba. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 33; 1982. Maceió. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA, p.83-88, 1985.

FERREIRA, J. N.; RIBEIRO, J. F. FONSECA, C. E. L. Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae, Mimosoideae) sob inundação em diferentes níveis de luminosidade. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.4, p.561-566, 2001.

FERRETTI, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; ARBOEZ, G.F.; SANTOS, J.D.; BARROS, M.I.A.; LORZA, R.F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecofisiológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.3, n.7, p.73-77, 1995.

FLEIG, M.; KLEIN R. M. Anacardiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí-SC, 64p, 1989.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

FONSECA, M. G.; LEAO, N. V. M.; SANTOS, F. A. M. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Pseudopiptadenia psilostachya* (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima (Leguminosae) em diferentes ambientes de luz. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.6, p.885-891, 2006.

FRANCO, A. M. S. ; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Ktze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, Porto Alegre, v.34, p.135-144, 2007.

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. **Nutrição e fertilização florestal**. IPEF, Piracicaba, p.352-379, 2000.

GUERRA, M. J. M.; BARREIRO, M. L.; RODRIGUEZ, Z. M.; RUBALCADA, Y. Actividad antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Cubana**, Havana, v.5, n.1, p.5-23, 2000.

HULLER, A.; COELHO, G. C.; LUCCHESI, O. A.; SCHIRMER, J. A comparative study of four tree species used in riparian forest restoration along Uruguay River, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, vol.33, n.2, p.297-304, 2009.

ILLENSEER, R.; & PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.16, n.4, p.385-394, 2002.

**Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (Brasil 2010)**. Estudos & Pesquisas informação geográfica, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. n.7, 443p, Rio de Janeiro, 2010.

INOUE, M. T.; GALVÃO, F.; Desempenho assimilatório de *Mimosa scabrella*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius* e *Matayba elaeagnoides*, em dependência da intensidade luminosa. **Acta Forestalia Brasilienses**, Curitiba, v.1, p.89-98, 1986.

JONES, H. G.; Plants and microclimate. 2° edition. **Cambridge University Press**, Cambridge. 428p, 1992.

LARCHER W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, Rima, 531p, 2000.

LEÃO A. C.; VINHA S. G. Ocorrência de jacarandá no Sul da Bahia. **Cacau Atualidades**. Ilhéus, v.12, p.22-27, 1975.

LENZI, M.; E ORTH, A. I. Caracterização Funcional do Sistema Reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n.2, p.198-201, 2004.

LEWIS, G. P.; WARWICK, M. C. Revision of *Plathyenia* (Leguminosae-Mimosoideae). **Endinburgh Journal of Botany**, Endinburgh, v.60, n.2, p.111-119, 2003.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da luz no crescimento de plântulas de *virola surinamensis* (rol.) warb. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Publicação Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça / Faef. v.4, n.8, 2006.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae), **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, n.1, p.5-10, 2008.

LIMA, R. S. de; OLIVEIRA, P. L.; RODRIGUES, L. R. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 361-374, 2009.

LIMA, M. A. O.; MIELKE M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A-A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.87, p.527-534, 2010.

LOPES, J. C.; THOMAZ, L. D.; AREAS, H. A.; SILVA, D. M. Levantamento Florístico e Fitossociológico dos Remanescentes de Mata Atlântica no Parque Nacional do Caparaó – Ibitirama – ES. In: VI CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS. **Resumos Técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, p.325-326, 2000.

LOPES, R. M. F.; FREITAS, V. L. O.; LEMOS FILHO, J. P.; Biometria de frutos e sementes e germinação de *Plathymenia reticulata* Benth. e *Plathymenia foliolosa* Benth. (Fabaceae - mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.797-805, 2010.

LOPES, W. P.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no parque estadual do Rio Doce – Minas Gerais, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.16, n.4, p.443-456, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Plantarum, Nova Odessa, v.1, 368p, 2002.

MAIA G. N.; Caatinga: árvores, arbustos e suas utilidades. São Paulo: **Leitura & Arte**, 413p, 2004.

MAGALHAES, N. S.; MARENCO, R. A.; MENDES, K. R.; Aclimação de mudas de acariquara à alta irradiância. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.687-694, 2009.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON, J. B. H.; FRANCO A. C.; FAGG C. W.; Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum rubescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.22, n.4, p.941-953, 2008.

MONTAGNINI, F.; FANZERES, A.; VINHA S. G. Estudos de restauración ecológica em La región Del bosque atlântico de Bahía, Brasil. **Yvyrareta**, Eldorado, v.5, n.5, p.9-23, 1994.

MUNHOZ, C.B.R. & PROENÇA, C. Composição florística no município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, p.102-150, 1998.

NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.173-179, 2001.

NAVES, V. L. **Crescimento, distribuição de matéria seca, concentração de clorofilas e comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas a diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa**. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.

