



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES EM
CLAREIRAS NO MUNICÍPIO DE MOJU-PA.

ROSANA TEIXEIRA DE JESUS

BELEM
2003

23



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

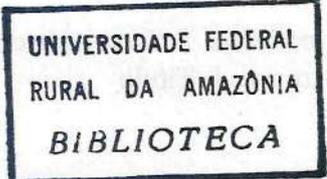
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES EM CLAREIRAS NO MUNICÍPIO DE MOJU-PA.

ROSANA TEIXEIRA DE JESUS

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de concentração Manejo e Silvicultura, para obtenção do título de Mestre.

1403
COT
2003

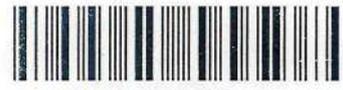
Orientador: Prof. Dr. Alcir Tadeu de Oliveira Brandão



BELÉM-PA

2003

Biblioteca



14030029

A



UNIVERSIDADE RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS

UNIVERSIDADE RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS

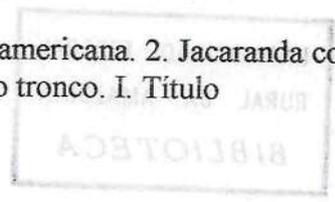
ROSA, R. T. de J.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Rural da Amazônia, 2003.

Jesus, Rosana Teixeira de
Determinação da densidade básica da madeira de duas espécies em clareiras no município de Moju-Pa / Rosana Teixeira de Jesus. – Belém, 2005.
58 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Rural da Amazônia, 2003.

1. Vouacapoua americana. 2. Jacaranda copaia. 3. Clareira. 4. Densidade básica. 5. Fitomassa do tronco. I. Título



CDD – 583.323



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES EM
CLAREIRAS NO MUNICÍPIO DE MOJU-PA.

ROSANA TEIXEIRA DE JESUS

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo e Silvicultura, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em Março de 2003

BANCA EXAMINADORA

Eng^o Ftal., Alcir Tadeu de Oliveira Brandão, Ph.D (UFRA)

Eng^o Ftal., Osmar Aguiar, Ph.D (Embrapa)

Eng^o Ftal., Silvio Brienza Júnir, Ph.D (Embrapa)

Eng^o Ftal., Sueo Numazawa, Ph.D (UFRA)

A DEUS, por tudo.

Aos meus pais, **ALMIRO, CASSIANA e RAIMUNDO**

À Minha querida sobrinha **JANILLY**

À **JOÃO RICARDO E JOÃO PEDRO**

Que foram minha fonte de força, incentivo e estímulo na conquista
deste curso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Durante o curto período que passei na pós-graduação, tive apoio de diversas formas, seja com contribuições ou apenas um gesto de amizade, por isso que através deste espaço venho expressar os meus sinceros agradecimentos.

A DEUS pelo Dom supremo: a vida, e por colocar ao meu caminho pessoas verdadeiras que contribuíram de forma decisiva na realização deste trabalho, possibilitando o meu aprimoramento profissional.

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao seu corpo docente, pela oportunidade de realizar este curso e aperfeiçoar nossos conhecimentos.

À CAPES pela concessão de bolsa;

Ao CNPq e FUNTEC, pelo financiamento do projeto de pesquisa;

À Embrapa Amazônia Oriental, por conceder a área para a realização de coleta de dados;

Ao orientador, Prof^o. Alcir Tadeu de Oliveira Brandão, Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela orientação e apoio, na elaboração desta Dissertação.

Ao co-orientador, Prof^o. Fernando Cristóvam da Silva Jardim, Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela amizade, compreensão e incentivo à carreira de pesquisadora. Gratidão extensiva à sua esposa Inalda Jardim pelas palavras de conforto e incentivo em vários momentos desta caminhada.

À Engenheira Florestal Aliete Vilacota de Barros pela ajuda na análise dos dados

À secretária do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, Shirley Costa de Barros, pelo apoio durante o período do Curso.

Agradecimento especial ao professor Suelo Numazawa pela disposição em me ajudar a qualquer hora e pela amizade.

Aos colegas do curso de pós-graduação: Alfredo Buza, Débora Aragão, Gracialda Ferreira, Iracema Cordeiro, Julivane Aquino, Raimundo Santa Rosa, e em especial a João Ricardo Sena, Tangrienne Nemer, César Tenório, e Márcio Hoffman, Ulisses Silva, pela gratificante convivência no decorrer do curso.

Aos colegas Breno Bicceli, Dinilde Serrão, João Ricardo Sena, Josilene Valadares (*in memorian*), Lia Mara Vasconcelos, Marcos Jean, Rafaela de Paula, Tangrienne Nemer e Zilma Patrícia e em especial, a Itajacy Kishi e Fabricio, pelo apoio na coleta dos dados.

Aos funcionários do Departamento de Ciências Florestas, em especial ao Nazareno da Silva e Maria Raimunda da Silva.

Aos colegas do laboratório de tecnologia e produtos florestais, em especial, a Marcela, Raquel e Varlindo, que muito me ajudaram na montagem do banco de dados.

Enfim, a todos aqueles que me ajudaram, por menor que tenha sido a sua contribuição, os meus sinceros agradecimentos.

"Ao se caminhar para um objetivo, sobretudo um grande e distante objetivo, as menores coisas se tornam fundamentais. Uma hora perdida é uma hora perdida e, quando não se tem um rumo definido é muito fácil perder horas, dias ou anos, sem se dar conta"

Amir Klink

Determinação da Densidade Básica da Madeira de Duas Espécies em Clareiras no Município de Moju-PA

RESUMO: Este trabalho trata do estudo da densidade básica da madeira juvenil de duas espécies arbóreas aos 4 anos de idade, relacionando-as com a altura e os diferentes ambientes em áreas de clareiras de floresta tropical manejada no município de Moju-PA. Foram coletadas 129 plantas de *Vouacapoua americana* e 90 de *Jacaranda copaia*, os indivíduos foram cortados na base a ± 1 cm do solo, quando mediu-se o diâmetro da base e a altura total dos indivíduos. A determinação da densidade básica da madeira foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais - LTPF/DQT/UFRA. Neste estudo, foram analisados também vários modelos de regressão para estimar a fitomassa do tronco das duas espécies, sendo que alguns modelos usaram apenas a variável diâmetro da base e outro além de usar este parâmetro usou também a altura total dos indivíduos. A equação que permite estimar a densidade básica da madeira a partir de classes de altura para *V. americana* é a do cubico-raiz, e para *J. copaia* é o modelo cubico. A densidade básica da madeira de *V. americana* e *J. copaia* sofreu influência das distâncias entre as parcelas instaladas. As direções das parcelas instaladas não influenciaram na densidade básica da madeira das espécies estudadas, entretanto existe relação entre densidade básica e o crescimento em altura das espécies em estudo. A Fitomassa do tronco de *Vouacapoua americana* e *Jacaranda copaia* sofreu influência das distâncias entre as parcelas instaladas e suas direções. A equação que permite estimar a Fitomassa de *V. americana* e de *J. copaia* a partir da altura e do diâmetro da base é o modelo 12 ($y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z + hxz^2 + i x^2 z^2$). A equação que permite estimar a Fitomassa de *V. americana* e de *J. copaia* levando-se em consideração apenas o diâmetro da base foi o modelo cubico ($Y = a + b*x + c*x^2 + d*x^3$).

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: *Vouacapoua americana*, *Jacaranda copaia*, clareira, densidade básica, fitomassa do tronco.

Wood basic density determination of two tree species in gaps in Moju City-PA.

ABSTRACT: Young wood basic density of two tree species was studied. Their relations with trees height and the different managed tropical forest gaps environments in Moju-PA was valuated. Where collected 129 *Vouacapoua americana* young trees and 90 *Jacaranda copaia* young trees, the trees were cut at approximately 1cm from soil surface. Base diameter and total height were measured. Wood basic density determination was done in the Technology Wood Products Laboratory LTPF/DQT/UFRA. In this study, were analysed several regression models for stem phytomass estimation for two species, in same of them was used only the base diameter variable, in others the individual total height was included. For estimate *V. americana* wood basic density from the height classes, is used the cube-root equation, for *J. copaia* is cube model. Wood basic density of *V. americana* and *J. copaia* were influenced by distances between samples. The directions of the samples doesn't influenced wood basic density of the species, however there is relation between basic density and height growth for studied species. *V. americana* and *J. copaia* stem phytomass was influenced by distances between samples and their directions. The equation which permits estimate phytomassa of *V. americana* and *J. copaia* from the height and base diameter is the model 12 ($y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z + hxz^2 + i x^2 z^2$). The equation which permits estimate *V. americana* and *J. copaia* phytomass, considering only base diameter was cube model ($Y = a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot c^3$).

INDEX TERMS: *Vouacapoua americana*, *Jacaranda copaia*, gap, basic density, stem phytomass.

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DA AMAZÔNIA
BIBLIOTECA

SUMÁRIO

	p.
1	INTRODUÇÃO..... 14
2	OBJETIVOS..... 16
2.1	GERAL 16
2.2	ESPECÍFICO 16
3	REVISÃO DE LITERATURA 17
3.1	DESCRIÇÃO GERAL DAS ESPÉCIES 17
3.1.1	Parapara 17
3.1.2	Acapu..... 18
3.2	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CLAREIRA 20
3.3	DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA 21
3.3.1	Considerações gerais..... 21
3.3.2	Relação entre densidade e crescimento..... 22
3.4	MADEIRA JUVENIL 24
3.5	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE FITOMASSA 25
4	MATERIAL E MÉTODOS..... 26
4.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA..... 26
4.2	COLETA DOS DADOS..... 27
4.3	DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA..... 30
4.4	PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS PARA MONTAGEM DAS MICROFOTOGRAFIAS 31
4.5	ANÁLISE DOS DADOS..... 31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 33
5.1	DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA..... 33
5.2	RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E CLASSES DE ALTURA..... 36
5.3	INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DO CENTRO DA CLAREIRA NA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA..... 39
5.4	INFLUÊNCIA DAS DIREÇÕES NORTE-SUL E LESTE-OESTE NA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA..... 41
5.5	ESTIMATIVA DA FITOMASSA DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS 42
5.6	INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DAS PARCELAS SOBRE A FITOMASSA DO TRONCO..... 44
5.7	INFLUÊNCIA DAS DIREÇÕES NORTE-SUL E LESTE-OESTE NA FITOMASSA DO TRONCO..... 45
6	CONCLUSÃO..... 46
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 47
	ANEXO..... 53

LISTA DE FIGURAS

		p.
Figura 1.	Distribuição das nove clareiras, selecionadas pelo Projeto “Rendimento Sustentável em Floresta Tropical Manejada”, no Campo Experimental da EMBRAPA Amazônia Oriental, localizado no município de Moju – Pará - Brasil.....	27
Figura 2.	Desenho esquemático de distribuição das parcelas amostrais do plantio, em relação às clareiras, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Moju – Pará – Brasil.....	28
Figura 3	Corte transversal de uma árvore adulta de <i>V. americana</i> (a), corte transversal de regeneração de uma planta de <i>V. americana</i> (b).....	34
Figura 4	Corte transversal de uma árvore adulta de <i>J.copaia</i> (a), corte transversal de regeneração de uma planta de <i>J.copaia</i> (b).	35
Figura 5.	Relação entre classe de altura (cm) e densidade básica (g/cm^3) da espécie <i>Vouacapoua americana</i> transplantada da regeneração natural no município de Moju-PA.....	38
Figura 6.	Relação entre classe de altura (cm) e densidade básica (g/cm^3) da espécie <i>Jacaranda copaia</i> transplantada da regeneração natural no município de Moju-PA.....	39
Figura .7.	Comparação da densidade básica da madeira juvenil de duas espécies arbóreas em relação à diferentes ambientes de uma floresta explorada seletivamente em Moju-PA.....	40
Figura 8.	Comparação da densidade básica da madeira juvenil de duas espécies arbóreas em diferentes direções de uma floresta explorada seletivamente em Moju-PA.....	41
Figua 9.	Quantidade de fitomassa de <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i> em relação a diferentes distâncias do centro da clareira adentrando na mata.....	44
Figura 10	Quantidade de fitomassa de <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i> em relação a diferentes direções em clareiras de floresta tropical.....	45

LISTA DE TABELA

		p.
Tabela 1	Número de indivíduos utilizados na determinação da densidade básica e na estimativa de fitomassa do tronco em cada ambiente da floresta explorada seletivamente em Moju-PA.....	29
Tabela 2	Classificação dos indivíduos em classes de altura.....	29
Tabela 3	Classificação da madeira em função da densidade básica.....	30
Tabela 4	Modelos de equações de regressão testados para relacionar a densidade básica da madeira (y) em função das alturas (x) e para estimar a fitomassa do tronco a partir da variável diâmetro da base para <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i>	32
Tabela 5	Modelos ajustados para estimar a fitomassa do tronco de <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i> a partir de duas variáveis (diâmetro da base e altura total dos indivíduos).....	32
Tabela 6	Valores de densidade básica, desvio padrão e coeficiente de variação da regeneração natural de duas espécies ocorrentes em clareiras.....	36
Tabela 7	Coefficientes de correlação (r^2) dos 12 modelos testados para estimar a relação entre classe de altura e densidade básica da madeira das plantas de <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i>	36
Tabela 8	Equações ajustadas para estimar a densidade básica da madeira em função da classe de altura.....	37
Tabela 9	Coefficientes de determinação (r^2) dos 12 modelos testados para estimativa de Fiomassa (Y) em função do diâmetro da base (x), para as plantas de <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i> aos 4 anos de idade.....	43
Tabela 10	Coefficientes de determinação (r^2) dos 12 modelos testados para estimativa de Fiomassa (Y) em função do diâmetro da base (Z) e da altura total (x), para as plantas de <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i> aos 4 anos de idade..	43
Tabela 11	Equações ajustadas para estimar a Fitomassa (Y) de <i>V. americana</i> e <i>J. copaia</i> em função da altura total (X) e do diâmetro da base (Z).....	44

1- INTRODUÇÃO

O manejo florestal destinado à produção florestal em uma base sustentada, ainda representa um grande desafio dado a complexidade do ecossistema da floresta tropical.

