

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA AMAZÔNIA – UTAM
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
ENGENHARIA FLORESTAL

• DESEMPENHO DE ESPÉCIES FLORESTAIS SELECIONADAS PARA A PRODUÇÃO
DE LENHA NA REGIÃO DE IRANDUBA – AM

KAROL DE SOUZA BARBOSA

MANAUS/AM

2004

**DESEMPENHO DE ESPÉCIES FLORESTAIS SELECIONADAS PARA A PRODUÇÃO
DE LENHA NA REGIÃO DE IRANDUBA – AM**

Karol de Souza Barbosa

Monografia apresentada ao Instituto de
Tecnologia da Amazônia – UTAM, para a
obtenção do grau de Engenheira Florestal.

**ORIENTADORES : Cíntia Rodrigues de Souza , M. Sc. Embrapa Amazônia Ocidental
José Brandão de Moura, M. Sc. DEF/UTAM**

**Manaus/AM
2004**

Manaus, 28 de junho de 2004

Nós aceitamos e recomendamos o trabalho “Desempenho de Espécies Florestais Seleccionadas para Produção de Lenha na Região de Iranduba – AM”, submetido por Karol de Souza Barbosa do Departamento de Engenharia Florestal para obtenção do grau de Engenheira Florestal do Instituto de tecnologia da Amazônia – UTAM.

Banca Examinadora

Cintia Rodrigues de Souza, M. Sc. Embrapa
Orientadora

Eduardo de Souza Mafra, M. Sc. DEF/ UTAM

Joaquim dos Santos, Dr. INPA

À minha querida mãe, ao meu pai (in memoriam), ao meu irmão e minha avó (in memoriam), dedico-lhes com amor essa inesquecível conquista.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda a força dada em todos os momentos da minha vida.

Ao Instituto de Tecnologia da Amazônia – UTAM e a todos os professores pelos ensinamentos recebidos durante a realização do curso e demais funcionários.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazônia Ocidental/CPAA) pela oportunidade de desenvolver minha iniciação científica.

A Msc. Cintia Rodrigues de Souza pela orientação e apoio, ao Sr. Moacyr pela coleta de dados e ao Dr. Roberval Lima pela ajuda na análise de dados.

Ao professor José Brandão pela co-orientação no meu trabalho e por todo ensinamento passado durante os anos de curso.

Aos amigos de curso pela agradável companhia em tantos momentos inesquecíveis: Hélio Leonardo, Alex Bruno, Renata Braga, Adilson Benchaya, Evely Sevalho, Laura Bernardes, Fabiola Rodrigues, Penélope Antony, Rejane Leite, Germano Lobo, Sammy Aquino, Emanuele Gurgel, Kianny Formiga, Antônio Sarrafi, Thana Esashica e especialmente as amigas Karina Márcia e Lia Mesquita por toda amizade, apoio e carinho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO	01
1 OBJETIVO GERAL.....	04
1.1 Objetivos Específicos.....	04
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	05
2.1 FLORESTA NATURAL	05
2.2 PLANTIOS FLORESTAIS.....	08
2.3 LENHACOMO FONTE DE ENERGIA.....	09
2.3.1 Aspectos que influem na escolha das espécies.....	11
2.4 PÓLO OLEIRO DE IRANDUBA.....	13
2.5 DESCRIÇÃO GERAL DAS ESPÉCIES.....	15
2.5.1 Acácia mangium (<i>Acacia mangium</i> Wild).....	16
2.5.1.1 Ocorrência Natural	16
2.5.1.2 Reprodução.....	17

2.5.1.3	Floração e Frutificação.....	17
2.5.1.4	Sementes	18
2.5.1.5	Produção de mudas	18
2.5.1.6	Fatores Limitantes	18
2.5.1.7	Características Tecnológicas	19
2.5.2	Acácia auriculiformis (<i>Acácia auriculiformis</i> A.cunn. Ex. Benth.....	20
2.5.2.1	Ocorrência Natural	20
2.5.2.2	Reprodução	20
2.5.2.3	Floração e Frutificação	21
2.5.2.4	Sementes	21
2.5.2.5	Produção de mudas	22
2.5.2.6	Fatores Limitantes	22
2.5.2.7	Características Tecnológicas	22
2.5.3	Bambu (<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>vittata</i>)	23
2.5.3.1	Ocorrência Natural	23
2.5.3.2	Características da Espécie	24
2.5.3.3	Características Tecnológicas	24
2.5.4	Taxi – branco (<i>Sclerolobium paniculatum</i>)	25
2.5.4.1	Ocorrência Natural	25
2.5.4.2	Reprodução	26
2.5.4.3	Floração e Frutificação	26
2.5.4.4	Sementes	26
2.5.4.5	Produção de mudas	27
2.5.4.6	Características tecnológicas	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Caracterização da área de estudo	28
3.1.1	Clima	29
3.1.2	Solos	29
3.1.3	Vegetação	30
3.2	DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	30
3.3	ESPÉCIES UTILIZADAS	31
3.4	TRATOS SILVICULTURAIS	32
3.5	COLETA DE DADOS	32
3.5.1	Avaliações Dendrométricas	33
3.6	ANÁLISE DE DADOS	34
3.6.1	Transformação de dados	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Variáveis dendrométricas	36
4.2	Análise de variância	38

CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXO	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de solo em amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm.....	30
Tabela 2. Data do plantio das espécies selecionadas.....	32
Tabela 3. Resultados das médias da sobrevivência (SOB), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), área basal (G) por hectare, volume das árvores por hectare e incrementos médios anuais (IMA) das espécies em estudo de 1 ano de idade.....	37
Tabela 4. ANOVA para as médias de volume por hectare.....	38
Tabela 5. ANOVA para (DAP).....	38
Tabela 6. ANOVA para área basal por hectare.....	38
Tabela 7. Valores de λ para as variáveis dendrométricas.....	39
Tabela 8. ANOVA para o volume por hectare com os dados transformados.....	39
Tabela 9. ANOVA para os valores de DAP transformados.....	39
Tabela 10. ANOVA para os valores de área basal (G) transformados.....	40
Tabela 11. ANOVA para os dados da altura (h).....	40
Tabela 12. ANOVA para os dados da sobrevivência (%).....	40
Tabela 13. Resultados das médias de sobrevivência (SOB), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), área basal (G) e volume.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo de degradação da área, na região de Iranduba.....	14
Figura 2. Acácia mangium	15
Figura 3. Acácia auriculiformis.....	19
Figura 4 Bambu	22
Figura 5. Taxi – branco	24
Figura 6. Área do Município de Iranduba.....	28
Figura 7. Croqui da área do experimento no Caldeirão.....	31
Figura 8. Desempenho em DAP das espécies estudadas.....	42
Figura 9. Desempenho em altura das espécies estudadas	42
Figura 10. Desempenho em área basal (G) das espécies estudadas	43
Figura 11. Desempenho em volume (m ³ /ha) das espécies estudadas.....	43

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi de avaliar o desempenho de quatro espécies selecionadas com potencial para produção de lenha e estabelecer plantações-piloto com um ano de idade. As árvores foram provenientes do plantio da Estação Experimental do “Caldeirão” –Embrapa Amazônia Ocidental/CPAA, no município de Iranduba-AM. As espécies selecionadas foram: *Acacia mangium* (acácia mangium), *Acacia auriculiformis* (acácia auriculiformis), *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) e *Bambusa vulgaris* var. *vittata* (bambu). Foi calculada a média do diâmetro a altura do peito (DAP) e altura para os três melhores fustes de cada espécie, devido ao grande número de fustes encontrados no bambu. Verificou-se que a espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* apresentou 98,3% de sobrevivência, porém seu incremento médio anual (DAP, altura, volume) foi baixo em relação às outras espécies. Aos 12 meses de idade a espécie que mais se destacou foi a acácia mangium, com $2,50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, seguida pela acácia auriculiformis com $1,93 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O bambu apresentou um incremento médio de $1,87 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e o taxi-branco obteve $0,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. As espécies acácia mangium e acácia auriculiformis se destacaram com características desejáveis para a produção de madeira em curto espaço de tempo, como rápido crescimento e bom incremento médio anual em volume.

Palavras-chaves: espécies florestais, biomassa, produção de lenha, rápido crescimento.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the performance of four species selected with potential for firewood production and to establish plantation-pilot with one year of age. The trees had been proceeding from the plantation of the Experimental Station of "Caldeirão" Embrapa Amazônia Ocidental/CPAA, in the city of Iranduba-AM. The selected species had been: *Acacia mangium* (acácia mangium), *Acacia auriculiformis* (acácia auriculiformis), *Sclerolobium paniculatum* (taxi-white) and *Bambusa vulgaris* var. *vittata* (bamboo). The height of the chest (DAP) and height for the three better shafts of each species was calculated the average of the diameter, which had to the great number of shafts found in the bamboo. It was verified that the *Bambusa vulgaris* var. *vittata* presented 98.3% of survival, however its annual average increment (DBH, height, volume) was low in relation to the other species. To the 12 months of age the species that more was distinguished was the acácia mangium, with $2,50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, followed for the acácia auriculiformis with $1,93 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. The bamboo presented an average increment of $1,87 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ and the 0,2 taxi-white got $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. Species acacia mangium and acácia auriculiformis if had detached with desirable characteristics for the wooden production in short space of time, as fast growth and good annual average increment in volume.

Key-words: forest species, biomass, production of firewood, fast growth.

INTRODUÇÃO

O problema energético mundial tem sido agravado nos últimos anos pelo incremento do custo do petróleo, aumento populacional e diminuição acelerada das áreas de floresta. Como consequência, vários países têm centrado suas atenções no desenvolvimento de plantações energéticas como uma possível solução para o problema. Neste campo, os países com indústrias mais desenvolvidas e maior experiência no setor florestal já contam com informações adequadas para implantar e manejar este tipo de plantio. Lamentavelmente não tem acontecido o mesmo nos setores domésticos e de pequena indústria, onde a falta de tradição florestal e a pouca informação disponível, entre outros, não têm permitido o desenvolvimento de técnicas adequadas de produção de lenha, principalmente, nas regiões densamente povoadas.

Atualmente pouco se conhece sobre as espécies nativas e mesmo sobre as espécies exóticas existem poucas informações sobre as melhores condições edafoclimáticas de plantio. Assim, a cada dia aumenta a necessidade de informações a respeito de recomendações técnicas para o plantio de espécies florestais, principalmente para áreas alteradas ou degradadas. Estas demandas têm aumentado ainda mais pela obrigatoriedade da reposição florestal em algumas regiões da Amazônia e também pela crescente redução das áreas florestais comerciais exploráveis próximas aos centros consumidores. De acordo com Sebrae (1995), o Estado do Amazonas ainda não tem experiência com o plantio de essências madeireiras em escala comercial para satisfazer a demanda das indústrias do setor oleiro.

Com este enfoque, considerando o crescente consumo de biomassa florestal para produção de energia, cuja matéria-prima é oriunda das florestas nativas, sem nenhum critério ou seleção de espécies, e ainda mediante o que dispõe o Código Florestal nos artigos 21 e 22 e a Portaria Normativa nº 903/80 do IBAMA (que regulamentam e disciplinam sobre a reposição da matéria-prima oriunda de floresta nativa), propõe-se desenvolver um “sistema de produção para lenha” na região de Iranduba que atenda à demanda e produza benefícios sócio-econômicos aos pequenos e médios produtores.

O Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei 4771 de 15/09/1965, estabeleceu, entre outras coisas, como um dos critérios básicos da política setorial, a exigência da reposição florestal obrigatória por parte das empresas consumidoras de produtos e subprodutos florestais. Desta forma, as empresas siderúrgicas e outras à base de carvão vegetal, lenha ou outra matéria-prima vegetal são obrigadas a manter florestas próprias para exploração racional ou a formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

Segundo Azevedo et al. (2003), no ano de 2000 o município de Iranduba (que possui uma área de 2.354 km²) já apresentava um índice de desmatamento de 13,39% de seu território. Este cenário parece estar relacionado às atividades econômicas desenvolvidas neste município, como o pólo oleiro e os fornecedores de hortigranjeiros à cidade de Manaus.