KITAJIMA, K. Ecophysiology of tropical tree seedlings.. In: S.S. Mulkey; R.L. Chazdon & A.P. Smith (eds.). **Tropical Forest Plant Ecophysiology**, Chapman and Hall, New York, p.559-596, 1996.

OBERBAUER, S.F. & STRAIN, B. R. Effects of light regime on the growth and physiology of *Pentaclethra maculosa* (Mimosaceae) in Costa Rica. **Journal of Applied Ecology**, p.303–320, 1985.

OLIVEIRA, F. A. T.; CARVALHO, W. A. C.; MACHADO, E. L. M.; HIGUCHI, P.; APPOLINÁRIO, V.; CASTRO, G. C.; SILVA, A. C.; SANTOS, R. M.; BORGES, L. F.; CORRÊA, B. F.; ALVES, J. M. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.1, p.149-161, 2007.

PACHECO, F. V. **Caracterização do crescimento de mudas de três espécies florestais sob diferentes níveis de sombreamento**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M. & LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos causadores da podridão-mole. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.365-371, 2005.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M. & LIMA, C. R.; Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.275-282, 2004.

PEDROSO, S. G. & VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*ceiba pentandra* (e.) gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.47-51, 1995.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeito da invasão biológica de algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw) DC. Sobre a composição e estrutura do estrato arbustivo-arboreo da Caatinga no Município de Monteiro, PB, **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.4, p.887-898, 2006.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *clitoria fairchildiana* howard e *peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.163-170, 2001.

POPMA, J.; BONGERS, F. The effect of canopy gaps on growth and morphology of seedlings of rain forest species. **Oecologia**, Berlin, n.75, p. 625-632, 1988.

PORTES, M. T.; ALVES, T. H.; SOUZA, G. M.; Water deficit affects photosynthetic induction in *bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understory and gap conditions, **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.18, n.4, p.491-502, 2006.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI J. M., FAGG, C. W.; SOUSA-SILVA, J. C.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.2, p.351-358, 2004.



REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; PAULA, R. C.; MAESTRI, M.; BORGES, E. E. L.; Crescimento e ponto de compensação lumínico em mudas de espécies florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.18, n.2, p.97-106, 1994.

RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2071-2081, 1999.

RIZZINI C. T.; MATTOS FILHO, A. Dados sobre algumas matas do sul da Bahia. Brasil Florestal, Rio de Janeiro, v.5, n.17, p.38-41, 1974.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 301p, 2001.

RONQUIM, C. C. **Caracterização do sistema fotossintético em folhas de plantas jovens de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil)**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

SALES, J. F.; PINTO, J. E. B. P.; FERRI, P. H.; SILVA, F. G.; BOTREL, P. P.; GAVILANES, M. L.; BERTOLUCCI, S. K. V. Influência do nível de irradiância no crescimento e rendimento de óleo essencial em hortelã-do-campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.2, n.22; p.464, 2004.

SALIS, S. M.; ASSIS, M. A.; CRISPIM, S. M. A.; CASAGRANDE, J. C.; Distribuição e abundância de espécies arbóreas em cerradões no Pantanal, Estado do Mato Grosso Do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.3 , p.339-352, 2006.

SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora*) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.652-655, 2001.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**. v.27, n.6, p.753-758, 2003.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F. Desenvolvimento de mudas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.166-169, 2006.

SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; ADORIAN G. C.; CAPELLARI D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, n.3, p.467-472, 2008.

SILVA, M. A.; MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; PEREIRA B. A.; FILGUEIRAS T. S.; FAGG, C. W. Flora vascular do vão do Paranã, Estado de Goiás, Brasil. **Boletim Herbário Zedechas Paulo Heringer**, Brasília, v.14, p.49-127, 2004.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z.; Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.6, p.1019-1026, 2007.

SILVA, L. A.; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional semidecidual em afloramento calcário (Fazenda São Jose, São Domingos, GO, bacia do Rio Paranã). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.17, n.2 p.302-313, 2003.

SILVA, L. A.; SOARES, J. J. Levantamento fitossociológico em um fragmento de floresta estacional semidecidual, no Município de São Carlos, SP. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.6, n.2, p.205-216, 2002.

SILVESTRINI, M.; VALIO, I. F. M.; MATTOS, E. A. Photosynthesis and carbon gain under contrasting light levels in seedlings of a pioneer and a climax tree from a Brazilian Semideciduous Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.3, p.463-474, 2007.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Tabebuia rosea* (Bertoloni) a.p. de Candolle (Bignoniaceae), uma espécie exótica com potencial invasor. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.2, p.229-238, 2007.

SOUZA, R. P.; Germinação, crescimento, atividade fotossintética e translocação de compostos de carbono em espécies arbóreas tropicais: estudo comparativo e influência do sombreamento natural. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), UNICAMP, Campinas, 1996.

STRATTON, C. & GOLDSTEIN, G.; Carbon uptake, growth and resource-use efficiency in one invasive and six native Hawaiian dry forest tree species, **Tree Physiology**, Victoria, Canada, v.21, p.1327-1334, 2001.