Nas florestas nativas, além de toda a complexidade de sua composição, com um grande número de espécies com as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, poucas são as informações da dinâmica de crescimento dessas espécies, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sujeitas a regime de manejo.

No manejo florestal interessa saber até que ponto pode-se controlar a qualidade da madeira. Para isso, é necessário um certo conhecimento das propriedades que determinam a qualidade da madeira e até onde estas são influenciadas pelas características genéticas e pelas modificações do ambiente (espaçamento, proporção de copa viva e a taxa de crescimento).

Vários estudos têm procurado identificar quais os fatores que afetam as propriedades da madeira. Esses estudos mostram que tais fatores podem ser inerentes à própria madeira e também ao ambiente em que a árvore se desenvolve. As alterações na densidade da madeira podem ser causadas pela modificação anatômica dos elementos estruturais da própria madeira, ou, então, pela influência que exerce o meio ambiente em que ela se desenvolve.

A correta recomendação de técnicas silviculturais e de manejo é um fator importante para garantir níveis significativos de ganho de produtividade e qualidade da matéria-prima que se deseja obter. Para indicar um tratamento silvicultural adequado é necessário que se conheça o comportamento das espécies em diferentes ambientes da floresta, de acordo com suas necessidades de radiação .

O ambiente de luz em que uma planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas a esse ambiente depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada da melhor forma possível (Engel & Poggiani, 1991).

Pesquisas desenvolvidas sobre crescimento de mudas de árvores nativas em função da luminosidade, têm apontado respostas diferenciadas entre as espécies, principalmente considerando seu estágio sucessional. Nas florestas tropicais isso ocorre com a abertura do dossel, devido à morte de árvores senescentes e conseqüente formação de clareiras. O ambiente e a sua manipulação podem afetar as características da madeira e, conseqüentemente, sua qualidade.

É fato reconhecido que existe diferença no comportamento de espécies plantadas em plena abertura da clareira, às margens e no interior da mata (Almeida, 1989; Nepstad, 1998;

Mesquita, 1998; Amézquita, 1998; Bicelli et al., 2000; Guimarães et al., 2000; Vasconcelos et al., 2000), onde as espécies diferem quanto ao ambiente. No entanto, são desconhecidos ainda, os efeitos dessas diferenças na densidade da madeira de espécies florestais na fase inicial de crescimento.

O conhecimento do comportamento da dinâmica de crescimento das espécies arbóreas na floresta precede a adoção de técnicas adequadas de manejo florestal.

Este trabalho aborda a dinâmica de crescimento de duas espécies tropicais nos primeiros estádios de desenvolvimento e sua influencia na produção de fitomassa.

2 - OBJETIVOS

2.1 - GERAL

O presente estudo teve como objetivo geral conhecer a dinâmica de regeneração natural transplantadas em diferentes ambientes de floresta e suas relações com a fitomassa do tronco nos primeiros estágios de desenvolvimento.

2.2 – ESPECÍFICOS

- a) Determinar a densidade básica da madeira de *Vouacapoua americana* Aubl. e *Jacaranda copaia* D. Don., em estágio inicial de crescimento.
- b) Determinar a relação entre a densidade básica de *V. americana* e *J.copaia* e o crescimento em altura.
- c) Determinar a influência da distância das parcelas e das direções Norte, Sul, Leste e Oeste sobre a densidade da madeira.
- d) Estimar a fitomassa do tronco das espécies *V. americana* e *J.copaia* .

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - DESCRIÇÃO GERAL DAS ESPÉCIES

3.1.1 - Parapará

Nome Científico: *Jacaranda copaia* D. Don.

Família: *Bignoniaceae*

Nome comum: Parapará, Caroba, Caroba-do-mato, Caraúba, Carobussu, Marupá, Simarubacopaia e Simaruba-falsa.

J.copaia é uma espécie florestal nativa da Amazônia, que surge como pioneira, colonizando áreas de clareira e/ou degradadas (Guariguata et. al. 1995). É uma árvore de grande porte, variando de 20m a 30m de altura. Tronco reto, cilíndrico ou levemente torcido. Medula frequentemente excêntrica, com cerne e alburno indistintos. A madeira é branca a branco amarelo clara, com anéis de crescimento indistintos ou pouco distintos, brilho fraco, grã direita e textura média. Quanto à resistência ao ser cortada manualmente é macia, sendo uma madeira muito leve (0,38 a 0,40 g/cm) (Fedalto & Mendes & Coradin, 1989).

Segundo Lorenzi (1992) o *J. copaia* ocorre na região amazônica, sendo uma planta semidecídua, heliófila, característica da mata alta de várzeas secas ou de terra-firme. É encontrada em abundância no interior da floresta densa, entretanto, devido a sua exigência por luz, cresce de maneira esguia acima do dossel. Sua presença é facilmente notada na floresta durante o período de floração por suas flores de cor lilás. Apresenta características de planta pioneira, principalmente pelo crescimento extremamente rápido em ambientes abertos.

Recentemente, a utilização de *Jacaranda copaia* em sistemas agroflorestais, programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas vem sendo avaliada na América do Sul e Central, apresentando bons resultados (Butterfield, 1996; Montagnini, 1992; Peck & Bishop, 1992; Brienza et. al. 1991). É ótima para plantios mistos em áreas de preservação permanente, devido ao seu rápido crescimento em ambientes abertos. A árvore é ornamental, principalmente quando em flor, podendo ser usada no paisagismo em geral. É muito empregada na arborização urbana e rural na região norte do País. (Lorenzi, 1992).

A espécie apresenta parênquima contrastado, aliforme simples e com prolongamentos laterais longos, às vezes unindo-se irregularmente, formando faixas finas, concêntricas um tanto sinuosas, tocando os poros.

Póros bem distintos a olho nu, poucos (até 3 por mm²) médios a grandes (até 0,2 a 0,3 mm), solitários, geminados notando-se escassas cadeias de três póros vazios.

Linhas vasculares bem distintas, sem auxílio de lente, são longas e retas.

Raios no topo apenas a olho desarmado, apresentando certa uniformidade na largura; na face tangencial são baixos e irregularmente dispostos; na face radial são contrastados.

As camadas de crescimento são distintas ou mal demarcadas.

3.1.2 - Acapu

Nome Científico: *Vouacapoua americana* Aubl.

Família: *Leguminosae-Caesalpinideae*

Nome comum: Angelim-da-folha-larga, Pitangueira (Brasil), Bois de perdrix (Guiana Francesa), Bruinheart, Partridge wood.

O *V.americana* é uma espécie de árvore grande, de folhagem escura, fuste sulcado, sem sapopemas, podendo alcançar 15-30 metros de comprimento. A casca é de cor acinzentada, fina e quase lisa, provida de depressões características escuras (Lorenzi, 1998).

De acordo com Souza (2000) o *V. americana* é uma espécie madeireira economicamente importante na Amazônia Oriental que ocorre, principalmente, nas matas primárias da terra firme, onde comporta-se como espécie clímax. A síndrome de dispersão da espécie é por barocoria. Ainda esse autor constatou que a época de frutificação na região do médio rio Tocantins ocorre, predominantemente, nos meses de maio e junho, no final do período chuvoso.

Segundo Lorenzi (1998) é uma planta semidecídua, ciófito até heliófito, seletiva higrófito, clímax, característica e exclusiva da mata pluvial amazônica de terra firme, onde é medianamente freqüente, porém de dispersão irregular e descontínua. Ocorre preferencialmente no interior da mata primária, em terrenos planos de solos argilosos bem supridos de umidade. Produz anualmente abundante quantidade de sementes viáveis.

Apresenta madeira pesada (0,80 – 1,0 g/cm³) e dura; cerne castanho-escuro, aproximando-se, não raro, do negro, com numerosas estrias mais claras; superfície irregular lustrosa, lisa ou áspera, compacta; exibe aspecto fibroso, grã direita; imputrescível, não absorvendo umidade e inatacável por insetos e gusano; alborno amarelo de 2-3 cm; cheiro e sabor indistintos (Lorenzi, 1998).

A espécie apresenta parênquima abundante, visto a olho nu, vasicêntrico e aliforme, de aletas curtas, confluentes, com arranjos oblíquos, envolvendo alguns poros, às vezes com tendência a formar faixas concêntricas, também com linhas finas terminais, espaçadas, pouco onduladas.

Os poros são apenas visíveis a olho nu, pouco numeroso (até 4 a 7 mm²), pequeno (até 0,1 a 0,2 mm), solitário, geminado e apresentando-se também em pequenas cadeias radicais, vazios e obstruídos por tilos alaranjados.

As linhas vasculares são perceptíveis a olho nu, largas contendo resina oleosa.

Os raios no topo são muito finos e numerosos, visíveis somente sob lente, apresentando certa uniformidade na largura e espaçamento; na face tangencial aparecem curtos e irregularmente dispostos, pouco perceptíveis mesmo com lente; na face radial são contratados.

As camadas de crescimento são demarcadas por zonas fibrosas mais escuras

3.2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CLAREIRA

Segundo Whitmore (1978) uma floresta é um mosaico de manchas em diferentes estádios de maturidade, cujo ciclo de crescimento inicia com uma clareira.

De acordo com Popma et al (1988), a área de uma clareira engloba sua zona de influência, cujo limite vai até aonde houver espécies pioneiras em regeneração.

Para Bazzaz & Pickett (1980) clareiras são “brechas” no dossel da floresta, em que as condições ambientais diferem daquela do dossel fechado e onde os recursos, particularmente luz, são liberados do controle dos indivíduos do dossel dominante.

As árvores, em uma floresta tropical, podem morrer por diversas causas: idade avançada, por ataque de organismos vivos, como insetos e fungos, por queda natural em consequência de fortes ventanias, deslizamentos de terras e outras. Ao morrer uma ou um grupo de árvores, abre-se uma clareira, cujo tamanho depende geralmente do tamanho da árvore e da causa da morte. Uma árvore sendo derrubada pelo vento, pode levar consigo algumas outras árvores vizinhas, formando uma clareira de tamanho considerável. As clareiras assim formadas, quer pela queda de uma única árvore, ou por um grupo de indivíduos, são “preenchidas” por nova vegetação que ali se estabelece, ou que inicia um crescimento vigoroso, se já estava presente no momento da abertura da clareira.

Segundo Silva (1997) o tamanho da clareira tem importância fundamental na sucessão florestal. Pequenas clareiras como aquelas formadas pela queda de um único galho, não criam um microclima favorável ao estabelecimento de espécie pioneiras. Nessa situação, as espécies clímax normalmente preenchem a clareira, pelo crescimento das mudas previamente existentes no lugar. Por outro lado, se a clareira é de tamanho bastante considerável, é colonizada primeiro por espécies pioneiras.

Whitmore (1978) e Silva (1989) afirmam que o tamanho da clareira influencia fortemente a composição florística e a distribuição espacial na floresta. Quanto maior a clareira mais o microclima dentro dela difere da floresta não perturbada.

Segundo Bazzaz & Pickett (1980), pequenas clareiras favorecem o crescimento de regeneração avançada, em clareiras muito grandes. Para Whitmore (1978) esses indivíduos podem crescer pouco ou mesmo morrer devido à alta carga de radiação.

3.3 – DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

3.3.1 Considerações Gerais

A densidade básica foi o parâmetro selecionado para avaliar a formação lenhosa da regeneração natural, pois, trata-se de uma densidade fictícia que não corresponde a nenhum dos estados possíveis do material, mas, que tem a vantagem de bem quantificar o material lenhoso contido em uma amostra. Este parâmetro permite uma boa estimativa da qualidade da madeira. Esta aptidão associada a sua facilidade de medição, torna a densidade uma grandeza quase incontornável (Brandão, 1996).

A densidade da madeira, as características silviculturais, a altura e o diâmetro da árvore constituem parâmetros importantes, pois estão diretamente relacionados com a produtividade da floresta, orientando na elaboração e na condução dos planos de manejo (Rosado & Brune, 1983).

A densidade básica ou peso específico é considerado a propriedade física mais importante da madeira. Tal importância vem do fato da densidade estar correlacionada a várias outras características, segundo diversos autores (Almeida, 1981; Rosado, 1982; Haygreen e Bowyer, 1982; Zobel e Jett, 1995; Oliveira, 1997; Rozenberg e Cahalan, 1997).

Foelkel et. al. (1992) alertam sobre a utilização isolada da densidade básica para definir a qualidade da madeira. Os autores afirmam que a densidade é um fator resultante, ou seja, é a consequência e não a causa da distribuição, tipos e composição dos elementos anatômicos que compõem a madeira. Isso significa dizer que para um mesmo valor de densidade têm-se diversas combinações de elementos anatômicos e consequentemente diferentes qualidades.

Ferreira & Kageyama (1978), em relação à densidade básica da madeira, concluíram que esse fator depende diretamente do produto final desejado e da tecnologia a ser empregada.

Vários métodos para a determinação da densidade básica da madeira já são conhecidos. Truguilho *et al* (1990) compararam seis métodos de determinação da densidade: método de imersão baseado na variação do peso líquido; método de medição direta do volume por paquímetro; método de imersão baseado na variação do peso da amostra; método de medição direta do volume por cilindro graduado – corpo de prova imerso em areia; método do máximo teor de umidade e método de medição direta do volume por cilindro graduado – corpo de prova imerso em água. Dentre esses, os que obtiveram melhor precisão, iguais estatisticamente e não sofreram influência das dimensões dos corpos de prova empregados

foram: método de imersão baseado na variação do peso líquido; método de imersão baseado na variação do peso da amostra, e método do máximo teor de umidade.

Este último, também denominado de método de saturação integral foi definido por Keylwertz (1954) e se fundamenta na hipótese de que o peso específico da matéria lenhosa que forma a parede celular da madeira tem um valor fixo para todas as espécies. Usando esse método são necessárias somente duas pesagens, uma com a amostra completamente saturada de água e outra com a amostra anidra. A possibilidade de erro, segundo Stamm (1964), seria assumir a densidade da “substância madeira” como constante ($1,53 \text{ g/cm}^3$), quando a mesma varia entre $1,50$ a $1,55 \text{ g/cm}^3$ e a dificuldade de se conseguir completa saturação da amostra com água em certos casos.

