

**MARAYANA PRADO PINHEIRO**

**VARIAÇÃO SAZONAL NO MICROCLIMA DO SUB-BOSQUE E SEUS EFEITOS  
NO ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE *Caesalpinia echinata* Lam. E DE *Cariniana  
legalis* (Mart.) Kuntze EM FLORESTA DE ENCOSTA E CABRUCO NO SUL DA  
BAHIA, BRASIL**

**ILHÉUS – BAHIA  
2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**MARAYANA PRADO PINHEIRO**

**VARIAÇÃO SAZONAL NO MICROCLIMA DO SUB-BOSQUE E SEUS EFEITOS  
NO ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE *Caesalpinia echinata* Lam. E DE *Cariniana  
legalis* (Mart.) Kuntze EM FLORESTA DE ENCOSTA E CABRUCO NO SUL DA  
BAHIA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, sub-programa Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de concentração: Biodiversidade e uso dos Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Schramm Mielke  
Co-orientadores: Prof. Dr. André Márcio Amorim  
Profa. Dra. Solange França

**ILHÉUS – BAHIA  
2007**

**MARAYANA PRADO PINHEIRO**

**VARIAÇÃO SAZONAL NO MICROCLIMA DO SUB-BOSQUE E SEUS EFEITOS  
NO ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE *Caesalpinia echinata* Lam. E DE *Cariniana  
legalis* (Mart.) Kuntze EM FLORESTA DE ENCOSTA E CABRUCO NO SUL DA  
BAHIA, BRASIL**

Aprovada em 20/04/2007

Comissão Examinadora

---

Prof. Dr. Marcelo Schramm Mielke  
UESC - Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Helena Rosa Sambuichi  
UESC

---

Prof. Dr. Eduardo Mariano Neto  
UESB

**ILHÉUS – BAHIA  
2007**

## **DEDICATÓRIA**

À minha família, em especial aos meus pais, pelo incentivo ontem, hoje e sempre...

## AGRADECIMENTOS

À DEUS.

À Universidade Estadual de Santa Cruz e ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento.

Ao Instituto Biofábrica do Cacau (IBC) pela concessão das mudas.

Ao Prof. Dr. Marcelo Schramm Mielke, pela orientação, dedicação e confiança desde a iniciação científica, pela oportunidade e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos professores Solange França e André Amorim, pelos ensinamentos e pela ajuda fundamental para a realização desse estudo.

Aos proprietários e funcionários da Fazenda Teimoso, pelo apoio e hospitalidade, em especial a Val e a Chicão, pela valiosa ajuda no campo.

Aos meus irmãos Lorena, Moriano e Diego pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

Aos amigos Rondinele, Emerson, Josafá e Dinara pela incondicional ajuda no campo.

Ao professor Eduardo Mariano Neto e às professoras Raquel Maria de Oliveira e Regina Helena Rosa Sambuichi pelas sugestões.

Aos professores, funcionários e colegas do Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da UESC pelo apoio e convivência ao longo desse período.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente na realização desse estudo.

## SUMÁRIO

	<b>RESUMO</b> .....	vii
	<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1	Objetivo .....	3
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
2.1	Mata Atlântica .....	4
2.2	O sul da Bahia e o sistema de cultivo em cabucas .....	7
2.3	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam. – Caesalpinaceae (Pau-brasil) .....	10
2.4	<i>Cariniana legalis</i> (Martius) Kuntze – Lecythidaceae (Jequitibá-rosa) .....	12
2.5	Caracterização da cobertura de dosséis florestais .....	13
2.6	Microclima do sub-bosque em áreas florestais .....	16
2.7	Estabelecimento e crescimento de espécies arbóreas .....	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	21
3.1	Área de estudo .....	21
3.1.1	Caracterização da área de estudo .....	21
3.1.1.1	Área de floresta .....	21
3.1.1.2	Área de cabruca .....	22
3.1.1.3	Análise do solo .....	23
3.2	Cobertura do Dossel .....	23
3.2.1	Análise das fotografias hemisféricas .....	24
3.3	Microclima do sub-bosque e em área aberta .....	25
3.3.1	Análise dos dados de microclima .....	26
3.4	Material vegetal .....	27
3.4.1	Crescimento .....	27
3.4.2	Delineamento experimental e análise estatística .....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	30
4.1	Precipitação .....	30
4.2	Fotografias hemisféricas .....	31
4.3	Microclima do sub-bosque .....	33
4.3.1	Temperatura do ar .....	33
4.3.2	Umidade relativa do ar .....	37
4.3.3	Comportamento da temperatura e umidade relativa do ar ao longo do dia .....	40

4.4	Estabelecimento de mudas .....	41
4.4.1	<i>Caesalpinia echinata</i> .....	42
4.4.2	<i>Cariniana legalis</i> .....	44
4.5	Sobrevivência .....	46
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
5.1	Precipitação .....	47
5.2	Fotografias hemisféricas .....	47
5.3	Microclima do sub-bosque .....	50
5.4	Estabelecimento de mudas .....	52
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>59</b>

**VARIAÇÃO SAZONAL NO MICROCLIMA DO SUB-BOSQUE E SEUS EFEITOS NO ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE *Caesalpinia echinata* Lam. E DE *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze EM FLORESTA DE ENCOSTA E CABRUCO NO SUL DA BAHIA, BRASIL**

**RESUMO**

*Caesalpinia echinata* Lam. (Caesalpinaceae) “pau-brasil” e *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze (Lecythidaceae) “jequitibá-rosa” são duas espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica de importância cultural, econômica e ambiental. Este trabalho teve por objetivo avaliar, em condições de campo, aspectos ambientais que afetam o estabelecimento de mudas de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) e de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa). O estudo foi conduzido em área de floresta nativa e em área de cabruca (Mata Atlântica raleada para o cultivo do cacau), na Fazenda Teimoso (15°12’S, 39°29’W), Jussari, BA. A área da floresta é formada por uma encosta que varia de 200 a 850 m de altitude. Na base (abaixo de 500 m) predominam espécies da floresta estacional (semidecídua), e no topo (acima de 500 m) ocorrem espécies da floresta ombrófila. Cinquenta mudas de cada espécie foram plantadas, aleatoriamente, na base (240 m), no topo (640 m) e na cabruca (250 m). Ao longo de um ano foram realizadas coletas de dados trimestrais de diâmetro e altura das mudas, além de dados referentes à abertura do dossel (CO) e do índice de área de planta (PAI) através de fotografias hemisféricas. Sensores de temperatura e umidade relativa do ar Hobo H8 Pro Series foram instalados nos três locais e numa área aberta (270 m), para fins de comparação. Ao final do experimento todas as mudas sobreviventes foram coletadas visando análise do incremento em biomassa e área foliar, além de percentuais de sobrevivência. O somatório da precipitação (1163 mm) foi inferior aos dados relatados na literatura para a região. Pode-se considerar que a área da floresta analisada apresenta-se com dossel relativamente fechado, com pouca penetração de radiação luminosa no sub-bosque (CO variando de 3,1 a 7,7%). Na área de cabruca, devido à cobertura formada pelos cacagueiros, o dossel apresentou-se mais fechado (CO variando de 2,5 a 6,1%). As maiores temperaturas foram obtidas na área aberta quando comparada com os demais ambientes e os maiores percentuais de umidade relativa foram registrados no topo da encosta. Tanto as mudas de *C. echinata* quanto às de *C. legalis* não apresentaram diferenças significativas para todas as variáveis de crescimento analisadas entre os ambientes de floresta, porém, as mudas das duas espécies apresentaram melhor desenvolvimento na área de cabruca. Com base nos resultados obtidos foi possível concluir que, a) o gradiente de altitude e a sazonalidade climática exerceram efeitos nas variações da cobertura do dossel na área de floresta analisada; (b) as variações microclimáticas observadas no sub-bosque da área de floresta foram mais dependentes do gradiente de altitude e da sazonalidade climática do que da cobertura do dossel; (c) o maior crescimento das mudas na área de cabruca pode estar relacionado à menor competição entre as espécies na área e à maior penetração da radiação luminosa no sub-bosque, apesar da sombra exercida pelos cacagueiros.

*Palavras-chave:* espécies nativas, fotografias hemisféricas, gradiente de altitude.

**SEASONAL CHANGES IN THE UNDERSTOREY MICROCLIMATE AND THEIR EFFECTS IN THE ESTABLISHMENT OF *Caesalpinia echinata* Lam. AND *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze SEEDLINGS IN HILLSIDE FOREST AND CABRUCO IN THE SOUTH OF BAHIA, BRAZIL**

**ABSTRACT**

*Caesalpinia echinata* Lam. (Caesalpinaceae) “pau-brasil” e *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze (Lecythidaceae) “jequitibá-rosa” are two native woody species of the southern Bahian Atlantic rainforest of cultural, economical and environmental importance. This work was done with the objective to evaluate, in field conditions, environmental aspects that affect the establishment of *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) and *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) seedlings. The study was conducted in an area of native forest and in a cabruca (Atlantic Rainforest after thinning to cocoa cultivation), both located in 'Fazenda Teimoso' (15°12'S, 39°29'W), Jussari, Bahia. The area of the forest is formed by a hillside that varies from 200 to 850 m of altitude. In the base (below 500 m) species of the semideciduous forest prevail, and in the top (above 500 m) species of moist forest are predominant. Fifty seedlings of each species were planted in the base (240 m), in the top (640 m) and in the cabruca (250 m). Along one year four campaigns to collect data of diameter and height of the seedlings were accomplished, as well as data of the canopy openness (CO) and plant area index (PAI), obtained by hemispherical photographs. Sensors of air temperature and air relative humidity Hobo H8 Pro Series were installed in the study sites and in an open area (270 m), for comparisons. At the end of the experiment all the surviving seedlings were collected seeking analysis the increment in biomass and leaf area, moreover the survival percentuals. The sum of precipitation (1163 mm) was inferior to the data described in the literature for Jussari. It can be considered that the forest area have a relatively closed canopy, with low solar radiation penetration in the understory (CO varying from 3,1 to 7,7%). In the cabruca, due to the covering formed by the cocoa trees, the canopy came more closed (CO varying from 2,5 to 6,1%). The highest temperatures were obtained in the open area when compared with the other sites and the highest air relative humidity were registered in the top of the hillside forest. Seedlings of *C. echinata* as well as for *C. legalis* didn't present significant differences for all the growth variables analyzed among the forest sites, however, the seedlings of the two species presented better development in the cabruca. Based on the results was possible to conclude that: (a) the altitude gradient and the climatic seasonality affects the changes of the CO in the analysed forest; (b) the microclimatic variations observed at the forest understory were more dependent to the altitude gradient and to the climatic seasonality than to the CO; (c) the highest growth of the seedlings in the cabruca can be related to smallest competition among species and to the highest solar radiation in the understory, in spite of the shade of the cocoa trees.

*Key-words:* native species, hemispherical photographs, altitude gradient.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica do sul da Bahia .....	8
Tabela 2	Propriedades químicas e granulometria do solo à profundidade de 0-20 cm em área de floresta (base e topo) e em área de cabruca, na Fazenda Teimoso, Jussari, BA .....	23
Tabela 3	Valores da abertura do dossel (CO, %) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, entre abril de 2005 e abril de 2006. Valores médios de CO $\pm$ erro padrão. Valores entre parênteses correspondem aos mínimos e máximos observados. n = 6 .....	32
Tabela 4	Valores do índice de área de planta (PAI m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), Valores médios de PAI $\pm$ erro padrão. Valores entre parênteses correspondem aos mínimos e máximos observados. n = 6 .....	32
Tabela 5	Variáveis de crescimento para mudas plantadas de <i>Caesalpinia echinata</i> Lam. (pau-brasil), em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, em abril de 2006. Valores médios $\pm$ erro padrão. n = 25 .....	43
Tabela 6	Variáveis de crescimento para mudas plantadas de <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, em abril de 2006. Valores médios $\pm$ erro padrão. n = 25 .....	45
Tabela 7	Percentuais de sobrevivência de mudas plantadas de <i>Caesalpinia echinata</i> e <i>Cariniana legalis</i> em abril de 2006, em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca) em relação ao momento do plantio em abril de 2005 (n =50), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA .....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Precipitação pluviométrica na Fazenda Teimoso, município de Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006 e média normal do período entre 1968 e 1990 (BAHIA, 2001) .....	30
Figura 2	Médias mensais da temperatura do ar mínima (A), média (B) e máxima (C), em quatro ambientes (área aberta, base e topo de uma floresta e em área de cabruca) na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006 .....	35
Figura 3	Temperatura média do ar diurna (A) e noturna (B), em quatro ambientes (área aberta, base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006 .....	36
Figura 4	Médias da umidade relativa do ar máxima (A), média (B) e mínima (C), em quatro ambientes (área aberta, base e topo de uma floresta e em área de cabruca) na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006 .....	38
Figura 5	Umidade relativa do ar média diurna (A) e noturna (B), em quatro ambientes (área aberta, base e topo de uma floresta e em área de cabruca) na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006 .....	39
Figura 6	Comportamento da temperatura e umidade relativa média do ar ao longo do dia em dois dias contrastantes: 10/07/05 (A e C) e 05/03/06 (B e D), em quatro ambientes (área aberta, base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA .....	41
Figura 7	Diâmetro do colo e altura da parte aérea de mudas plantadas de <i>Caesalpinia echinata</i> Lam. (pau-brasil) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, entre abril de 2005 e abril de 2006. n = 25 .....	43
Figura 8	Diâmetro do colo e altura da parte aérea de mudas plantadas de <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, entre abril de 2005 e abril de 2006. n = 25 .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

Após 500 anos de colonização e apesar de possuir status de “patrimônio nacional”, pela Constituição de 1988, o bioma Mata Atlântica está reduzido a menos de 8% de sua extensão original (MORELLATO; HADDAD, 2000; MMA, 2002). Esta cobertura florestal, praticamente contínua, ainda que muito diversificada em sua constituição fitofisionômica e florística, estendia-se, no Brasil, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, além de extensões na Argentina e no Paraguai (GUSMÃO, 1991; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000).

Originalmente, o estado da Bahia possuía uma faixa contínua de Mata Atlântica com largura variável entre 100 e 200 km, desde Salvador até a fronteira com o estado do Espírito Santo, estando nos dias atuais reduzida a apenas 4% da sua extensão original (THOMAS et al., 1998), com a maior parte localizada em pequenos remanescentes florestais.

O sul da Bahia é uma região de Mata Atlântica muito rica em espécies e com alto grau de endemismo (THOMAS et al., 1998), tendo sua história socioeconômica intimamente ligada à cultura do cacau (*Theobroma cacao* L.) (DEAN, 1996; SAMBUICHI, 2002; MAY; ROCHA, 1996), o qual é tradicionalmente cultivado em sistema de “cabruca”. Nesse sistema de cultivo, conserva-se apenas uma parte selecionada das árvores da mata nativa, substituindo-se o sub-bosque por cacaueiros. Mesmo com toda a devastação, essa região ainda conserva uma vegetação florestal de alta complexidade, em consequência das árvores remanescentes nas plantações de cacau (SAMBUICHI, 2002; SAMBUICHI, 2003), entretanto há a necessidade de mais estudos quanto ao papel ecológico das cabrucas e o quão dependente esse sistema é dos remanescentes de floresta nativa, para sua possível função como corredor ecológico.

*Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze

(jequitibá-rosa) são duas espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica, com diferenças morfológicas e exigências ambientais distintas durante a fase de estabelecimento de plântulas no interior de florestas maduras (CARVALHO, 1994). Apesar da grande importância histórica para o país, devido à exploração ostensiva desde o início da colonização européia, *C. echinata* encontra-se na lista oficial de flora ameaçada de extinção ([www.ibama.gov.br/flora/extincao.htm](http://www.ibama.gov.br/flora/extincao.htm)). *C. legalis*, por outro lado, mesmo estando entre as árvores emergentes da Mata Atlântica, encontra-se em perigo, principalmente em decorrência da exploração desordenada e sem plantio de reposição (CARVALHO, 1994).

Na região sul da Bahia, a Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Teimoso (RST) (15°12'S, 39°29'W), é um fragmento de floresta atlântica, que atinge 850 m de altitude, situada em uma das vertentes da Serra da Ouricana. Fatores edáficos e climáticos estão presentes no gradiente de altitude influenciando na composição florística, podendo as florestas das porções mais baixas e mais altas desse fragmento serem consideradas como semidecíduais e ombrófilas, respectivamente (THOMAS et al., subm.). Em seu estudo sobre a florística de plantas dessa área, Amorim et al. (2005) compararam a listagem de espécies obtidas com as de outras florestas tropicais do sudeste da Bahia - Reserva Biológica de Una e Parque Estadual da Serra do Conduru – revelando um alto número de gêneros e espécies em comum.

Na área da RST diversas espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica, dentre elas *C. echinata* e *C. legalis*, ocorrem espontaneamente (BERBERT, 2001). *C. legalis* apresenta indivíduos distribuídos ao longo do gradiente de altitude, ao passo que, indivíduos de *C. echinata* são encontrados apenas na porção mais baixa da floresta.