O pólo oleiro de Iranduba, juntamente com o do município de Manacapuru, são os maiores consumidores de lenha no Estado do Amazonas. Dados do Sebrae (1995) mostram que, dos diversos ramos de indústrias do setor primário instalado em Iranduba, a atividade oleira desempenha papel de destaque na sócio-economia local. O recurso florestal utilizado como lenha provém de florestas primárias ou secundárias, o que, do ponto de vista econômico, faz com que a floresta virgem comercialmente aproveitável se torne cada vez mais inacessível para a produção de lenha na indústria (Azevedo, 1998). Segundo Bueno et al. (2000), a forte demanda por tijolos e telhas de cerâmica, exercida pela construção civil em Manaus, tem levado o pólo madeireiro de

Irãnduba a estimular o extrativismo desordenado de madeira para produção de lenha, prejudicando os recursos florestais, que não vêm sendo repostos ou manejados adequadamente, o que tem contribuindo para a desestabilização do ecossistema, já que agride muito o ambiente.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho em crescimento de quatro espécies selecionadas com potencial para produção de lenha e estabelecer plantações-piloto por meio de investigações participativas em áreas de proprietários de olarias/produtores rurais, o que poderá futuramente satisfazer a demanda por lenha de forma sustentável e contínua.

1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar sistema de produção com espécies florestais para fins energéticos, que futuramente poderá satisfazer parte da demanda de lenha do pólo oleiro de Iranduba - AM.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar técnicas de manejo, tais como desbaste, época de corte, ciclo de corte, entre outras, adequadas para condução e manutenção dos plantios para produção de biomassa com fins energéticos;
- Ampliar os conhecimentos sobre técnicas de produção de plantas, estabelecimento, manejo e exploração de plantações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FLORESTA NATURAL

A floresta natural é um importante patrimônio do Brasil que proporciona significativo benefício social, ambiental e econômico ao país (Ferreira & Galvão, 2000). Uma das características mais importantes da floresta tropical úmida é o elevado número de espécies de árvores que esta apresenta em comparação com outros tipos de florestas (Pires-O'brien et al., 1995).

De acordo com Rocha et al.(2003), a expressiva cobertura vegetal existente na Amazônia evidencia sua importância como proteção e abrigo a diferentes formas de vida, além de exercer papel importante na qualidade ambiental do planeta no tocante a trocas gasosas entre a biosfera e a atmosfera e o fornecimento de inúmeros serviços ambientais, de recursos madeireiros e não madeireiros.

De acordo com dados da FAO (2003), a Região Amazônica abriga o maior e mais importante ecossistema florestal do mundo, com cerca de 370 milhões de hectares, um terço das reservas mundiais e cerca de 71 bilhões de m³ de volume de madeira. Segundo Barros (2003), só

o Estado do Amazonas apresenta, aproximadamente, 14 bilhões e 800 milhões de m³ de biomassa e um total de cerca de 6,3 milhões de m³ de madeira comercializável.

Porém, com o crescente desmatamento para a criação de pastagens, centros urbanos e exploração de madeira, as áreas de floresta natural estão sendo reduzidas; a eliminação de florestas cresceu exponencialmente durante as décadas de 70 e 80 (Fearnside, 1987; Ferreira & Galvão, 2000). Nas últimas décadas, a devastação de grandes áreas de florestas tropicais deveu-se à crescente demanda pelo uso de madeira, provocada por vários fatores, entre eles, o crescimento populacional, utilização como fonte de energia, construções de estradas e como geradora de divisas para muitos países em desenvolvimento (Neves et al., 1993).

O processo de ocupação da Amazônia tem provocado uma alteração na cobertura florestal – o desflorestamento, principalmente, em função dos projetos de colonização, agropecuários, minerais, industriais e ainda as áreas de inundação para formação de reservatórios de usinas hidrelétricas. Não obstante a inevitabilidade dos desmatamentos, o desperdício de grande parte desse patrimônio florestal, sem nenhuma forma de aproveitamento, contribui decisivamente para o agravamento do problema, empobrecendo não somente a floresta, mas também toda a região, uma vez que seus recursos não são aproveitados (Fontes, 1989).

Segundo Dias et al. (1993), as atividades econômicas desenvolvidas na Amazônia Brasileira têm causado diferentes níveis de degradação e, do ponto de vista ambiental, existem efeitos sobre a biodiversidade, envolvendo perdas ou danos às populações de animais e vegetais, além de alterações nas funções críticas dos ecossistemas naturais, modificando o estoque de carbono armazenado, quantidade de água transpirada e retenção de nutrientes.

o Estado do Amazonas apresenta, aproximadamente, 14 bilhões e 800 milhões de m³ de biomassa e um total de cerca de 6,3 milhões de m³ de madeira comercializável.

Porém, com o crescente desmatamento para a criação de pastagens, centros urbanos e exploração de madeira, as áreas de floresta natural estão sendo reduzidas; a eliminação de florestas cresceu exponencialmente durante as décadas de 70 e 80 (Fearnside, 1987; Ferreira & Galvão, 2000). Nas últimas décadas, a devastação de grandes áreas de florestas tropicais deveu-se à crescente demanda pelo uso de madeira, provocada por vários fatores, entre eles, o crescimento populacional, utilização como fonte de energia, construções de estradas e como geradora de divisas para muitos países em desenvolvimento (Neves et al., 1993).

O processo de ocupação da Amazônia tem provocado uma alteração na cobertura florestal – o desflorestamento, principalmente, em função dos projetos de colonização, agropecuários, minerais, industriais e ainda as áreas de inundação para formação de reservatórios de usinas hidrelétricas. Não obstante a inevitabilidade dos desmatamentos, o desperdício de grande parte desse patrimônio florestal, sem nenhuma forma de aproveitamento, contribui decisivamente para o agravamento do problema, empobrecendo não somente a floresta, mas também toda a região, uma vez que seus recursos não são aproveitados (Fontes, 1989).

Segundo Dias et al. (1993), as atividades econômicas desenvolvidas na Amazônia Brasileira têm causado diferentes níveis de degradação e, do ponto de vista ambiental, existem efeitos sobre a biodiversidade, envolvendo perdas ou danos às populações de animais e vegetais, além de alterações nas funções críticas dos ecossistemas naturais, modificando o estoque de carbono armazenado, quantidade de água transpirada e retenção de nutrientes.

Os dados mais atuais a respeito da evolução da taxa de desmatamento na Amazônia indicam que, aproximadamente, 15% da área total originalmente coberta por floresta (cerca de 59 milhões de hectares) foi convertida em áreas para a implantação de atividades agropastoris (MMA, 2000; INPE, 2002).

De acordo com Kageyama et al. (1992), área degradada é aquela que sofreu distúrbio e teve eliminados os seus meios de recuperação natural. Aliado a isso, o mesmo autor afirma que o crescente interesse na recuperação de áreas degradadas pressiona na direção de um aumento de pesquisas nessa linha.

A conservação e a recomposição são algumas das grandes questões que se têm com relação às florestas tropicais e subtropicais do mundo, devido à crescente expansão das atividades agrícolas e industriais (Costa, 1997).

Algumas vantagens apontadas por Rankin (1979) que tornam válida a recuperação de áreas degradadas são por meio de plantios florestais: a maioria está localizada ao longo ou perto de vias de acesso principais, rios ou rodovias; a maioria está localizada perto de centros de concentração da população humana com grande demanda de produtos; as áreas já estão desmatadas, reduzindo os custos de preparação do terreno para o plantio.

Higuchi et al. (2003) afirmam que a conciliação da produção e conservação da floresta significa o equilíbrio dos fatores e das funções que garantem o funcionamento de seu conjunto de ecossistemas, fornecendo benefícios importantes na forma de serviços ambientais que são frequentemente necessários para a sustentabilidade econômica.

2.2 PLANTIOS FLORESTAIS

Atualmente o setor florestal brasileiro mantém cerca de 4,6 milhões de hectares de florestas plantadas de rápido crescimento, distribuídos em todo o território nacional. Deste total, cerca de 3 milhões de hectares correspondem a plantações de Eucaliptus, e 1,8 milhões de hectares a plantações de Pinus. A madeira oriunda de plantios florestais é utilizada principalmente para produção de chapas, lâminas, compensados, aglomerados, carvão vegetal, madeira serrada, celulose e móveis (Floresta Brasil, 2004).

De acordo com Lima (2004), plantios florestais são formações implantadas no contexto do processo de florestamento ou reflorestamento, onde podem ser utilizadas espécies nativas ou introduzidas (exóticas). Segundo Lima et al. (2000), o plantio de espécies florestais constitui-se em uma das alternativas mais eficientes para a recuperação de áreas degradadas em regiões tropicais como a região amazônica, em função de seu papel de controle da erosão, conservação da umidade do solo e criação de um microclima mais favorável para o desenvolvimento de outras culturas.

De acordo com Lima et al. (2000), ainda são poucos os plantios florestais na Amazônia devido à carência de conhecimentos científicos sobre o comportamento das espécies nativas e exóticas na região, como também a escolha das espécies mais adequadas para as diferentes condições ecológicas da região.

Pelo Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei 4771, de 15/09/1965, é estabelecida a reposição obrigatória para todos os consumidores de produtos de origem florestal (Vanolli, 1995). Desta forma, as empresas siderúrgicas e outras à base de carvão vegetal, lenha ou outra matéria-prima vegetal são obrigadas a manter florestas próprias para exploração racional ou a

formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

De acordo com Simões et al. (1983), as florestas implantadas representam potencial para a **produção de biomassa capaz de gerar energia através da sua queima direta ou após a transformação de lenha em carvão, metanol e etanol**, entre outros, isso porque apresentam características próprias e específicas, capazes de aumentar a sua produtividade.

2.3 LENHA COMO FONTE DE ENERGIA

Através dos tempos, a floresta tem fornecido à humanidade madeira para os mais diversos fins. Dentre estas finalidades, a mais antiga e que proporcionou ao homem a possibilidade de colonizar territórios distantes foi a extração de madeira para lenha (Castro, 1986). Historicamente, a biomassa de origem florestal é tida como uma importante fonte de energia (Malik et al., 2001; Chhabra et al., 2002).

De acordo com Smith (1989), na década de 70 a crise de petróleo, com o conseqüente aumento do seu custo, influenciou o setor florestal, visto que acelerou a necessidade de substituição do petróleo por fontes alternativas de energia.

O aproveitamento da biomassa florestal para geração de energia representa um dos segmentos mais importantes do modelo de desenvolvimento econômico e social baseado no uso e na valorização da floresta (Barbosa et al., 2001). De acordo com FAO (1990), mais de dois terços da população dos países em desenvolvimento dependem essencialmente da lenha para suas

formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

De acordo com Simões et al. (1983), as florestas implantadas representam potencial para a produção de biomassa capaz de gerar energia através da sua queima direta ou após a transformação de lenha em carvão, metanol e etanol, entre outros, isso porque apresentam características próprias e específicas, capazes de aumentar a sua produtividade.

2.3 LENHA COMO FONTE DE ENERGIA

Através dos tempos, a floresta tem fornecido à humanidade madeira para os mais diversos fins. Dentre estas finalidades, a mais antiga e que proporcionou ao homem a possibilidade de colonizar territórios distantes foi a extração de madeira para lenha (Castro, 1986). Historicamente, a biomassa de origem florestal é tida como uma importante fonte de energia (Malik et al., 2001; Chhabra et al., 2002).

De acordo com Smith (1989), na década de 70 a crise de petróleo, com o conseqüente aumento do seu custo, influenciou o setor florestal, visto que acelerou a necessidade de substituição do petróleo por fontes alternativas de energia.

O aproveitamento da biomassa florestal para geração de energia representa um dos segmentos mais importantes do modelo de desenvolvimento econômico e social baseado no uso e na valorização da floresta (Barbosa et al., 2001). De acordo com FAO (1990), mais de dois terços da população dos países em desenvolvimento dependem essencialmente da lenha para suas

necessidades de energia para uso doméstico. Esse segmento representa, atualmente, cerca de 20 a 22% do consumo final de energia no Brasil, existindo base fatural para afirmar que é técnica e economicamente viável elevar esse potencial para 40% (Goldemberg, 1998, citado por Barbosa et al., 2001). A lenha ocupa posição importante no cenário energético nacional, tratando-se de um recurso renovável, que pode ter sua produção sustentável e não possui o caráter poluidor das fontes fósseis (Vale et al., 2000).

No Brasil, a floresta já representou a principal fonte de energia com o consumo direto de lenha; entretanto, a grande oferta de petróleo desestimulou estudos para o aproveitamento dos recursos renováveis (Castro, 1986). De acordo com Brasil (2000), citado por Gatto et al. (2003), o consumo de lenha no país diminuiu consideravelmente nos últimos 21 anos devido à utilização de outras fontes de energia.

Beith et al. (1992) apontam o Brasil como um dos países com as melhores condições para a produção de biomassa devido à sua posição e extensão geográfica. De acordo com Barrichelo & Brito (1979), o Brasil possui amplas e totais condições para o uso de madeira para fins energéticos, bastando para isso estudos específicos para a implantação de um sistema racional para energia.