No Brasil, os primeiros trabalhos sobre variabilidade da densidade básica foram desenvolvidos por Ferreira (1968), que observou que existia alta variação na densidade da madeira entre as diferentes espécies e árvores da mesma espécie. As variações na densidade estão relacionadas primeiramente às diferenças na estrutura da madeira e em segundo plano, à presença de constituintes estranhos. Tendências hereditárias, influências fisiológicas e mecânicas, assim como fatores ambientais (solo, calor, precipitação, ventos, etc.) afetam a estrutura da madeira. Além disso, em madeiras de maior densidade ocorre, com frequência, a impregnação de substâncias como alcalóides e taninos, aumentando a durabilidade natural da madeira (Kollmann & Côté, 1968).

As variações na densidade da madeira são devidas principalmente a diferenças na estrutura, que é caracterizada pela soma proporcional dos diferentes tipos celulares, como fibras, traqueídeos, vasos e células parenquimáticas por suas dimensões, especialmente a espessura das paredes celulares (Vale, 2000).

A densidade da madeira varia entre espécies, entre indivíduos e procedências da mesma espécie e dentro da árvore, tanto no sentido longitudinal, ou seja da base para o topo (Barrichelo et. al., 1983), como no sentido radial da medula para a casca (Brasil et. al., 1977).

3.3.2. Relação Densidade Básica e Crescimento

A densidade básica é uma característica de alta herdabilidade, apresentando correlações tanto positivas quanto negativas e de diferentes magnitudes com as características de crescimento (Moraes, 1987). Variações na densidade básica da madeira correlacionada com a taxa de crescimento, nem sempre ocorrem e tem-se encontrado resultados contraditórios.

Harris (1965) relatou uma tendência decrescente na densidade da madeira de *Pinus radiata* com o aumento do ritmo de crescimento diamétrico. Isso se deve, segundo o autor, às variações que ocorrem na espessura da parede celular através dos anéis de crescimento, do que às quantidades relativas em densidades dos lenhos inicial e tardio.

Brasil (1972) encontrou que a densidade básica para *Eucalyptus propinqua* cresce até uma distância menor que a metade da altura comercial, decrescendo depois até o ápice. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza *et al* (1979), sobre o comportamento da densidade da madeira de *E. microcorys*.

Souza *et al* (1979) observou que na direção axial, a densidade básica decresce nas árvores de menor classe de altura, ao passo que nas classes superiores ela cresce até uma distância menor que a metade da altura, após a qual decresce até o topo da árvore.

Albino (1983) estudando as características de crescimento e variação da densidade básica da madeira em 12 espécies de *Eucalyptus* em diferentes regiões do estado de Minas Gerais, concluiu que não foram verificadas, de um modo geral, correlações significativas entre densidade básica e as características de crescimento das espécies, no entanto os locais que apresentaram maior taxa de crescimento proporcionaram menores valores de densidade básica para todas as espécies.

Lima (1999) avaliando 26 clones de *Eucalyptus*, em quatro locais diferentes de plantio, concluiu que a densidade básica aumentou tanto, no sentido base-topo, quanto no sentido medula-casca.

Para Elliott (1970) as divergências sobre a influência do ritmo de crescimento sobre a densidade da madeira têm sido atribuídas às seguintes razões: padrões de amostragem; idade das árvores amostradas em associação com o grau de competição entre árvores; disponibilidade de água, também associada com o grau de competição e influência das características da copa na época da colheita.

Berger (2000) estudando crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* SMITH sob o efeito do espaçamento e da fertilização, não encontrou relação significativa entre a altura média e a densidade básica média das árvores.

De acordo com Silveira (1999) a densidade básica é uma característica ideal para ser manipulada geneticamente, por causa da sua grande variação entre árvores, alta herdabilidade e sua baixa interação entre genótipos e ambientes, além de seus efeitos sobre a produção e qualidade da madeira.

3.4 - MADEIRA JUVENIL

O lenho juvenil é o tipo de lenho que se estende da base ao topo da árvore, englobando os anéis produzidos pelo câmbio enquanto jovem.

A madeira juvenil apresenta características bastante peculiares a partir de distintos pontos de vista, tais como o anatômico e propriedades físicas e mecânicas, sendo portanto, fundamental o conhecimento de suas características para uma adequada utilização.

Tanto o lenho juvenil quanto o adulto influenciam na massa específica da madeira. Comparado com o lenho adulto, o lenho juvenil difere por apresentar uma massa específica mais baixa, maior ângulo microfibrilar, menor contração transversal, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, paredes celulares mais finas, menor conteúdo de celulose e menor resistência mecânica (Latorraca & Albuquerque, 2000). Essas diferenças podem ser atribuídas, segundo Lewark (1986), à constituição genética, à idade, à fisiologia da árvore, à taxa de crescimento, etc.

Em geral, a madeira de árvores mais jovens, constituída de alta percentagem de lenho juvenil na seção do tronco, possui propriedades mecânicas mais baixas que nas árvores maduras. Pearson & Gilmore (1980) demonstraram que o MOR (Módulo de ruptura) em madeiras juvenil e adulta de árvores de quinze anos correspondeu, em média, a 48 e 76%, respectivamente, do lenho adulto de árvores com 41 anos de idade.

As madeiras variam de árvore para árvore, bem como dentro de troncos individuais. Segundo Mallan (1995) a variação no sentido radial é a mais importante fonte de variação. A extensão desta variação é, principalmente, determinada pela presença da madeira juvenil, sua proporção no tronco, suas características físico-químicas e anatômicas. Todavia a elevação do gradiente de variação dentro da zona juvenil diminui com o passar do tempo. As variações que ocorrem durante o período juvenil estão relacionadas principalmente com as dimensões celulares, a organização da parede celular e as características físico-químicas da madeira.

Segundo Jankowsky (1979) o período de juvenilidade é variável, podendo ser superior a 10 anos em alguns *Eucalyptus* plantados na Austrália.

De acordo com Tomazello Filho (1987) e Mallan (1995), em árvores de rápido crescimento a madeira juvenil é de importância considerável, pois ela pode constituir uma grande proporção do tronco. Segundo Koga (1988) o lenho juvenil é formado nos primeiros anos na região próxima da medula, sua duração é variável, podendo ocupar 85% do tronco em uma árvore de 15 anos e cerca de 10% aos 30 anos.

3.5 – CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE FITOMASSA

A estimativa de fitomassa das florestas pode proporcionar informações sobre os estoques de macro e micro nutrientes retidos na vegetação, sendo de grande importância às atividades de manejo florestal, no que se refere ao uso sustentável dos recursos naturais e também nas questões de clima, em que a biomassa é usada para estimar os estoques de Carbono que servem para estimar a quantidade de CO₂ liberado à atmosfera através dos diferentes sistemas de uso da terra, como as queimadas, desmatamentos e formação de pastos (Fearnside *et al.*, 1993; Higuchi & Carvalho, 1994; Brown *et al.*, 1995; Fearnside, 1996; Salomão, 1996; Hairiah *et al.*, 2001).

Estimativas de Fitomassa, referentes ao peso da massa seca (peso seco) existente acima do nível do solo, excluindo a serrapilheira, ainda geram muita polêmica e controvérsias, na Amazônia. Diversos métodos são utilizados para medição de fitomassa. O procedimento básico consiste em medições e pesagens de árvores e na identificação das relações entre as variáveis medidas. Algumas estimativas vêm de estudos que utilizam o método direto e outras o método indireto. (Santos, 1996).

O método direto consiste na derrubada e pesagem de todas as árvores que ocorrem em parcelas fixas, fornecendo estimativas que, segundo Brown *et al.* (1989), são tendenciosas, porque são baseadas em dados de poucas e pequenas parcelas. Trata-se de um processo altamente oneroso, especialmente para comunidades florestais, tanto do ponto de vista de custo e do tempo, uma vez que implica no corte e tomada de peso de todos os componentes arbóreos, em diversas unidades amostrais. Além disso, torna-se cada vez mais difícil a disponibilidade de áreas para o processo destrutivo, cuja homogeneidade, extensão e representatividade satisfaçam as exigências metodológicas e estatísticas. Cumpre salientar, entretanto, que normalmente os valores de fitomassa de comunidades florestais apresentam variações bastante significativas, que somente são detectadas com a realização do método destrutivo, pois este apresenta resultados com altos graus de confiabilidade.

Já o método indireto, que se baseia em dados de inventários florestais executados com a finalidade de planejar a exploração e o manejo florestal, tem como principal variável o volume da madeira. Este método baseia-se em análise dimensional, isto é, na relação alométrica existente entre dimensões de diferentes partes de um mesmo membro de um organismo e na manutenção da razão relativa de crescimento (Evans, 1974; Chapman, 1976). Neste método procura-se estabelecer uma relação entre dados dendrométricos facilmente coletados em campo, tais como diâmetro e altura do fuste, diâmetro e altura de copa, além de

quaisquer outras variáveis obtidas com as árvores em pé, com os pesos dos elementos componentes das árvores como tronco, galhos, folhas e casca.

Dentro de um ecossistema florestal, a manutenção da capacidade produtiva do sítio, segundo Schumacher (1996), só será mantida em longo prazo, quando as perdas de nutrientes, pela erosão e utilização da biomassa, forem repostas de forma eficiente.

De acordo com CANADELL *et al.* (1988) os modelos de regressão mais utilizados para estimar a biomassa dos diversos componentes das árvores são os modelos logarítmicos cujas variáveis independentes freqüentemente utilizadas são DAP e altura total das árvores (CAMPOS & VALENTE, 1993).

4 - MATERIAL E MÉTODO

4.1- DESCRIÇÃO DA ÁREA DE COLETA

A área de estudo de 200ha está localizado no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, município de Moju-PA, cuja área é de 1059ha. Geograficamente, está situada entre as coordenadas 02° 07' 30" e 02° 26' 26" de latitude Sul e 48° 46' 57" e 48° 48' 30" de longitude a Oeste de Greenwich.

O clima da região é Ami (quente e úmido), de acordo com a classificação de Koppen (Nascimento & Homma, 1984), com temperatura média anual oscilando entre 25°C e 27°C, e precipitação pluviométrica anual variando de 2.000mm a 3.000mm, com distribuição irregular, tendo pequeno período seco que vai de agosto a outubro. A insolação mensal varia entre 148,0 h e 275,8 h e os valores mais elevados ocorrem no período de junho a dezembro, apresentando estreita relação com a precipitação (Santos *et. al.*, 1985).

A área apresenta um relevo plano, com pequeno desnivelamento, onde o declive varia de 0% a 3%. O solo predominante é o Latossolo Amarelo, com diferentes texturas, ocorrendo também solos Podzólicos Vermelhos-Amarelos, Glei Pouco Húmico e Plintossolos (Santos *et al.*, 1985).

A vegetação é formada por árvores de grande porte, com altura variando de 25m a 35m. As copas das árvores são frondosas de forma irregular, formando uma cobertura contínua. O sub-bosque é denso, com presença de algumas palmeiras. As espécies mais importantes encontradas na formação da cobertura florestal depois da exploração foram: *Rinorea guianensis* Aubl., *Eschweiera coriacea* (A. DC.) Mori, *Eschweiera corrugata* S. A. Mori, *Protium pilosum* (Cuatz.) Daly, *Vouacapoua americana* Aubl., *Protium trifoliolatum* Enger. (Sena *et al.*, 1999).

4.2 - COLETA DOS DADOS

Para a obtenção dos dados, foram selecionadas nove clareiras decorrentes da exploração florestal seletiva realizada pela empresa Perachi Ltda, sob orientação da Embrapa Amazônia Oriental, totalizando uma área de 200 ha, no município de Moju, nos meses de outubro a novembro de 1997.

As nove clareiras selecionadas para este estudo possuem área variando de 231 m² a 748 m², avaliadas através de processo topográfico com uso de bússolas e trenas.

O mapa da distribuição espacial da clareira na área de estudo foi feito com o uso de um GPS GARMIN 12X. (Figura 1).

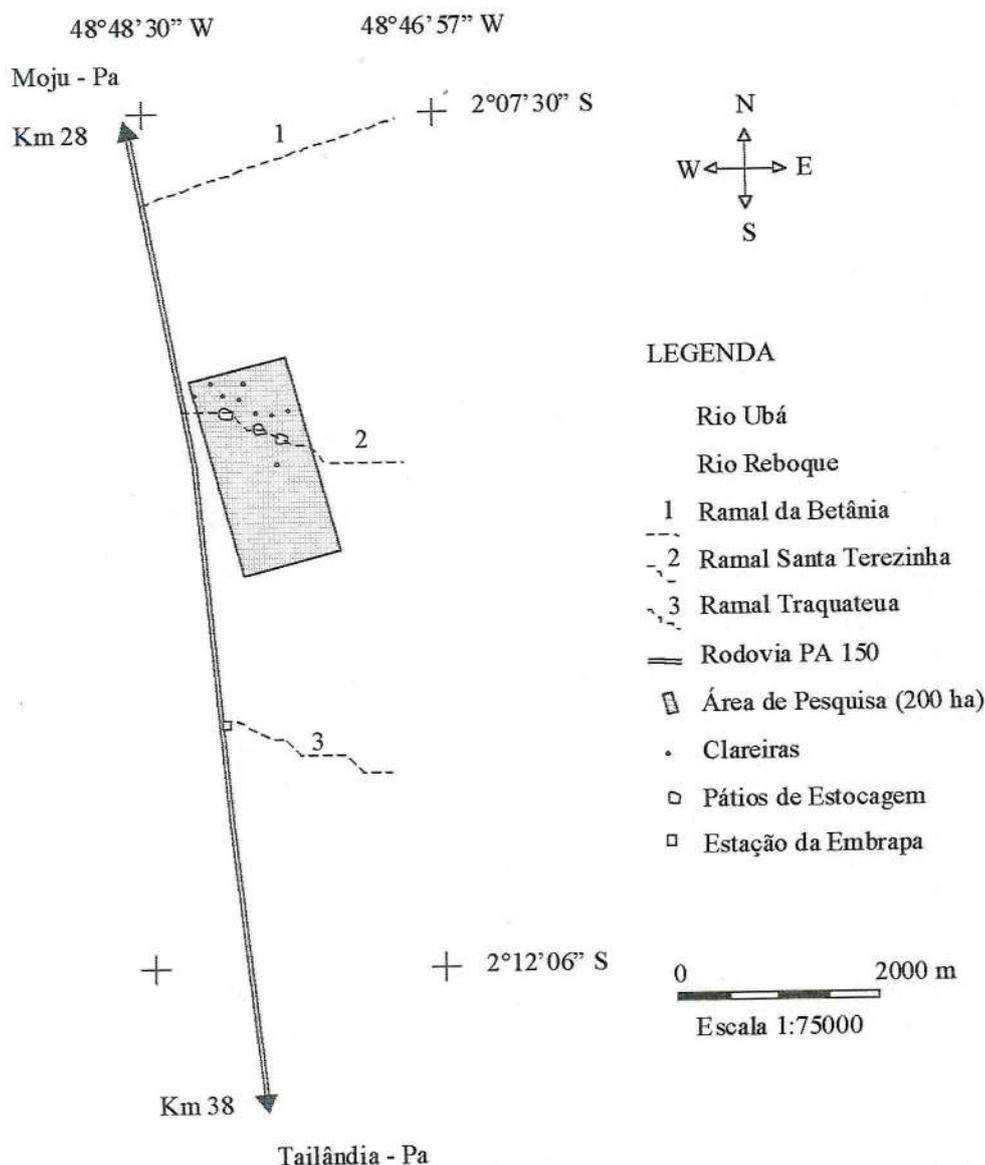


Figura 1 - Distribuição das nove clareiras, selecionadas pelo Projeto "Rendimento Sustentável em Floresta Tropical Manejada", no Campo Experimental da EMBRAPA Amazônia Oriental, localizado no município de Moju - Pará - Brasil.