Visto que a fase de estabelecimento de plântulas é uma das etapas mais críticas no ciclo de vida das espécies arbóreas, avaliações 'in situ' de variáveis ambientais e de crescimento permitem analisar os processos ecofisiológicos relacionados com a regeneração

natural dessas espécies (KOZLOWSKI et al., 1991; LUTTIGE, 1997). Além disso, a busca pelo estabelecimento de correlações entre aspectos edáficos e microclimáticos em fragmentos florestais com a ocorrência, o crescimento e o desenvolvimento de espécies vegetais (LOIK; HOLL, 2001; HERNANDES et al., 2002; PEZZOPANE et al., 2002; TANG; FANG, 2006), e a constatação do pequeno número de informações acerca do desenvolvimento de espécies arbóreas nativas, têm apontando um grande campo potencial de pesquisa, principalmente na recuperação de áreas degradadas (PAIVA; POGGIANI, 2000).

Assim, o conhecimento de aspectos ambientais relacionados ao estabelecimento e à sobrevivência de indivíduos de espécies arbóreas nativas ameaçadas, como *C. echinata* e *C. legalis*, torna-se requisito básico para o desenvolvimento de programas de reintrodução e manejo dessas espécies em áreas de cabruca e outros remanescentes de Mata Atlântica.

## 1.1 Objetivo

Este trabalho teve por objetivo avaliar, em condições de campo, aspectos ambientais que afetam o estabelecimento de mudas de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) e de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa).

Para tal foram analisados (a) os efeitos do gradiente de altitude e da sazonalidade climática nas variações da cobertura do dossel em um fragmento de floresta atlântica na região sul da Bahia; (b) os efeitos da cobertura do dossel no microclima do sub-bosque de um fragmento de floresta atlântica e de uma área de cultivo de cacau em sistema de cabruca e (c) os efeitos do microclima do sub-bosque no estabelecimento de mudas de *C. echinata* e de *C. legalis*.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Mata Atlântica

Reconhecida como um dos biomas mais ricos do mundo e o mais prioritário para a conservação da biodiversidade em todo o continente americano, figurando entre os 25 hotspots mundiais (MORELLATO; HADDAD, 2000; MYERS et al., 2000; MMA, 2002), a Mata Atlântica é a formação florestal mais antiga do Brasil, apresentando afinidades com outras formações florestais brasileiras, como a Floresta Amazônica e as Matas de Planalto (LEITÃO FILHO, 1987), possuindo várias espécies comuns a duas ou até três formações.

Alguns fatores como variação latitudinal (de 5° a 25° de latitude sul), variação de altitudes (desde o nível do mar até mais de 1.000 m), contatos temporários com a Floresta Amazônica, além da presença de muitos ecossistemas associados (campos de altitude, restinga, mangues, brejos e outros), fazem da Mata Atlântica um dos biomas de maior diversidade biológica (ALMEIDA, 2000; MMA, 2002).

Devido a essa enorme diversidade, tanto a conceituação quanto a delimitação fitogeográfica da Mata Atlântica são bastante controversas. Para Gusmão (1991), embora esta cobertura florestal seja heterogênea e esteja hoje muito reduzida e fragmentada, uma denominação comum que a considere na sua totalidade é justificável, uma vez que a Floresta Amazônica, embora seja também muito heterogênea e diversificada, tem sua designação aceita sem contestação. Assim, esse autor sugere que a denominação Mata Atlântica seja aceita.

Segundo Thomas et al. (1998), dentro do bioma Mata Atlântica, pelo menos três centros de endemismos distintos são reconhecidos para vários grupos biológicos. Dois desses centros estão localizados na região Nordeste, um nas florestas costeiras dos estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, restritas às matas de brejo ou topo de morros e outro, nas

matas costeiras do sudeste da Bahia e norte do Espírito Santo, formando uma faixa do complexo pluvial atlântico com características peculiares, denominada Hiléia Baiana. O terceiro centro de endemismo está localizado na região sudeste, incluindo as matas do litoral sul de São Paulo até o norte do Rio de Janeiro, estendendo-se até o estado do Espírito Santo.

Variações florísticas e fitofisionômicas dentro do domínio da Floresta Atlântica, devido a variações climáticas da costa para o interior, foram observadas por Oliveira-Filho; Fontes (2000), sendo possível constatar, em algumas áreas, um gradiente de florestas ombrófilas costeiras e florestas estacionais. Trabalhando com espécies arbóreas no sudeste do Brasil, esses autores encontraram maior similaridade florística, no nível de espécies, entre florestas atlânticas ombrófilas e semidecíduais do que entre qualquer destas e as florestas amazônicas, ou mesmo os cerrados. Entretanto, foi observada a existência de fortes laços florísticos entre as florestas semidecíduais e cerrados, particularmente nos níveis de gênero e família, sugerindo, assim como Gusmão (1991), que a definição de florestas atlânticas deve ser tão abrangente quanto à das florestas amazônicas.

Diante das evidências obtidas em sua análise fitogeográfica da Mata Atlântica, Scudeller (2002) conclui que existe uma tendência às localidades das florestas ombrófilas e estacionais formarem dois grupos florístico-estruturais, porém, devido à grande heterogeneidade florística e à contínua substituição de espécies ao longo de toda a extensão desse bioma, esses grupos não são bem definidos.

Neves (2005) afirma que, após ampla discussão, chegou-se à conclusão de que o termo Mata Atlântica poderia ser utilizado sob duas denominações: Mata Atlântica *sensu lato*, aplicado à vegetação que ocorre ao longo do litoral brasileiro, além de extensões na Argentina e no Paraguai e os ecossistemas associados; e Mata Atlântica *sensu stricto*, restrito às áreas de Floresta Ombrófila Densa litorâneas.

Além da Mata Atlântica apresentar grande heterogeneidade de distribuição e

abundância de espécies devidas, principalmente, ao gradiente geográfico, climático e altitudinal (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; SCUDELLER, 2002), esse bioma possui uma diversidade de solos e relevo que também vão ser responsáveis por sua alta diversidade biológica.

No sudeste da Bahia, tendo como base levantamentos realizados em Serra Grande e na Reserva Biológica de Una, Thomas et al. (1998) mostraram que nesta região, entre 45 e 48% das espécies de plantas vasculares são endêmicas da Mata Atlântica, cerca de 8% apresentam distribuição disjunta entre este bioma e a Amazônia e aproximadamente 30% são encontradas exclusivamente na faixa da Hiléia Baiana.

Apesar de toda riqueza e importância biológica, mais de 90% da cobertura original da Mata Atlântica foi destruída e os remanescentes continuam sendo devastados. O processo de sua destruição tem raízes históricas. Desde a chegada dos colonizadores portugueses no Brasil, em 1500, essa região passou a ser reconhecida por sua riqueza em madeiras. Primeiramente, em função do pau-brasil, que teve seus estoques rapidamente esgotados. Mais tarde, outras espécies de grande valor para o comércio e a indústria naval portuguesa também foram dizimadas (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996).

As poucas áreas de Mata Atlântica ainda hoje bem preservadas estão localizadas em escarpas muito íngremes ou em altitudes elevadas, onde práticas agrícolas ou madeireiras em larga escala se tornam inviáveis, além de poucas áreas de preservação ambiental (MORENO et al., 2003), porém, mesmo em encostas íngremes o desmatamento continua ocorrendo.

A exploração desordenada de seus recursos naturais e a substituição dos remanescentes florestais pela expansão de áreas agrícolas e urbanas são as principais causas da degradação desse ecossistema (MMA, 2002; YOUNG, 2005). Atualmente, a região abriga os maiores pólos industriais e silviculturais do Brasil, além dos mais importantes aglomerados urbanos. Em várias regiões existem apenas fragmentos isolados, incapazes de abrigar

espécimes que necessitam de grandes territórios e de continuar mantendo processos ecológicos básicos.

## **2.2. O sul da Bahia e o sistema de cultivo em cabruças**

A região sul da Bahia consiste numa das áreas de maior valor biológico da Mata Atlântica, possuindo uma cobertura vegetal formada por diversas formações, sendo as principais as Matas de Tabuleiro, as Matas Semidecíduas, os Ecossistemas Costeiros (Manguezais e Matas de Restinga) e os Campos Naturais (“mussunungas”), incluindo os diversos estágios sucessionais em que se encontram.

As florestas dessa região são caracterizadas por árvores altas e abundância de epífitas (ARAÚJO et al., 1998) que variam fisionômica e floristicamente acompanhando um gradiente altitudinal e climático existente (GOUVÊA et al., 1976). Muitas espécies arbóreas da região sul da Bahia (Tabela 1) apresentam importância econômica, ambiental e cultural. Desde a época do descobrimento, com a extração do pau-brasil nas florestas próximas ao litoral, essa região vem sofrendo intensa exploração.

O cacau foi introduzido, no estado da Bahia, em meados do século XVIII (DEAN, 1996; MAY; ROCHA, 1996), quando mudas trazidas do estado do Pará foram plantadas nas matas úmidas costeiras, principalmente em florestas ombrófilas densas ou mais abertas, restingas e mangues. Posteriormente, com a expansão da cultura, esta passou a ocupar áreas de solos menos férteis (MAY; ROCHA, 1996).

O sistema de cabruca é semi-intensivo, tendo como característica principal o manejo do cacauero, uma cultura exótica à Mata Atlântica. Nesse sistema, raleia-se a floresta e planta-se o cacau sob a sombra das árvores nativas, mantendo-se resquícios do ecossistema original. Por ocupar parte da cobertura florestal remanescente no estado da Bahia, tem sido

proposto que as cabruças serviriam como ambientes florestais para muitas espécies (SAMBUICHI, 2002).

Tabela 1. Espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica do sul da Bahia.

Nome científico	Nome vulgar
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	pau-brasil
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	jequitibá-branco
<i>Cavanillesia arborea</i> K. Schum	barriguda
<i>Cedrella odorata</i> L.	cedro-rosa
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Fr. Allem.	jacarandá-da-bahia
<i>Diplostropis incexis</i> Rizz & Matt	sucupira
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth et Bouché	gameleira preta
<i>Lecithys pisonis</i> Camb.	sapucaia
<i>Melanoxylum brauna</i> Schott	braúna
<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth	vinhático
<i>Manilkara salzmannii</i> (DC) Lam.	maçaranduba
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	pau-sangue
<i>Caryocar edule</i> Casar	pequi
<i>Virola gardneri</i> A (DC.) Wab	bicufba, bicufba-vermelha

Com o avanço da epidemia ocasionada pela presença do fungo *Monillioptthora* (= *Crinipellis*) *perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, agente causal da vassoura-de-bruxa, e a crise do mercado internacional do cacau, muitos produtores buscaram outras alternativas econômicas. Tal fato ocasionou um processo generalizado de deterioração da paisagem, que teve sua origem, principalmente, no desmatamento indiscriminado e no manejo agrícola inadequado, com a implantação de pastagens e diversificação de culturas (ALGER; CALDAS, 1996).

Vários estudos demonstram a importância das cabruças para a conservação ambiental, pois além da conservação do solo e do clima, este sistema possui potencial papel como corredor biológico. Porém, de acordo com vários autores, os níveis de biodiversidade nas áreas de cabruca parecem estar relacionados com a proximidade dessas com áreas de florestas nativas, sendo necessários mais estudos sobre a flora e fauna que compõem essas áreas e a matriz em que elas estão inseridas (RICE; GREENBERG, 2000; ARGÔLO, 2001;

SAMBUICHI, 2002; SAMBUICHI, 2003; FARIA et al., 2006).

Estudando a ocorrência de serpentes em cacauais na região sudeste da Bahia, Argôlo (2001) afirma que esta região abriga uma ofiofauna diversificada e que a estrutura complexa do cacaual proporciona sítios de reprodução para serpentes em diversos estratos.

Em uma área de cabruca antiga com 2,6 ha em Ilhéus, sul da Bahia, Sambuichi (2002) encontrou diversas espécies arbóreas nativas, entre elas, *Cedrela odorata* L., *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze e *Pterocarpus rorhii* Vahl. Essa área apresentou uma invasão de espécies exóticas introduzidas com valor nutritivo, dentre elas *Spondias lutea* L. (cajazeira), *Artocarpus heterophyllus* Lamarck (jaqueira), *Persea americana* Mill. (abacateiro) e *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill (pinha-mansa), além de outras espécies utilizadas para sombrear o cacau, como *Erythrina fusca* Loureiro (eritrina) e *Cola acuminata* Schott et Endl. (castanha-cola).

Sambuichi (2003), comparando cabruças antigas (implantadas entre o final do século XIX e as primeiras décadas do século XX) e cabruças novas (implantadas na década de 70) no município de Ilhéus, constatou que as cabruças antigas mostraram maior similaridade entre si, apresentando elevado número de espécies exóticas, o que pode estar refletindo uma substituição das espécies nativas por exóticas ao longo do tempo. Em relação às cabruças novas, estas apresentaram maior porcentagem de espécies em comum com áreas de floresta nativa próximas a elas.

Faria et al (2006) realizaram um estudo sobre o potencial papel das cabruças como habitat para a fauna de pássaros e morcegos na região sul da Bahia. Esse estudo mostrou que as cabruças sustentam uma alta riqueza de espécies de pássaros e morcegos nativos, mas estas não podem substituir florestas intactas, uma vez que a presença e a representatividade de algumas espécies nativas, aparentemente, dependem da existência de florestas próximas a essas áreas.

Resultados obtidos por Sambuichi (2006), no sul da Bahia, confirmam que as cabruças representam um importante banco de espécies arbóreas nativas, principalmente as de grande porte. Entretanto, essas áreas estão sendo rapidamente alteradas, raleadas e empobrecidas. Através desse estudo a autora identifica dois problemas em relação à conservação de espécies arbóreas nativas em cabruças: o primeiro está relacionado ao manejo das cabruças, que visa apenas à produtividade de cacau, através da derrubada das árvores sombreadoras (raleamento) e da inibição do recrutamento, resultando no empobrecimento dessas áreas; o segundo também identificado por Sambuichi (2002), está relacionado à substituição de espécies nativas por espécies de crescimento rápido e de valor econômico, geralmente exóticas.

Tendo em vista os índices alarmantes de fragmentação e desmatamento que ameaçam de extinção diversas espécies da flora e da fauna, o desenvolvimento de projetos conservacionistas que permitam a conservação de espécies de florestas maduras nas áreas de cabruca é de alta prioridade para a conservação da biodiversidade dessa região.

### **2.3. *Caesalpinia echinata* Lam. – Leguminosae – subfamília Caesalpinioidea (Pau-brasil)**

*Caesalpinia echinata*, é considerada a árvore nacional de acordo com a lei n.º 6.607 de 07/12/78. Na época do descobrimento era abundante no litoral brasileiro, principalmente, no trecho fluminense-baiano-pernambucano (CORRÊA, 1969). Porém, segundo Bueno (2002), dados sobre a distribuição geográfica dessa espécie continuam incompletos, levando muitos autores a afirmar sua ocorrência em locais improváveis como o cerrado e a floresta amazônica. Acredita-se que o pau-brasil teve uma distribuição muito mais ampla ao longo da costa oriental do Brasil, porém sempre dentro do domínio da Mata Atlântica e das florestas estacionais.

Atualmente, na sua área de ocorrência natural, que vai do estado do Rio Grande do Norte ao estado do Rio de Janeiro, ainda persistem algumas populações nativas, porém, não se

sabe ao certo sua frequência devido à drástica redução das populações pela exploração predatória, sendo o sul da Bahia a principal região de ocorrência dessas populações (AGUIAR; PINHO, 1986; LORENZI, 1992). Embora essa espécie seja encontrada normalmente distribuída na faixa litorânea, em altitudes de até 200 m, foi relatada sua ocorrência em Vitória da Conquista, BA, em altitudes variando entre 500 e 600 m, a 200 km da costa (CARVALHO, 1994).

Característica da floresta estacional caducifólia costeira “mata seca”, essa espécie ocupa o estrato médio da floresta, necessitando de sombreamento moderado na fase juvenil, podendo atingir até 30 m de altura e chegar até 1 m de diâmetro (CARVALHO, 1994). É típica do interior da floresta primária densa, sendo rara nas secundárias (LORENZI, 1992). Possui ramos guarnecidos de acúleos, folhas compostas, alternas, inflorescências localizadas nos ramos terminais com flores amarelas muito perfumadas, frutos com deiscência explosiva, com dispersão de sementes por autocoria (CARVALHO, 1994).

Apesar de sua derrubada ser autorizada em apenas casos especiais (Portaria 113/95 do Ibama) sua extração ilegal por fazendeiros, madeireiros e lenhadores continua ocorrendo com grande frequência. O novo surto de exploração do pau-brasil está relacionado com o fato de sua madeira produzir os melhores arcos de violino do mundo (CARVALHO, 1994; BUENO, 2002). Seu uso inclui ainda a fabricação de móveis, objetos de artesanato, na construção civil e naval.

O fator que coloca mais em risco a sobrevivência do pau-brasil é a redução da área original das florestas costeiras devido ao desmatamento e à especulação imobiliária. As áreas naturais legalmente protegidas que foram implantadas, em parte, para proteger as populações dessa espécie – Estação ecológica do Pau-Brasil (BA), a Reserva Biológica de Guaribas (PB) e a Reserva Ecológica de tapacurá (PE) - são pouco representativas (BUENO, 2002).

Segundo Aguiar et al. (2005), em sua avaliação dos níveis de sombreamento

adequados ao processo de germinação de sementes e à formação de mudas de *C. echinata* espécie, há uma tendência para o maior desenvolvimento dessa espécie com a diminuição dos níveis de sombreamento.