Segundo Pereira & Rezende (1983), a madeira está sendo considerada como energético viável no caso brasileiro e com baixo custo por quilocaloria produzido. Isso contribui para implantação de florestas de rápido crescimento, objetivando a produção de madeira num curto período de tempo.

Segundo Couto et al. (2004), a biomassa de origem florestal é uma forma de energia limpa, renovável, equilibrada com o meio ambiente rural e urbano, descentralizadora de

população e criadora de tecnologia própria. Sendo um recurso renovável, se utilizado de maneira correta nunca se esgotará, ao contrário dos minerais, por exemplo (Mady, 2000).

A promoção de energias renováveis é, sobretudo, justificada pelas múltiplas vantagens ambientais (Pereira & Staiss, 2001), e por não serem de origem fóssil, não modificam o equilíbrio térmico ou de dióxido de carbono no planeta, não tendo assim um caráter poluidor (Barrichelo & Brito, 1979).

Em outros Estados do país a utilização de madeira proveniente de reflorestamentos, para produção energética, já é uma atividade corriqueira. Dados da Associação Brasileira de Carvão Vegetal (ABRACAVE) indicam que, aproximadamente, 70% da madeira consumida no ano de 2001 para produção de carvão vegetal tiveram como origem plantios florestais, e somente 30% utilizaram madeira oriunda de matas nativas (ABRACAVE, 2004).

2.3.1 Aspectos que influem na escolha de espécies

Segundo Simões et al. (1983), as florestas específicas para produção de energia apresentam características próprias como: espécies de rápido crescimento bem adaptadas ecologicamente e que produzem madeira com densidade relativamente alta e de grande poder calorífico.

- Espécies de rápido crescimento

Higa & Higa (2000) citam vários fatores que influenciam na tomada de decisão sobre a espécie a ser plantada, tais como: finalidade do plantio, clima e solo do local do plantio,

população e criadora de tecnologia própria. Sendo um recurso renovável, se utilizado de maneira correta nunca se esgotará, ao contrário dos minerais, por exemplo (Mady, 2000).

A promoção de energias renováveis é, sobretudo, justificada pelas múltiplas vantagens ambientais (Pereira & Staiss, 2001), e por não serem de origem fóssil, não modificam o equilíbrio térmico ou de dióxido de carbono no planeta, não tendo assim um caráter poluidor (Barrichelo & Brito, 1979).

Em outros Estados do país a utilização de madeira proveniente de reflorestamentos, para produção energética, já é uma atividade corriqueira. Dados da Associação Brasileira de Carvão Vegetal (ABRACAVE) indicam que, aproximadamente, 70% da madeira consumida no ano de 2001 para produção de carvão vegetal tiveram como origem plantios florestais, e somente 30% utilizaram madeira oriunda de matas nativas (ABRACAVE, 2004).

2.3.1 Aspectos que influem na escolha de espécies

Segundo Simões et al. (1983), as florestas específicas para produção de energia apresentam características próprias como: espécies de rápido crescimento bem adaptadas ecologicamente e que produzem madeira com densidade relativamente alta e de grande poder calorífico.

- Espécies de rápido crescimento

Higa & Higa (2000) citam vários fatores que influenciam na tomada de decisão sobre a espécie a ser plantada, tais como: finalidade do plantio, clima e solo do local do plantio,

conhecimentos silviculturais sobre a espécie selecionada, produtividade e rentabilidade do plantio e disponibilidade de sementes.

Segundo Lima (2000), a seleção de espécies deve obedecer aos seguintes critérios: a) taxa de crescimento rápido a médio (0,60 m/ano de incremento em altura); b) boa adaptabilidade para crescimento a céu aberto; c) tecnologia disponível para produção de mudas e plantio.

De acordo com Scolforo (1997), o crescimento de uma espécie está correlacionado com o crescimento potencial do volume de acordo com a qualidade do sítio. De acordo com Bastos (1986), citado por Lima (2004), a temperatura também é um fator importante no crescimento das plantas.

- Densidade da madeira

Segundo Atayde (2000), a densidade básica da madeira constitui-se numa das mais importantes características para identificar espécies produtoras de carvão de boa qualidade. Madeira com maior densidade produz carvão com densidade aparente maior.

A densidade, de um modo geral, está correlacionada com o valor combustível da madeira (Barrichelo & Brito, 1979). Isto porque, quando se pretende avaliar a qualidade da madeira, a densidade é uma das principais características a serem consideradas, uma vez que está relacionada com alguns aspectos tecnológicos e econômicos muito importantes como: a contração e o inchamento, a resistência mecânica das peças, o rendimento e a qualidade da polpa

celulósica, a produção e a qualidade do carvão vegetal e os custos operacionais ligados ao transporte e armazenamento (Atayde, 2002).

- Poder Calorífico

Fontes (1989) define como poder calorífico como sendo o número de calorias liberadas na combustão completa de uma unidade de massa combustível, expresso em kcal/kg para combustíveis sólidos e líquidos.

Segundo Pereira et al. (2000), o poder calorífico da madeira relaciona-se negativamente com o seu teor de umidade. A queima da madeira úmida proporciona menos energia devido ao consumo no aquecimento e vaporização da água.

De acordo com Farinhaque (1981), citado por Gatto (2003), um bom aproveitamento da combustão da madeira se dá com teores de umidade abaixo de 25%, isso porque a madeira com teores acima dessa percentagem reduz a quantidade de caloria liberada .

2.4 PÓLO OLEIRO DE IRANDUBA

O pólo oleiro do município de Iranduba, juntamente com Manacapuru, é o maior consumidor industrial de lenha no Estado do Amazonas, sendo responsável pelo atendimento quase que total da demanda por tijolos e telhas da construção civil da cidade de Manaus. Atualmente todo o recurso florestal utilizado como lenha provém de áreas de floresta primária ou

secundária, não havendo nenhuma iniciativa por parte de empresários do setor primário ou dos agricultores para implantação de plantações racionais (Azevedo et al., 1998).

As linhas de produção do segmento cerâmico-oleiro de Iranduba e Manacapuru, composto por cerca de 32 empresas, limitam-se à fabricação de tijolos 8 (oito) furos, esporadicamente tijolos maciços para consumo das próprias olarias e de telhas. A produção é da ordem de 100.000.000 de tijolos por ano (25% produzidos em Manacapuru e 75% em Iranduba).

A mão-de-obra empregada é da ordem de 500 operários. Contudo, adverte-se que o número pode estar subestimado, haja vista as características flutuantes do setor, decorrentes da sazonalidade climática (período de menor ou maior intensidade de chuva) e da prática informal da relação empresa/operário, muitas vezes contratados sob regime de empreita de serviços (Azevedo et al., 2003).

A supressão da vegetação e decapeamento, a retirada da cobertura vegetal, ocorre em dois momentos (Figura 1.):



Figura 1. Processo de degradação da área, na região de Iranduba.

1^o) Para o desenvolvimento do poço de lavra torna-se inevitável a retirada da camada superficial do solo (horizonte A), implicando na destruição da cobertura vegetal, macro e microfloras associadas, sem que se observe a devida preocupação em estocar o solo para futuro emprego na reposição de áreas lavradas;

2^o) Grandes áreas de floresta são cortadas para produção de lenha, usada como matéria energética na queima dos produtos das olarias, sem o devido controle e/ou um programa de reflorestamento desenvolvido pelos empresários de maneira voluntária ou imposta.

As atividades do pólo oleiro no município de Iranduba têm hoje grande importância socioeconômica para esse município. No entanto, não existe nenhuma preocupação com o desenvolvimento harmônico da atividade, especialmente no que diz respeito ao manejo ou reposição dos estoques de lenha utilizados pelas indústrias. Os esforços de controle administrativo e repressivo, pelos órgãos ambientais, com ênfase na aplicação de multas, não geraram resultados.

2.5 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES

2.5.1 Acácia mangium

Nome Científico: *Acacia mangium* Willd

Nomes vulgares: Acácia australiana (Brasil) (Lorenzi et al. 2003). brown salwood, black wattle, hickory wattle (Inglaterra e Austrália), tongke hutan (Indonésia), mangge hutan, nak (Ilhas Molucas), mangium, krathin-thepha (Malásia) (Rossi et al., 2003).

Família: *Mimosaceae*



Figura 2. Acácia mangium
Foto: Cintia Rodrigues de Souza

O gênero *Acacia* tem considerável importância nos reflorestamentos com fins industriais nas regiões tropicais. A área plantada com espécies desse gênero no mundo é de aproximadamente 8,3 milhões de ha (FAO, 2002).

Acacia é uma leguminosa que vem sendo utilizada em alguns países pela sua rusticidade, rapidez de crescimento e tolerância a solos marginais (Nitrogen Fixing Tree Association, 1987) tendo sido indicada por Dubois (1996) para plantios em consórcios agroflorestais na Amazônia e posterior utilização em energia.

De acordo com pesquisa de literatura efetuada por Ryan (1998), o incremento médio anual de madeira dessa espécie varia de 30 a 50 m³/ha/ano.

2.5.1.2 Ocorrência natural

A acácia mangium é nativa do extremo norte de Queensland, Austrália, e da ilha que tem Papua Nova Guiné na parte oriental, e Irian Jaya, pertencentes à Indonésia, na parte ocidental (Wildin, 1990).

Em seu ambiente natural ocorrem em agrupamentos puros e densos, sugerindo que podem ser plantadas em monoculturas sem problemas sérios de pragas e doenças (National Research Council, 1983).

Em seu habitat natural, alcança de 25 a 30 m de altura (em condições adversas não chega a 10 m) e 90 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Geralmente apresenta fuste reto, com ramificações que começam acima da metade da altura total do mesmo. Quando livres de competição, a forma da copa é globular, porém, em plantações, onde o espaçamento é menor, apresenta-se cônica (National Research Council, 1983; Rossi et al., 2003).

2.5.1.3 Reprodução

A acácia mangium inicia a fase reprodutiva, aproximadamente, aos 2,5 anos de idade (Lima e Garcia, 1996), com produção sexuada (Azevedo et al., 2003). Diversos autores vêm pesquisando a factibilidade da propagação vegetativa da acácia, porém, essa técnica ainda não é adotada comercialmente (Rossi et al., 2003).

2.5.1.4 Floração e frutificação

As inflorescências são brancas, axilares e frutos do tipo vagem, espiralados ou torcidos (Lorenzi, 2002).

A floração e frutificação é abundante e contínua. O período entre a floração e o amadurecimento das sementes variam de cinco a sete meses (Atayde, 2002).

2.5.1.5 Sementes

Segundo Souza et al. (2003), a multiplicação é exclusivamente por sementes, cuja produção anual é abundante nas condições do sudeste do Brasil onde é mais cultivada.

Uma árvore madura produz em média 0,4 kg de sementes; em cada quilo tem-se de 80.000 a 110.000 sementes. A semente madura, com 3 a 5 mm de comprimento e 2 a 3 mm de largura, é de cor negra e brilhante; quando colhida, é possível distinguir-se entre negro, café e diferentes tonalidades de verde. As sementes de tonalidades café e negra desenvolvem-se melhor do que as demais (CATIE, 1992).

2.5.1.6 Produção de mudas

De acordo com Atayde (2002), a produção de mudas pode ser feita através de semeadura em canteiros ou de forma direta. Aproximadamente dois meses a três meses e meio após a semeadura, as mudas podem ser preparadas para o plantio definitivo.

Azevedo et al. (2003) recomendam plantar as acácias em um espaçamento de 3 m x 2 m (1.666 plantas por hectare) com aplicação de fertilizantes na cova no momento do plantio.

2.5.1.7 Fatores limitantes

A umidade do solo é um fator limitante importante. Sabe-se que a prolongação de períodos secos faz parar ou diminuir de forma extrema o crescimento das árvores. A acácia mangium pode produzir irritações alérgicas em algumas pessoas, devido ao pólen de suas flores.

Dependendo do local de plantio, as árvores isoladas estarão sujeitas a quebra por ventos fortes (Carvalho et al., 2001) devido à sua folhagem densa e às raízes superficiais (Mackey, 1996).

2.5.1.7 Características tecnológicas

O poder calorífico da espécie (4.800 – 4.900 kcal/kg) torna-a adequada para a produção de energia, sendo seu uso quatro vezes mais eficiente do que a madeira de espécies nativas, tradicionalmente utilizadas em olarias e fornos no Amazonas (Azevedo et al., 2003).