Para o estudo foram implantadas parcelas de 5m x 5m, no centro de cada clareira, na bordadura da clareira, a 20 e a 40 metros de distância do centro da clareira adentrando na mata, nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste (Figura 2). Em cada uma dessas parcelas foram plantadas mudas de *Jacaranda copaia* e *Vouacapoua americana* obtidas da regeneração natural, as quais foram plantadas aleatoriamente dentro da parcela no espaçamento de 1mx1m, sendo codificadas com placas de alumínio.

As mudas foram aproveitadas das que se encontravam na área durante a implantação do experimento, provenientes da última disseminação de sementes, portanto pertencentes à mesma geração. Para a seleção das mesmas levou-se em consideração o vigor e a altura dos indivíduos, os quais foram plantados em suas respectivas parcelas logo após serem arrancados e transplantados com suas raízes nuas, em maio de 1998. Após o replantio, foi realizada a primeira medição da altura total, em junho de 1998. No momento de transplântio as mudas de *Jacaranda copaia* tinham altura média de 9,6 cm e de *Vouacapoua americana* 6,8cm de altura.

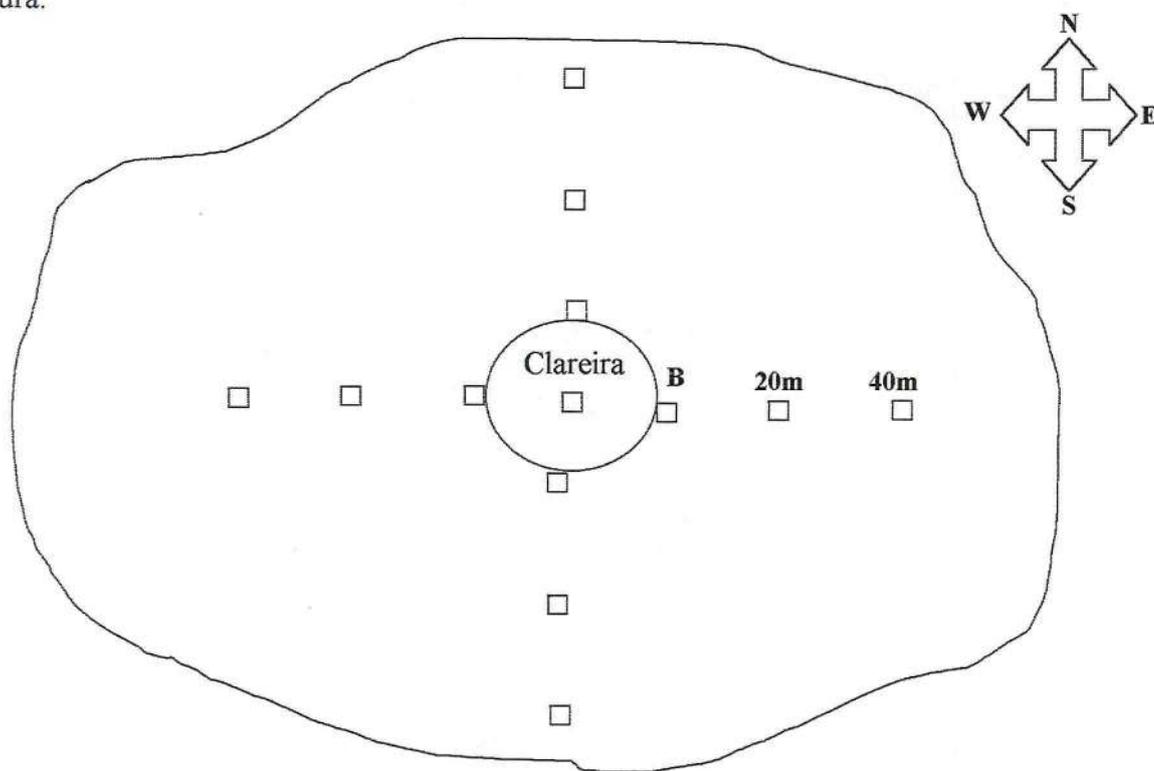


Figura 2 – Desenho esquemático de distribuição das parcelas amostrais do plantio, em relação às clareiras, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Moju – Pará – Brasil.

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de dados de 129 plantas de *V.americana* e 90 plantas de *J.copaia*.

A coleta para obtenção dos dados foi feita na forma destrutiva, nos meses de março e maio de 2002, portanto quando as mudas estavam com 4 anos de idade. Os indivíduos foram cortados na base à \pm 1cm do solo, no momento da coleta mediu-se o diâmetro da base e a altura total dos indivíduos. Em seguida os indivíduos foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados e posteriormente levados ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia (LTPF/UFRA).

A distribuição espacial dessa amostragem encontra-se apresentada na Figura 2. e os pontos de amostragem foram: Centro da clareira; Bordadura da clareira; 20 metros e 40 metros e também as direções Norte, Sul, Leste e Oeste. O número de plantas em cada um destes pontos de amostragem estão dispostos na tabela 1. Os indivíduos foram agrupados em seis classes de altura (Tabela 2). Onde cada indivíduo foi dividido da base até a altura total em amostras com tamanho médio de 10 cm de comprimento.

Tabela 1- Número de indivíduos utilizados na determinação da densidade básica e na estimativa de fitomassa do tronco em cada ambiente da floresta explorada seletivamente em Moju-PA.

Local	<i>V. americana</i>	<i>J. copaia</i>
Centro	15	17
Bordadura	42	33
20 m	36	21
40 m	37	26
Total	129	90

Tabela 2 – Classificação dos indivíduos em classes de altura total (Ht)

Classe de altura	<i>V. americana</i>(cm)	<i>J. copaia</i>(cm)
I	Ht < 30	Ht < 70
II	30 ≤ Ht < 50	70 ≤ Ht < 140
III	50 ≤ Ht < 70	140 ≤ Ht < 210
IV	70 ≤ Ht < 90	210 ≤ Ht < 280
V	90 ≤ Ht < 110	280 ≤ Ht < 350
VI	Ht ≥ 110	Ht ≥ 350

4.3 - DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

A determinação da densidade básica da madeira foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais – LTPF/DQT/UFRA, de acordo com as recomendações prescritas por Keylwertz (1954). A metodologia consiste em saturar os corpos de prova em água destilada, utilizando-se um sistema composto de uma campânula de vidro e uma bomba a vácuo. O processo de saturação foi realizado para cada 30 minutos a pressão atmosférica, até atingir a completa saturação, o que foi conseguido num tempo médio de 72 horas. A secagem das amostras foi conseguida com o auxílio de uma estufa com circulação de ar forçado com a temperatura em torno de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingir uma massa constante. A determinação do peso da massa foi realizada em balança analítica com precisão de 0,001g.

Conhecendo-se a massa saturada e a massa anidra, calculou-se a densidade básica da madeira à partir da fórmula:

$$Db = \frac{m_o}{\frac{m_o}{\rho_b} + \frac{m_s - m_o}{\rho_{\text{água}}}} \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

Db: Densidade básica (g/cm^3)

m_s : massa saturada (g)

m_o : massa anidra (g)

ρ_b : massa específica da matéria lenhosa (g/cm^3).

$\rho_{\text{água}}$: massa específica da água (g/cm^3).

O critério de classificação da densidade básica da madeira baseou-se no critério proposto por Melo et.al. (1990), conforme os intervalos descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação da madeira em função da densidade básica.

CLASSIFICAÇÃO	DENSIDADE BÁSICA
Madeira leve	$\leq 0,50 \text{ g/cm}^3$
Madeira de densidade média	$0,50 \text{ g/cm}^3 - 0,72 \text{ g/cm}^3$
Madeira pesada	$\geq 0,72 \text{ g/cm}^3$

Fonte: Melo, Corandim & Mendes, 1990

Para a estimativa da fitomassa do tronco utilizou apenas o peso seco, o qual foi conseguido no momento em que se determinava a densidade básica da madeira das espécies.

4.4- PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS PARA MONTAGEM DAS MICROFOTOGRAFIAS

Foram preparados corpos de prova com 1,0cm na direção transversal. O amolecimento dos mesmos foi em autoclave a 121°C, com duração de 24. Após o cozimento, foram mantidos em água destilada. A seção anatômica foi obtida com um micrótomo manual com as navalhas afiadas com um afiador. A espessura da seção foi de 18µm.

As seções anatômicas foram mantidas entre lâminas em água destilada até o momento da preparação para montagem. Para coloração foram usados os corantes safranina 1% + azul de astra 1% por um período de 2 horas. Após a coloração, os cortes foram lavados com água destilada e submetidos a uma série alcoólica crescente (50%, 70%, 95% e duas vezes no álcool etílico P.A.); posteriormente foram imersos em acetato N Butil, até o momento da montagem. O meio de montagem foi bálsamo Entelan, tendo sido preparadas lâminas com seções coloridas para cada espécie.

Para o preparo das microfotografias foi utilizado um microscópio axio lab, o qual foi acoplado a uma câmara digital que transfere ao microcomputador a imagem através do axiovision.

4.5 - ANÁLISE DOS DADOS

Para a montagem do banco de dados utilizou-se planilhas do Microsoft Excel e para analisar os resultados referentes a relação entre densidade básica da madeira e o crescimento em altura, foi utilizada a regressão linear simples do Sistema para Análise Estatísticas (SAEG, 8.0). Foram testadas 12 equações visando estimar a densidade básica da madeira a partir da classe de altura (Tabela 4) de duas espécies arbóreas. Para o estudo dos diferentes ambientes em relação a densidade básica da madeira, foi analisado apenas a média da densidade da madeira nos diferentes pontos de amostragem.

Para a estimativa da fitomassa foram utilizados dois modelos de regressão: a regressão linear que estima a fitomassa a partir de apenas uma variável (diâmetro da base), os quais são apresentados na Tabela 4, e os modelos pré definidos 2, os quais estimam a fitomassa a partir de duas variáveis (diâmetro da base e altura total dos indivíduos), os quais são apresentados na Tabela 5.

Para a escolha do melhor modelo para estimar a densidade básica da madeira e a fitomassa do tronco, foram adotados os seguintes critérios: (a) análise de coeficiente de

determinação (R^2), (b) distribuição gráfica dos resíduos. Sendo que esta última será analisada apenas nas equações com maiores valores de coeficiente de determinação.

Tabela 4 - Modelos de equações de regressão testados para relacionar a densidade básica da madeira (y) em função das alturas (x) e para estimar a fitomassa do tronco a partir da variável diâmetro da base para *V. americana* e *J. copaia*

Modelos ajustados	Equação
01 - Linear	$Y = a + bx$
02 - Quadrático	$Y = a + b*x + c*x^2$
03 - Cúbico	$Y = a + b*x + c*x^2 + d*x^3$
04 - Raiz Quadrada	$Y = a + b*x^{1/2} + c*x$
05 - Potencial	$Y = a * x^b$
06 - Exponencial	$Y = a * b^x$
07 - Hiperbólico 1	$Y = a + b/x$
08 - Hiperbólico 2	$Y = 1/(a + b*x)$
09 - Logaritmico e	$Y = a + b*\ln(x)$
10 - Logaritmico 10	$Y = a + b*\log(x)$
11 - Log. Reciproco	$\log(Y) = a + b/x$
12 - Cúbico-Raiz	$Y = a + b*x^{1/2} + c*x + d*x^{1.5}$

Tabela 5 - Modelos ajustados para estimar a fitomassa do tronco de *V. americana* e *J. copaia* a partir de duas variáveis (diâmetro da base e altura total dos indivíduos)

Modelos ajustados
1. $y = a + bx + cz$
2. $y = a + bx + cx^2 + dz$
3. $y = a + bx + cz + dz^2$
4. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez$
5. $y = a + bx + cz + dxz$
6. $y = a + bx + cx^2 + dx + exz$
7. $y = a + bx + cz + dz^2 + exz$
8. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz$
9. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z$
10. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gxz^2$
11. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z + hxz^2$
12. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z + hxz^2 + i x^2 z^2$

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Os resultados da densidade básica média, desvio padrão e coeficiente de variação estão apresentados na Tabela 6. Os valores médios da densidade da madeira das duas espécies estudadas (*V. americana*-0,57 g/cm³ e *J. copaia*-0,31 g/cm³) foram inferiores aos que Souza (2000) encontrou para *V. americana* (0,80 a 1,00 g/cm³) e Fedalto (1989) para *J. copaia* (0,38 a 0,40 g/cm³). Esse resultado já era esperado uma vez que trata-se de madeira em fase inicial de crescimento.

De acordo com Melo et. al., as espécies em estudo *V. americana* e *J. copaia* são classificadas respectivamente como média e leve densidade.