Na Mata Atlântica do sul da Bahia indivíduos de *C. echinata* foram encontrados com variações na morfologia foliar, que permitem levantar a hipótese da existência de variedades, subespécies ou até mesmo espécies diferentes dentro da espécie nominal. Em seu estudo sobre a filogenia desses variantes, caracterizados por meio da técnica de seqüenciamento de DNA, Juchum (2007), afirma que os resultados obtidos suportam a ocorrência de um complexo de espécies dentro do nome *C. echinata*. A grande divergência encontrada entre o variante com folhas grandes (LV) e os variantes folha pequena (SV) e folha média (MV), sugere que o LV seja considerado uma espécie distinta. Porém, segundo o autor, estudos envolvendo regiões mais variáveis do genoma poderão corroborar com os resultados obtidos.

Peixoto et al. (2005) afirmam que o isolamento de populações de diversas espécies nativas, entre elas o pau-brasil, como consequência da fragmentação da Mata Atlântica, tem dificultado a sua conservação *in situ*, devido ao estreitamento da base genética, havendo a necessidade da adoção de estratégias para sua conservação onde essa espécie está extinta (plantios de enriquecimento) e onde a mesma já ocorre (corredores ecológicos).

#### **2.4. *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze – Lecythidaceae (Jequitibá-rosa)**

*Cariniana legalis* é uma das maiores árvores da flora brasileira (LORENZI, 1992), podendo atingir 60 m de altura e 4 m de diâmetro, estando a maioria dos indivíduos entre 10 m e 25 m de altura e 60 cm a 100 cm de diâmetro. Ocorre nos Estados de Alagoas, Bahia (sul), Espírito Santo (norte), Minas Gerais (sul e Zona da Mata), Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo (CARVALHO, 1994).

Essa espécie é encontrada no estrato superior da floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica), na formação baixo-montana e na floresta estacional semidecidual (CARVALHO, 1994), entretanto, tolera ambientes abertos (LORENZI, 1992). Com base em observações empíricas e em resultados de pesquisa previamente obtidos (PINHEIRO et al., 2004), o jequitibá-rosa, embora seja capaz de regenerar em ambientes parcialmente sombreados, na fase inicial de crescimento necessita de radiação luminosa direta.

Possui flores hermafroditas polinizadas por abelhas. Seus frutos e sementes aladas são usados na dieta de muitos animais, sendo os macacos os principais responsáveis pela liberação de suas sementes (CARVALHO, 1994). A madeira é própria para a construção civil, carpintaria e marcenaria (CORRÊA, 1969; LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994). É uma árvore recomendada para a arborização de praças públicas, sendo tão monumental e exuberante que emprestou seu nome a cidades, ruas, palácios, parques etc. (LORENZI, 1992).

Sebbenn et al., (2000) salientam a importância do conhecimento dos níveis e da variabilidade genética entre e dentro das populações dessa espécie, pois apesar de sua grande utilidade, o jequitibá-rosa encontra-se em perigo de extinção. Assim como observado para *C. echinata*, tanto trabalhos *in situ* quanto *ex situ* são essenciais, uma vez que estes podem fornecer subsídios para a elaboração de estratégias de conservação dessa espécie.

## **2.5. Caracterização da cobertura de dosséis florestais**

As florestas tropicais úmidas apresentam importante papel no ciclo do carbono global, sendo responsáveis por 30 a 40% de toda a produtividade primária terrestre (FIELD et al., 1998; MELILLO et al., 1993; POTTER et al., 1993).

Árvores de grande porte, ou seja, aquelas que atingem mais de 0,70 m de diâmetro (CLARK; CLARK, 1996), são os principais elementos delineadores da paisagem,

representando os maiores estoques de carbono (VIEIRA et al., 2004), desempenhando grande influência na manutenção dos ciclos biogeoquímicos (CLARK; CLARK, 1996). Na sombra dessas árvores ocorre a regeneração natural de espécies vegetais típicas de sub-bosque e nas suas copas formam-se ambientes diferenciados, que permitem o estabelecimento de uma grande variedade de espécies típicas de dossel (HOGAN; MACHADO, 2002).

A estrutura e a composição florística do dossel (conjunto de folhas, galhos e ramos que formam a cobertura vegetal) são fatores que afetam a estratificação vertical do microclima da floresta, particularmente, com relação ao ambiente de luz no sub-bosque. O número, tamanho e localização de aberturas do dossel da floresta têm influência direta na variação da temperatura e umidade do ar e na temperatura do solo no sub-bosque (PEZZOPANE, et al., 2002), no saldo de radiação dentro da floresta em relação a áreas abertas (PEZZOPANE et al., 2005) e na disponibilidade e distribuição de luz no sub-bosque (FRAZER et al., 1999). Assim, observa-se que a porcentagem de abertura no dossel é uma medida de luz bastante utilizada (TRICHON et al., 1998).

Diferentes técnicas têm sido utilizadas para analisar a estrutura do dossel e a transmissão de luz em ecossistemas florestais, como o uso de fotografias hemisféricas e de densitômetros de Lemmon (BIANCHINI et al., 2001; HOGAN; MACHADO, 2002), além de medidores do índice de área foliar por atenuação da radiação solar (WELLES; NORMAN, 1991), entre outros.

O uso de fotografias hemisféricas para analisar características de dosséis agrícolas e florestais é uma técnica relativamente antiga, que vem ganhando grande atenção nos últimos anos, devido ao uso de câmaras digitais e a criação de novos softwares (CANHAM et al., 1990), permitindo uma análise precisa de parâmetros referentes à estrutura da floresta e à penetração e disponibilidade de radiação luminosa no sub-bosque.

Além disso, informações acerca do efeito de perturbações naturais que levam a

modificações nas características estruturais do dossel (BIANCHINI et al., 2001) e a distinção de estágios sucessionais (TRICHON et al., 1998) podem ser acessadas por meio dessa ferramenta.

Silva Júnior et al. (2004) constataram que a análise das variações na abertura de dossel constitui uma informação de grande importância para avaliação da heterogeneidade ambiental. Estes autores compararam dois trechos de floresta estacional semidecidual (Viçosa, MG) e observaram que os valores de abertura do dossel obtidos no trecho de floresta inicial foram semelhantes aos obtidos por outros autores em clareiras naturais, ao passo que os valores obtidos no trecho de floresta madura foram semelhantes àqueles encontrados em florestas tropicais bem preservadas e com dossel fechado.

Martini (2002), verificando a influência dos diferentes tipos de perturbação sobre o ambiente de luz, constatou que a porcentagem total de abertura do dossel pode expressar a luminosidade média que atinge o solo, mas não diferencia se esta chega de forma concentrada ou através de várias pequenas aberturas, além de não avaliar o período de tempo durante o qual a luz atinge o solo.

Entretanto, estes parâmetros são afetados principalmente pela densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação e do ângulo destas em relação à radiação incidente (LARCHER, 2000). A topografia do local e as condições atmosféricas, como o clima, a presença de nuvens e de neblina e a latitude também possuem repercussões importantes sobre as condições luminosas do sub-bosque (HOGAN; MACHADO, 2002).

O conhecimento de parâmetros relacionados à cobertura do dossel tem sido apontado por diversos autores como sendo de grande importância para o desenvolvimento de estudos relacionados com a abundância e diversidade das plantas do sub-bosque, no estabelecimento e mortalidade de plântulas, no crescimento e composição de espécies de árvores de dossel e em padrões de estrutura da floresta (VALVERDE; SILVERTOWN, 1997; TRICHON et al.,

1998; BEAUDET; MESSIER, 2002; HOGAN; MACHADO, 2002; MARTINI, 2002; MARTINS; RODRIGUES, 2002; VAN DEN BERG; SANTOS, 2003; SILVA JÚNIOR et al., 2004).

## **2.6. Microclima do sub-bosque em áreas florestais**

Modificações ambientais provocadas pela retirada da floresta podem ser analisadas comparando-se o interior da floresta e áreas abertas (HERNANDES et al., 2002; 2004; PEZZOPANE et al. 2002; 2005) através de avaliações de variáveis microclimáticas.

O estudo dessas variáveis vem sendo muito utilizado como componente essencial da pesquisa ecológica, principalmente por estar relacionado com o sucesso do estabelecimento, crescimento e desenvolvimento das espécies florestais, além da regeneração de plantas, reciclagem de nutrientes e seleção de habitats de vida silvestre (CHEN et al., 1993; HERNANDES et al., 2002).

A maioria dos padrões de distribuição das espécies arbóreas tem correlações consistentes com variáveis geográficas e climáticas, particularmente no que se refere à sazonalidade das chuvas e temperatura, sugerindo que esses fatores têm influenciado ao longo do tempo a evolução e a especiação de taxa arbóreas (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; OLIVEIRA-FILHO et al., 2005). Na região nordeste do Brasil, a distribuição da vegetação é profundamente influenciada pelo gradiente climático, que vai da úmida costa leste até o vasto sertão semi-árido (ROEDER, 1975; MORELLATO; HADDAD, 2000).

Informações sobre aspectos climáticos (precipitação e sua distribuição ao longo do ano, déficit hídrico, temperaturas máximas, mínimas e médias anuais, e umidade relativa) implicam na tomada de decisão a respeito da seleção de espécies a serem utilizadas em plantios para recomposição de áreas degradadas (ALMEIDA, 2000).

Por serem causas iniciais de um grande número de fenômenos meteorológicos, a temperatura e a umidade do ar influenciam diretamente as condições ambientais. Em áreas montanhosas, variações na temperatura do ar ao longo do gradiente de elevação/altitude têm efeito sobre a distribuição da vegetação, e poucos são os estudos referentes a essas variações. Sensores portáteis microprocessados têm sido utilizados com bastante êxito em pesquisas *in situ* sobre as variações da temperatura em ambientes montanhosos (LOOKINGBILL; URBAN, 2003; TANG; FANG, 2006).

Sob o ponto de vista prático, a compreensão de aspectos teóricos da sucessão ecológica e da distribuição territorial de espécies arbóreas em florestas tropicais úmidas proporcionam elementos de base científica para a tomada de decisões nos projetos que visem a reintrodução dessas espécies em ambientes antropizados, como pastagens abandonadas, cabruças, e matas nativas exploradas pelo corte seletivo (ALMEIDA, 2000; LOIK; HOLL, 2001; KOZLOWSKI, 2002).

## **2.7 Estabelecimento e crescimento de espécies arbóreas**

As espécies arbóreas geralmente representam um forte apelo histórico e cultural. Devido a sua longevidade, sabe-se que muitas dessas árvores podem demorar dezenas a centenas de anos para atingirem o seu porte máximo, despertando valores emocionais e culturais nas populações humanas, servindo como elo de ligação entre a história de uma determinada região e o seu ambiente natural.

Muitos fatores ambientais (abióticos e bióticos) interagem no estabelecimento inicial de uma espécie e o entendimento do papel desses fatores nos inúmeros processos associados ao crescimento das árvores e da dinâmica florestal representa importante informação para a descrição das interações entre a vegetação e o seu ambiente (DUZ et al., 2004).

Água, radiação solar e disponibilidade de nutrientes são os principais fatores abióticos do ambiente que afetam o estabelecimento de plântulas e a sucessão florestal. O excesso ou a falta de algum desses fatores, ocasionando desvios significativos nas condições ótimas de crescimento para uma dada espécie, gera uma condição de estresse (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; KOZLOWSKI et al., 1991; KOZLOWSKI, 2002).

As condições de luminosidade são bastante heterogêneas nos diferentes microhabitats em áreas de floresta (dossel, chão, clareiras e bordas). Devido à atenuação da radiação através dos vários estratos da cobertura vegetal, apenas cerca de 1 a 2% da radiação incidente nas folhas de dossel chega às folhas das plântulas do chão da floresta (DUZ et al., 2004). A penetração direta e intermitente da luz ao longo do perfil do dossel, também chamada de ‘sunflecks’, desempenha importante papel na produtividade primária das plantas que se desenvolvem na sombra de florestas de copas densas. Estima-se que, em florestas tropicais, esse fenômeno possa prover mais de 80% da radiação solar global que chega nas camadas mais inferiores do dossel, com intensidades que variam desde 10% até 70% da exposição ao pleno sol (LUTTIGE, 1997).

A importância da radiação luminosa como fator decisivo para o êxito do crescimento das espécies arbóreas tem levado diversos autores a classificar as espécies em grupos ecológicos distintos. Alguns as classificam em dois grupos sucessionais extremos: a) as pioneiras, de estágio inicial de sucessão, que germinam, sobrevivem e crescem somente em clareiras e b) as climácicas, de estágio final de sucessão, que germinam e sobrevivem em ambientes sombreados do sub-bosque. Entretanto, já se conhece um grande número de espécies que ocupam estádios intermediários de sucessão entre esses dois extremos. Lamprecht (1990) classifica as espécies arbóreas de acordo com as suas exigências relativas à luz em heliófilas ou heliófitas, que necessitam de luz mais ou menos plena do início ao fim da vida; esciófilas, que se regeneram na sombra, sendo que as espécies de grande porte precisam,

ao menos na segunda metade da vida, de um substancial acréscimo de luminosidade e; em parcialmente esciófilas, que são capazes de regenerar-se na sombra ou sob a luz, mas que na primeira fase necessitam de luz plena, pelo menos, de cima.

Pressões ecológicas, como a disponibilidade de luz, parecem influenciar a alometria de indivíduos pequenos de espécies arbóreas, podendo ser determinantes da arquitetura dos indivíduos adultos sob diferentes condições ambientais. Esta relação foi observada por Portela; Santos (2003), na análise da relação alométrica entre o maior eixo da copa e a altura, para a comunidade de plântulas e indivíduos com até 1 m de altura de espécies arbóreas, em uma floresta estacional semidecidual com elementos de floresta ombrófila densa.

Os efeitos do microclima, mais especificamente da radiação luminosa, no crescimento de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica vêm sendo estudados em condições artificiais (MORAES NETO et al., 2000; FONSECA et al., 2002; SCALON et al., 2003; VÁLIO, 2003; DUZ et al., 2004) e no campo (PAIVA; POGGIANI, 2000). Alguns autores estudaram a influência do ambiente no crescimento e na produtividade primária líquida de plântulas de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica (SOUZA; VÁLIO, 2003; VÁLIO, 2003; MIELKE et al. 2005), além da comparação das taxas de crescimento de indivíduos jovens e adultos numa mesma área (MARTINI, 2002).

Experimentos realizados em condições controladas, utilizando-se telas sombreadoras ou câmaras de crescimento, são úteis para analisar os efeitos do sombreamento nas características ecofisiológicas de espécies tolerantes ao sol ou sombra (SCALON et al., 2003; VÁLIO, 2003). No entanto, tais experimentos nem sempre refletem integralmente as condições proporcionadas pelo ambiente natural, pois, além das diferenças na radiação luminosa disponível, as condições do ambiente em áreas abertas são, também em outros aspectos, diferenciadas das condições de florestas fechadas.

Comparativamente com as áreas abertas, no interior das florestas fechadas ocorre

redução da radiação luminosa, das temperaturas do ar e do solo, da entrada de precipitação e da disponibilidade de nutrientes, além do aumento da umidade relativa e consequente redução do déficit de pressão de vapor do ar (LUTTIGE, 1997; LOIK; HOLL, 2001; PEZZOPANE et al., 2002; SOUZA; VÁLIO, 2003; PEZZOPANE et al., 2005).

Para a compreensão da regeneração florestal, uma série de informações, tais como, avaliações dos requerimentos para a germinação e o estabelecimento de plântulas, sobrevivência, dinâmica e performance dos microambientes e, comparações entre diferentes espécies crescendo numa mesma floresta são importantes (CLARK; CLARK, 1992).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Área de Estudo**

O presente estudo foi realizado na área da Fazenda Teimoso, localizada a 7 km do município de Jussari, Bahia (15°12'S, 39°29'W), no Corredor Central da Mata Atlântica, numa das vertentes que compõem a Serra da Ouricana. A fazenda possui uma área de 520 ha, divididos em floresta nativa, cultivo de cacau em sistema de cabruca e pastagem para pecuária de corte.

O clima do município de Jussari é do tipo Am na classificação de Köppen. Este município pertence à Bacia do Rio Cachoeira, cuja caracterização climática é baseada em quatro estações meteorológicas existentes na área (Ilhéus, Itajú do Colônia, Jussari e Itapetinga) operadas pela CEPLAC (Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira)/ CEPEC (Centro de Pesquisas do Cacau). De acordo com dados da Estação Meteorológica de Jussari (BAHIA, 2001), esta é a que apresenta maior variação de chuva em relação às demais, com precipitação média anual de 1323 mm e umidade relativa média anual de 84,2%. O período chuvoso estende-se de janeiro a março e o período seco entre junho e dezembro. A temperatura média anual varia de 23 a 24°C.

#### **3.1.1 Caracterização da área de estudo**

##### **3.1.1.1. Área de floresta**

Em 1997, 200 ha ou 40% da Fazenda Teimoso foram oficialmente reconhecidos como reserva privada, sendo chamada de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Serra do

Teimoso (RST), estabelecida pelo decreto do IBAMA nº 93/97-N.