A madeira é utilizada também na produção de celulose, movelaria, produção de adesivos, na silvicultura urbana, na recuperação de áreas degradadas e como corta-fogo, além de ser uma espécie melífera (Atayde, 2002). Devido à facilidade de manuseio, é também muito utilizada na fabricação de painéis de madeira, construções em geral e utensílios para agricultura (Azevedo et al., 2003).

Uma grande vantagem silvicultural da acácia é a simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam o nitrogênio no solo (National Research Council, 1983) por meio da conversão de nitrogênio molecular (N_2) em amônia, aumentando a disponibilidade desse nutriente para a planta e por esse motivo são bastante utilizadas na recuperação de áreas degradadas (Azevedo et al., 2003).

2.5.2 Acácia auriculiformis

Nome científico: *Acacia auriculiformis* A. Cunn. Ex Benth

Nome vulgar: Acácia auriculada (Brasil) (Lorenzi et al. 2003)

Família: *Mimosaceae*



Figura 3. Acácia auriculiformis
Foto: Cintia Rodrigues de Souza

Apresenta a característica de fixar nitrogênio, nodulando bem com um grande número de estirpes de *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* presentes em solos tropicais (Dart, 1998). De crescimento rápido, pode atingir até 30 m de altura em locais favoráveis. Tem sido usada e indicada na revegetação e reabilitação de áreas degradadas por adaptar-se bem às condições ambientais da Amazônia (Azevedo et al., 2003).

De acordo com Semsuntund & Nitiwattanachai (1991), a acácia auriculiformis pode crescer em clima quente, seco e é adaptável em áreas úmidas com precipitação anual maior que 1800 mm por ano. Os mesmos autores indicam a espécie como sendo adequada na produção de celulose, energia e na utilização na construção civil.

2.5.2.1 Ocorrência natural

É nativa da Austrália, encontrada na península Cape York e em áreas costeiras próximas de Darwin (Wildin, 1990) e das savanas de Papua Nova Guiné (National..., 1979).

Por causa da sua boa adaptabilidade de crescer em áreas degradadas esta espécie tem sido testada na Indonésia, Malásia, Índia, Nigéria, e Tanzânia (Tropical Legumes, 1979).

No Brasil o seu cultivo é recente, incentivado principalmente pela Companhia Vale do Rio Doce (Lorenzi, 2003).

2.5.2.2 Reprodução

A reprodução ocorre geralmente através de sementes. O tratamento de pré-germinação é essencial a fim de se promover a germinação da semente (NFT, 2004).

2.5.2.3 Floração e frutificação

A floração é contínua durante o ano todo dependendo da localidade. A polinização é feita por insetos e a produção de sementes é abundante (DFSC, 2004).

2.5.2.4 Sementes

As sementes de acácia apresentam dormência devido ao tegumento ser impermeável à água (Lima e Garcia, 1996). Fowler et al. (2000) recomendam a imersão das sementes em água a

temperatura inicial de 80°C, seguida de repouso na mesma água, fora do aquecimento por 24 horas .

2.5.2.5 Produção de mudas

Sementes colhidas no ponto de maturação fisiológica apresentam taxa de germinação acima de 90%. É possível produzir mudas de acácia semeando as sementes pré-tratadas em canteiros, e cobrindo-as com uma leve camada de areia ou ainda diretamente em recipientes (Azevedo et al., 2003). Aproximadamente três meses após a semeadura, as mudas podem ser preparadas para plantio definitivo (Atayde, 2002).

2.5.2.6 Fatores limitantes

Não resiste à secas severas, pois suas raízes ficam muito perto da superfície do solo (Tropical Legumes, 1979). Possui o formato irregular do fuste e a susceptibilidade a ventos fortes, que pode ocasionar quebra de galhos, ou mesmo da árvore inteira (Carvalho et. al., 2001).

2.5.2.7 Características tecnológicas

Segundo Arias (1983), a acácia auriculiformis é uma espécie muito apropriada para a produção de lenha, carvão e celulose. A madeira possui uma densidade específica alta e um valor calorífico de 4.800 a 4.900 Kcal/kg.

A acácia auriculiformis é usada como vigas para móveis e construções. Suas propriedades físicas e mecânicas são comparáveis com as teca. Também é indicada para produção sustentável de lenha e celulose e não apresenta problemas com relação a doenças (Bulgannarwar e Math,1991).

2.5.3 Bambu

Nome Científico: *Bambusa vulgaris* var. *vittata*

Nome Vulgar : bambu, bambu brasileiro

Família: *Gramineae*



Figura 4. Bambu
Foto : Cintia Rodrigues de Souza

O bambu é uma planta da família *Graminae* e possui mais de 1000 espécies. Pode-se encontrar bambu em todos os continentes e nas mais diversas condições de clima e altitude. Em menos de 1 ano os indivíduos desta espécie atingem a altura máxima (Santos, 1997).

2.5.3.1 Ocorrência natural

A Ásia tropical é a região com maior variedade de espécies, que escasseiam na África, com exceção da Ilha de Madagascar.

No Brasil existem muitas espécies nativas e exóticas. O bambu da espécie *Bambusa vulgaris* está presente em diversas regiões do país, porém é originário da China, e possui colmos grossos e de cor verde. Uma variação desta espécie é a *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, também chamado de "bambu brasileiro", "imperial" ou "verde amarelo", e possui grande apelo estético. O gênero *Bambusa* é usado na fabricação de polpa de papel, além de fonte de bebida alcoólica (Bambu Brasileiro, 2004).

2.5.3.2 Características da Espécie

Como as demais plantas de sua família, o bambu possui um rizoma subterrâneo que emite os colmos aéreos, formando touceiras densas, que reunidas, formam comunidades homogêneas ou bambuzais, onde a trama cerrada das raízes, a lenta decomposição das folhas caídas e a intensa sombra que produzem impedem o crescimento de outras plantas.

Os colmos são lisos, geralmente ocos, articulados, com fortes septos transversais obturantes (ricos em sílica) em cada articulação. Suas flores diferem das da maioria das gramíneas por terem três lodículas e seis estames. Muitas espécies florescem anualmente; outras, com intervalos de muitos anos. Frutos variam conforme a espécie (Barsa, 1979).

2.5.3.3 Características Tecnológicas

Em estudo realizado sobre a produção do carvão vegetal a partir de espécies de bambu, Brito et al. (1987) tiveram como resultado que os bambus são altamente favoráveis no emprego para a produção de carvão, já que apresentam valores de densidade básica e poder calorífico altos (4750 kcal/kg para a espécie *B. vulgaris* var. *vittata*).

O bambu produz uma excelente alternativa para a produção de energia porque cresce mais rápido do que qualquer outra espécie utilizada como bioenergia; é de fácil manuseio e tem capacidade de se regenerar rapidamente (Bamboo Biomass, 2004).

2.5.4 Taxi-Branco

Nome Científico: (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)

Nome Vulgar: taxi-branco, veludo, velame, carvoeiro, carvão-de-ferreiro (Lorenzi, 2002).

Família: *Caesalpinoideae*



Figura 5. Taxi - branco
Foto: Cintia Rodrigues de Souza

É uma espécie de terra-firme. Sendo uma espécie pioneira, possui a capacidade de associar-se simbioticamente com bactérias do gênero *Rhizobium* que fixam nitrogênio atmosférico (Dias et. al., 1993).

2.5.4.1 Ocorrência natural

O taxi-branco ocorre em toda a Região Amazônica até o oeste da Bahia, Minas Gérias, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso em cerrados e cerradões. Ocorre também em capoeiras e capoeirões sobre terrenos bem drenados e situados em altitudes superiores a 800 m (Lorenzi,

2003). De acordo com Pereira (1990), os Estados do Amazonas e Pará são as principais áreas de ocorrência da espécie.

2.5.4.2 Reprodução

A propagação da espécie é obtida por sementes e são disseminadas pelo vento (Lorenzi, 2002).

2.5.4.3 Floração e frutificação

O taxi-branco floresce durante os meses de outubro a novembro e os frutos amadurecem de julho a agosto (Lorenzi, 2002).

2.5.4.4 Sementes

As sementes de taxi-branco apresentam dormência mecânica que pode ser superada com a aplicação de técnicas adequadas (Dias et. al., 1993).

De acordo com Carpanezi et. al. (1983), para superar a dormência mecânica, recomenda-se imergir as sementes em água fervente, desligando simultaneamente a fonte de calor, deixando-as imersas até a água atingir a temperatura ambiente.

2.5.4.5 Produção de mudas

O tempo necessário para a formação de mudas pode variar de acordo com as condições climáticas, características do substrato e a presença ou ausência de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (Dias et. al., 1993).

Recomenda-se colocar as vagens ou as sementes escarificadas para a germinação logo que colhidas em pleno sol contendo substrato arenoso. A emergência ocorre em 45 semanas e a taxa de germinação é baixa mesmo com a utilização de sementes escarificadas (Lorenzi, 2002).

Após a germinação em alfobre, as mudas, com altura aproximada de 4 cm, são transportadas para sacos plásticos de 20 cm de altura e 15 cm de diâmetro, onde ficarão no viveiro até atingir uma altura de 20 a 25 cm (Carpanezi et. al., 1983).

2.5.4.6 Características tecnológicas

De acordo com Lima (2004), a madeira produzida pelo taxi-branco tem características similares à madeira de eucalipto, quanto ao poder calorífico e ao rendimento de peso e volume no processo de carbonização. Ainda de acordo com Lima (2004), a massa específica básica da madeira do taxi-branco varia de 0,60 a 0,70 g.cm⁻³.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no Campo Experimental do Caldeirão, no Município de Iranduba, Estado do Amazonas, na margem esquerda do rio Solimões, distando 6 km da rodovia Cacau-Pirêra / Manacapuru, no ramal da colônia do Caldeirão e a 16 km do porto de Cacau-Pirêra, no rio Negro, em frente a Cidade de Manaus, entre as coordenadas geográficas de $03^{\circ} 14' 22''$ e $03^{\circ} 15' 47''$ de latitude Sul e a $60^{\circ} 13' 50''$ W.Gr. Iranduba abrange uma área absoluta de 2.354 km^2 (Figura 2), correspondendo a, aproximadamente, 0,15% da área estadual e possuía, no último censo realizado em 2000, 32.303 habitantes, incluindo as áreas urbana e rural do município (IBGE, 2004).



Figura 6. Área de do município de Iranduba.

Fonte: <http://www.dpipc.am.gov.br/municipios/iranduba.htm>

3.1.1 Clima

O clima da área é do tipo Afi, pertencente ao grupo de clima tropical chuvoso, de acordo com a classificação climatológica de Koppen (1949), citado por Ribeiro (1976).

Nesta classificação, as letras significam o seguinte:

A- clima tropical praticamente sem inverno, com temperatura média para o mês mais frio nunca é inferior a 18° C;

F- chuvas durante todo o ano;

I – isoterma, ou seja, não há propriamente verão nem inverno, já que as oscilações anuais de temperatura média não chegam a 5° C. A distribuição das chuvas se dá durante o ano todo, com pluviosidade em torno de 2.000 mm.

3.1.2 Solos

A região é situada no Médio Amazonas, sendo constituída em grande parte de terrenos quaternários recentes, cujos solos são colmatados anualmente pelas enchentes dos grandes rios (Brasil, 1979).

De acordo com Bueno et al. (2000), trata-se de uma área com solo extremamente ácido, rico em alumínio trocável e pobre em bases. A Tabela 1 apresenta as características químicas do solo na análise da área estudada em diferentes profundidades.

Tabela 1. Análise de solo em amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm.

Bloco	PH H2O	Fertilidade						
		mg.dm ⁻³		cmolc.dm ⁻³			C	
		P	K	Ca	Mg	Al	H+AL	g.dm ⁻³
I	4,2 a 4,7	17 a 96	8 a 18	0,09 a 1,50	0,04 a 0,15	1,0 a 1,6	7,58 a 9,75	11,6 a 18,4
II	4,4 a 5,0	26 a 77	4 a 18	0,11 a 1,29	0,01 a 0,09	1,1 a 1,4	5,50 a 9,49	4,8 a 12,0
III	4,0 a 4,7	26 a 128	10 a 160	0,13 a 1,48	0,03 a 0,24	1,0 a 2,3		6,0 a 19,2

Fonte: Bueno et al. (2000).