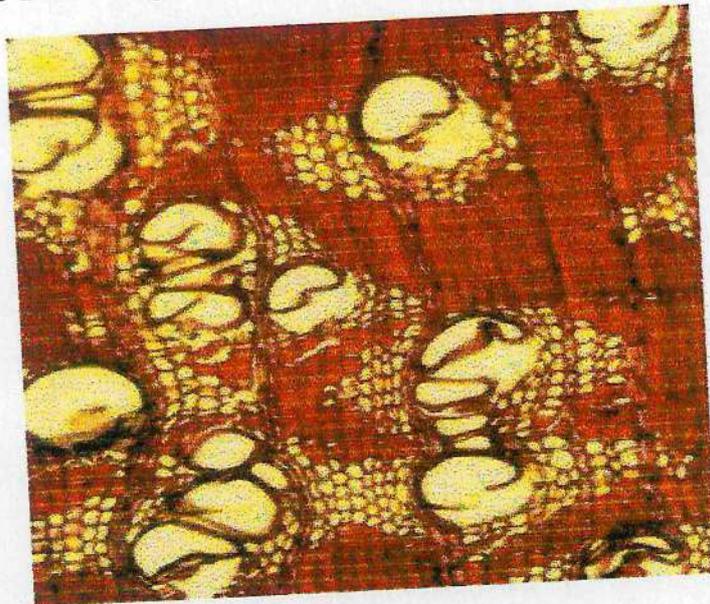
Tabela 6 - Valores de densidade básica, desvio padrão e coeficiente de variação da regeneração natural de *V. americana* e *J. copaia* transplantada da regeneração natural no município de Moju-PA.

Espécies	Densidade média (g/cm ³)	Desvio padrão	Coeficiente de Variação (%)
<i>V. americana</i>	0,57	0,0984	17,34
<i>J. copaia</i>	0,31	0,0551	17,85

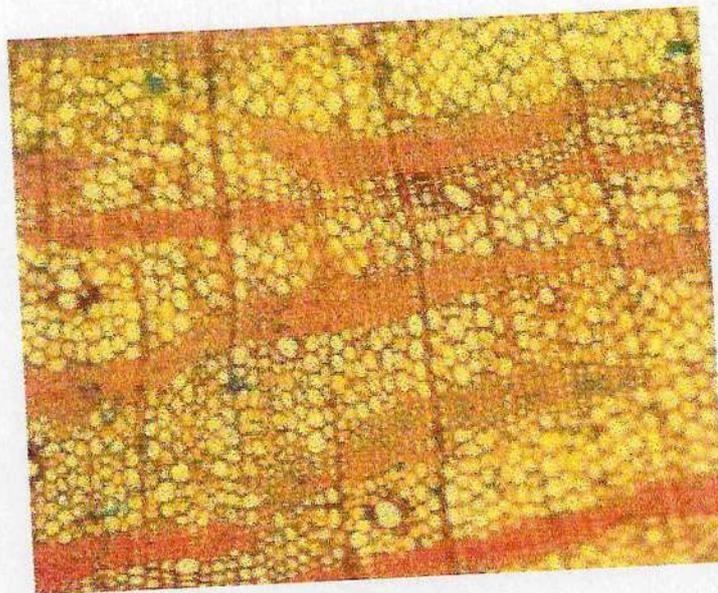
A variação de 36% entre a densidade da madeira de *V. americana* encontrada neste trabalho e a de Souza (2000) é explicado pela diferenciação entre a madeira jovem e adulta que em geral é constituída por células em que a parede celular normalmente é mais espessa e rígida, devido o maior grau de diferenciação e impregnação das mesmas. Enquanto que na de *J. copaia* essa variação é bem menor (20%), indicando que as características da madeira da primeira espécie ainda vão passar por um grande processo de transformações, enquanto que a segunda apresenta um comportamento não muito diferenciado da fase jovem até a maturidade.

A Figura 3, confirma as observações citadas anteriormente, onde se observa que a estrutura anatômica da madeira de *V. americana* da regeneração para a adulta, apresenta consideráveis diferenças. Esse comportamento vem ao encontro da argumentação de Truguilho et al.(1996), o qual cita que de maneira geral, a madeira apresenta uma rápida elevação dos valores de densidade, comprimento de fibra, etc, da fase juvenil até atingirem a maturidade, onde os valores permanecem mais ou menos constantes. Na fase juvenil a taxa de incorporação de biomassa é crescente, tendendo a se estabilizar, quando a árvore atinge a fase

adulta. Essa taxa de variação da matéria seca sintetizada com a idade é chamada de ritmo de crescimento e depende de fatores genéticos, edáficos e climáticos.



a)

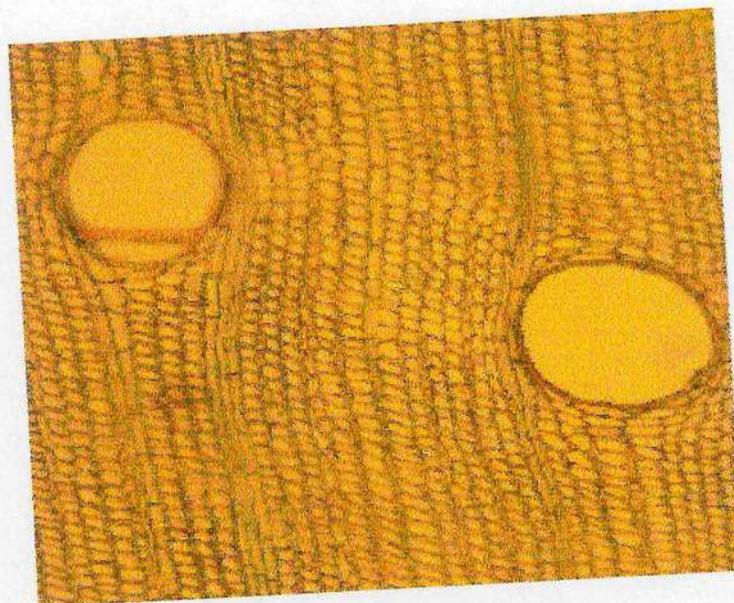


b)

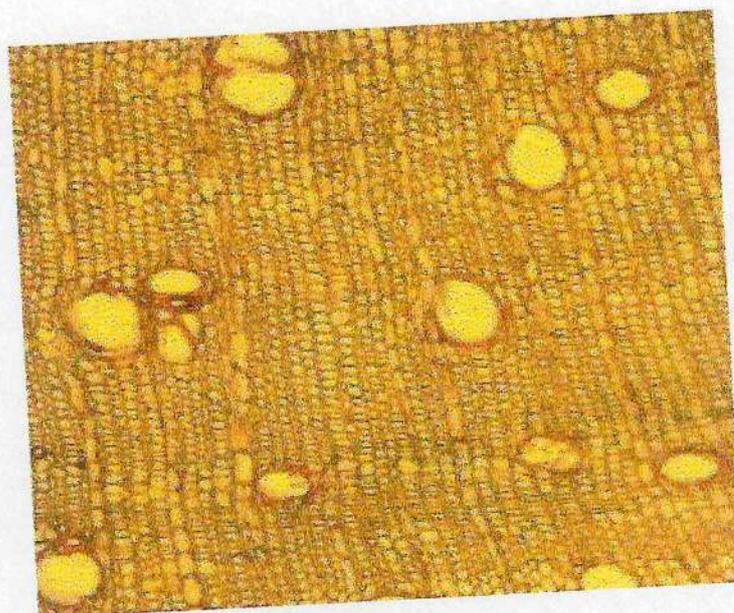
Figura 3 - Corte transversal de uma árvore adulta de *V. americana* (a), corte transversal de regeneração natural de *V. americana* (b), (Objetiva 10, Fator 10).

Observa-se nestas microfotografias que a Figura 3a, apresenta mais fibras e menor quantidade de parênquimas axial, enquanto a Figura 3b apresenta o inverso menor quantidade de fibras e um número maior de parênquimas axial. Logicamente que se a estrutura da Figura 3(b) possui mais parênquimas axial é menos densa que a madeira na fase adulta (Figura 3a).

A Figura 4 mostra claramente as semelhanças que ocorrem entre a madeira da regeneração e a madeira adulta de *J. copaia*, onde nota-se que a parede das fibras permanecem finas tanto na fase juvenil (Figura 4b) como na fase adulta (Figura 4a), sendo que nesta ultima o tamanho dos vasos é bem maior, no entanto diminui em quantidade. Estas características fazem com que não haja grandes variações na densidade da madeira da fase juvenil para a adulta.



a)



b)

Figura 4 - Corte transversal de uma árvore adulta de *J.copaia* (a), corte transversal de regeneração natural de *J.copaia* (b), (Objetiva 10, Fator 10).

5.2 – RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E CLASSES DE ALTURA

Foram testados 12 modelos de regressão que foram ajustados para o conjunto de dados estudados, visando analisar a relação entre as classes de altura das plantas e a densidade básica da madeira das espécies estudadas. Os modelos testados, assim como, os coeficientes de correlação encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Coeficientes de correlação (r^2) dos 12 modelos testados para estimar a relação entre classe de altura e densidade básica da madeira das plantas de *V. americana* e *J. copaia*.

Modelos ajustados	Equação	Coeficiente(r^2)		Resíduo médio	
		<i>V. americana</i>	<i>J. copaia</i>	<i>V. americana</i>	<i>J. copaia</i>
01 - Linear	$Y = a + bx$	0.5797	0.9390	-	-
02 - Quadrático	$Y = a + b*x + c*x^2$	0.9427	0.9441	-	-
03 - Cúbico	$Y = a + b*x + c*x^2 + d*x^3$	0.9654	0.9569	0.764757E-02	0.357900E-02
04 - Raiz Quadrada	$Y = a + b*1x + c*x$	0.9708	0.9473	0.704961E-02	0.428403E-02
05 - Potencial	$Y = a * x^b$	0.8077	0.7551	-	-
06 - Exponencial	$Y = a * b^x$	0.5681	0.9417	-	-
07 - Hiperbólico 1	$Y = a + b/x$	0.9435	0.4893	-	-
08 - Hiperbólico 2	$Y = 1/(a + b*x)$	0.5548	0.9425	-	-
09 - Logaritmico e	$Y = a + b*\ln(x)$	0.8153	0.7673	-	-
10 - Logaritmico 10	$Y = a + b*\log(x)$	0.8153	0.7673	-	-
11 - Log. Reciproco	$\log(Y) = a + b/x$	0.9469	0.4721	-	-
12 - Cúbico-Raiz	$Y = a + b*1x + c*x + d*x^{1.5}$	0.9739	0.9504	0.616919E-02	0.403341E-02

x = Classe de altura

y = densidade básica da madeira

Constata-se que os modelos - 02, 03, 04 e 12, para ambas as espécies, foram os que apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,94. Vale ressaltar que para *V. americana*, os modelos - 07 e 11 indicam que há uma alta correlação entre a densidade e as classes em altura das plantas com coeficiente de determinação superior a 0,94, enquanto que para *J. copaia* esses coeficientes não ultrapassaram a 0,49. Do mesmo modo, os modelos 1, 6 e 8 indicam uma alta correlação para a espécie *J. copaia* com coeficiente de determinação superior a 0,94, enquanto que para *V. americana* não ultrapassa 0,58.

Os modelos selecionados foram respectivamente o cúbico-raiz e o cúbico para as espécies *V. americana* e *J. copaia* por apresentarem um coeficiente de determinação elevado e melhor distribuição dos resíduos (Anexos 1 e 2). Essas equações permitem estimar a densidade básica da madeira de *V. americana* e *J. copaia* a partir da classe de altura, sendo

que, respectivamente, 97% e 95% dessa variação é explicada pela variável independente (Tabela 8).

Tabela 8 – Equações ajustadas para estimar a densidade básica da madeira em função da classe de altura das plantas de *V. americana* e *J. copaia*.

Espécie	Equação	r ²
<i>V. americana</i>	$db = -0.0394046 + 0.158216 * H^{1/2} - 0.0119332 * H + 0.000271430 * H^{1.5}$	0.9739
<i>J. copaia</i>	$db = 0.318191 + 0.000109632 * H - 0.00000124902 * H^2 + 0.00000000155786 * H^3$	0.9569

db = Densidade básica da madeira

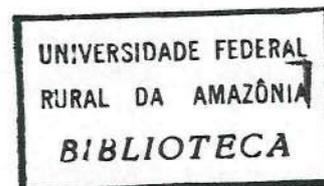
H = Altura

Para as condições em que foi realizado o estudo, observa-se na Figura 5, a variação de densidade da madeira de *V. americana* em função da classe de altura, em ambientes de clareiras dentro da floresta. Constatou-se que as plantas mais altas apresentam densidades mais elevadas, porém, essa tendência não é contínua como se observa na referida figura, havendo uma estabilização ou leve redução da densidade a partir das plantas com alturas superiores a 90cm.

Segundo Souza (2000), *V. americana*, possui comportamento de espécie climax, portanto de crescimento lento, fato este que pode ter influenciado a densidade da madeira, uma vez que este tipo de crescimento provavelmente produz fibras de parede mais espessa e mais impregnada, existindo poucos espaços vazios, o que leva a formar madeira com elevada densidade.

Esse comportamento, em parte, está de acordo com o resultado de Kellison et al. (1983), ao quais citam que para algumas espécies de folhosas a aceleração do crescimento pode resultar em peso específico maior.

Isto demonstra que o número de plantas estudadas é insuficiente para ter uma conclusão definitiva, necessitando-se de um número maior de indivíduos para dar maior consistência a essa tendência observada.



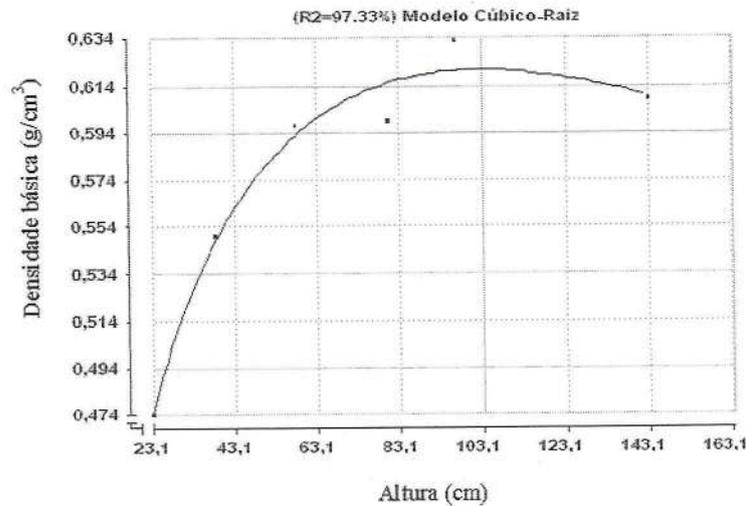


Figura 5 - Relação entre classe de altura (cm) e densidade básica (g/cm^3) da espécie *V. americana* transplantada da regeneração natural no município de Moju-PA.