Os solos da RST são férteis, com baixa acidez (GONÇALVES, 1975), sendo litossolos rasos com afloramentos gnáissicos nas porções mais baixas e lateríticos vermelho-amarelos nas porções superiores (CARVALHO-FILHO et al., 1987). Dados relativos à composição florística da RST e suas relações com alguns outros tipos de floresta do leste do Brasil, especialmente os do sul da Bahia, são discutidas por Amorim et al. (2005).

Na RST o clima muda de quente a seco na base para de frio a úmido no topo, influenciando na composição florística da área. Enquanto que, na base (entre 200 e 500 m) predominam espécies típicas de florestas estacionais (semidecíduais), devido às variações do teor de umidade, no topo (acima de 500 m) onde a floresta torna-se mais e mais úmida, predominam as espécies da floresta ombrófila (AMORIM et al., 2005).

Buscando averiguar a existência dessa possível transição florística ao longo do gradiente de altitude observada por Amorim et al. (2005), Thomas et al. (subm.) confirmaram, que a composição florística da floresta situada na porção mais alta foi distinta da restante, sendo possível afirmar que as florestas de porções mais baixas e as florestas das porções mais altas podem ser consideradas como semidecíduais e ombrófilas, respectivamente.

### **3.1.1.2. Área de cabruca**

A área de cabruca da Fazenda Teimoso é bastante antiga, e está localizada numa área de baixada, a cerca de 250 m, próxima à área de floresta nativa. Segundo Henrique Berbert, proprietário da Fazenda Teimoso, a área original da cabruca e dos plantios com sombreamento artificial somavam 180 ha, estando atualmente reduzida a aproximadamente 30 ha, sendo mantida em sistema de consórcio entre os proprietários e funcionários da mesma. As principais espécies plantadas na área são a cajazeira e a eritrina. O manejo atual é

realizado apenas através de roçagens e colheita. Ainda de acordo com o proprietário, há anos não são aplicados insumos artificiais como adubos e agrotóxicos de qualquer espécie na área.

### 3.1.1.3 Análise do Solo

Para caracterizar o solo dos ambientes de floresta e da área de cabruca foram coletadas amostras simples de solo superficial (0-20 cm de profundidade). Essas amostras foram submetidas a análises química e física (textural) no Laboratório de Solos do CEPEC/CEPLAC.

O solo do topo apresentou-se mais argiloso e ligeiramente mais ácido e o da cabruca mais arenoso (Tabela 2). O solo da área de cabruca apresentou-se mais fértil do que o de uma área de cabruca em Ilhéus, sul da Bahia, analisada por Sambuichi (2006).

Tabela 2. Propriedades químicas e granulometria do solo à profundidade de 0-20 cm em área de floresta (base e topo) e em área de cabruca, na Fazenda Teimoso, Jussari, BA.

	pH em H <sub>2</sub> O	Al	Ca	Mg	K	P	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>			
Base	4,9	0,0	10,1	3,0	0,37	7	294	214	313	179
Topo	4,5	0,2	8,9	3,0	0,47	7	273	118	221	388
Cabruca	5,0	0,0	4,6	1,6	0,18	9	589	225	118	68

### 3.2 Cobertura do Dossel

A caracterização da dinâmica da cobertura do dossel, ao longo de um ano, foi realizada com base em 27 pontos amostrais (estacas) por meio de fotografias hemisféricas. Na área de floresta, os pontos foram alocados na base e no topo, ao longo do transecto de 1000 m do inventário florístico realizado por AMORIM et al. (2005), sendo 6 entre as cotas 290 e 370

m (base), 6 entre 610 e 690 m (topo). Na área de cabruca (250 m), os 6 pontos foram alocados, aleatoriamente, de forma a cobrir toda a área da mesma. Utilizou-se como equipamento uma câmera fotográfica digital Nikon Coolpix 4300 equipada com uma lente hemisférica olho-de-peixe (180°), montada sobre um tripé, nivelado em relação ao solo por um nível de bolha comum.

Fotografias hemisféricas foram tomadas na área de floresta, em cinco campanhas (abril, julho e outubro de 2005 e janeiro e abril de 2006) e na área de cabruca em três campanhas (outubro de 2005 e janeiro e abril de 2006). As fotografias foram analisadas no programa GLA (Gap Analyzer – FRAZER et al., 1999). Para cada ponto foram estimados os seguintes parâmetros:

*Abertura do dossel (CO)*: porcentagem total de abertura do dossel. Este parâmetro foi utilizado para a avaliação da heterogeneidade espacial da luz nos ambientes de estudo (TRICHON et al., 1998). A análise da abertura do dossel pode ser útil na diferenciação de formações florestais (SILVA JÚNIOR et al., 2004), em estudos de regeneração e recrutamento (MARTINI, 2002) e em estudos de deciduidade ao longo de determinado período de tempo.

*Índice de área de planta (PAI)*: definido pela metade do total da área dos elementos do dossel (folhas, troncos, ramos etc.) por unidade de área do solo (TRICHON et al., 1998). Alguns parâmetros estruturais da cobertura da floresta, como o índice de área de planta, são frequentemente investigados devido às suas relações com a produtividade da floresta, e deste modo, com os ciclos biogeoquímicos incluindo as trocas gasosas com a atmosfera.

### **3.2.1 Análise das fotografias hemisféricas**

Em função da subjetividade envolvida na determinação do limiar para transformação

das cores das fotografias em preto e branco, necessário para a contagem dos “pixels” pelo programa (MARTINI, 2002; INOUE et al., 2004), as fotografias foram analisadas por três avaliadores que estabeleceram, independentemente, os valores para esse limiar e foi utilizada uma média desses valores para cada fotografia. Essas médias foram analisadas mediante análise da variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SAEG 9.0 (Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG), para fins de comparação entre os tratamentos (ambientes) nas diferentes campanhas.

### **3.3 Microclima do sub-bosque e em área aberta**

Para a obtenção de dados do microclima do sub-bosque foram instalados sensores de temperatura do ar ( $T_a$ ) e umidade relativa do ar (UR) microprocessados Hobo H8 Pro Series (Onset USA), em duas parcelas do inventário florístico realizado por Amorim et al., (2005) na área de floresta, na base (340 m) e no topo (640 m), além da área de cabruca (250 m). Os sensores foram fixados em estacas de madeira a 1,5 m de altura.

Adicionalmente, foi instalado um quarto sensor na sede da fazenda (270 m), em área aberta, como referência. Os quatro sensores foram programados para realizarem leituras em intervalos de 30 minutos, em medições simultâneas, para viabilizar comparações entre os ambientes. Essa metodologia foi baseada nos estudos realizados por HERNANDES et al., 2002 e TANG; FANG, 2006.

Considerou-se para análise dos dados de microclima o período compreendido entre 15 de abril de 2005 e 09 de abril de 2006.

### 3.3.1 Análise dos dados de microclima

Utilizando-se o programa BoxCar 4.3 para Windows, software de comunicação dos sensores OnSet – Hobo, realizou-se a transferência dos dados para o computador, exportando os mesmos para o programa Excel. Primeiramente os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram classificados para obtenção dos valores máximos e mínimos diários e calculou-se a média diária e, em seguida, a média mensal. Considerando o período de leitura entre as 06:00 e as 17:30 h, calculou-se a média diurna, e entre as 18:00 e as 05:30 h a média noturna. Com base na análise dos valores extremos, foram selecionados os dias de ocorrência da menor e da maior temperatura do ar para ilustração do comportamento diário da temperatura e da umidade relativa do ar no período de coleta de dados.

Para a Temperatura do ar foram analisadas as seguintes variáveis:

TMMín – Temperatura média mensal mínima

TMM – Temperatura média mensal

TMMáx – Temperatura média mensal máxima

TMD – Temperatura média mensal diurna

TMN – Temperatura média mensal noturna

Para a Umidade relativa do ar foram analisadas as seguintes variáveis:

URMmín – Umidade relativa média mensal mínima

URMM – Umidade relativa média mensal

URMMáx - Umidade relativa média mensal máxima

URMD - Umidade relativa média mensal diurna

URMN - Umidade relativa média mensal noturna

Devido a problemas no sensor microprocessado do topo, provavelmente por excesso de umidade relativa, entre os meses de novembro de 2005 e janeiro de 2006 não foram

obtidos dados de temperatura e umidade relativa do ar para esse ambiente. O sensor foi substituído no mês de fevereiro de 2006.

Como subsídio para auxiliar nas discussões dos resultados da variação do microclima em áreas abertas e fechadas, foram utilizados dados diários de precipitação obtidos por meio de um pluviômetro (Meteoro Instrumentos, MG, Brasil), instalado em área aberta, pelo Núcleo de Bacias Hidrográficas da UESC. O período de análises dos dados de precipitação compreendeu os meses de abril de 2005 a abril de 2006.

### **3.4 Material vegetal**

Mudas de *C. echinata* e de *C. legalis* foram obtidas junto ao Instituto Biofábrica do Cacau (IBC) de Uruçuca, Bahia. No IBC as mudas foram germinadas e as plântulas transplantadas para tubetes plásticos pretos com capacidade de 288 cm<sup>3</sup> do substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> [(turfa + cascas de *Pinnus* trituradas) + fibra de coco triturada (1:1)], enriquecido com micronutrientes, [Osmocote<sup>®</sup> (19-06-20) e PGmix<sup>®</sup> (14-16-18)] na proporção de 300 g de cada produto para 120 dm<sup>3</sup> de substrato.

Aos cinco meses de idade, em abril de 2005, foi realizado o plantio, aleatório, de 50 mudas de cada espécie próximo aos sensores microprocessados de temperatura e umidade relativa do ar, em cada ambiente de estudo (base e topo da floresta e área de cabruca).

#### **3.4.1 Crescimento**

O crescimento das mudas foi acompanhado ao longo de um ano (abril de 2005 a abril de 2006). Foram realizadas medições trimestrais do diâmetro do colo e da altura da parte aérea das mudas nas mesmas datas em que foram obtidas as fotografias hemisféricas.

Ao final do experimento, todas as mudas sobreviventes foram coletadas visando analisar, além do incremento em diâmetro e altura, dados referentes às seguintes variáveis: número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca de caules (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa foliar específica (MFE), área foliar individual (AFI) e percentuais de sobrevivência, além evitar a interferência na sucessão natural na área de floresta.

O diâmetro e a altura foram obtidos utilizando-se paquímetro digital e régua, respectivamente. A AF foi obtida por meio de um medidor automático de área foliar LI-3100 (Li-Cor USA). As massas secas de caule e de folhas foram obtidas após 72 horas em estufa com circulação de ar forçado a 70°C, e pesadas em balança analítica. A MSPA foi obtida pela soma da MSC e MSF. A MFE foi calculada pelo quociente entre MSF e suas respectivas AFs. A AFI foi obtida pelo quociente entre as AFs e NF dos indivíduos.

### **3.4.2 Delineamento experimental e análise estatística**

Apesar de terem sido plantadas 50 mudas de cada espécie/ambiente, para a análise estatística foram utilizadas 25 mudas de cada espécie/ambiente, escolhidas aleatoriamente, uma vez que já era prevista uma possível perda de algumas mudas ao longo do período de coleta de dados.

Os resultados obtidos, para cada espécie, em relação às variáveis diâmetro e altura foram analisados independentemente, sendo adotado o delineamento experimental completamente ao acaso, com três tratamentos (ambientes), cinco campanhas e vinte e cinco repetições; sendo cada unidade experimental composta por uma muda. Os dados das variáveis de crescimento obtidas apenas ao final do experimento também foram analisados independentemente para cada espécie, sendo adotado o delineamento experimental

completamente ao acaso, com três tratamentos (ambientes) e vinte e cinco repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância (ANOVA) seguida de comparações de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SAEG 9.0 (Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG). Os percentuais de sobrevivência para cada espécie/ambiente foram calculados pelo número remanescente de mudas ao final do experimento em relação ao número inicial de mudas plantadas (50).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Precipitação

O somatório da precipitação ao longo do período de coleta de dados foi de 1163 mm na Fazenda Teimoso. Durante este período, valores acima de 80 mm foram obtidos nos meses de abril, maio, novembro e dezembro de 2005 e em janeiro, março e abril de 2006, sendo este último, o mês com o maior valor para todo este período, 170,0 mm. O período de menor precipitação foi entre os meses de junho e outubro de 2005, sendo este último, o mês que registrou a menor precipitação, 13,9 mm. Em 2006, o mês em que foi registrado o menor valor de precipitação foi fevereiro, com 57,8 mm (Figura 1).

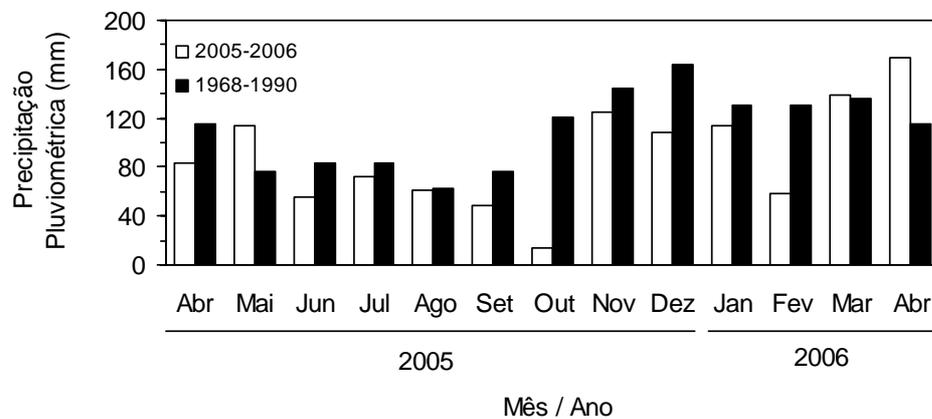


Figura 1. Precipitação pluviométrica na Fazenda Teimoso, município de Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006 e média normal do período entre 1968 e 1990 (BAHIA, 2001).

## 4.2 Fotografias hemisféricas

A porcentagem total de abertura do dossel (CO) variou entre 2,5% na cabruca (abril de 2006) e 7,7% na base e no topo (outubro de 2005) ao longo do período de coleta de dados. Na área de floresta (base e topo), o CO variou de 3,1 a 7,7% e na área de cabruca de 2,5 a 6,1% (Tabela 3). Os maiores valores de dossel aberto para os três ambientes estudados foram observados na campanha de outubro de 2005, entre 5,9 e 6,5% na base, entre 5,2 e 7,7% no topo e entre 4,0 e 6,1% na cabruca. Na campanha de abril de 2006 foram obtidos os menores valores médios de CO, 3,4% na base e na cabruca, e 4,7% no topo.

Somente a partir da campanha de janeiro de 2006 foram observadas diferenças significativas para os valores médios de CO entre os ambientes de floresta. Porém, o topo foi o ambiente que apresentou dossel mais aberto, com os maiores valores médios de CO. A cabruca apresentou valores médios de CO muito baixos, estando o dossel mais fechado nesse ambiente nas campanhas de outubro de 2005 e janeiro de 2006, além de abril de 2006 junto com a base.

Não foram observadas diferenças significativas para os valores médios de CO entre as campanhas de abril e julho de 2005 na base, entre as campanhas de abril de 2005 e janeiro e abril de 2006 no topo e, entre as campanhas de outubro de 2005 e janeiro de 2006 na cabruca.

Os valores do índice de área de planta (PAI) variaram entre  $3,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  na base (outubro de 2005) e  $4,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  na área de cabruca (abril de 2006) ao longo do período de coleta de dados (Tabela 4). Observou-se que o maior e o menor valor médio de PAI foi obtido na base, sendo  $4,2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , em abril de 2006 e  $3,4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , em outubro de 2005, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas entre os ambientes de floresta e a cabruca para essa variável durante todo o período de coleta de dados.

Apenas na campanha de outubro de 2005 o valor médio de PAI diferiu

significativamente na base em relação às demais campanhas. Não foram observadas diferenças significativas para essa variável entre as campanhas no topo. Na área de cabruca, o valor médio de PAI obtido na campanha de abril de 2006 diferiu significativamente dos obtidos nas campanhas de outubro de 2005 e janeiro de 2006.

Tabela 3. Abertura do dossel (CO, %) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, entre abril de 2005 e abril de 2006. Valores médios de CO  $\pm$  erro padrão. Valores entre parênteses correspondem aos mínimos e máximos observados. n = 6.

Ambiente	abr/05	jul/05	out/05	jan/06	abr/06
base	4,7 $\pm$ 0,3 <sup>Ba</sup> (3,8-5,5)	4,5 $\pm$ 0,2 <sup>Ba</sup> (4,0-5,1)	6,1 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (5,9-6,5)	3,8 $\pm$ 0,2 <sup>BCb</sup> (3,2-4,5)	3,4 $\pm$ 0,1 <sup>Cb</sup> (3,1-4,0)
topo	5,0 $\pm$ 0,4 <sup>Ba</sup> (4,1-6,8)	5,4 $\pm$ 0,3 <sup>ABa</sup> (4,5-6,2)	6,6 $\pm$ 0,4 <sup>Aa</sup> (5,2-7,7)	5,1 $\pm$ 0,3 <sup>Ba</sup> (3,7-6,0)	4,7 $\pm$ 0,3 <sup>Ba</sup> (3,4-5,1)
cabruca			4,8 $\pm$ 0,3 <sup>Ab</sup> (4,0-6,1)	4,7 $\pm$ 0,3 <sup>Aab</sup> (3,9-5,2)	3,4 $\pm$ 0,3 <sup>Bb</sup> (2,5-4,3)

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam comparações entre colunas e minúsculas entre linhas.