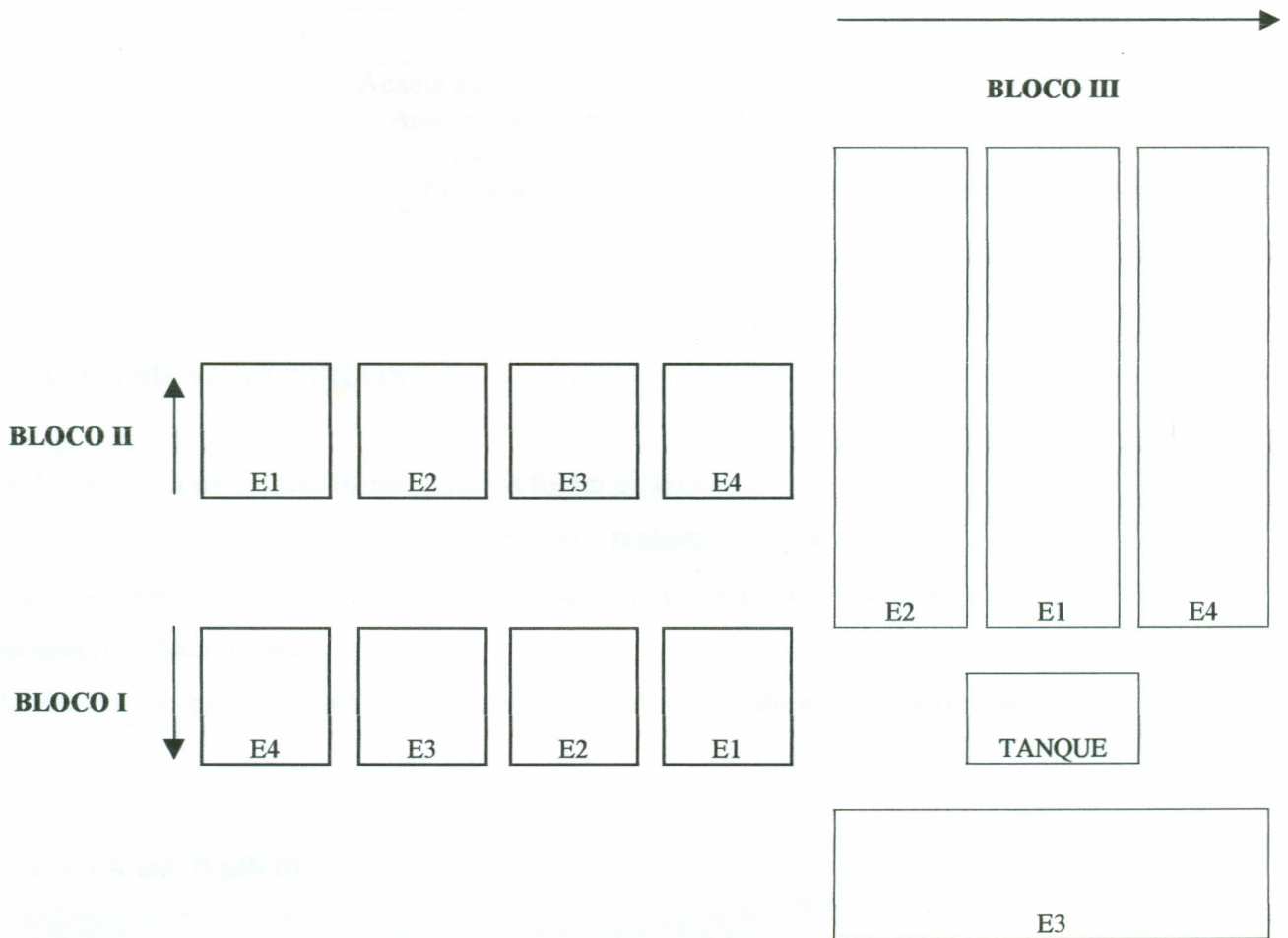
3.1.3 Vegetação

De acordo com Veloso (1991), citado por Lima (1994), a vegetação predominante encontra-se grandemente afetada pelas atividades humanas. A floresta densa umbrófila sobre aluvião que ocorre na região foi substituída por uma vegetação antrópica, caracterizada por um alinhamento de pequenas habitações espaçadas de 70 metros, em média, circundadas com espécies dispostas segundo o perfil característico dos cultivos mistos de quintal.

Segundo Lima (1994), denominam-se cultivos mistos de quintal os sistemas contínuos de plantação e agricultura, altamente diversificados de uso múltiplo de plantas domesticadas e perenes.

3.2 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, totalizando 36 parcelas. A área de cada parcela era de 1.200 m². O espaçamento empregado foi o mesmo para todas as espécies: 3 m x 2 m (6 m²/planta), o que resulta em 200 plantas por parcela. Excetuando-se os indivíduos da bordadura, foram 144 mensuráveis. A Figura 3 apresenta o croqui da área experimental.



E1- *Acácia auriculiformis*

E2- Taxi-branco

E3- *Acácia mangium*

E4- Bambu

Figura 7. Croqui da área do Experimento no Caldeirão

3.3 ESPÉCIES UTILIZADAS

As espécies selecionadas como sendo de interesse para a produção de lenha foram: *Acácia mangium* (acácia mangium), *Acácia auriculiformis* (acácia auriculiformis), *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) e bambu (*Bambusa vulgaris* var. *vittata*). A Tabela 2 mostra a data de plantio das espécies e seu número de tratamento.

Tabela 2. - Data do plantio das espécies selecionadas.

Tratamento	Espécie	Plantio
1	Acácia auriculiformis	12/11/2002
2	Acácia mangium	27/02/2003
3	Bambu	15/04/2003
4	Taxi-branco	21/02/2003

3.4 TRATOS SILVICULTURAIS

Os tratos culturais realizados nos plantios foram os seguintes:

- Replanteio: 30 dias após o plantio foi realizado o replanteio das plantas que não sobreviveram;
- Capinas: foram feitas duas capinas mecânicas ou, conforme a necessidade, com a utilização de uma roçadeira manual;
- Adubação: na época do plantio foram aplicados 150 g/cova de superfosfato triplo.

3.5 COLETA DE DADOS

Para a coleta dos dados foi utilizado o formulário padrão do programa MIRASILV – Manejo de Informação de Recursos Arbóreos, do CATIE (Centro Agronômico Tropical de Ensino e Pesquisa). Todos os dados coletados foram armazenados em planilhas do programa Microsoft Excel e posteriormente exportados para o formato do banco de dados MIRASILV. Colocar como exemplo uma ficha em branco do Mira (ANEXO A).

→ Programa MIRASILV

Este programa foi desenvolvido por Luis Alberto Ugalde Arias, professor-pesquisador do CATIE, com o objetivo de atender a necessidade dos silvicultores por ferramentas modernas para o manejo técnico, sustentado e ordenado em suas plantações.

A versão utilizada para a análise dos dados foi 2.6-2000 para Windows 95-2000. Este sistema permite e facilita o monitoramento e a avaliação do crescimento e da produtividade das árvores em plantações e sistemas agroflorestais (Arias, 2000).

3.5.1 Avaliações Dendrométricas

Os parâmetros avaliados foram os seguintes:

- Altura total (m):

A altura total foi avaliada por meio de uma régua graduada de 15 metros. No caso de indivíduos com altura superior, foi utilizado o aparelho Blume-Leiss, que é graduado para medição de árvores, baseando-se no princípio trigonométrico. Trata-se de um instrumento de pêndulo oscilante que se estabiliza por gravidade. Em uma das faces laterais apresentam-se as graduações para distâncias horizontais de 15, 20, 30 e 40 metros, além de uma marca central zero, sobre a qual o pêndulo se posiciona quando se faz visada na linha de vista horizontal (Machado, 2003).

- Diâmetro à altura do peito (DAP), em centímetros:

A circunferência foi medida a 1,30 metro do solo utilizando-se fita métrica que posteriormente foi dividido por π para a obtenção do DAP (diâmetro a altura do peito).

- Ocorrência de pragas e doenças:

A ocorrência de pragas e doenças foi avaliada, visualmente, por meio de rondas periódicas ao experimento obedecendo uma classificação para a forma e defeitos do fuste e fitossanidade:

Códigos para forma : 1 = rabo de raposa; 2 = pouco sinuoso; 3 = muito sinuoso; 4 = tortuosidade basal; 5 = bifurcação; 6 = inclinado; 7 = doente; 8 = com pragas; 9 = copa assimétrica.

Códigos para defeitos do fuste : A = tronco quebrado com recuperação; B = tronco quebrado sem recuperação; C = sem copa; D = replantio; E = espécie estranha; F = brotações; G = desbastado; H = regeneração natural; I = dominante; J = codominante; K = suprimido; L = fustes retos e sem defeitos de forma.

Códigos para o estado fitossanitário : a = vigoroso; b = morta em pé; c = morta caída; d = fuste principal afetado; e = ramos superiores afetados; f = copa pouco morta; g = copa morta.

3.6 ANÁLISE DE DADOS

Devido algumas espécies apresentarem vários fustes, como o bambu que chegava a ter até 15 ou mais indivíduos, foi calculada a média do DAP e da altura para os três melhores fustes de cada espécie, pois não seria interessante para as olarias a utilização de indivíduos de dimensões reduzidas

A análise de crescimento das espécies florestais e plantios homogêneos foi realizada por meio do programa MIRASILV, utilizando-se o fator de forma de 0,45 no cálculo dos dados de indivíduos em DAP e a altura total. Foram considerados os parâmetros: sobrevivência, DAP, altura (H), área basal (G), volume (V) e incremento médio anual (IMA) em volume, sendo este último o principal parâmetro de avaliação do desempenho das espécies estudadas.

A análise estatística para a estimativa das diferenças entre médias das medições dendrométricas foi realizada com auxílio do programa "R[®]- Versão 1.8.0". Para a comparação

das médias utilizou-se o teste de F a 0,5% de probabilidade e o teste de Tukey (5% de probabilidade) para o contraste das médias.

3.6.1 Transformação de dados

A homogeneidade de variâncias é, na maioria das vezes, requisito necessário para a análise estatística. Sob a heterogeneidade de variâncias o método dos mínimos quadrados não fornece os melhores estimadores. O teste F, os métodos de comparações múltiplas e a estimação dos componentes de variância poderão ser grandemente afetados (Nogueira, 1997).

Quando ao analisar um conjunto de dados observa-se que a pressuposição referente a homogeneidade de variâncias não foi satisfeita, detecta-se a heterogeneidade de variâncias. A heterogeneidade de variâncias pode ocorrer devido aos tratamentos envolvidos, isto é, certos tratamentos apresentam maior variabilidade que outros, sem que haja uma relação entre a média e a variância, ou relação entre a média e a variância (Nogueira, 1997).

Para a correção dos pressupostos da análise de variância e ajustar o modelo, foi utilizado o Programa R, que realiza a transformação Box-Cox, que consiste em transformar os dados de acordo com a expressão:

$$Y^* = Y^\lambda$$

onde λ é um parâmetro a ser estimado dos dados. Se $\lambda = 0$ a equação acima se reduz a:

$$Y^* = \log(Y)$$

onde \log é um logarítmo neperiano. Uma vez obtido o valor de λ encontra-se os valores dos dados transformados conforme a equação estes dados para efetuar as análises.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Dendrométricas

Os resultados a seguir são referentes às medições de um ano das espécies selecionadas considerando a média dos três melhores fustes.

Para se avaliar o comportamento das espécies, calculou-se as médias da sobrevivência (%), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), área basal por hectare, volume das árvores por hectare e incrementos médios anuais (IMA). A tabela 3 apresenta os resultados das médias de tais variáveis.

Tabela 3. Resultados das médias da sobrevivência (Sob), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), área basal (G) por parcela, volume de árvores por hectare e incrementos médios anuais (IMA) das espécies com um ano de idade.

Tratamento	Repetições	Idade (meses)	SOB (%)	G (m ² /ha)	Diâmetro		Altura		Volume	
					DAP (cm)	IMA (cm/ano)	H (m)	IMA (m/ano)	Vol (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/ano)
Acácia auriculiformis	B2	12	63	0,50	2,50	2,50	3,00	2,90	0,90	0,90
	A3	12	67	1,40	4,10	4,00	4,60	4,60	3,40	3,40
	C4	12	55	0,70	3,10	3,10	3,60	3,50	1,50	1,50
	média	61,7	0,87	3,23	3,20	3,73	3,67	1,93	1,93	
Acácia mangium	A1	12	42	0,10	1,40	1,30	1,60	1,50	0,10	0,10
	B4	12	65	1,00	3,40	3,30	3,00	3,00	1,70	1,70
	C2	12	57	2,30	5,60	5,60	5,30	5,20	5,70	5,70
	média	54,7	1,13	3,47	3,40	3,30	3,23	2,50	2,50	
Bambu	A4	12	98	1,00	2,80	2,70	4,00	4,00	1,90	1,90
	B1	12	102	1,00	2,70	2,70	4,30	4,30	2,00	2,00
	C3	12	95	0,80	2,60	2,50	3,90	3,90	1,70	1,70
	média	98,3	0,93	2,70	2,63	4,07	4,07	1,87	1,87	
Taxi-branco	A2	12	78	0,10	1,10	1,00	1,30	1,30	0,10	0,10
	B3	12	47	0,10	1,00	1,00	1,00	1,00	0,10	0,10
	C1	12	8	0,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,00	0,00
	média	44,3	0,07	1,03	1,00	1,10	1,07	0,07	0,07	

4.2 Análise de Variância

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para a média dos três melhores fustes revelaram que a amostragem de variância para volume por hectare, diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal (G) por hectare não apresentaram significância estatística a 5% de probabilidade. As tabelas 4, 5 e 6 apresentam as análises de variâncias para essas variáveis.