No que concerne a espécie *J. copaia*, para esta condição de estudo, verificou-se um comportamento inverso da espécie anteriormente citada, isto é, a medida que aumenta a altura das plantas, menor é o valor da densidade (Figura 6).

Esta espécie segundo Serrão (2001), é conhecida como heliófila e de crescimento rápido, o que favorece a formação de tecido mais leve e mais poroso, com células constituídas de paredes mais finas, onde, tem-se um maior percentual de espaços vazios (alta porosidade) e menor quantidade de fibras, resultando em madeira com menor densidade. Vital et al. (1980) já tinham constatados que quando uma espécie possui crescimento rápido, a tendência é de formar madeira mais leve. Porém, vale ressaltar que esses autores, exceto Serrão (2001), trabalharam com árvores adultas e não com classes de altura da árvore sobre a densidade da madeira de espécies nos primeiros estágios de crescimento.

Essa variação de densidade da madeira das espécies estudadas indica que é uma característica particular de cada indivíduo. Esse comportamento diferenciado entre *V. americana* e *J. copaia* é explicado, em parte, por alguns autores como Zobel (1992) quando afirma que uma alteração no padrão de crescimento de uma árvore, resulta ou não de intervenções silviculturais, podendo levar a variações na qualidade da madeira, conseqüentemente, em alterações na sua densidade básica e Latorraca (2000), cita que a densidade básica da madeira pode ser alterada em função das espécies, bem como devido a

variação ambiental e intervenções silviculturais. Albino (1983), estudando a variação da densidade básica da madeira em 12 espécies de *Eucaliptus* em três regiões do Estado de Minas Gerais, constatou diferenças significativas entre as espécies em duas das regiões estudadas.

Isto demonstra que a densidade da madeira é uma propriedade intrínseca de cada espécie, daí a razão desta diferença nos resultados encontrados, ou seja, para *V. americana* a classe de altura da planta tem relação positiva, fazendo a densidade aumentar de 0,47 para 0,63 g/cm³, enquanto que para *J. copaia* é negativa, decrescendo de 0,32 para 0,27 g/cm³.

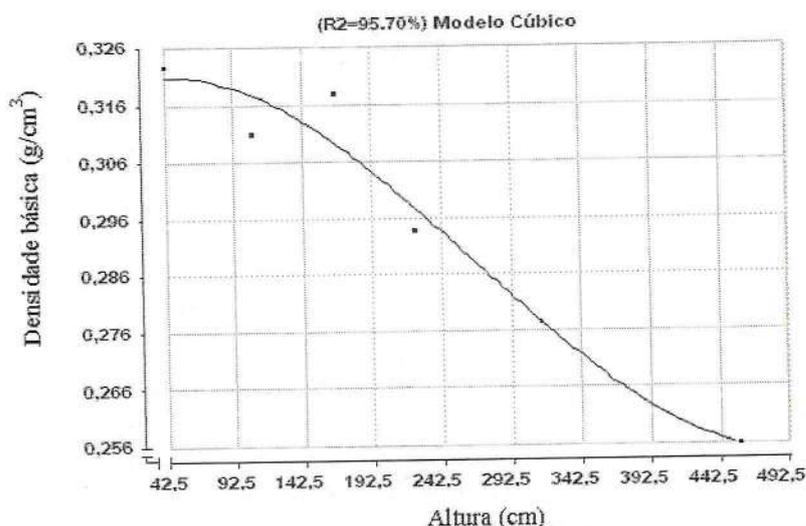


Figura 6 - Relação entre classe de altura (cm) e densidade básica (g/cm³) da espécie *J. copaia* transplantada da regeneração natural no município de Moju-PA.

5.3 – INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DAS PARCELAS SOBRE A DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Ao verificar a variação da densidade básica das espécies *V. americana* e *J. copaia* em diferentes ambientes da floresta (Figura 7), observa-se que a primeira espécie apresentou uma densidade básica maior no centro da clareira tendendo a diminuir à medida que se adentra na floresta. Isto pode estar relacionado com a questão da luminosidade, constata-se que quanto menor a luminosidade menor a densidade básica da madeira para essa espécie, mudando essa tendência na parcela de 40m quando a densidade volta a aumentar. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de, nessa parcela, ter ocorrido a influência de formação de novas clareiras devido o abate de outras árvores durante a exploração ou pela queda natural de árvores ou galhos ocasionados por ventos fortes, no decorrer do tempo. No

entanto, a tendência é de diminuição da densidade com o distanciamento do centro da clareira. Malheiros(2001), estudando as mesmas clareiras constatou que a quantidade de radiação diminuiu com o afastamento do centro da clareira, sendo que a bordadura das clareiras recebe apenas 18,6% da radiação recebida pelo centro das clareiras, seguidas pelas distâncias de 20 metros com 11,8% e 40 metros com 5,6%.

Serrão (2001), estudando o crescimento dessas mesmas espécies e nos mesmos ambientes de clareiras, observou que a espécie *V. americana*, teve seu crescimento decrescente com o distanciamento do centro da clareira, onde também foi verificada mudança de comportamento na distância de 40m. De acordo com esses resultados, pode-se afirmar que à medida que o crescimento decresce a densidade básica também diminui, comprovando a relação direta entre a densidade básica e o crescimento em altura dessa espécie.

Para a espécie *J. copaia*, a menor densidade básica ocorreu no centro da clareira e a maior na bordadura da clareira e a partir daí decresce até a distância de 40 metros. Serrão (2001), ao estudar o crescimento dessa espécie em trabalho similar, observou que o maior crescimento ocorreu no centro da clareira e o menor crescimento ocorreu à 20 metros. Observa-se que no centro da clareira houve maior crescimento e menor densidade básica, indicando uma relação inversa entre crescimento e densidade básica. No entanto, essa relação não se confirma para a distância de 20 metros.

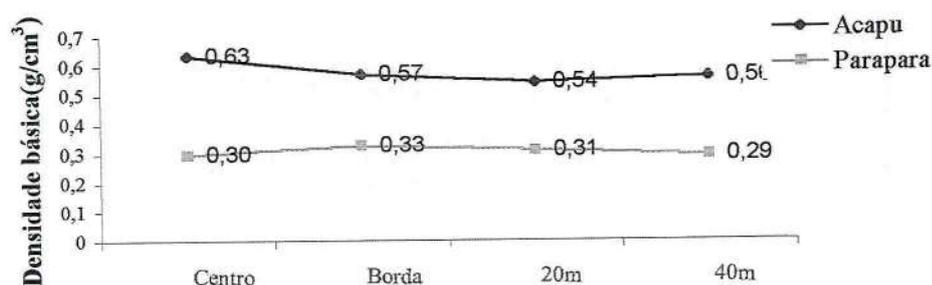


Figura 7 - Comparação da densidade básica da madeira juvenil de *V. americana* e *J. copaia* em relação à diferentes ambientes de uma floresta explorada seletivamente em Moju-PA

5.4- INFLUÊNCIA DAS DIREÇÕES NORTE-SUL E LESTE-OESTE NA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Ao analisar a densidade básica nas diferentes direções (Figura 8), desconsiderando o centro (comparativo), observa-se que *V. americana*, não apresenta variação na densidade básica da madeira em relação às direções. Serrão (2001), ao estudar o crescimento tanto em altura como em diâmetro da base dessa mesma espécie, não encontrou diferenças significativas nestas mesmas direções. Para a espécie *J. copaia* as direções Norte-Sul apresentaram maior densidade básica em relação a direção Leste-Oeste, talvez por este apresentar uma maior incidência de radiação. Serrão (2001), ao estudar o crescimento dessa mesma espécie, observou que as direções Norte-Sul apresentaram os menores crescimento e as direções Leste-Oeste apresentaram os maiores crescimentos tanto em altura como em diâmetro da base. Este fato confirma a relação inversa entre o crescimento e a densidade básica da madeira dessa espécie.

A influência da luminosidade está de acordo com a auto-ecologia das espécies estudadas, pois observa-se que o centro da clareira (local com maior incidência de radiação), apresenta maior valor de densidade básica para *V. americana*, enquanto que para *J. copaia* apresenta menor densidade básica.

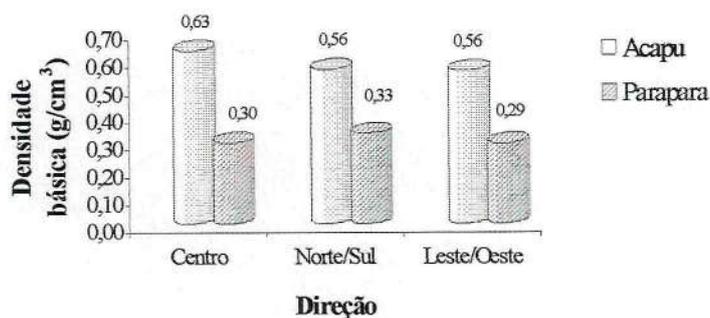


Figura 8 - Comparação da densidade básica da madeira juvenil de *V. americana* e *J. copaia* em diferentes direções de uma floresta explorada seletivamente em Moju-PA.

5.5- ESTIMATIVA DA FITOMASSA DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS

Neste trabalho avaliou-se a fitomassa do tronco das espécies aos quatro anos de idade, onde a fitomassa total para as espécies *V. americana* e *J. copaia* foi respectivamente 3,3 Kg/ha e 15 Kg/ha, para essa idade de mudas da regeneração natural.

A média de fitomassa por planta de *V. americana* foi de 26g, enquanto que de *J. copaia* foi de 167g. Indicando que a segunda espécie por apresentar crescimento rápido é mais apropriada para retenção de CO₂. Numa floresta desenvolvida, a quantidade de carbono sequestrada durante o dia é praticamente igual à liberada durante a noite. No entanto, as árvores de rápido crescimento fixam mais gás carbônico durante o dia do que liberam durante a noite, pois seus troncos, folhas, etc. estão crescendo mais rapidamente. Pode-se então dizer que em uma floresta as árvores de rápido crescimento efetivamente absorvem maior quantidade de gás carbônico do ar.

A Tabela 9 relaciona os 12 modelos para a estimativa de fitomassa das duas espécies estudadas apenas com uma variável (diâmetro da base) e a Tabela 10 os 12 modelos para estimar a Fitomassa a partir de duas variáveis (diâmetro da base e altura total).

O modelo de regressão utilizado para estimar a fitomassa tanto de *V. americana* como de *J. copaia* foi significativo quanto à capacidade de explicar a variabilidade do peso seco em função do diâmetro da base e a altura entre as plantas incluídas na amostra, mesmo sendo plantas jovens, com apenas 4 anos de idade. Esse fato pode ser evidenciado pelos valores altos encontrados para coeficientes de determinação ajustado (Tabela 10). Enquanto que na Tabela 9 nem todas as equações apresentam alto coeficiente de determinação.

Para *V. americana*, ao estimar a fitomassa a partir da variável diâmetro da base (Tabela 9), a melhor equação, com o maior coeficiente de determinação foi o modelo cubico ($r^2 = 0.7590$). Ao estimar a fitomassa a partir do diâmetro da base e da altura total, a melhor equação, com o maior coeficiente de determinação, foi o modelo 12 ($r^2 = 0,8614$), observando-se uma grande variação no coeficiente de determinação ao utilizar as duas variáveis.

Também para *J. copaia*, ao estimar a fitomassa a partir da variável diâmetro da base (Tabela 10) a melhor equação, com o maior coeficiente de determinação foi o modelo cubico ($r^2 = 0.9817$). Todavia, ao estimar a fitomassa a partir do diâmetro da base e da altura total as melhores equações, com o maior coeficiente de determinação foram os modelo 11 e 12 ($r^2 = 0,9854$), observa-se que não há grande variação no coeficiente de determinação ao utilizar as duas variáveis. Esses resultados permitem inferir para melhor forma de se estimar a fitomassa

de *V. americana* é a utilização das variáveis diâmetro da base e altura total, enquanto que para *J. copaia* a variável diâmetro da base é suficiente, uma vez que quando se avaliou com base nas duas variáveis não houveram modificações no coeficiente de determinação.

Tabela 9 – Coeficientes de determinação (r^2) dos 12 modelos testados para estimativa de Fiomassa (Y) em função do diâmetro da base (x), para as plantas de *V. americana* e *J. copaia* aos 4 anos de idade.

Modelos ajustados	Equação	R^2	
		<i>V. americana</i>	<i>J. copaia</i>
01 - Linear	$Y = a + bx$	0.6488	0.6390
02 - Quadratico	$Y = a + b*x + c*x^2$	0.7445	0.9769
03 - Cubico	$Y = a + b*x + c*x^2 + d*x^3$	0.7590	0.9817
04 - Raiz Quadrada	$Y = a + b*1x + c*x$	0.7290	0.8901
05 - Potencial	$Y = a * x^b$	0.6958	0.8624
06 - Exponencial	$Y = a * b^x$	0.6935	0.7683
07 - Hiperbolico 1	$Y = a + b/x$	0.3846	0.8502
08 - Hiperbolico 2	$Y = 1/(a + b*x)$	0.3735	0.1978
09 - Logaritmico e	$Y = a + b*\ln(x)$	0.5285	0.2828
10 - Logaritmico 10	$Y = a + b*\log(x)$	0.5285	0.2828
11 - Log. Reciproco	$\log(Y) = a + b/x$	0.6262	0.5512
12 - Cubico-Raiz	$Y = a + b*1x + c*x + d*x^{1.5}$	0.7521	0.9801

Tabela 10 - Coeficientes de determinação (r^2) dos 12 modelos testados para estimativa de Fiomassa (Y) em função do diâmetro da base (Z) e da altura total (x), para as plantas de *V. americana* e *J. copaia* aos 4 anos de idade.