Tabela 4. Índice de área de planta (PAI m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), Valores médios de PAI  $\pm$  erro padrão. Valores entre parênteses correspondem aos mínimos e máximos observados. n = 6.

Ambiente	abr/05	jul/05	out/05	jan/06	abr/06
base	3,9 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,5-4,3)	3,9 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,6-4,2)	3,4 $\pm$ 0,1 <sup>Ba</sup> (3,0-3,7)	4,0 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,6-4,3)	4,2 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,9-4,5)
topo	3,9 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,5-4,3)	3,9 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,5-4,2)	3,5 $\pm$ 0,2 <sup>Aa</sup> (3,1-4,2)	3,8 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,2-4,3)	3,9 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,6-4,4)
cabruca			3,7 $\pm$ 0,1 <sup>Ba</sup> (3,2-3,9)	3,7 $\pm$ 0,1 <sup>Ba</sup> (3,4-4,0)	4,1 $\pm$ 0,1 <sup>Aa</sup> (3,8-4,6)

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam comparações entre colunas e minúsculas entre linhas.

### 4.3 Microclima do sub-bosque

#### 4.3.1. Temperatura do ar

Para a temperatura média mensal mínima (TMMín) a base apresentou dados superiores aos demais ambientes durante todo o período de coleta de dados. Os menores valores de TMMín foram observados no mês de julho de 2005 para todos os ambientes, estando a cabruca, o topo e a área aberta com valores bem próximos, sendo 16,2°C na cabruca, 16,4°C no topo, 16,5°C na área aberta e 18,0°C, na base (Figura 2A).

As maiores temperaturas médias mensais (TMM) foram 25,3°C na área aberta, 24,3°C na base e na cabruca, e 22,7°C no topo, registradas no mês de fevereiro de 2006; sendo inferior 1,0°C na base e na cabruca e 2,6°C no topo, em relação à área aberta. As menores TMM foram registradas no mês de julho de 2005 para todos os ambientes, sendo a menor 17,8°C, no topo. A cabruca e a base apresentaram valores muito próximos durante todo o período de coleta, enquanto que no topo as TMM foram nitidamente inferiores e na área aberta, maiores em relação às dos demais ambientes (Figura 2B). A temperatura média do ar durante todo o período de coleta de dados foi de 22,2°C na cabruca e na base e de 23,0°C na área aberta. No topo, desconsiderando-se o período entre novembro de 2005 e janeiro de 2006 em que o sensor apresentou problemas neste ambiente, a temperatura média foi de 20,1°C.

Para a temperatura média mensal máxima (TMMáx) foi observada uma maior diferenciação entre os ambientes, sendo esta sempre menor no interior da floresta (base e topo), quando comparada com a cabruca e a área aberta. As TMMáx variaram entre 25,6°C e 31,6°C na área aberta, entre 23,9°C e 29,7°C na cabruca, entre 22,0°C e 27,3°C na base e entre 19,5°C e 24,9°C no topo (dados de julho de 2005 e fevereiro de 2006, respectivamente). Comparando-se as maiores TMMáx, que ocorreram no mês de fevereiro de 2006, observa-se uma diferença de 1,9°C na cabruca, de 4,3°C na base e de 6,7°C no topo em relação à área

aberta (Figura 2C).

Além das maiores temperaturas terem sido observadas no mês de fevereiro de 2006, observou-se, para todos os ambientes, uma elevação da temperatura no mês de outubro de 2005. Em relação à TMM, neste mês, observou-se que a cabruca, a base e a área aberta apresentaram valores muito próximos, sendo 22,7°C, 23,1°C e 23,4°C, respectivamente (Figura 2B). Para a TMM<sub>máx</sub>, a cabruca foi o ambiente que apresentou maior valor para esse parâmetro, nesse mês, sendo de 28,9°C, porém a área aberta apresentou valor bem próximo, 28,7°C. Na base e no topo os valores foram 27,2°C e 23,3°C, respectivamente (Figura 2C).

A diferença entre a TMM<sub>máx</sub> (fevereiro de 2006) e a TMM<sub>mín</sub> (julho de 2005) foi maior na área aberta, 15,1°C e menor no topo, 8,5°C. Na área de cabruca foi de 13,5°C e na base, 9,3°C (Figura 2).

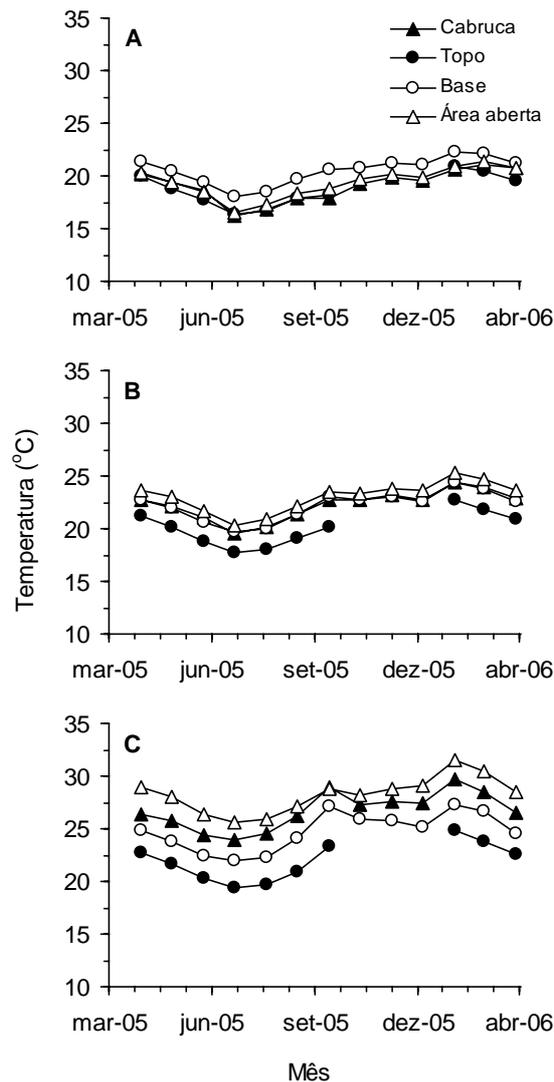


Figura 2. Médias mensais da temperatura do ar mínima (A), média (B) e máxima (C), em quatro ambientes (Área Aberta, Base e Topo de uma floresta e em área de Cabruca) na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006.

A temperatura média diurna mensal (TMD) variou ao longo dos meses nos ambientes de estudo, com maiores temperaturas na área aberta e menores, no topo. As menores TMD foram registradas para os ambientes de floresta nativa em julho de 2005, estando o topo com os menores valores. A TMD variou entre 18,6°C e 23,6°C no topo, entre 20,4°C e 25,6°C na base, entre 21,1°C e 26,6°C na cabruca e entre 22,4°C e 28,0°C na área aberta (dados de julho de 2005 e fevereiro de 2006, respectivamente). A maior variação da TMD foi observada na área aberta, seguida da cabruca, da base e do topo, sendo de 5,6°C, 5,5°C, 5,2°C e 5,0°C,

respectivamente (Figura 3A).

Assim como ocorrido para a TMMín, durante todo o período de coleta de dados a temperatura média noturna (TMN) foi maior no ambiente da base, apesar da cabruca e da área aberta apresentarem valores próximos. Apenas em abril de 2006 a TMN da área aberta se igualou com a da base, sendo esta de 21,8°C. Assim como para a TMD, as menores TMN foram registradas no topo. A TMN variou entre 17,0°C no topo (julho de 2005) e 23,2°C na base (fevereiro de 2006). Até janeiro de 2006 a TMN não foi superior a 22,0°C em nenhum dos ambientes. Em fevereiro de 2006 foram registradas as maiores TMN para a área de floresta (21,7°C no topo e 23,2°C na base). Em março de 2006 foi registrada a maior TMN para a cabruca (22,4°C) e em fevereiro e março de 2006 para a área aberta (22,7°C). As variações da TMN foram menores do que as observadas para a TMD, sendo de 4,7°C no topo, 4,5°C na cabruca e 4,3°C na base e na sede (Figura 3B).

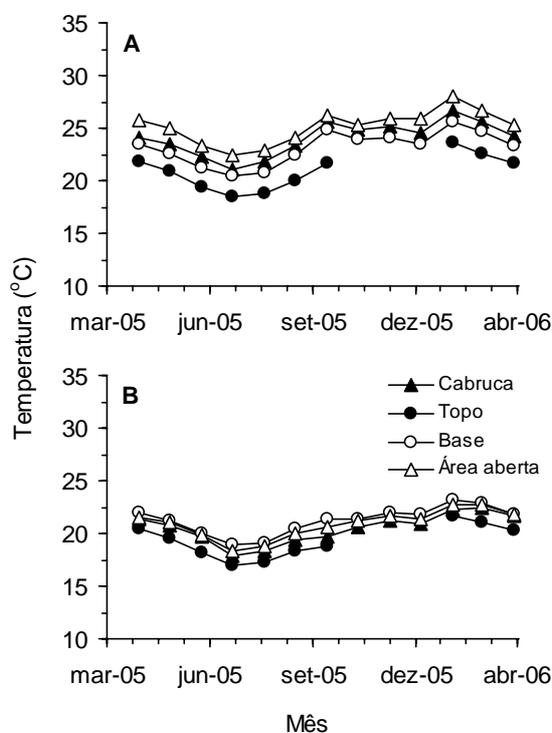


Figura 3. Temperatura média do ar diurna (A) e noturna (B), em quatro ambientes (Área Aberta, Base e Topo de uma floresta e em área de Cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006.

### 4.3.2. Umidade relativa do ar

Nos primeiros cinco meses, apesar dos ambientes apresentarem valores de umidade relativa média mensal máxima (URMM<sub>máx</sub>) próximos, é possível verificar que a base apresenta os menores valores durante todo o período de coleta de dados. A partir de setembro de 2005 a base começa a se distanciar dos demais ambientes, tendo como menores valores 94,8% em outubro de 2005 e 96,1% em fevereiro de 2006. A URMM<sub>máx</sub> foi de 100% para o topo (agosto e setembro de 2005), para a área aberta (janeiro a abril de 2006) e para a cabruca (abril de 2006). Para a base, a URMM<sub>máx</sub> foi de 99,4% em abril de 2006 (Figura 4A).

Os menores valores de umidade relativa média mensal (URMM) foram obtidos no mês de outubro, sendo de 84,5% na área aberta, 84,6% na cabruca, 84,8% na base e 93,3% no topo. Os maiores valores foram obtidos no topo, com exceção dos meses em que não foram coletados dados para esse ambiente devido a problemas no sensor microprocessado, e do mês de abril em que a maior URMM foi registrada na área aberta. Entretanto, observa-se uma tendência de que as maiores URMM ocorram sempre no topo. Foram obtidos, no mês de abril de 2006, os maiores percentuais de URMM, sendo 96,8% na cabruca, 98,5% na base e 99,8% na área aberta. No topo o maior percentual foi de 99,2% em junho de 2005 e abril de 2006 (Figura 4B).

Assim como para a TMM<sub>máx</sub>, para a umidade relativa média mensal mínima (URM<sub>mín</sub>) foi observada uma maior diferenciação entre os ambientes. Na área aberta foram obtidos os menores valores de UMM<sub>mín</sub> entre os meses de abril de 2005 e fevereiro de 2006. Nos meses de março e abril de 2006 os menores valores foram obtidos na cabruca. Em abril de 2006 a maior URM<sub>mín</sub> foi registrada na área aberta. Em outubro de 2005 foram registradas as menores URM<sub>mín</sub>, chegando a 53,3% na área aberta, 57,5% na cabruca, 63,4% na base e 78,6% no topo (Figura 4C).

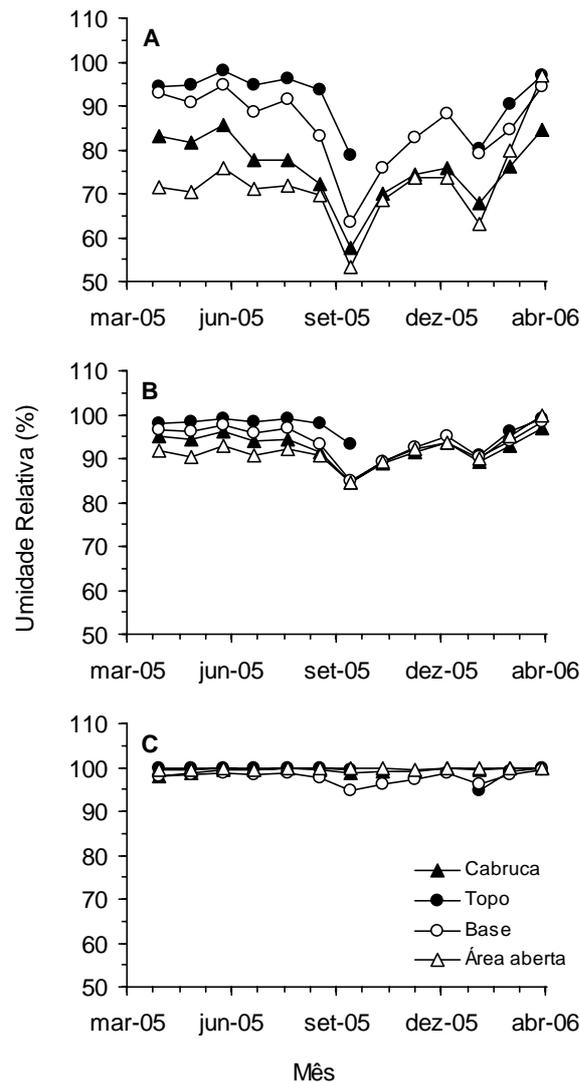


Figura 4. Médias da umidade relativa do ar máxima (A), média (B) e mínima (C), em quatro ambientes (Área Aberta, Base e Topo de uma floresta e em área de Cabruca) na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006.

Como a umidade relativa varia em razão inversa à temperatura, a umidade relativa média mensal diurna (URMD) e a umidade relativa média mensal noturna (URMN) foram menores nos meses de outubro de 2005 e fevereiro de 2006 (Figura 5A e B). A URMD variou ao longo dos meses. Para a área aberta, a cabruca e a base, os menores valores de URMD foram obtidos em outubro de 2005, sendo de 72,2%, 73,5% e 77,1% , respectivamente. Em relação aos maiores valores de URMD, para esses ambientes, estes foram obtidos no mês de abril de 2006, sendo 93,9% para a cabruca, 97,7% para a base e 99,6% para a área aberta.

Para o topo, a menor URMD foi de 87,7% em fevereiro de 2006 e a maior foi de 98,6%, em junho de 2005 (Figura 5A).

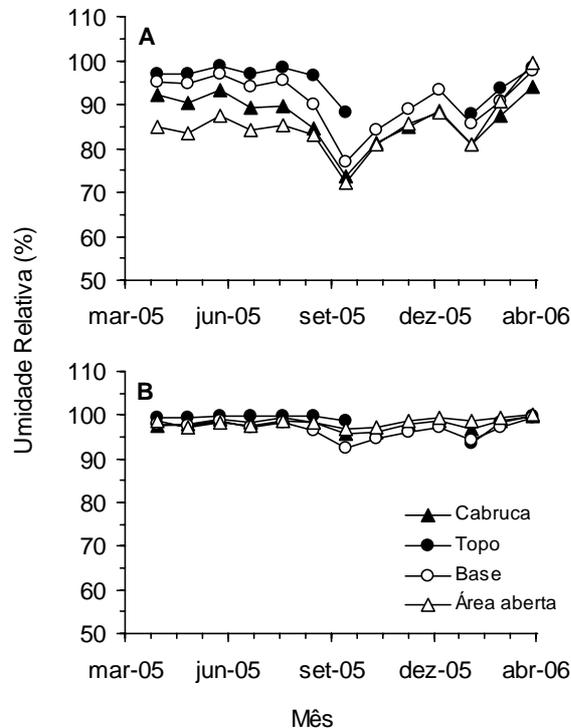


Figura 5. Umidade relativa do ar média diurna (A) e noturna (B), em quatro ambientes (Área Aberta, Base e Topo de uma floresta e em área de Cabruca) na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, no período de abril de 2005 a abril de 2006.

Até outubro de 2005 o topo é o ambiente que apresenta os maiores valores de URMD, chegando a 99,8% entre junho e agosto de 2005. Como não foram obtidos dados para este ambiente entre novembro de 2005 e janeiro de 2006, não é possível prever se essa condição poderia ser mantida nesses meses. Observou-se que entre novembro de 2005 e janeiro de 2006, a área aberta apresenta os maiores valores de URMD em relação à base e a cabruca, e que entre fevereiro e abril de 2006, esta apresenta os maiores valores entre todos os ambientes, chegando a 100% em abril de 2006. Os menores valores foram registrados na área de floresta nativa, 92,6% na base em outubro de 2005 e 93,7% no topo em fevereiro de 2006 (Figura 5B).