Tabela 4. ANOVA para as médias de volume por hectare.

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	2	4,3616	4,3616	1,9400	0,2063
Blocos	3	10,0078	3,3359	1,4838	0,2996
Resíduo	6	15,785	2,2482		
Total	11				

Tabela 5. ANOVA para DAP.

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	2	2,7517	1,3758	1,1143	0,3877
Blocos	3	10,8492	3,6164	2,9289	0,1217
Resíduo	6	7,4083	1,2347		
Total	11				

Tabela 6. ANOVA para área basal por hectare.

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	3	0,4220	0,2110	0,4035	0,6848
Blocos	2	0,3241	0,1080	0,2066	0,8883
Resíduo	6	3,1382	0,5230		
Total	11				

De acordo com esses resultados, verificou-se que não há homogeneidade entre os tratamentos analisados, necessitando assim, realizar a transformação dos dados pela seguinte fórmula: $Y = Y^\lambda$. A tabela 7 mostra os valores de λ para as variáveis: volume por hectare, diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal (G) por hectare.

Tabela 7. Valores de λ para as variáveis dendrométricas.

PARÂMETRO	VALOR λ
DAP (cm)	-0,818181
Área basal (G)	0,232323
Volume m ³ /ha	0,636363

Com os dados transformados pelos valores de λ , foi realizada nova análise estatística para as variáveis: volume m³/ha, DAP e área basal (G) por hectare.

As tabelas 8, 9 e 10 apresentam os resultados das análises de variâncias com os dados transformados para tais variáveis.

Tabela 8. ANOVA para o volume por hectare com os dados transformados.

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	1	0,0677	0,0677	1,0133	0,3476*
Blocos	3	0,8899	0,2966	4,4389	0,0477
Resíduo	7	0,4678	0,0668		
Total	11				

* Significância estatística a 5% de probabilidade.

Tabela 9. ANOVA para os valores de DAP transformados.

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	3	0,0377	0,0188	0,9175	0,4490*
Blocos	2	0,6701	0,2233	10,8586	0,0077
Resíduo	6	0,1234	0,0205		
Total	11				

* Significância estatística a 5% de probabilidade.

Tabela 10. ANOVA para os valores de área basal (G) transformados.

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	3	0,2347	0,1173	0,4382	0,6643*
Blocos	2	0,1492	0,0497	0,1857	0,9002
Resíduo	6	1,6070	0,2678		
Total	11				

*Não há significância estatística.

Para as variáveis altura (h) e sobrevivência (%), as análises estatísticas revelaram que há homogeneidade entre os tratamentos a 5 % de probabilidade, por isso não foi necessária a transformação dos dados. As tabelas 11 e 12 apresentam os resultados da ANOVA para tais variáveis.

Tabela 11. ANOVA para os dados da altura (h).

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	3	2,0850	1,0425	0,9853	0,4265*
Blocos	2	16,0967	5,3656	5,0711	0,0439
Resíduo	6	6,3483	1,0581		
Total	11				

* Significância estatística a 5 % de probabilidade.

Tabela 12. ANOVA para os dados da sobrevivência (%).

FV	GL	SQ	SM	F	P-VALOR
Tratamentos	3	726,0	363,0	1,0339	0,4113*
Blocos	2	4967,6	1655,9	4,7610	0,0508
Resíduo	6	2106,7	351,1		
Total	11				

* Significância estatística a 5 % de probabilidade.

Para avaliar as diferenças entre as espécies, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de significância (Tabela 13).

Tabela 13. – Resultados das médias de sobrevivência (Sob), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), área basal (G) e volume.

Espécies	Sob (%)	DAP (cm)	h (m)	G (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)
Acácia auriculiformis	61,7 b	3,23 a	3,73 a	0,87 a	1,93 a
Acácia mangium	54,7 b	3,47 a	3,30 a	1,13 a	2,50 a
Bambu	98,3 a	2,7 a	4,07 a	0,93 a	1,87 a
Taxi-branco	44,3 b	1,03 b	1,10 b	0,93 a	0,07 b

Espécies seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A sobrevivência das espécies selecionadas foi satisfatória para três espécies. A que apresentou a maior sobrevivência foi o bambu, com 98,3% de indivíduos vivos, seguido pela acácia auriculiformis, com sobrevivência de 61,6%. Este resultado confirma os estudos de Sirilak & Chittachumnonk (1991), que compararam a performance de espécies de acácia na Tailândia, onde foi observada a maior sobrevivência da acácia auriculiformis em relação às outras acácias estudadas. Neste estudo, a acácia mangium apresentou 54,6% de indivíduos vivos, e a espécie com a menor taxa de sobrevivência foi o taxi-branco, com 44,3%, devido ao seu difícil estabelecimento em uma das parcelas, onde há necessidade de replantio. Yared et al. (1988), estudando o comportamento de espécies nativas e exóticas, obtiveram como resultado 94,7% de indivíduos vivos de taxi-branco plantados a pleno sol, sendo considerada uma das espécies nativas mais promissoras.

Em relação ao diâmetro à altura do peito (DAP), as melhores performances aos 12 meses são das espécies acácia mangium e acácia auriculiformis, com médias de 3,40 cm e 3,20 cm, respectivamente. O bambu apresentou média satisfatória, com 2,63 cm, seguido pelo taxi-branco, com média de 1,00 cm (Figura 8).

As maiores médias em altura foram verificadas nas espécies bambu e acácia auriculiformis, com 4,07 m e 3,73 m respectivamente. A acácia mangium apresentou média de 3,30 m. O taxi-branco apresentou a menor média em altura, com 1,10 m (Figura 9).

O melhor resultado para área basal foi verificado na acácia mangium, com 1,13 m²/ha, seguida pelo bambu com 0,93 m²/ha. A acácia auriculiformis apresentou média de 0,87 m²/ha e o

taxi-branco, com 0,07 m²/ha, obteve a menor média em área basal devido à sua alta taxa de mortalidade (Figura 10)

Em relação à produção volumétrica, a espécie que apresentou melhor desenvolvimento foi a acácia mangium, com 2,50 m³/ha, seguida pela acácia auriculiformis com 1,93 m³/ha. O bambu apresentou volume de 1,87 m³/ha e a menor produção volumétrica foi verificada no taxi-branco, com 0,07 m³/ha (Figura 11).

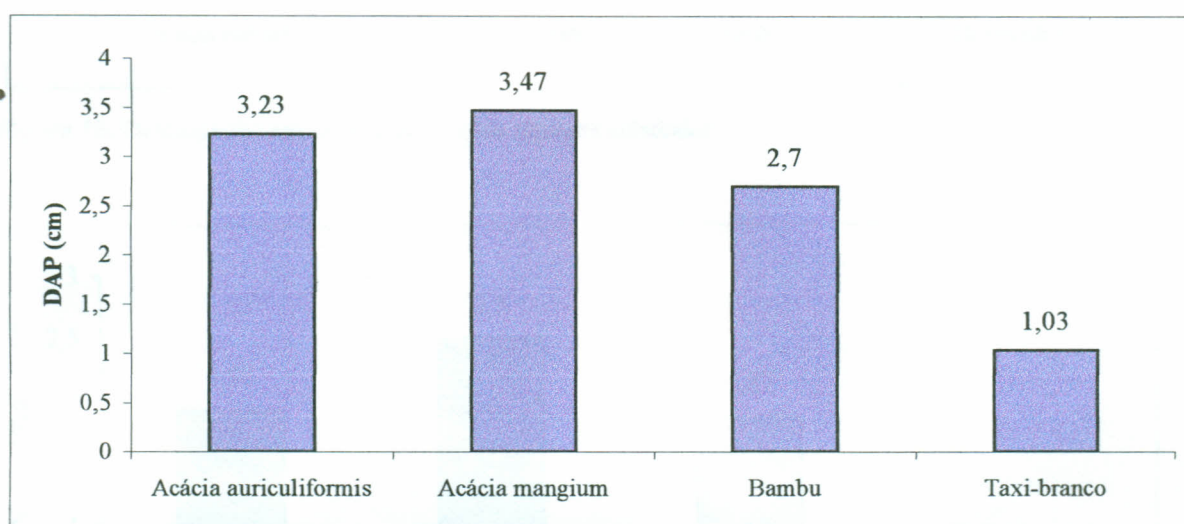


Figura 8. Desempenho em DAP das espécies estudadas.

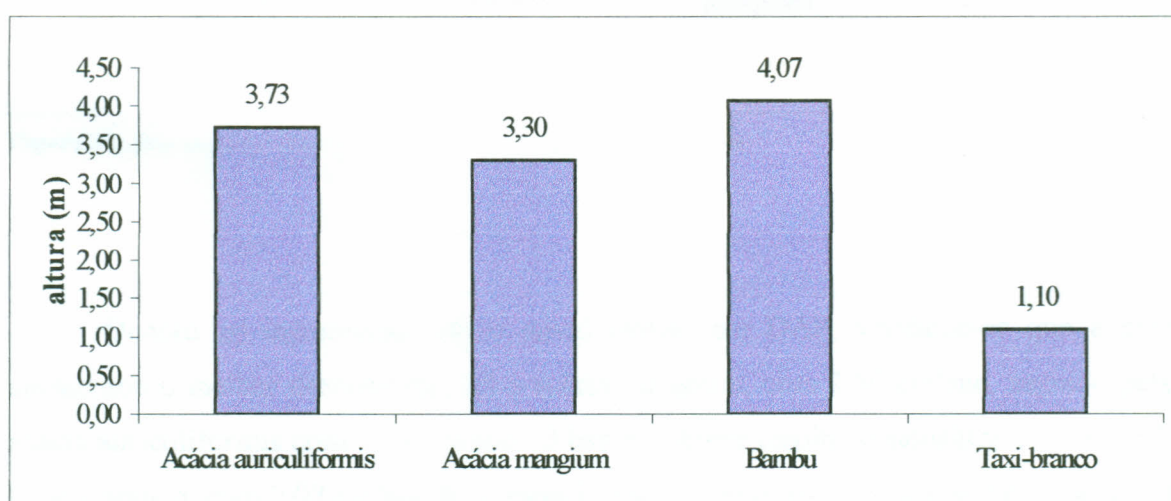


Figura 9. Desempenho em altura das espécies estudadas.