Modelos ajustados	R^2	
	<i>V. americana</i>	<i>J. copaia</i>
1. $y = a + bx + cz$	0.7890	0.6462
2. $y = a + bx + cx^2 + dz$	0.8487	0.8956
3. $y = a + bx + cz + dz^2$	0.8287	0.9787
4. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez$	0.8506	0.9787
5. $y = a + bx + cz + dxz$	0.8569	0.9642
6. $y = a + bx + cx^2 + dx + exz$	0.8570	0.9727
7. $y = a + bx + cz + dz^2 + exz$	0.8595	0.9787
8. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz$	0.8607	0.9791
9. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z$	0.8608	0.9851
10. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gxz^2$	0.8607	0.9853
11. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z + hxz^2$	0.8608	0.9854
12. $y = a + bx + cx^2 + dz + ez^2 + fxz + gx^2z + hxz^2 + i x^2 z^2$	0.8614	0.9854

A equação que permite estimar a Fitomassa de *V. americana* a partir da altura e do diâmetro da base é o modelo 12 de acordo com o coeficiente de determinação (Tabela 11). Para *J. copaia*, levou-se em consideração os modelos que apresentam apenas uma variável

(diâmetro da base), onde observa-se que os maiores coeficientes de determinação não diferem dos modelos que levam em consideração as duas variáveis (diâmetro da base e altura), optou-se portanto por selecionar o modelo cubico.

Tabela 11 – Equações ajustadas para estimar a Fitomassa (Y) de *V. americana* e *J. copaia* em função da altura total (X) e do diâmetro da base (Z).

Espécie	Equação
<i>V. americana</i>	$Y = 5.0163 - 0.4064*x + 0.002185*x^2 + 2.1112*z - 19.1720*z^2 - 0.8961*xz - 0.004786*x^2z - 0.09786*xz^2 + 0.001674*x^2z^2$
<i>J. copaia</i>	$Y = 8.12 - 21.88 z + 18.45 z^2 + 3.90 z^3$

5.6 – INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DAS PARCELAS SOBRE A FITOMASSA DO TRONCO

A Figura 9, mostra a quantidade de fitomassa (g/ha) no centro da clareira adentrando na mata, onde observa-se que para as duas espécies em estudo, a borda foi o local com maior acúmulo de fitomassa, seguida do centro e da distância de 40m, nota-se que a distância de 20m foi a que apresentou menor acúmulo de fitomassa.

A acumulação de biomassa é afetada por fatores ambientais e por fatores inerentes à própria planta. Segundo Kramer & Kozlowski (1972) a acumulação de biomassa é influenciada por todos aqueles fatores que afetam a fotossíntese e a respiração. Para os referidos autores, os principais fatores são luz, temperatura, concentração de CO₂ do ar, umidade e fertilidade do solo, fungicidas, inseticidas e doenças, além de fatores internos que incluem a idade das folhas, sua estrutura e disposição, distribuição e comportamento dos estômatos, teor em clorofila e acumulação de hidratos de carbono.

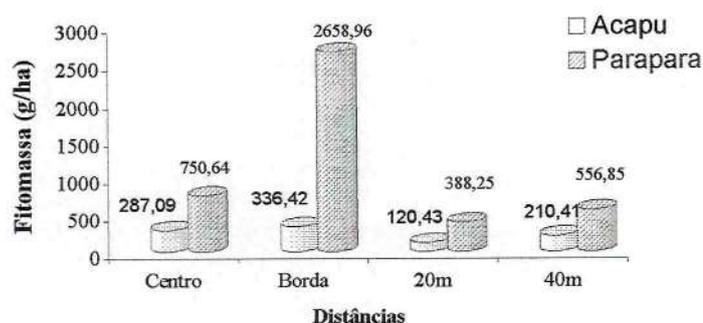


Figura 9 - Quantidade de fitomassa de *V. americana* e *J. copaia* em relação a diferentes distâncias do centro da clareira adentrando na mata.

5.7- INFLUÊNCIA DAS DIREÇÕES NORTE-SUL E LESTE-OESTE NA FITOMASSA DO TRONCO

A Figura 10, mostra a quantidade de fitomassa (g/ha) nas diferentes direções para as duas espécies em estudo, observa-se que a direção Leste-Oeste foi a que apresentou maior concentração de fitomassa. Isto pode ser explicado pelo fato de este sentido apresentar maior grau de luminosidade.

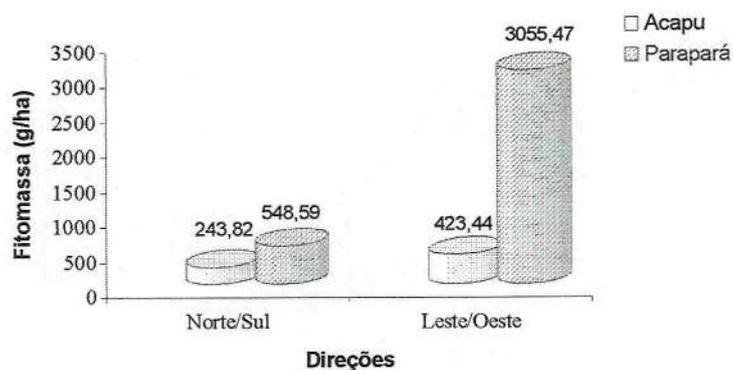


Figura 10 - Quantidade de fitomassa de *V. americana* e *J. copaia* em relação a diferentes direções em clareiras de floresta tropical.

6 – CONCLUSÕES

A densidade básica mostrou correlação com o crescimento em altura da regeneração natural das espécies estudadas, sendo positiva para *V. americana* e negativa para *J. copaia*.

A equação que permite estimar a densidade básica da madeira a partir de classes de altura para *V. americana* é a do cubico-raiz. ($Y = -0,0394046 + 0,158216 * x^{1/2} - 0,0119332 * x + 0,000271430 * x^{1.5}$) e para *J. copaia* é o modelo cubico ($Y = 0,318191 + 0,000109632 * x - 0,00000124902 * x^2 + 0,00000000155786 * x^3$).

A densidade básica da madeira de *V. americana* diminui à medida que se adentra na floresta. No entanto para *J. copaia* a densidade básica não sofreu influência em função das distâncias entre as parcelas instaladas.

As direções das parcelas instaladas não influenciaram na densidade básica da madeira das espécies estudadas.

A Fitomassa do tronco de *V. americana* e *J. copaia* não sofreu influência das distâncias entre as parcelas instaladas e o centro das clareiras. Todavia, nas direções Leste-Oeste houve influência positiva.

A equação que permite estimar a Fitomassa de *V. americana* e de *J. copaia* a partir da altura e do diâmetro da base é respectivamente, o modelo $y = 5,01632 - 0,406404x + 0,00218532x^2 + 2,11121z - 19,1720z^2 + 0,896063xz - 0,00478633x^2z - 0,0978581xz^2 + 0,00167457x^2z^2$ e o modelo $y = -0,794085 + 0,148095x + 0,00117325x^2 - 14,6330z + 22,9044z^2 - 0,346431xz - 0,000182568x^2z - 0,100175xz^2 - 0,0000323811x^2z^2$.

A equação que permite estimar a Fitomassa de *V. americana* e de *J. copaia* levando-se em consideração apenas o diâmetro da base é respectivamente, $y = -12,5103 + 57,4672x - 74,5924x^2 + 41,0274x^3$ e $Y = 8,12 - 21,88x + 18,45x^2 + 3,90x^3$.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J.C. **Características de crescimento e Variação da densidade básica da madeira em 12 espécies de *Eucalyptus* em 3 regiões do estado de Minas Gerais.** Piracicaba- SP. Dez-1983. (Dissertação – Mestrado).

ALMEIDA, C. M. V. C. de. **Estimativas de herdabilidades e correlações em progênies jovens de *Eucalyptus citriodora* Hook.** Viçosa: UFV, 1981. 62P. (Dissertação – Mestrado).

ALMEIDA, S.S. **Clareiras naturais na Amazônia Central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal.** Manaus, INPA, 125p., 1989. Dissertação (Mestrado) – inpa, 1989.

AMÉZQUITA, P. light environment affects seedlings performance in *Psicotria aubletiana* (Rubiaceae), a tropical understory shrub. **Biotropica**, v.30, n.1, p. 126-129, 1998.

BAZZAZ, F. A. & PICKETT, S. T. A. **Physiological ecology of tropical succession: a comparative review.** Ann. Ver. Ecol. Syst.,11:287-310. 1980.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, I.O; MIGLIORINI, A. J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. In: CONGRESSO BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. silvicultura, são Paulo, 8(28): 726-731, 1983.

BERGER, R. **Crescimento e Qualidade da Madeira de um Clone de *Eucalyptus saligna* SMITH sob o Efeito do Espaçamento e da Fertilização.** Dissertação de mestrado Universidade Federal de Santa Maria (RS), 126P. 2000.

BICELLI, B. C.; SERRÃO, D. R.; JARDIM, F. C. da S. Comportamento de mudas da regeneração natural de *Eschweilera corrugata* S. A. Mori (Ripeiro) em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-PA. In: X Seminário de iniciação científica da FCAP, IV seminário de iniciação científica da Embrapa Amazônia Oriental, Belém. **Resumos....Belém: FCAP. Unidade de Apoio à Pesquisa e a Pós graduação, 103-105.2000.**

BRANDÃO, A.T. O. **Classification des bois tropicaux vis-à-vis du séchage: La méthode ENGREF - FCAP "flyng wood".** Tese de Doutorado. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêt. Centre de Nancy, 1996. 142p.

BRASIL, M.A.M. **Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus propinqua* Deani ex Maiden em função do local e do espaçamento.** Piracicaba. 75p. (Dissertação de Mestrado- ESALQ). 1972.

BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira nas secções transversais do caule da base do tronco para a copa de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, (15): 73-82, dez, 1977.

BRIENZA JUNIOR, S.; YARED, J.A.G.; JARVIS, P.G. Agroflorestry systems as na ecological approach in the Brazilian Amazon development. **Forest Ecology and Management** . Agroflorestry: principles and practices, v. 45, n.1-4, p. 319-323, 1991. Número especial.

BROWN, S., GILLESPIE, A.J., LUGO, A.E. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. *Forest Science*, v.35, n.4, p.881-902, 1989.

BROWN, S., LUGO, A. E. **Biomass estimats moits forest the Brasilian Amazon.** S.1., s.ed., 1990.25p.

BUTTERFIELD, R.P. Early epecies selection for tropical reforestation: a consideration of stability. *Forest Ecology and Management*, v. 81, n. 1-3, p. 161-168, 1996

CAMPOS, J.C.C.; VALENTE, O.F. **Considerações sobre o inventário de povoamentos florestais, com ênfase na biomassa e na sua transformação em carvão vegetal.** Viçosa: SIF, 1993. 19p. (Boletim Técnico, 1).

ELLIOTT, G.K. **Wood density in conifers.** Oxford: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1970. 44p. (Comunicação Técnica, 8)

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, Jun. 1991.

FEARNSIDE, P. M., LEAL JR., N., FEARNSIDE, F. M. Rainforest burning and the global carbon budget: biomass, combustion efficiency and choarcol formation in the Brazilian Amazon. *Journal of Geophysical Research*, v. 98, n.D9, p.16, 733-16, 1993.

FEDALTO, L. C.; MENDES, A.C, da; CORADIN, V. T. R; **Madeiras da Amazônia: Descrição do lenho de 40 espécies ocorrentes na Floresta Nacional do Tapajós - Brasília:** IBAMA, 1989.

FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalypto. Boletim Informativo, IPEF, Piracicaba, 1978, 6(20) : A-1/ A-14.

FERREIRA, M. **Estudo da variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus alba Reiw e Eucalyptus saligna Smith.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1968. 71 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1968.

FOELKEL, C.E.B., MORA, E., MENOCELLI, S. Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose. *O papel*, n.5, 1992.

GUARIGUATA, M. R.; RHEINGANS, R; MONTAGNINI, F. Early woody invasion under tre plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. *Restoration. Ecology* v.3, n.4, p:252-260,1995.

GUIMARÃES, R. de P. M.; BICELLI, B. C.; JARDIM, F. C. da S; SERRÃO, D. R. Sobrevivência de mudas da regeneração natural de *Eschweilera corrugata* S. A. Mori (Ripeiro) em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-PA. In: X Seminário de iniciação científica da FCAP, IV seminário de iniciação científica da Embrapa Amazônia Oriental, Belém. **Resumos....Belém:** FCAP. Unidade de Apoio à Pesquisa e a Pós graduação, 362-363.2000.

- HARRIS, J. M. The heritability of wood density. In: INTERNATIONAL UNION OF FOREST RESEARCH ORGANIZATION. MEETING SECTION 41, Melbourne. 1965. Proceedings. Melbourne, IUFRO. V.2, 14p.
- HAYGREEN, J. G.; BOWYER, J. L. **Forest products and wood science: an introduction**. Ames: Iowa State University, 1982. 495p.
- HIGUCHI, N.; CARVALHO, JR., J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia, 125-153. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO₂. Rio de Janeiro, 1994. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994.
- JANKOWSKY, I.P. **Madeira Juvenil: formação e aproveitamento industrial**. IPEF, São Paulo/SP, 1979. 18p. (Circular Técnica nº 81).
- KELLISON, R.C., RUSS, L., FREDERICK, D.J. Effect of silvicultural practices on wood quality of southern hardwoods. **Tappi Journal**, v.66, n.1, p. 67-69, 1983.
- KEYWERTZ, R.A. **Contribution to qualitative growth analysis**. *Malz Roh - U Werkstoff*. 12(3): 77-83. 1954.
- KOGA, M.E.T. Matérias-primas fibrosas. In: PHILIPP, P. & D'ALMEIDA, M.L.O. **Celulose e papel: tecnologia de fabricação da pasta celulósica**. IPT, São Paulo, 2ª ed., 1988. p. 15-44.
- KOLLMANN, F.F.P., CÔTÉ, W.A. **Principles of wood science and technology**: I. Solid Wood. New York: Springer-Verlag, 1968. 592 p.
- LATORRACA, J. V. de F. ; ALBUQUERQUE, C. E. C. de. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Revista Floresta e Ambiente**, v.7, n. 1, p. 279-291, jan/dez.2000.
- LEWARK, S. Anatomical and physical differences between juvenile and adult wood. 180 IUFRO World Congress. Iugoslávia, pag. 272 - 281, 1986.
- LIMA, J. T. **Clonal variation in the solid wood properties of *Eucalyptus***. Bangor: University of Wales, 1999. 276p. (Tese - Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira).
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP : Ed. Plantarum, 1992. 352p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil** 2º ed.. Nova Odessa, SP : Ed. Plantarum, 1998. 352p.
- MALHEIROS, M. A. B. **Caracterização do fluxo de radiação fotossinteticamente ativa, irradiância espectral e relação vermelho:vermelho extremo em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-Pará, Brasil**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2001. 93P. Dissertação (Mestrado) - FCAP. 2001.
- MALLAN, F.A. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, São Paulo, IPEF/IPT, Anais ..., São Paulo, IPEF/IPT, 05-06, abr., 1995. p.1-19.