### 4.3.3. Comportamento da temperatura e umidade relativa do ar ao longo do dia

As variações na temperatura ( $T_a$ ) e na umidade relativa (UR) do ar diárias nos quatro ambientes, para dois dias contrastantes, são apresentadas na Figura 6. No dia 10/07/05 às 06:30 h foi registrada a menor  $T_a$  ao longo do dia ( $11,8^\circ\text{C}$ ) na área de cabruca, ao longo de todo o período de coleta. Nesse mesmo horário, nos demais ambientes, as  $T_a$  foram  $14,5^\circ\text{C}$  no topo,  $14,7^\circ\text{C}$  na base e  $12,2^\circ\text{C}$  na área aberta (Figura 6A). Apesar de nesse dia a menor  $T_a$  ter sido registrada na área de cabruca, a maior UR diária foi de 65,7% no topo da encosta (Figura 6C). Nas primeiras horas da manhã e a partir das 20:00h, as maiores  $T_a$  foram observadas na base. No período compreendido entre 10:00 e 17:00h, aproximadamente, as maiores  $T_a$  foram observadas na área aberta e as menores no topo.

No dia 05/03/06 às 13:30 h foi registrada a maior  $T_a$  ao longo do dia durante todo o período de coleta, sendo esta de  $34,4^\circ\text{C}$  na área aberta. Nos demais ambientes, nesse mesmo horário, foram registradas as seguintes temperaturas:  $33,6^\circ\text{C}$  na cabruca,  $31,9^\circ\text{C}$  na base e  $27,9^\circ\text{C}$  no topo. No período em que foram registradas as maiores  $T_a$ , entre 12:00 e 16:00h aproximadamente, a área de cabruca apresentou valores bem próximos aos da área aberta. Nesse dia, como era de se esperar, a menor UR foi de 44,1% registrada na área aberta, por ter sido o ambiente com a maior  $T_a$ , e a maior UR foi de 65,7% no topo, onde foi registrada a menor  $T_a$  (Figura 6B e D).

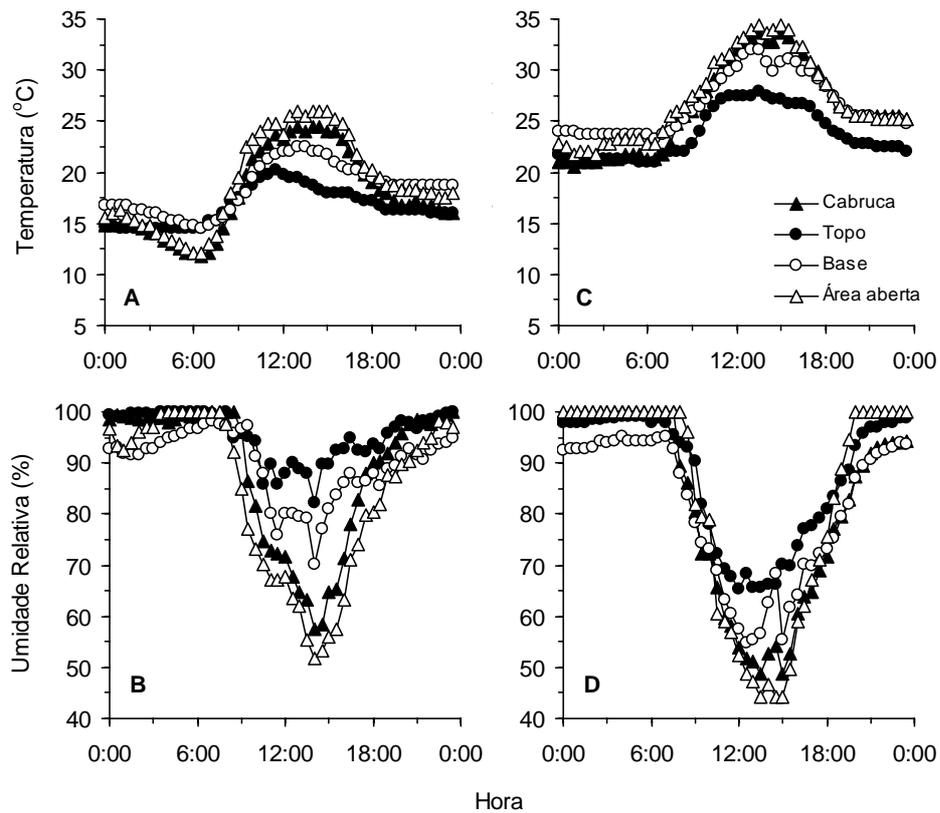


Figura 6. Comportamento da temperatura e umidade relativa média do ar ao longo do dia em dois dias contrastantes: 10/07/05 (A e B) e 05/03/06 (C e D), em quatro ambientes (Área Aberta, Base e Topo de uma floresta e em área de Cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA.

#### 4.4 Estabelecimento de mudas

No momento do plantio (abril de 2005), o diâmetro e a altura das mudas de cada espécie não diferiram significativamente, indicando homogeneidade de crescimento desses indivíduos quanto a essas variáveis nos três ambientes de plantio (base e topo da floresta e área de cabruca) (Figuras 7 e 8).

#### 4.4.1. *Caesalpinia echinata*

Dados referentes ao diâmetro e à altura são apresentados na Figura 7. Em relação ao diâmetro, foi observado, durante todas as coletas de dados, que as mudas dos ambientes de floresta não apresentaram diferenças entre si. Em relação à altura, até a campanha de outubro de 2005, as mudas dos três ambientes não apresentaram diferenças significativas (Figura 7B). Nesse mês, foram observados decréscimos em diâmetro e altura para as mudas da base e apenas em altura, para as mudas do topo.

Ao final do experimento, as mudas dessa espécie não mostraram diferenças entre os ambientes de floresta quanto ao diâmetro e à altura. O incremento médio em diâmetro foi de 1,2 mm e 1,1 mm para a base e topo, respectivamente. As mudas da base tiveram um crescimento médio em altura de 23,2 mm, e as do topo de 41,5 mm. As mudas plantadas na área de cabruca apresentaram crescimento constante ao longo das campanhas de coleta de dados em relação a essas variáveis, além de maior crescimento médio quando comparadas com as dos ambientes de floresta. O incremento médio para o diâmetro foi de 2,1 mm e, para a altura, de 118,4 mm.

Para as variáveis de crescimento analisadas apenas no final do experimento (NF, AF, MSC, MSF, MSPA, MFE e AFI), entre as mudas dos ambientes de floresta não foram observadas diferenças significativas, porém, os maiores incrementos foram observados no topo. Assim como para o diâmetro e a altura, as mudas da área de cabruca apresentaram maior incremento médio quando comparadas com as mudas dos ambientes de floresta, com exceção da MFE, em que foi obtido um maior incremento para as mudas do topo, apesar de não ter sido observada diferença significativa para essa variável entre os ambientes (Tabela 5).

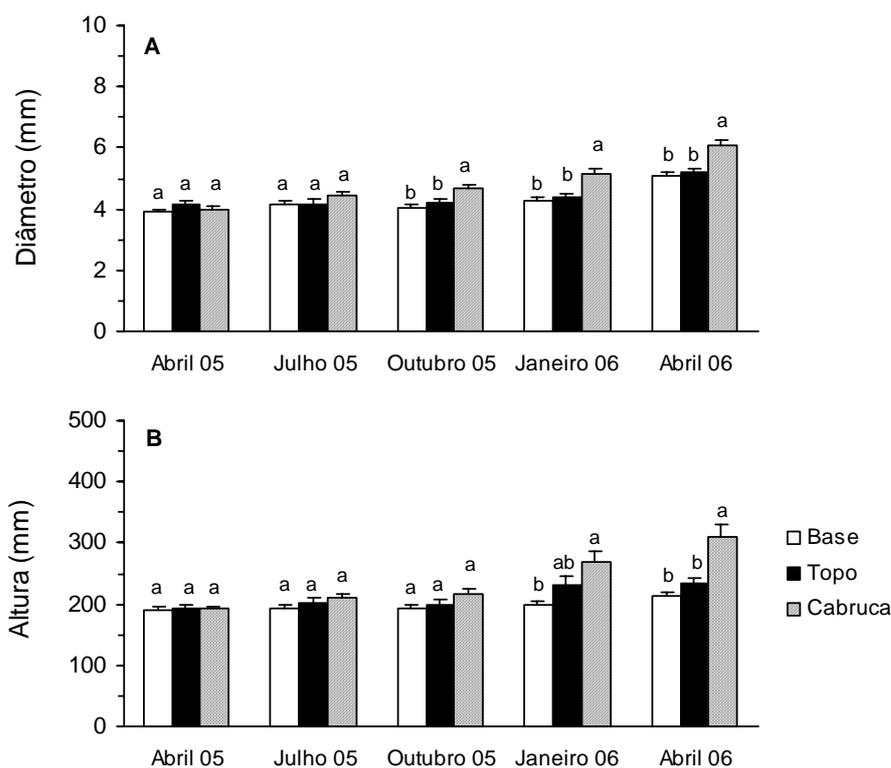


Figura 7. Diâmetro do colo e altura da parte aérea de mudas plantadas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, entre abril de 2005 e abril de 2006. n = 25.

Tabela 5. Variáveis de crescimento para mudas plantadas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, em abril de 2006. Valores médios  $\pm$  erro padrão. n = 25.

Variável	Base	Topo	Cabruca	Média
Número de folhas	2,6 $\pm$ 0,2a	4,7 $\pm$ 0,3a	8,3 $\pm$ 0,9a	5,2 $\pm$ 0,4
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	109,2 $\pm$ 14,1b	194,0 $\pm$ 17,1b	600,9 $\pm$ 75,8a	301,4 $\pm$ 36,0
Massa seca de caules (g)	1,1 $\pm$ 0,1b	1,2 $\pm$ 0,1b	2,2 $\pm$ 0,2a	1,5 $\pm$ 0,1
Massa seca de folhas (g)	0,6 $\pm$ 0,1b	1,2 $\pm$ 0,1b	3,7 $\pm$ 0,5a	1,9 $\pm$ 0,2
Massa seca da parte aérea (g)	1,8 $\pm$ 0,1b	2,5 $\pm$ 0,2b	5,9 $\pm$ 0,7a	3,4 $\pm$ 0,3
Massa foliar específica (gm <sup>2</sup> )	61,9 $\pm$ 2,9a	64,0 $\pm$ 2,2a	62,4 $\pm$ 2,4a	62,7 $\pm$ 1,4
Área foliar individual	42,1 $\pm$ 3,7b	42,5 $\pm$ 2,8b	71,9 $\pm$ 5,1a	52,2 $\pm$ 2,8

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4.2. *Cariniana legalis*

Na campanha de outubro de 2005, apesar de não terem sido verificadas diferenças significativas entre os valores médios do diâmetro e da altura, foram observados decréscimos para o diâmetro nos três ambientes, e para a altura, apenas nos ambientes de floresta, em relação à campanha de julho de 2005. Além disso, na campanha de janeiro de 2006, para a altura, foi observado um decréscimo nos ambientes da base e da cabruca, em relação à campanha de outubro de 2005.

No final do experimento (abril de 2006), tanto para o diâmetro quanto para a altura, as mudas plantadas no topo não apresentaram diferenças em relação às mudas da base e da cabruca; entretanto, foram observadas diferenças significativas entre as mudas da base e da cabruca para essas variáveis. Além disso, foi observado um decréscimo em altura para as mudas do topo em relação à campanha anterior (janeiro de 2006). O incremento médio em relação ao diâmetro foi de 0,6 mm na base e de 0,7 mm, no topo (figura 8A). Foi observado que as mudas plantadas na base não cresceram em altura quando comparadas com o momento do plantio (abril de 2005), tendo um decréscimo de 62,2 mm. O crescimento em altura para as mudas do topo foi de 2,8 mm (Figura 8B). As mudas plantadas na área de cabruca apresentaram maior crescimento em relação às da área de floresta em relação a essas variáveis. O incremento médio do diâmetro foi de 1,3 mm, e da altura foi de 38,4 mm (Figura 8B).

Para todas as variáveis analisadas ao final do experimento, não foram observadas diferenças entre as mudas dos ambientes de floresta. Para as variáveis NF, MSC, MSPA e MFE os maiores valores foram obtidos no topo. Para a AF e a AFI foram obtidos maiores valores base. Apenas o valor para a MSF foi o mesmo em ambos ambientes. Em relação às mudas plantadas na área de cabruca, estas apresentaram valores superiores aos obtidos pelas

mudas plantadas na área de floresta para todas essas variáveis (Tabela 6).

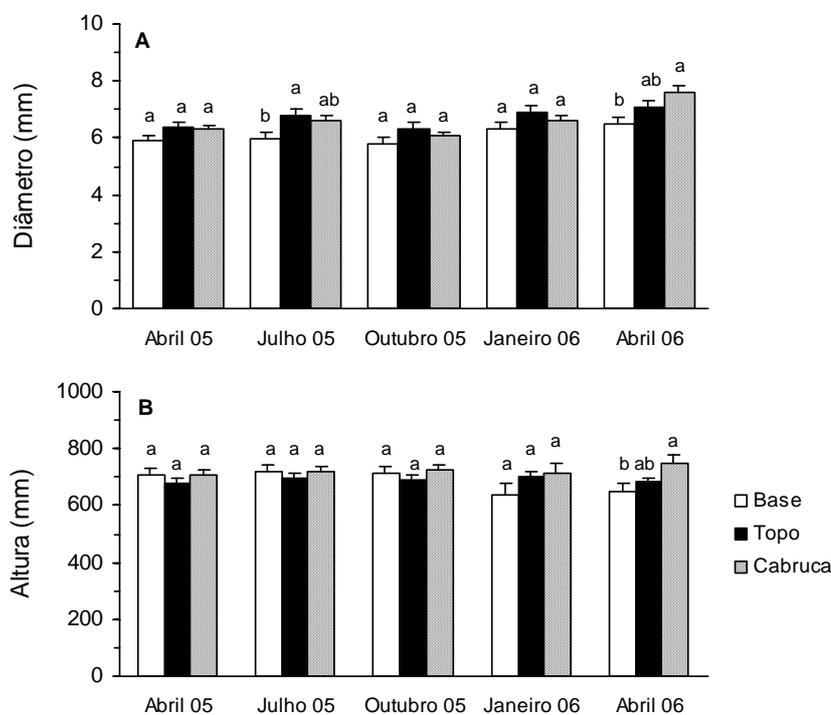


Figura 8. Diâmetro do colo e altura da parte aérea de mudas plantadas de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, entre abril de 2005 e abril de 2006. n = 25.

Tabela 6. Variáveis de crescimento para mudas plantadas de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa) em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA, em abril de 2006. Valores médios  $\pm$  erro padrão. n = 25.

Variável	Base	Topo	Cabruca	Média
Número de folhas	26,6 $\pm$ 2,2b	27,8 $\pm$ 2,7b	72,5 $\pm$ 6,6a	42,3 $\pm$ 3,5
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	347,4 $\pm$ 26,7b	297,5 $\pm$ 31,4b	1065,6 $\pm$ 110,3a	570,1 $\pm$ 56,2
Massa seca de caules (g)	4,1 $\pm$ 0,4b	4,6 $\pm$ 0,2b	5,8 $\pm$ 0,4a	4,8 $\pm$ 0,2
Massa seca de folhas (g)	1,1 $\pm$ 0,1b	1,1 $\pm$ 0,1b	8,4 $\pm$ 1,2a	3,6 $\pm$ 0,6
Massa seca da parte aérea (g)	5,2 $\pm$ 0,4b	5,7 $\pm$ 0,3b	14,2 $\pm$ 1,5a	8,4 $\pm$ 0,7
Massa foliar específica (g m <sup>-2</sup> )	32,5 $\pm$ 1,3b	38,1 $\pm$ 1,7b	71,5 $\pm$ 5,0a	47,3 $\pm$ 2,7
Área foliar individual (cm <sup>2</sup> )	13,5 $\pm$ 0,7a	11,4 $\pm$ 0,8a	14,4 $\pm$ 0,8a	13,1 $\pm$ 0,5

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

#### 4.5 Sobrevivência

Observou-se, ao final do experimento, maior sobrevivência das mudas de *C. echinata* no topo, e das mudas de *C. legalis* na base. Os menores percentuais de sobrevivência foram obtidos na base para *C. echinata* e na cabruca para *C. legalis* (Tabela 7). Na área de cabruca, nos primeiros meses após o início do experimento, foi observada uma maior mortalidade das mudas plantadas que, segundo funcionários da fazenda, pode ter sido ocasionada pelo ataque de animais atraídos pelo substrato em que as mudas foram germinadas.

Tabela 7. Percentuais de sobrevivência de mudas plantadas de *Caesalpinia echinata* e *Cariniana legalis* em abril de 2006, em três ambientes (base e topo de uma floresta e em área de cabruca) em relação ao momento do plantio em abril de 2005 (n =50), na Fazenda Teimoso, Jussari, BA.

Espécie	Base	Topo	Cabruca
<i>C. echinata</i>	70	94	72
<i>C. legalis</i>	100	96	80

## **5. DISCUSSÃO**

### **5.1 Precipitação**

O somatório da precipitação que foi obtido na Fazenda Teimoso, ao longo do período de coleta de dados, de 1162,9 mm, foi inferior aos relatados na literatura para o município de Jussari, que é de 1323 mm (BAHIA, 2001) e para a região, entre 1250 e 1500 mm (ROEDER, 1975).