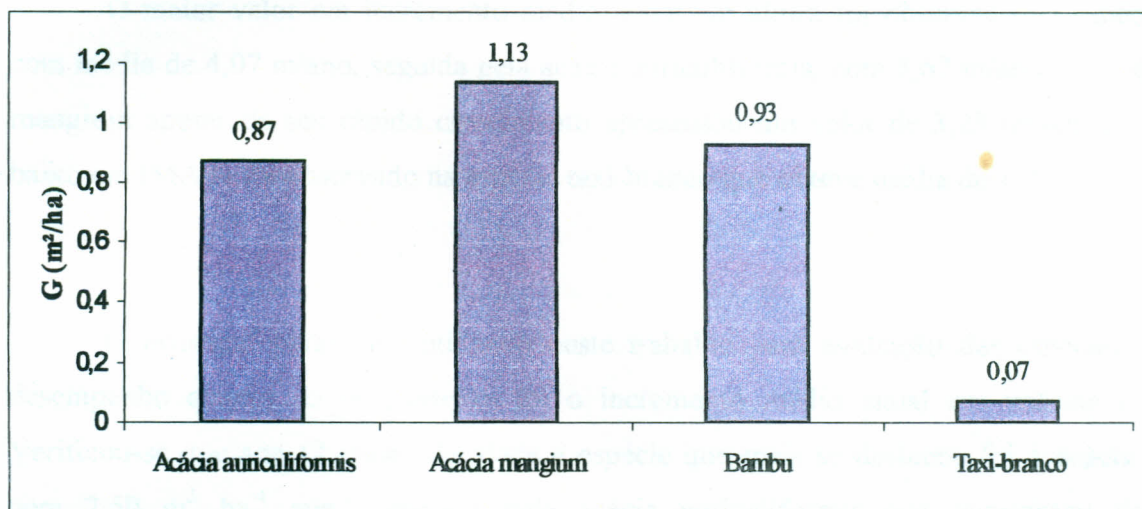


Figura 10. Desempenho em área basal (G) das espécies estudadas

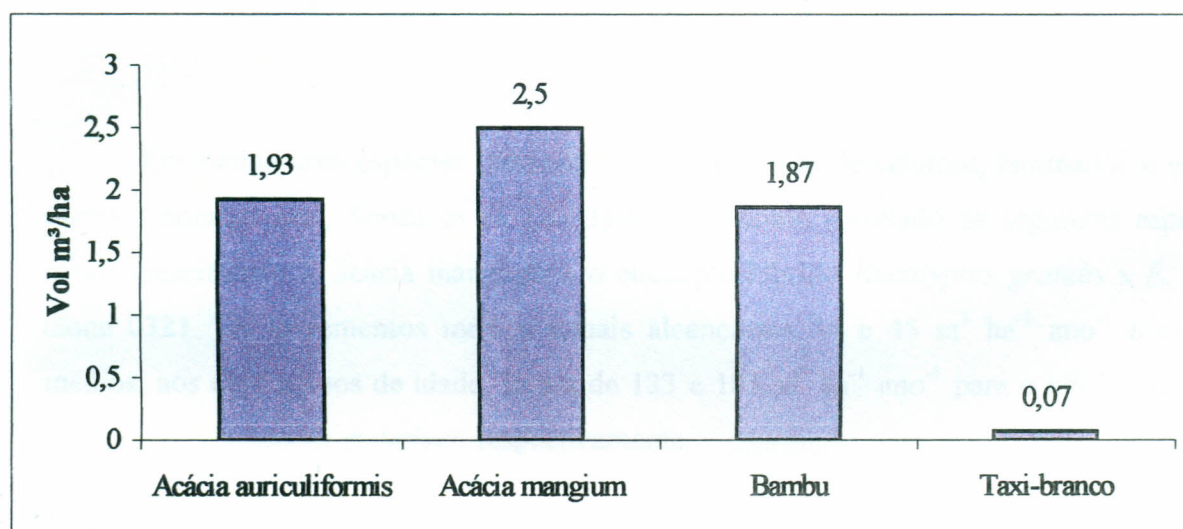


Figura 11. Desempenho em volume (m³/ha) das espécies estudadas.

Quanto ao incremento médio anual (IMA) em DAP, verificou-se que a espécie que apresentou o melhor desempenho foi a acácia mangium, com 2,50 cm/ano, seguido pela espécie acácia auriculiformis com 1,93 cm/ano. O bambu obteve resultado satisfatório, com 1,87 cm/ano. O taxi-branco, com 0,07 cm/ano foi a espécie com o menor incremento médio anual em DAP.

O maior valor em incremento médio anual em altura foi observado na espécie bambu, com média de 4,07 m/ano, seguida pela acácia auriculiformis, com 3,67 m/ano. A espécie acácia mangium apesar de seu rápido crescimento apresentou um valor de 3,23 m/ano. O valor mais baixo em IMA H foi observado na espécie taxi-branco que obteve média de 1,07 m/ano.

O principal parâmetro utilizado neste trabalho para avaliação das espécies de melhor desempenho quanto ao crescimento foi o incremento médio anual em volume (IMA Vol). Verificou-se que aos 12 meses de idade a espécie que mais se destacou foi a acácia mangium, com $2,50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, seguida pela acácia auriculiformis que apresentou desempenho satisfatório com $1,93 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O bambu apresentou um incremento médio de $1,87 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e o taxi-branco obteve $0,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Em estudo com espécies indicadas para a produção de celulose, laminados e energia em plantios homogêneos, Souza et al. (2002) tiveram como resultado as seguintes espécies com maior crescimento: a acácia mangium e o eucalipto híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* clone 0321. Os incrementos médios anuais alcançaram 34 e 45 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e os volumes médios, aos quatro anos de idade, foram de 133 e 181 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para o híbrido de eucalipto clone 0321 e a *Acacia mangium*, respectivamente.

Em experimento conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental, no município de Iranduba (AM), com sete espécies florestais potenciais para produção de lenha (*Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis*, *Gmelina arborea*, *Inga edulis*, *Tachigali chrysophyllum*, *Ormosia paraensis* e *Piranhea trifoliata*), a acácia mangium apresentou, aos sete anos de idade, os melhores valores de volume e IMA em volume, com 155,18 m^3/ha e 22,17 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$, respectivamente (Atayde, 2002).

Os resultados preliminares da acácia mangium aos 12 meses de idade revelam que é uma espécie promissora em plantios homogêneos para a produção de energia devido ao seu rápido crescimento. Tais resultados são compatíveis com os relatados por Kanashiro & Yared (1991), que relataram a experiência de plantios florestais na Bacia Amazônica, baseados em resultados de pesquisas de campo e revisão de literatura. Em plantios de *Acacia mangium* de 4,5 anos de idade em Tapajós (PA), as melhores procedências alcançaram IMA's em volume superiores a $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. *Sclerolobium paniculatum* apresentou IMA's em DAP e alturas superiores a $2,5 \text{ cm ano}^{-1}$ e $2,5 \text{ m ano}^{-1}$, respectivamente, na idade de dois anos. No caso de *Carapa guianensis*, os autores relataram IMA's em DAP variando entre $1,34$ e $1,85 \text{ cm ano}^{-1}$, aos sete anos. Para as espécies de *Eucalyptus*, o *E. grandis* apresentou o melhor desempenho, com IMA em volume de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O *E. robusta* e o *E. urophylla* apresentaram valores que variaram entre 20 e $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Neste trabalho, as espécies acácia mangium e acácia auriculiformis se destacaram com características potenciais para produção de lenha por apresentarem rápido crescimento, alto incremento médio anual e alta produção de biomassa, características desejáveis para a produção de madeira em curto espaço de tempo.

CONCLUSÕES

- De acordo com os dados analisados, pode-se concluir que:
 - Em relação às variáveis dendrométricas, o bambu apresentou a maior sobrevivência (98,3%). Seu incremento em DAP (2,63 cm) e volume (1,87 m³/ha) foram satisfatórios em relação às outras espécies. A espécie taxi-branco apresentou a menor sobrevivência, com 44,3%, e seu desempenho nas outras variáveis dendrométricas foi muito baixo.
 - As espécies que apresentaram maiores médias em diâmetro foram a acácia mangium e a acácia auriculiformis, com 3,40 e 3,20 cm, respectivamente. Quanto à altura, o bambu apresentou o melhor desempenho, com 4,07 m, seguido pela acácia auriculiformis, com 3,73 m.
 - A maior área basal e volume por hectare foram encontrados na espécie acácia mangium, devido ao seu bom desenvolvimento nas parcelas do experimento.
 - Em relação a incremento médio anual em DAP, a acácia mangium obteve a melhor média com 2,50 cm/ano, seguida pela acácia auriculiformis com 1,93 cm/ano. A média para o incremento médio anual em altura foi observado na espécie bambu com 4,07 m/ano e o taxi-branco apresentou o valor mais baixo em IMA h com 1,07 m/ano.

- Os melhores valores para o incremento médio anual em volume foi encontrado nas espécies acácia mangium e acácia auriculiformis com $2,50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $1,93 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ respectivamente. O bambu apresentou um incremento médio de $1,87 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e o taxi-branco obteve $0,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

- De acordo com os resultados das espécies selecionadas para produção de lenha, os melhores desempenhos aos 12 meses de idade foram encontrados nas espécies acácia mangium e acácia auriculiformis, que se destacaram com características desejáveis como o rápido crescimento e alto incremento médio anual, caracterizando-as como espécies promissoras para produção de lenha. Representam, desta maneira, alternativa sustentável à utilização de madeira oriunda de florestas nativas para a produção de lenha nos pólos oleiros deste município.

- Vale ressaltar que as características como produção de biomassa, densidade básica e poder calorífico serão analisadas quando as espécies selecionadas para este trabalho apresentarem mais idade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ABRACAVE. Associação Brasileira de Florestas Renováveis. Anuário 2001: **Consumo Total de Carvão Vegetal**. Disponível em: <http://www.silvimiras.com.br/anuario.htm>. Acesso em: 31 mar. 2004.

ARIAS, L.A.U. **O Sistema Mira: Componente de Silvicultura**. Manual do Usuário Versão 2.6. CATIE – Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñza. 2000. 93p.

ARIAS, L.A.U. 1983. **Comportamiento inicial de *Acacia auriculiformis*, *Albizia falcataria*, *Calliandra calothyrsus*, *Leucaena leucocephala*, y *Sesbania grandiflora* en dos Sitios en Costa Rica**. In .Barros, N.F (Coord.) Florestas Plantadas no Neotrópico como fonte de energia. Anais do Simpósio UFV/MAB/IUFR, Grupo de Trabalho S1. 07.09 da IUFR. Fevereiro 1983. UFV, Viçosa, Minas Gerais. p.204-225.

ATAYDE, C.M. **Caracterização de Biomassa e de propriedades tecnológicas da madeira de sete espécies com potencial para a produção de energia**. (Monografia –UTAM), Manaus-Am, 2002. 41p.

AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B.; NEVES, E. J. M. **Seleção e Manejo de Espécies Florestais para Fins Energéticos na Região de Iranduba – AM. Manaus**. Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. 6 p. (Pesquisa em Andamento, 41).

AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B.; ATAYDE, C. M.; LIMA, R. M. B.; SOUZA, C. R. **Produção de lenha na região de Iranduba e Manacapuru, Amazonas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. (Circular Técnica, 17).

BAMBOO BIOMASS. Bamboo's bioenergy. Disponível em: <http://www.bamboobiomass.com.au>
Acesso em: 10 de abr. de 2004.

BAMBU BRASILEIRO. **Espécies de bambus.** Disponível em: <http://www.bamboubrasileiro.com>
Acesso em: 10 de mar. De 2004.

BARBOSA, A.P; VIANEZ, B.F; VAREJÃO M. de J.; ABREU, R.L.S de. **Biodiversidade, pesquisa e desenvolvimento na Amazônia –Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central.** Parcerias Estratégicas –Número 12, p.42-61, Setembro 2001.

BARROS, S.V. dos S. **Variação longitudinal da densidade básica de espécies florestais com potencial para produção de energia.**Manaus-AM. (monografia –UTAM). 42p. 2003.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. **Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia.** Circular Técnica, n. 52. junho/1979. IPEF. 13p.

BARSA. **Bambu.** Enciclopédia Britânica. vol. 2. 1979.

BEITH, J. W.; HOLLANDA, J.B. de ; CARPENTIERI, E. **Floresta energética: uma nova opção.** Revista Silvicultura , ano XII ,n . 46 Nov/Dez. 1992. p. 18-22.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão Agrícola das Terras do Amazonas.** Estudos básicos para o planejamento agrícola, aptidão agrícola das terras. n. 121. Brasília. 142 p. 1979.

BRITO, J.O.; TOMAZELLO FILHO, M.; SALGADO, A.L. DE B. 1987. **Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu**. Revista IPEF. n. 36, Agosto 1987. Piracicaba, São Paulo.

BUENO, N. ; LIMA, R.M .de ; AZEVEDO, C.P. **Contribuição de Espécies Florestais para fins energéticos sobre algumas características químicas de um podzólico amarelo impactado por usos anteriores no município de Iranduba-AM**. Instruções Técnicas, nº11, dez/2000, p.1-6. Embrapa Amazônia Ocidental.

BULGANNAWAR, G.N.; MATH, B.B.M. **The role of acacia auriculiformis in afforestation in Karnataka, India**. p.111-115. In: Advances in tropical acacia research: proceedings of a workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15, February. 1991. ACIAR Proceedings No.35 .234p.

CHHABRA, A.; PALRIA, S; DADHWAL, V.K. **Growing stock-based forest biomass estimate for India**. Biomass and Bioenergy, 2002 .n.22, vol.3, p. 187-194.

CARPANEZZI, A.A.; MARQUES, L.T.; KANASHIRO, M. **Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)**. Embrapa- Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul. Dez.1983. 10p. (Circular Técnica, 8).

CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J. **Características de alguma leguminosas arbóreas adequadas para associação com pastagens**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. (Circular Técnica, 64).