A maioria dos dados mensais de precipitação obtidos no período de análise, com exceção dos meses de maio de 2005 e março e abril de 2006, estavam abaixo dos observados nas normais climatológicas no período compreendido entre 1968 e 1990 (BAHIA, 2001), o que pode estar sugerindo ser este um período de seca na região. A maior diferença foi observada para o mês de outubro de 2005, sendo esta de 107,1 mm. De acordo com dados da Estação de Jussari (BAHIA, 2001), o período seco se estende de maio a setembro. No presente estudo, o período mais seco, com dados de precipitação abaixo de 80 mm, foi observado entre os meses de junho e outubro de 2005.

### **5.2 Fotografias hemisféricas**

Na área de floresta, os valores obtidos de abertura do dossel (CO), por meio de fotografias hemisféricas, estão de acordo com os de Trichon et al. (1998) numa floresta tropical úmida, em Sumatra, Indonésia, os quais observaram valores entre 1,4 e 28,8 % e com os resultados obtidos por Silva Júnior et al. (2004), em uma área de floresta madura em Viçosa, MG, que variaram entre 1,28 e 6,81%.

Pelo fato da porção mais baixa da floresta da RST (base) ser caracterizada pela

vegetação da floresta estacional (semidecídua), esperava-se que os maiores valores de CO fossem obtidos nessa área, uma vez que esse tipo de vegetação é caracterizado pela perda parcial das folhas no período mais seco, apresentando-se com dossel mais aberto. Provavelmente, a grande quantidade de lianas presentes nessa área, deixando o dossel relativamente mais fechado, pode ter contribuído para os baixos valores de CO obtidos nesse ambiente em relação ao topo. Estudando a regeneração em floresta semidecídua no sudeste do Brasil, Martins; Rodrigues (2002) obtiveram valores de CO superiores aos obtidos neste estudo, entre 8,7 e 17,3%. Os maiores valores de CO observados no topo podem ser explicados devido à inclinação acentuada do terreno, que pode estar causando modificações na arquitetura da floresta, deixando o dossel mais aberto.

No presente estudo foi observada uma relação entre a cobertura do dossel na área de floresta e a sazonalidade climática. Por exemplo, o período mais seco se estendeu de junho a outubro de 2005 e os maiores valores de CO foram obtidos até a campanha desse último. Além disso, nesse mês foram obtidos os maiores valores médios de CO e o menor valor de precipitação ao longo do período de coleta de dados. A partir da campanha de janeiro de 2006 observa-se uma diminuição nos valores de CO e um aumento nos valores de PAI, ficando o dossel mais fechado. Tais fatos podem estar evidenciando o papel da sazonalidade climática na cobertura do dossel.

Além de não terem sido observadas diferenças significativas entre os valores médios de PAI entre os ambientes de floresta, apenas na base, a campanha de outubro de 2005 apresentou diferença significativa em relação às demais. Tal fato pode estar evidenciando certa homogeneidade da cobertura da vegetação ao longo do gradiente de altitude. Moreno et al. (2003), estudando um remanescente de Mata Atlântica submontana na região de Imbé, RJ, em duas zonas altitudinais (50 m e 250 m), verificaram que a altitude teve influência na composição florística, mas não na estrutura da floresta e na diversidade de espécies. Para

esses autores, em florestas tropicais, ao longo de um gradiente altitudinal, fatores ambientais como a temperatura, precipitação pluviométrica, umidade, velocidade dos ventos, entre outros, mudam concomitantemente.

Uma vez que altos valores de CO e baixos valores de PAI são indicativos da existência de grandes clareiras (TRICHON et al., 1998), pode-se considerar que a área da floresta analisada, devido aos baixos valores de CO quando comparados com os obtidos por outros autores (TRICHON et al., 1998; MARTINS; RODRIGUES, 2002; VAN DEN BERG; SANTOS, 2003), apresenta-se com dossel relativamente fechado, com pouca penetração de radiação luminosa no sub-bosque.

Além disso, como as fotografias hemisféricas foram obtidas a apenas 1 m do solo, provavelmente, os baixos valores de CO observados na área de cabruca podem estar relacionados com o fato de essas fotografias terem sido obtidas logo abaixo da cobertura formada pelas folhas do cacauzeiro. Assim, os valores de CO ficaram abaixo do que se esperaria para uma área antropizada. Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas para CO e PAI nas campanhas de outubro de 2005 e janeiro de 2006, nesse ambiente, observou-se que na campanha de abril de 2006 o dossel apresentou-se mais fechado, com diminuição de CO e aumento de PAI em relação às duas campanhas anteriores, assim como observado nos ambientes de floresta.

Martini (2002), analisando a porcentagem total de abertura do dossel em quatro ambientes distintos (clareiras naturais, sub-bosque adjacente às clareiras, área de floresta queimada e sub-bosque de uma mata próximo à área queimada), não encontrou diferenças entre os ambientes para esse parâmetro, embora a área queimada tenha apresentado maior variância. Assim, a autora aponta duas possíveis explicações: primeiro, as clareiras analisadas podem ter sido pequenas, não apresentando grande alteração no ambiente de luz; e, segundo, a medida de porcentagem de abertura total pode não caracterizar totalmente o ambiente de luz,

sendo necessária à utilização de outros índices de luminosidade para caracterizar adequadamente o ambiente de luz nos locais estudados.

### **5.3 Microclima do sub-bosque**

As maiores temperaturas médias mensais (TMM) e máximas (TMMáx) do ar ocorreram na área aberta quando comparada com os demais ambientes, estando esses resultados coerentes com informações previamente relatadas na literatura (LUTTIGE, 1997; HERNANDES et al., 2002; PEZZOPANE et al., 2002, PEZZOPANE et al., 2005).

No presente estudo, comparando-se os ambientes de floresta e a área aberta, as maiores diferenças foram verificadas em relação à TMMáx, com a maior diferença observada entre o topo e a área aberta, de 6,7°C. Hernandez et al. (2002) verificaram valores de temperatura máxima do ar inferiores no interior da mata mesófila semidecídua quando comparada com ambientes de vinhedo (2,0°C no inverno, 2,9 °C na primavera e 3,9°C no verão) e posto meteorológico (1,0°C no inverno, 1,9°C na primavera e 3,4°C no verão). Pezzopane et al. (2005), comparando a radiação solar no sub-bosque de uma floresta estacional e em área aberta, observaram uma redução média de 87,5% do saldo de radiação dentro da floresta. Essas constatações mostram que as florestas, através da cobertura do dossel, exercem importante papel na atenuação da temperatura máxima do ar e da radiação solar, quando comparadas com ambientes abertos.

Foi observado, entre os ambientes de floresta, que as maiores temperaturas do ar (TMM e TMMáx) foram registradas na porção mais baixa (base). Esses resultados estão de acordo com os de Tang; Fang (2006), que observaram, através de medições da temperatura do ar em área montanhosa, com elevações entre 1250 e 3250 m de altitude na China, um aumento da temperatura com a diminuição da altitude.

Durante todo o período de coleta de dados, a temperatura média mensal mínima (TM<sub>mín</sub>) foi maior na área da base. Em seu estudo, Hernandez et al (2002) observaram que, apenas no período mais frio do ano, a temperatura mínima foi inferior no interior da mata em relação ao vinhedo e posto meteorológico (ambientes externos), sendo de 1,0°C e 1,2°C, respectivamente. Segundo os autores este fato pode estar relacionado ao caráter semidecíduo da vegetação arbórea local.

As maiores temperaturas médias diurnas (TMD) foram registradas na área aberta e as maiores temperaturas médias noturnas (TMN) foram registradas na base. Segundo Pezzopane et al. (2002), a variação da temperatura dentro e fora da floresta é explicada pelo fluxo de calor no solo e a diferença entre esses ambientes é causada pela presença do dossel da floresta, que funciona como um anteparo, impedindo trocas intensas de energia. Ainda segundo esses autores o solo desprotegido apresenta maior fluxo de calor da superfície em direção ao seu interior, resultando em elevadas temperaturas diurnas em áreas abertas. Por outro lado, devido à inexistência de um anteparo à noite na área aberta, o fluxo energético ocorre em direção contrária, ou seja, do solo para a superfície, resultando em baixas temperaturas noturnas.

De forma geral, devido ao fato de a estacionalidade climática ser menos intensa em função de ocasionais chuvas orográficas na porção mais alta da floresta (topo), os maiores valores percentuais de umidade relativa do ar foram obtidos nesse ambiente. Esses dados comprovam o efeito da floresta sobre a umidade relativa mínima e média do ar, mantendo-as sempre elevadas em seu interior. Tais resultados estão de acordo com os observados por Hernandez et al. (2002) na comparação entre mata e área aberta. A exceção fica apenas em relação ao mês de abril de 2006, caracterizado pela maior precipitação durante todo o período de coleta de dados, em que os maiores valores de URMM e URMM<sub>mín</sub> foram registrados na área aberta e o maior valor de URMM<sub>máx</sub>, na cabruca e na área aberta.

A umidade relativa do ar foi altamente dependente das variações sazonais da precipitação pluviométrica. Por exemplo, o mês de outubro de 2005 foi caracterizado pela menor precipitação e pelas menores URMM e URMmín. O mês de abril de 2006, quando foi obtida a maior precipitação, foram registrados as maiores URMM e URMMáx. Já em fevereiro de 2006, os baixos valores de umidade relativa, provavelmente, estão relacionados não apenas ao baixo valor de precipitação (57,8 mm) para um mês do período chuvoso, mas também ao registro das maiores TMM e TMMáx para todos os ambientes.

Variações na temperatura ( $T_a$ ) e na umidade relativa (UR) do ar ao longo do dia foram registradas menos intensamente no topo, uma vez que esse ambiente não apresenta tanta influência da sazonalidade climática, devido à ocorrência de chuvas ocasionais.

A localização da cabruca, em área de baixada próximo à área da base, e a descontinuidade na cobertura do dossel podem estar relacionadas com as altas temperaturas observadas nessa área, com valores próximos aos registrados na área aberta e na base. Esses fatores podem estar explicando as variações em relação ao microclima, nesse ambiente, ao longo do período de coleta de dados.

#### **5.4 Estabelecimento de mudas**

Na área da RST, a ocorrência de plântulas e de indivíduos jovens e adultos de *C. echinata* é relatada apenas na base (porção mais baixa). Porém, ao final do experimento, não foram observadas diferenças significativas entre as mudas plantadas na base e no topo para as variáveis de crescimento analisadas (Figura 7 e Tabela 5), e o maior percentual de sobrevivência para essa espécie foi obtido no topo (Tabela 7). As mudas de *C. legalis* também não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes de floresta, com maior percentual de sobrevivência na base. De forma geral, foi observado um maior incremento para

as variáveis de crescimento nas mudas plantadas no topo, o que pode estar relacionado aos maiores valores de abertura do dossel (CO) permitindo maior penetração da radiação luminosa e às menores variações no microclima do sub-bosque nesse ambiente em relação à base.

Em estudo no sub-bosque de uma floresta estacional semidecidual secundária, Pezzopane et al. (2002), constataram que o dossel altera a temperatura do solo em razão da atenuação solar, e que a variabilidade desta pode explicar o comportamento das espécies vegetais no processo de sucessão ecológica, uma vez que tal comportamento está intimamente ligado às condições ambientais do local.

É importante salientar que o mês de outubro de 2005 foi caracterizado pela menor precipitação, pelos maiores valores de CO e pelos menores valores de PAI, por altas temperaturas e pelos menores percentuais de umidade relativa ao longo de todo o período de coleta de dados. Provavelmente, tais fatores podem ter influenciado nos decréscimos observados para o diâmetro e altura na campanha desse mês, e no decréscimo observado no final do experimento em relação à altura para as mudas de *C. legalis* na base, onde a estacionalidade climática é mais marcante devido à queda de parte das folhas no período mais seco do ano.

Trabalhando em área montanhosa, Gunatilleke et al. (1998) analisaram o crescimento de espécies do gênero *Shorea* (Dipterocarpaceae) em três diferentes elevações (125, 580 e 1060 m) e observaram um declínio na altura das plântulas com o aumento da altitude.

Lima (2007) analisou o crescimento inicial de mudas de *C. echinata* e de *C. legalis*, durante 100 dias, em diferentes ambientes de disponibilidade de radiação luminosa. Foi observado maior incremento em diâmetro, número de folhas, massa seca de caules e folhas, área foliar total e individual e massa foliar específica para as mudas das duas espécies a pleno sol do que para as mudas cultivadas na sombra natural (cabruca). Para as mudas de *C. legalis*

na cabruca, praticamente não foram verificados incrementos em diâmetro, devido à menor incidência de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Ainda nesse estudo, analisando o crescimento dessas espécies em condições de sombreamento artificial (casa de vegetação) a 0, 25, 50 e 75% de atenuação da radiação luminosa, foi observado maior crescimento no tratamento a 0%, sendo este semelhante ao sombreamento natural obtido na cabruca.

Aguiar et al. (2005) avaliaram a germinação de sementes e o crescimento de mudas de *C. echinata* sob diferentes condições de sombreamento (0, 20, 40, 60 e 80%), e observaram que as sementes não apresentaram diferenças significativas entre as medidas de porcentagem de germinação nos sombreamentos considerados. O diâmetro das mudas a pleno sol e a 20 e 40% de sombreamento não diferiram significativamente entre si, mas diferiram dos tratamentos a 60 e 80%. As variáveis altura e número de folhas não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Foi observada uma tendência para o maior desenvolvimento das mudas com a diminuição dos níveis de sombreamento, assim como observado por Lima (2007).

Analisando o crescimento de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de uma capoeira, Paiva; Poggiani (2000) obtiveram valores de incremento em diâmetro superiores aos obtidos no presente estudo em relação a *C. legalis*, para três espécies: *Anandenanthera macrocarpa* (angico), *Cedrela fissilis* (cedro), *Aspidosperma parvifolium* (guatambu). *A. parvifolium*, *Tabebuia avellanidae* (ipê-roxo) e *C. fissilis* apresentaram incremento em diâmetro superior aos obtidos para as mudas de *C. echinata* na área de floresta, e apenas *C. fissilis* obteve incremento superior ao obtido para as mudas da cabruca. Apenas *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (jatobá) apresentou incremento em diâmetro inferior aos obtidos por *C. echinata* e *C. legalis*. Em relação à altura, todas as espécies analisadas por Paiva; Poggiani (2000) apresentaram crescimento superior ao obtido para *C. echinata* e *C. legalis*, no presente estudo.

Avaliando o crescimento de mudas de espécies florestais da Mata Atlântica, de diferentes estádios sucessionais, em função de três níveis de luminosidade (100, 40 e de 5-14% de RFA), Moraes Neto et al. (2000) verificaram que o sombreamento natural (5-14% de RFA) inibiu o crescimento de algumas espécies, principalmente das pioneiras e das secundárias. De modo geral, as mudas das espécies avaliadas apresentaram bons níveis de crescimento a pleno sol (100%) e a 40% de RFA. Da mesma forma, ao analisar o comportamento de *Trema micrantha* (crindiúva) sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol e com 48% de retenção da radiação solar) e em diferentes períodos (90, 120 e 150 dias), Fonseca et al. (2002) observaram decréscimo linear do diâmetro e aumento da área foliar e da altura com o aumento do período de sombreamento.

Para a maioria das plântulas das 13 espécies de sub-bosque analisadas por Válio (2003) foi verificada uma redução no crescimento em baixos níveis de radiação luminosa. Segundo esse autor, essas espécies podem ter como estratégia o redirecionamento dos recursos para a sobrevivência, nessas condições, enquanto maiores níveis de luz se tornam disponíveis. Por outro lado, estudando o crescimento de plântulas de 15 espécies arbóreas de diferentes estádios sucessionais sob condições de campo, Souza; Válio (2003) observaram redução na altura, número de entrenós, massa seca, área foliar e razão raiz/parte aérea e aumentos da razão de massa foliar, razão de área foliar e área foliar específica em resposta ao sombreamento.

De forma geral, esses estudos demonstram que o sombreamento ocasiona diminuição no crescimento de mudas de espécies arbóreas. Os altos percentuais de sobrevivência e o pequeno crescimento observado para as mudas das duas espécies na área de floresta, ao final de um ano de observações, podem estar indicando que as mudas dessas espécies encontravam-se em período de adaptação às condições microclimáticas dos ambientes.

Por outro lado, o fato de terem sido observados baixos valores de CO na área de

cabruca, devido à sombra proporcionada pelos cacaueiros, não parece ter influenciado na quantidade e na qualidade de radiação luminosa que chega ao sub-bosque, pois as mudas plantadas nessa área apresentaram maior crescimento em relação às mudas da área de floresta. De acordo com alguns autores, a quantidade e a qualidade do espectro da luz solar incidente exercem um importante papel na determinação da abundância e diversidade das plantas do sub-bosque, no crescimento e mortalidade de plântulas e indivíduos jovens, e no desenvolvimento, estrutura, e composição de espécies de árvores de dossel (HOGAN; MACHADO, 2002; MARTINI, 2002).

Além disso, devem ser levados em consideração tanto o dossel gerado pelas árvores remanescentes na área de cabruca, uma vez que este não se apresenta tão contínuo quanto o da floresta, permitindo uma maior penetração da radiação luminosa, e a fertilidade do solo da área. Segundo Sambuichi (2006), nas áreas de cabruca, o raleamento das árvores diminui a competição por recursos, aumenta a disponibilidade de luz, de nutrientes e água, contribuindo para o maior desenvolvimento das árvores sombreadoras. Assim, uma vez estabelecidos na área, os indivíduos de grande porte conseguem ter acesso a maior quantidade de recursos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento de parâmetros relacionados à cobertura do dossel e de variáveis microclimáticas são essenciais à pesquisa ecológica. Tais fatores têm sido apontados como sendo de grande importância para o desenvolvimento de estudos relacionados com a abundância e a diversidade das plantas do sub-bosque, no estabelecimento, na regeneração e na mortalidade de plântulas, no crescimento e na composição de espécies de árvores de dossel e em padrões de estrutura da floresta (CHEN et al., 1993; TRICHON et al., 1998; HERNANDES et al., 2002; HOGAN; MACHADO, 2002; MARTINI, 2002; MARTINS; RODRIGUES, 2002; SILVA JÚNIOR et al., 2004).

Uma vez que, ao longo do período de coleta de dados, não foram verificadas grandes diferenças na cobertura do dossel nas porções mais altas (topo) e mais baixas (base) da área de floresta na RST, o que, provavelmente, pode estar influenciando nas variações do microclima do sub-bosque nessa área é o efeito do gradiente de altitude e da sazonalidade climática.

Como nos ambientes da área de floresta o dossel apresentou-se relativamente fechado, provavelmente, a pouca penetração da radiação solar no sub-bosque pode ter influenciado no estabelecimento das mudas, refletindo em seu baixo crescimento ao longo do período de análise. Além disso, o fato de que, tanto as mudas de *C. echinata* quanto às de *C. legalis* não terem apresentado diferenças significativas para as variáveis de crescimento entre os ambientes da área de floresta, pode estar demonstrando certa homogeneidade de respostas dessas espécies às condições ambientais dessa área.

Os diferentes tipos de vegetação estudados proporcionaram a constatação da existência de diferenças entre áreas abertas e áreas de floresta quanto a variáveis microclimáticas, como temperatura e umidade relativa do ar. No presente estudo, nos ambientes de floresta, estas

variáveis, provavelmente, foram influenciadas pelo gradiente de altitude.

O melhor desenvolvimento das mudas na área de cabruca pode estar demonstrando o grande potencial de uso dessas áreas para a conservação de espécies arbóreas, como possíveis corredores ecológicos entre fragmentos de floresta. A rápida alteração e o empobrecimento das áreas de cabruca, como afirmado por Sambuichi (2006), tem alertado para a necessidade urgente de se modificar a forma de manejo para se permitir a continuidade das espécies nativas de florestas maduras.

Com base nos resultados obtidos foi possível concluir que, a) o gradiente de altitude e a sazonalidade climática exerceram efeitos nas variações da cobertura do dossel na área de floresta analisada; (b) as variações microclimáticas observadas no sub-bosque da área de floresta foram mais dependentes do gradiente de altitude e da sazonalidade climática do que da cobertura do dossel; (c) o maior crescimento das mudas na área de cabruca pode estar relacionado à menor competição entre as espécies na área e à maior penetração da radiação luminosa no sub-bosque, apesar da sombra exercida pelos cacaueiros e aos baixos valores de dossel aberto.

A partir da análise de variáveis ambientais relacionadas ao estabelecimento de mudas de espécies arbóreas, como *C. echinata* e *C. legalis*, em condições de campo, busca-se elucidar aspectos teóricos da sucessão florestal e subsidiar o desenvolvimento de programas de reintrodução e manejo dessas espécies em áreas antropizadas, como por exemplo, cabrucas e em outros remanescentes de Mata Atlântica, contribuindo para a proteção e conservação das espécies estudadas, bem como para o manejo sustentado desses ecossistemas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F.F.A.; PINHO, R.A. **Pau-brasil: *Caesalpinia echinata* Lam.** São Paulo, Instituto de Botânica, 1986. 14p.
- AGUIAR, F.F.A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A.R.; PINTO, M.M.; STANCATO, G.C.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T.D.R. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 871-875, 2005.
- ALGER, K.; CALDAS, M. Cacau na Bahia – decadência e ameaça à Mata Atlântica. **Ciência Hoje**, v. 117, p. 28-35, 1996.
- ALMEIDA, D.S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica.** Ilhéus: Editus, 2000. 130p.
- AMORIM, A.M.; JARDIM, J.G.; THOMAS, W.W.; CLIFTON, B.C.; CARVALHO, A.M. The vascular plants of a forest fragment in southern Bahia, Brazil. **SIDA**, v.21, n.3, p.1727-1752, 2005.
- ARAÚJO, M.; ALGER, K.; ROCHA, R.; MESQUITA, C.A.B. **A Mata Atlântica do Sul da Bahia.** Situação atual, ações e perspectivas. São Paulo: Instituto Florestal do Estado de São Paulo, 1998. 35p. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 8).
- ARGÔLO, A.J.S. **Os cacauais e a conservação da ofiofauna no sudeste da Bahia, Brasil (Reptilia: Squamata).** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. Orientador: Paulo dos Santos Terra. 2001.
- BAHIA, GOVERNO DO ESTADO. Superintendência de Recursos Hídricos – UESC. Caracterização Climatológica: Programa de Recuperação das Bacias dos Rios Cachoeira e Almada, Vol. I, Tomo III, 2001.
- BEAUDET, M.; MESSIER, C. Variation in canopy openness and light transmission following selection cutting in northern hardwood stands: an assessment based on hemispherical photographs. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 110, p. 217-228, 2002.
- BERBERT, L.M. Fenologia de espécies arbóreas da Mata Atlântica, e educação ambiental na R.P.P.N. Reserva Natural Serra do Teimoso – Sul da Bahia. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 2001.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; SANTOS, F.A.M. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a tropical semi-deciduous forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.44, n.3, p.269-276, 2001.
- BUENO, E. **Pau-brasil.** São Paulo: Axis Mundi, 2002. 279 p.
- CANHAM, C.D.; DENSLOW, J.S.; PLATT, W.J.; RUNKLE, J.R.; SPIES, T.A. ; WHITE, P.S. Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. **Canadian Journal of Forest Research**, v.20, p.620-631, 1990.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa/CNPF, 1994. 640p.

CARVALHO-FILHO, R.; de MELO, A.A.O. ; de SANTANA, S.O.; LEÃO, A.C. **Solos do Município de Ilhéus**. Bol. Técnico 147. Ilhéus, Bahia, Brasil: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. 1987.

CHEN, J.; FRANKLIN, J.F.; SPIES, T.A. Contrasting microclimates among clearcut, edge, and interior of old-growth Douglas-fir forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, n.63, p.219-237, 1993.

CLARK, D.A.; CLARK, D.B. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. **Ecological Monographs**, v. 63, p. 315-344, 1992.

CLARK, D.B.; CLARK, D.A. Abundance, growth and mortality of very large trees in neotropical lowland rain forest. **Forest Ecology and Management**, v.80, p.235-244, 1996.

COIMBRA-FILHO, A.F.; CÂMARA, I.G. **Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil**. FBCN: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. 1996. 86p.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 1969.

DEAN, W. **A ferro e fogo**. A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484p.

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, p. 587-596, 2004.

FARIA, D.M.; LAPS, R.R.; BAUMGARTEN, J.; CETRA, M. Bat and bird assemblages from forests and shade cação plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, n. 15, p. 587-612, 2006.

FIELD, C.B.; BENHRENFELD, M.J.; RANDERSON, J.T.; FALKOWSKI, P. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. **Science**, v.281, p.237-240, 1998.

FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.28, n.4, p.515-523, 2002.

FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. **Gap Light Analyzer (GLA)**. Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-color fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyriht©1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.

GONÇALVES, E. **Diagnóstico Sócioeconômico da Região Cacaueira, vol 6: Geologia Econômica e Recursos Minerais**. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira e Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas – OEA. Ilhéus, Bahia, Brasil. 1975.

GOUVÊA, J.B.S.; MATTOS SILVA, L.A.; HORI, M. Fitogeografia. In: **Diagnóstico Sócioeconômico da Região Cacaueira, vol 7: Recursos Florestais**. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira e Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas – OEA. Ilhéus, Bahia, Brasil. 1976. p. 1-7.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, p.185-206, 2001.

GUNATILLEKE, C.V.S.; GUNATILLEKE, I.A.U.N.; ASHTON, P.M.S.; ASHTON, P.S. **Journal of Tropical Ecology**, n. 14, p. 231-245, 1998.

GUSMÃO, I.C. **Plano de Ação para a Mata Atlântica**. Fundação SOS Mata Atlântica. 1991. 152p.

HERNANDES, J.L.; PEDRO Jr., M.J.; BARDIN, L. Diferenças estacionais entre variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata, vinhedo e posto meteorológico em Jundiá (SP). **Bragantia**, v.61, n.2, p. 169-180, 2002.

HERNANDES, J.L.; PEDRO Jr., M.J.; BARDIN, L. Variação da radiação solar em ambiente externo e no interior de floresta semidecídua. **Revista Árvore**, v. 28, n. 2, p. 167-172, 2004.

HOGAN, K.P.; MACHADO, J.L. La luz solar: consecuencias biológicas y medición. In: GUARIGUATA, M.R.; KATTAN, G.H. (eds.) **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Libro Universitario Regional, 2002. p.119-143.

INOUE, A.; YAMAMOTO, K.; MIZOUE, N.; KAWAHARA, Y. Effects of image quality, size and camera type on forest light environment using digital hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.126, p.89-97, 2004.

JUCHUM, F.S. **Análise filogenética das variants morfológicas foliares de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil) na região sul bahiana com base em seqüências de DNA**. Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2007. Tese (Dissertação de Mestrado em Genética e Biologia Molecular). Orientador: Ronan Xavier Corrêa.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.L.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of wood plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 656p.

KOZLOWSKI, T.T. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 158, p.195-221, 2002.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Rossdorf: TZ – Verl.-Ges., 1990.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, 2000.

LEITÃO FILHO, H.F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. **IPEF**, n.35, p.41-46, abr.1987.

LIMA, M.A.O. **Crescimento inicial de três espécies arbóreas nativas cultivadas em condições de sombreamento artificial, pleno sol e 'cabruca'**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, BA. 2007. Orientador: Marcelo Schramm Mielke.

LOIK, M.E.; HOLL, K.D. Photosynthetic responses of three seedlings in grass and under shrubs in early-successional tropical old fields, Costa Rica. **Oecologia**, v.127, p.40-50, 2001.

LOOKINGBILL, T.R.; URBAN, D.L. Spatial estimation of air temperature differences for landscape-scale studies in montane environments. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 114, p. 141-151, 2003.

LORENZI, R. **Árvores Brasileiras**. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa. 1992. 368p.

LÜTTIGE, U. **Physiological ecology of tropical plants**. Berlin: Springer, 1997. 384p.

MARTINI, A. **Estrutura e composição da vegetação e chuva de sementes em sub-bosque, clareiras naturais e área perturbada por fogo em floresta tropical no sul da Bahia**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas. Orientador: Flávio Antônio Mães dos Santos. 2002.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Gap-phase regeneration em a semideciduous mesophytic Forest, south-eastern Brazil. **Plant Ecology** n. 00, p. 1-12, 2002.

MAY, P.H.; ROCHA, R.B. O sistema agrossilvicultural do cacau-cabruca. In: **Gestão Ambiental no Brasil: experiência e sucesso**. LOPES, I.V.; FILHO, G.S.B.; BILLER, D.; BALE, M. (eds.). Fundação Getúlio Vargas, 1996. p.35-61.

MELILLO, J.M.; McGUIRE, A.D.; KICKLIGHTER, D.W.; MOORE, B.; VOROSMARTY, C.J.; SCHLOSS, A.L. Global climate-change and terrestrial net primary production. **Nature**, v. 363, p.234-240, 1993.

MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A-A.F.; GOMES, F.P.; MANGABEIRA, P.A.O. & SILVA, D.C. Effects of soil flooding on leaf gas exchange and growth of two neotropical pioneer tree species. **New Forests**, v. 29, p. 161-168, 2005.

MMA. **Biodiversidade Brasileira. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404p.

MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L.M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J.C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.35-45, 2000.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest.

**Biotropica**, v.32(4b), p.786-792, 2000.

MORENO, M.R.; NASCIMENTO, M.T.; KURTZ, B.C. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na Mata Atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. **Acta Botânica Brasílica**, v.17(3), p.371-386, 2003.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.

NEVES, M.L.C. **Caracterização da vegetação de um trecho de Mata Atlântica de encosta na serra da Jibóia, Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA. Orientador: Cássio van den Berg, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, v.32 (4b), p.793-810, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; TAMEIRÃO-NETO, E.; CARVALHO, W.A.C.; WERNECK, M.; BRINA, A.E.; VIDAL, C.V.; REZENDE, S.C.; PEREIRA, J.A.A. Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de floresta atlântica sensu lato na região das Bacias do Leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro). **Rodriguésia**, v.56(87): p.185-235, 2005.

PAIVA, A.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Florestalis**, v. 57, p.141-151, 2000.

PEIXOTO, G.L.; MARTINS, S.V.; SILVA, A.F.; SILVA, E. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta bot. bras.** 19 (3): 539-547, 2005.

PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G. dos; REIS, M.G.F.; COSTA, J.M.N. da & CHAVES, J.H. Temperatura do solo no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v.10. n.1. p.1-8. 2002.

PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G. dos; REIS, M.G.F.; COSTA, J.M.N. Caracterização da radiação solar em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.1, p.11-19, 2005.

PINHEIRO, M.P.; LAVINSKY, A.O.; OLIVEIRA, A.S.; MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A.-A.F. **Crescimento e algumas características fotossintéticas de plântulas de jequitibá-rosa em condições de sol e sombra**. In: VII Simpósio de Biologia do Sul da Bahia, Ilhéus, BA, outubro de 2004.

PORTELA, R.C.Q ; SANTOS, F.A.M. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. **Biota Neotropica**, V.3, n.2. 2003.

POTTER, C.S.; RANDERSON, J.; FIELD, C.; MATSON, P.; VITOUSEK, P.M.; MOONEY, H.A.; KLOOSTER, S. Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data. **Global Biogeochemistry Cycles**, v.7, p.811-841, 1993.

RICE, R.A.; GREEBERG, R. Cacao Cultivation and the Conservation of Biological Diversity. **Ambio**, v. 29, n. 3, p. 167-173, 2003.

ROEDER, M. **Diagnóstico Sócioeconômico da Região Cacaueira, vol 4: Reconhecimento Climatológico**. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira e Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas – OEA. Ilhéus, Bahia, Brasil. 1975.

SAMBUICHI, R.H.R. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cabruca (Mata Atlântica raleada sobre plantação de cacau) na região sul da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n.1, p.89-101, 2002.

SAMBUICHI, R.H.R. **Ecologia da vegetação arbórea de cabruca – Mata Atlântica raleada utilizada para cultivo de cacau – na região sul da Bahia**. Brasília, Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2003. 140p

SAMBUICHI, R.H.R. Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacaueira do sul da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, v. 20, n. 4, p. 943-954, 2006.

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.

SCUDELLER, V.V. **Análise fitogeográfica da Mata Atlântica – Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2002. Orientador: Fernando Roberto Martins.

SEBBENN, A.M.; KAGEYAMA, P.Y.; SIQUEIRA, A.C.M.; ZANATTO, A.C.S. Sistema de cruzamento em populações de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze.: implicações para a conservação e melhoramento genético. **Scientia Forestalis**, n. 58, p.25-40, 2000.

SILVA JÚNIOR, W.M.; MARTINS, S.V.; SILVA, A.F.; MARCO JÚNIOR, P. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n.66, p.169-179, 2004.

SOUZA, R.P.; VÁLIO, I.F.M. Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p. 35-47, 2003.

TANG, Z.; FANG, J. Temperature variation along the northern and southern slopes of Mt. Taibai, China. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 139, p. 200-207, 2006.

THOMAS, W.; CARVALHO, A. M.; AMORIM, A.M.A.; GARRISON, J.; ARBELÁEZ, A.L. Plant endemisms in two forests in Southern Bahia. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.311-322, 1998.

THOMAS, W.; JARDIM, J.G.; FIASCHI, P.; MARIANO-NETO, E.; AMORIM, A.M.A. **Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma área transicional de Floresta Atlântica no sul da Bahia, Brasil**. (subm.).2007.

TRICHON, V.; WALTHER, J.N.; LAUMONIER, Y. Identifying spatial patterns in the

tropical rain forest structure using hemispherical photographs. **Plant Ecology**, v.137, p.227-244, 1998.

VÁLIO, I.F.M. Seedling growth of understorey species of a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.4, p.697-703, 2003.

VALVERDE, T.; SILVERTOWN, J. Canopy closure rate and Forest structure. **Ecology**, v. 78, n. 5, p. 1555-1562, 1997.

VAN DEN BERG, E.; SANTOS, F.A.M. Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 83-98, 2003.

VIEIRA, S.; CAMARGO, P.B.; SELHORST, D.; SILVA, R.; HUTYRA, L.; CHAMBERS, J.Q.; BROWN, I.F.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; WOFSEY, S.C.; TRUMBORE, S.E.; MARTINELLI, L.A. Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. **Oecologia**, v.140, p.468-479, 2004.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for Indirect Measurement of Canopy Architecture. **Agronomy Journal**, v.83, p.818-825, 1991.

YOUNG, C.E.F. Causas socioeconômicas do desmatamento da Mata atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C. e CÂMARA, I.G. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica – Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005. p.103-108

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)