CASTRO, A. W. V de. **Uso integral da floresta para fins energéticos**. Porto Velho, Embrapa – UEPAE. 20 p. (Embrapa UEPAE Porto Velho, Documentos, 17). 1986.

CATIE. **Mangium (*Acacia mangium* Willd) Especie de Árbol de Uso Múltiple en América Central**. Turrialba: CATIE, 1992. 56 p. (Colección de Guías Silviculturales, 5).

COUTO, L.; MULLER, M.D.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A. **Florestas plantadas para energia: aspectos técnico, sócio-ecômicos e ambientais.** (On Line). Disponível em www. URL: [http:// www.cgu.rei.unicamp.br/energia2000/papers/paper_couto.pdf](http://www.cgu.rei.unicamp.br/energia2000/papers/paper_couto.pdf). Acesso em: 08 de jan. de 2004.

COSTA, L. G. da S. **Aspectos ecológicos da recuperação de áreas degradadas.** Belém: FCAP, 1997. 34p.

DART, P.J. **Microbial symbioses of tree and shrub legumes.** In: GUTTERIDGE, R.C.; SHELTON, H.M.(Ed). *Forage tree legumes in tropical agriculture* .Toowoomba:Tropical Grassland Society of Australia,1998. p. 143-157.

DFSC. DANIDA FOREST SEES CENTRE. **Acacia auriculiformis.** Disponível em: http://www.dfsc.dk/pdf/seedleats/acacia%20auriculiformis_int.pdf. Acesso em: 01 de jun de 2004.

DIAS, L. E.; BRIENZA JÚNIOR, S. B.; PEREIRA, C. A. *Taxi-branco (Sclerolobium paniculatum* Vogel): Uma leguminosa arbórea nativa da Amazônia com potencial para recuperação de áreas degradadas. In: Simpósio sobre manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia, 1993. Santarém. **Anais.** Rio Piedras: Instituto Internacional de Floresta Tropical, Belém. Embrapa-CPATU, 1993. p. 148-153.

DUBOIS, J. C. L. **Manual agroflorestal para a Amazônia.** REBRAAF, v.1, Rio de Janeiro, 1996.

FAO. **Plano de Ação Florestal Tropical,** 32 p. 1990.

FAO. **Global Forest Resources Assessment 2000 - Main report.** Roma: FAO, 512p. 2002. (FAO Forestry Papers, 140).

FAO. **State of the world's forests.** Roma, 2003.

FEARNISIDE ,P.M . **Deforestation and international economic projects in Brazilian Amazon.** Conservation Biology. vol. 1, p. 214-221. 1987.

FERREIRA, C. A; GALVÃO, A.P. **Importância da atividade florestal no Brasil.** In: GALVÃO, A.P. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 15-18.

FONTES, P. J.P. de. **Produção de carvão vegetal com oito espécies florestais da região Amazônica em forno metálico.** IBAMA. DIRPED. LPF. Série Técnica, 10. Brasília. 1989.

FLQRESTA BRASIL. **Plantios Florestais.** Disponível em: <http://florestabrasil.com.br/florplant.htm>
Acesso em 22 de jun. de 2004.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais.** Colombo: Embrapa Florestas ,2000. 27p. (Embrapa Florestas . Documentos, 40)

GATTO, D. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; DURLO, M.A. Características da lenha produzida na região da quarta colônia da imigração italiana no Rio Grande do Sul. Revista Ciência Florestal / Universidade Federal de Santa Maria – RS. P7-16. 2003.

HIGA, A.R; HIGA, R.V. **Indicação de espécies para reflorestamento.** In: GALVÃO, A.P. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 101-112.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.Q.; SILVA, R.P. da ; MIRANDA, E.V. de ; SANTOS, J. dos; IIDA , S.; PINTO,A.C.M.; ROCHA, R. de M.; SOUZA, C. A.S. de. **Uso de bandas metálicas e dendrômetros automáticos para a definição do padrão de crescimento individual das principais espécies arbóreas da floresta primária da região de Manaus-AM.** In : HIGUCHI et al.(Ed). Projeto Jacaranda- fase 2: Pesquisas florestais na Amazônia Central. Manaus: Inpa, 2003. p.55-67.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php> . Acesso em 15 de mar. de 2004.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite: Relatório 2000-2001**. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 03 out. 2002.

KANASHIRO, M.; YARED, J. A. G. **Experiências com plantios florestais na Bacia Amazônica**. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. O desafio das florestas neotropicais. Curitiba: UFPR, 1991. p. 117-137.

KAGEYAMA, P; REIS, A; CARPANEZZI, A. Potencialidades e restrições da regeneração artificial na recuperação de áreas degradadas. In: Simpósio Nacional de recuperação de áreas degradadas – **Anais**, Curitiba- PR, 1992. p. 01-06.

LIMA, D.; GARCIA, L. C. **Avaliação de métodos para o teste de germinação em sementes de *Acacia mangium* Willd.** Revista Brasileira de Sementes, v. 18, n. 2, 1996. p. 180-185.

LIMA, R.M.B. **Zoneamento edafoclimático para plantios de espécies florestais de rápido crescimento na Amazônia**. Relatório Técnico final. Embrapa Amazônia Ocidental. 2000. 36p.

LIMA, R.M.B. **Crescimento de *Sclerolobium paniculatum* Vogel na Amazônia, em função de fatores de solo**. Curitiba. Universidade do Paraná. Tese de doutorado, 193p. 2004.

LIMA, R.M.B de HIGA, A.R. ; SEITZ, R. A. Seleção de espécies florestais para plantios e recuperação de áreas florestais degradadas na Amazônia. In: HIGA, A.R.; LINGNAU, C. Pesquisa Florestal Online.- **Anais...**, Curitiba, 2000. Curitiba: UFPR, 2000. p. 49.

LORENZI, H. 1949. **Árvores Brasileiras :manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas de Brasil**. vol. 2 /Harri Lorenzi, 2.ed. Nova Odessa. São Paulo. Instituto Plantarum, 2002. 367p.

- MADY, F.T.M. **Conhecendo a madeira**. Programa de desenvolvimento empresarial e tecnológico. 1 ° ed. 2000.
- MACHADO, S. do A.; FILHO, A. F. **Dendrometria** . Curitiba: A. Figueiredo Filho, 2003 .309p.
- MACKEY, M. **Acacia mangium: Un árbol importante para llanuras tropicales**. Hoja Informativa FACT 96-01S, 1996. Arizona, USA, 4 p.
- MALIK, R.K.;GREEN, T.H.; BROWN, G.F.; BEYL, C.A.; SISTANI, K.R.; MAYS, D.A. **Biomass production of short-rotation bioenergy hardwood plantations affected by cover crops**. Biomass and Bioenergy, 2001, n. 21, vol.1, p. 21-33.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Florestas – PNF. Brasília: MMA/SBF/DIFLOR, 2000. 52 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Tropical Legumes: resources for the future** .Washington, D.C.1979. 331p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and other fast-growing acacia for the humid tropics**. National Academy Press, Washington D.C. 1983. 62 p.
- NEVES, E.J.M.;MATOS,J.C.S.;CANTO,A.do C.;SILVA,S.E.L da. Espécies madeiráveis (nativas e exóticas) para áreas desmatadas de terra firme. In KANASHIRO, M.;PARROTA, J.A. “Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia”. **Anais de um Simpósio / Workshop Internacional**. Santarém, Pará, Brasil, 18-22 Abril 1993.p.1667-170.
- NFT. **Acácia auriculiformis**. –Destaques NFF. Fact 96-05, set 1996. Disponível em: <http://www.winrock.org/forestry/portuguese/htm>. Acesso em 1 jun. de 2004.

NOGUEIRA, M. C.S. **Estatística Experimental Aplicada à Experimentação Agronômica.** ESALQ- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 249p. 1997.

PEREIRA, A.R.; REZENDE, J.L.P. **Situação atual do reflorestamento com incentivos fiscais no Estado de Minas Gerais.** Culturas Energéticas - Biomassa. São Paulo. vol. 2, n. 5, p.14-18p. 1983.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Características da Madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil.** Colombo: Embrapa Florestas, 113p. (Documentos, 38). 2000.

PEREIRA, H.; STAISS, C. **Biomassa: energia renovável na agricultura e no setor florestal.** Revista Agros. Portugal. 2001. Disponível na internet em: URL: <http://www.isa.utl.pt/agros/pdf>
Arquivo capturado em 10 mar. de 2001.

PIRES - O'BRIEN, M. J., O'BRIEN, C.M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais.** Belém: FCAP, 1995. 400 p.

RANKIN, J.M. 1979. **Manejo Florestal Ecológico.** Acta Amazonica, v.9, n.4 (suplemento), p.115-122.

RIBEIRO, M. DE N.G. **Os aspectos climatológicos de Manaus.** Acta Amazônia, vol. 6, n. 2, p. 229-233. 1976.

ROCHA, R. de M.; HIGUCHI, N. ; SANTOS, J. dos; NAKAMURA, S.; SILVA, R.P. da; PINTO, A.C.M.; TRIBUZY, E.S. **Taxas de recrutamento e mortalidade e mudanças de estoques de fitomassa da floresta primária na região de Manaus –AM.** In : HIGUCHI et al.(Ed) .Projeto Jacaranda- fase 2 :Pesquisas florestais na Amazônia Central.Manaus: Inpa , 2003. p.43-53.

ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C. P. de; SOUZA, C. R. de. **Acácia Mangium.** Manaus. Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. 29p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 28).

RYAN, P.A. **The use of tree legumes for fuelwood production.** In: GUTTERIDGE, R.C.; SHELTON, H.M. (Ed). Forage tree legumes in tropical agriculture. Toowoomba: Tropical Grassland Society of Australia, 1998. p. 257-266.

SANTOS, F.G.L. dos AZZINI, A. **Bambu: uma planta multiuso.** Campinas-São Paulo. CATI, 1997. 2p. (CATI Responde, 21).

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo Florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE. 438p. 1997.

SEBRAE /AM. Diagnóstico sócio-econômico e cadastro empresarial . Iranduba, Manaus : SEBRAE-AM/Departamento de Estudos e Pesquisas, 1995. 62p.

SEMSUNTUD, N.;NITIWATTANACHAI, W. **Tissue culture of acacia auriculiformis.** p.39-42. In: TURNBULL, J.W. (1991). Advances in tropical acacia research: proceedings of a workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15, February. 1991. ACIAR Proceedings n.35. 234p.

SIMÕES.J. W.; BRANDI; R.M. **Análise dos métodos silviculturais adotados em florestas implantadas para produção de energia.** In: Barros, N.F (Coord.) Florestas Plantadas no Neotrópico como fonte de energia. Anais do Simpósio UFV/MAB/IUFRR, Grupo de Trabalho S1. 07.09 da IUFRR. Fevereiro 1983. UFV, Viçosa, Minas Gerais. p. 79-94.

SIRILAK, S.; CHITTACHUMNONK, P. **Performance of acacia species in Thailand.** p.153-158. In: TURNBULL, J.W. (1991). Advances in tropical acacia research: proceedings of a workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15, February. 1991. ACIAR Proceedings n.35. 234p.

SMITH, E. B. **Determinação da rotação econômica para *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex Maiden), destinado à produção de carvão vegetal.** Viçosa. Imp. Univ.; 69p. (Tese de Mestrado). 1989.

SOUZA, C.R. de; ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P de; LIMA, R.M.B de. Desempenho de espécies florestais potenciais para plantios na Amazônia Central. In: Congresso Florestal Brasileiro, 8. **Anais**. São Paulo, SP. 2003. 12p. 1CD-ROM.

SOUZA, H.M. de; TORRES, M.A.V.; BACHE, L.B. **Ávores exóticas no Brasil: madeiras ,ornamentais e aromáticas**. Harri Lorenzi..[et al.]. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum .2003. 367p.

TROPICAL LEGUMES: **Resources for the future**. National Academy of Sciences. Washington, D. C.1979.

VALE, A.T. DO; BRASIL, M.A.M.; CARVALHO, C.M. DE; VEIGA, R.A. DE A. **Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação**. Cerne, V.6, N.1, P.083-088. 2000.

VANOLLI, C.A. **Proposta para o mercado de carvão vegetal brasileiro**. Revista Silvicultura. N. 64. nov/dez. 1995. p. 40-43.

YARED, J. A. G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, J. G. L. da. **Espécies Florestais Nativas e Exóticas: Comportamento Silvicultural no Planalto do Tapajós – Pará**. Embrapa-CPATU, 1988. 29p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 49).

WILDIN, J.H. **Trees for forage systems in Austrália**. Rockhampton: Queensland Department of Primary Industries. 1990. 43p.

ANEXO A