- MELO, J. E.; CORANDIN, V. T. R. & MENDES, J. C. Classes de densidades para madeiras da Amazônia Brasileira. IN: Congresso Florestal Brasileiro (6; Campos do Jordão: 1990). Anais, v.3, p.695-699. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990.
- MESQUITA, R. de C.G. O impacto da remoção do dossel de uma mata secundária no crescimento de duas espécies de interesse econômico da Amazônia. In: GASCON, C.; MONTINHO, P.(ed). **Floresta Amazônica: Dinâmica, regeneração e Manejo**. Manaus: INPA, 1998. P.261-274.
- MONTAGNINI, F. Mixed tree plantations: experiments with native trees in Costa Rica and Argentina. **Agroforestry Today**, v.4, n.3, p. 4-5, 1992.
- MORAES, M.L.T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento**. Piracicaba, 1987. 115p. (Dissertação mestrado)
- NASCIMENTO, C. N. B.; HOMMA, A. K. O. Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 282p. (Documento, 27).
- NEPSTAD, D. C. et al. Estudo comparativo do estabelecimento de árvores em pastos abandonados e florestas adultas da Amazônia Oriental. In: GASCON, C.; MONTINHO, P.(ed). **Floresta Amazônica: Dinâmica, regeneração e Manejo**. Manaus: INPA, 1998. P.191-218.
- OLIVEIRA, J. T. da S. **Caracterização da madeira de eucalypto para construção civil**. São Paulo: Escola Politecnica/USP, 1997. 2v. (Tese – Doutorado).
- PEARSON, R.G.; GILMORE, R.C. **Effect of fast growth rate on the mechanical properties of loblolly pine**. *For. Prod. J.*, Madison, v. 30, n. 5, p. 47-54, May 1980.
- PECK, R.B.; BISHOP, J.P. Management of secondary tree species in agroforestry systems to improve production sustainability in Amazonian Ecuador. **Agroforestry Systems**, v. 17, n. 1, p. 53-63, 1992.
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T. Z.; CORRADINI, L. et al. Exploração de biomassa e nutrientes através da exportação dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, v. 25, p. 37-39, 1983.
- POPMA, J. et al. Pioneer species distribution in treefall gaps in neotropical rain forest; a gap definition and its consequences. **Journal of tropical Ecology**, v.4, p.77-88, 1988.
- ROSADO, S. C. da S & BRUNE, A. Crescimento de árvores: Estimativas de correlações entre idades diferentes e sua influência na densidade básica de madeira em *Eucalyptus* spp. **Revista árvore**, 7(1): 11-22. 1983.
- ROSADO, S. C. da S. **Avaliação da densidade básica da madeira com um novo aparelho e correlações entre caracteres, em diferentes idades, em *Eucalyptus* spp**. Viçosa: UFV, 1982. 79p. (Dissertação – Mestrado).

ROZENBERG, P.; CAHALAN, C. Spruce and wood quality: genetic aspects: a review, *Silva Genética*, Frankfurt, v.46, n.5, 270 – 279p. 1997.

SANTOS, P.L. dos; SILVA, J.M.L. da; SILVA, B.N.R. da; SANTOS, R.D. dos; REGO, G.S. **Levantamento semidetalhados dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para culturas de dendê e seringueira. Projeto Moju, Pará: relatório técnico.** Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS, 1985. p. 192.

SENA, J. R. C. de; JARDIM, F. C. da S.; SERRÃO, D. R. Variação florística em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju – PA. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP, 9, SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL: aVALIAÇÃO 1998-1999. P.3, 1999, Belém. **Resumos....**Belém: FCAP, UAPG: Embrapa Amazônia Oriental, 1999.

SERRÃO, D. R. **Crescimento e Mortalidade de espécies arbóreas, em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-Pará, Brasil.** Belém, 2001. 120p. (Dissertação - mestrado)

SILVA, J. N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** PhD Thesis Oxford University. Oxford. 325p. 1989.

SILVA, J.N.M. **MANEJO DE Floresta de Terra Firme da Amazônia Brasileira. Curso de Manejo Florestal Sustentável.** Curitiba. 1997.

SILVEIRA, V. **Comportamento de clones de Eucalyptus em diversos ambientes definidos pela qualidade do sítio e espaçamento.** Lavras: UFLA, 1999. 124p. (Dissertação – Mestrado em produção florestal)

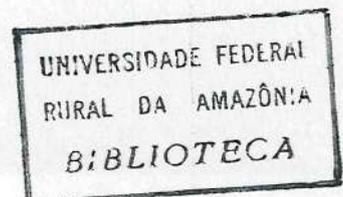
SOUZA, A.P.; DELLA LUCIA, R.M.; RESENDE, G.C. Estudo da densidade básica da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell, cultivado na região de Dionísio, MG. **Revista Árvore**, 3(1):16-27, 1979.

SOUZA, L.A.G.; DANTAS, A.R.; MATOS, R.B.; Silva, M.F. & SAMPAIO, P.T.B. Período de frutificação e viabilidade das sementes de "Acapu" (*Youacapoua americana* Aubl. Leg. Caesalp.), na região do médio rio Tocantins, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Emílio Goeldi, Série Botânica**, 16(1):3-21. 2000.

STAMM, A.J. **Wood and cellulase Science.** New York, Ronald press. 549p. 1964.

TOMAZELLO FILHO, M. **Variação radial da densidade básica e da estrutura anômica da madeira de *Eucalyptus globulus*, *E. pellita* e *E. acmenoides*.** IPEF, Piracicaba, (36):35-42, 1987.

TRUIGUILLHO, F.P.; SILVA, D. A. da; FRAZAO, F. I. L. & MATOS, J. I. M. Comparação de métodos de determinação básica em madeira. **Acta Amazônica**, 20 (único): 307-319, 1990.



VALE, K. S. DO. **Efeito da desrama no crescimento e na quantidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agro-silvo-pastoril.** Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Dissertação – Mestrado)

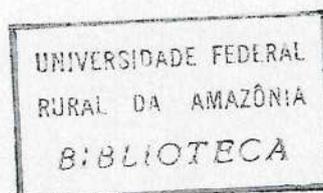
VASCONCELOS, L. M. R. et al. Mortalidade de Mudanças de *Jacaranda copaia* Aubl e *Protium Trifoliolatum* Engl., em Relação a Diferentes Tamanhos de Clareiras e Direções em Floresta Primária no Município de Moju-PA. In: X Seminário de iniciação científica da FCAP, IV seminário de iniciação científica da Embrapa Amazônia Oriental, Belém. **Resumos....Belém:** FCAP. Unidade de Apoio à Pesquisa e a Pós graduação, 362-363.2000.

VITAL, B.R., DELLA LUCIA, R.M. Procedências de sementes e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista árvore**, Viçosa, 4(2): 170-8., 1980.

WHITMORE, T. C. **Gaps in the forest canopy.** In: TOMLINSOM, Zimmerman. *Tropical trees as living systems.* London, Cambridge Univ. Press. p.639-655. 1978.

ZOBEL, B. J.; JETT, J. B. *Genetics of wood production.* Berlin: Springer-Verlag, 1995. 337p.

ZOBEL, B. Silvicultural effects on wood properties. **IPEF International**, v. 2, p. 31-38, 1992.



Anexo 1 - Relação densidade básica da madeira e classes de altura de *Vouacapoua americana* Aubl.

Modelo Cúbico

Procedimento = Regressão Linear
 Objetivo = Regressão linear simples e múltipla
 Dependentes = Densidade básica da madeira
 Independentes = Classes de altura

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
Densidade básica	0.5773	0.0570	6
Altura	73.3478	43.4713	6
Altura ²	6954.6944	7409.6889	6
Altura ³	771762.3070	1115458.0370	6

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
Altura	0.807489E-02	0.325430E-02	0.248130E+01	0.616049E+01	0.0656
Altura ²	-0.721249E-04	0.449884E-04	-0.160319E+01	-0.937910E+01	0.1250
Altura ³	0.205974E-06	0.179476E-06	0.114764E+01	0.403220E+01	0.1849
CONSTANTE	0.327620E+00				

R2 0.965462E+00

R2 ajustado 0.913655E+00

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	3	0.1567303E-01	0.5224342E-02	18.64	0.0514
Independente	2	0.5606809E-03	0.2803404E-031		

Tabela de Resíduos

Número da Observação	Densidade Observado	densidade Estimado	Resíduo	Gráfico dos Resíduos Padronizados				
				-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0
1	0.474736E+00	0.478476E+00	-0.373970E-02			*	I	
2	0.550192E+00	0.543922E+00	0.626991E-02				I	*
3	0.597406E+00	0.593345E+00	0.406152E-02				I	*
4	0.599504E+00	0.617692E+00	-0.181883E-01		*		I	
5	0.632902E+00	0.620291E+00	0.126113E-01				I	*
6	0.608774E+00	0.609788E+00	-0.101469E-02				*	

Modelo Raiz-quadrada

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
Densidade básica	0.5773	0.0570	6
Altura	73.3478	43.4713	6
Altura ^{1/2}	8.2348	2.5775	6

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
Altura	-0.506019E-02	0.963242E-03	0.525329E+01	-0.386052E+01	0.0067
Altura ^{1/2}	0.103105E+00	0.162455E-01	0.634667E+01	0.466402E+01	0.0040
CONSTANTE	0.993618E-01				
R2	0.970866E+00				
R2 ajustado	0.951443E+00				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	2	0.1576075E-01	0.7880373E-02	49.99	0.0050
Independente	3	0.4729608E-03	0.1576536E-031		

Tabela de Resíduos

Número da Observação	Densidade Observado	Densidade Estimado	Resíduo	Gráfico dos Resíduos Padronizados				
				-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0
1	0.474736E+00	0.478323E+00	-0.358763E-02					
2	0.550192E+00	0.544833E+00	0.535901E-02			*	I	
3	0.597406E+00	0.590923E+00	0.648367E-02				I	*
4	0.599504E+00	0.617065E+00	-0.175612E-01		*		I	
5	0.632902E+00	0.623911E+00	0.899094E-02				I	*
6	0.608774E+00	0.608459E+00	0.315227E-03				*	

Modelo Cubico-raiz

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
Densidade básica	0.5773	0.0570	6
Altura	73.3478	43.4713	6
Altura ^{1/2}	8.2348	2.5775	6
Altura ^{3/2}	696.5327	586.4515	6

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
Altura	-0.119332E-01	0.162241E-01	-0.735528E+00	-0.910411E+01	0.2693
Altura ^{1/2}	0.158216E+00	0.131168E+00	0.120621E+01	0.715702E+01	0.1755
Altura ^{3/2}	0.271430E-03	0.639163E-03	0.424665E+00	0.279361E+01	0.3562
CONSTANTE	-0.394046E-01				
R2	0.973275E+00				
R2 ajustado	0.933188E+00				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	3	0.1579987E-01	0.5266622E-02	24.28	0.0398
Independente	2	0.4338413E-03	0.2169207E-031		

Tabela de Resíduos

Número da Observação	Densidade Observado	Densidade Estimado	Resíduo -2.0	Gráfico dos Resíduos Padronizados
				-1.0 0.0 1.0 2.0
1	0.474736E+00	0.475848E+00	-0.111206E-02	*I
2	0.550192E+00	0.548268E+00	0.192420E-02	I*
3	0.597406E+00	0.593145E+00	0.426088E-02	I *
4	0.599504E+00	0.615537E+00	-0.160326E-01	* I
5	0.632902E+00	0.620580E+00	0.123225E-01	I *
6	0.608774E+00	0.610137E+00	-0.136294E-02	*I

Anexo 2 - Relação densidade básica da madeira e classes de altura de *Jacaranda copaia* D. Don.

Modelo Cubico

Procedimento = Regressão Linear

Objetivo = Regressão linear simples e múltipla

Dependentes = Densidade básica da madeira

Independentes = Classes de altura

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
Densidade básica	0.2965	0.0258	6
Altura	218.1356	149.7190	6
Altura ²	66262.9400	77659.2443	6
Altura ³	23844641.5436	36684652.2011	6

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
Altura	0.109632E-03	0.311732E-03	0.351687E+00	0.637270E+00	0.3793
Altura ²	-0.124902E-05	0.150080E-05	-0.832231E+00	-0.376591E+01	0.2464
Altura ³	0.155786E-08	0.200950E-08	0.775250E+00	0.221882E+01	0.2597
CONSTANTE	0.318191E+00				
R2	0.956994E+00				
R2 ajustado	0.892485E+00				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	3	0.3174403E-02	0.1058134E-02	14.84	0.0638
Independente	2	0.1426528E-03	0.7132640E-04		

Tabela de Resíduos

Número da Observação	Densidade Observado	Densidade Estimado	Resíduo	Gráfico dos Resíduos Padronizados					
				-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	
1	0.322563E+00	0.320714E+00	0.184878E-02						I *
2	0.310720E+00	0.317625E+00	-0.690559E-02		*				I
3	0.317819E+00	0.309044E+00	0.877506E-02						I *
4	0.293937E+00	0.297749E+00	-0.381219E-02		*				I
5	0.277617E+00	0.277636E+00	-0.192248E-04			*			*
6	0.256277E+00	0.256163E+00	0.113174E-03			*			*

Modelo Raíz quadrada

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
Densidade básica	0.2965	0.0258	6
Altura	218.1356	149.7190	6
Altura ^{1/2}	13.9585	5.2873	6

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
Altura	-0.258153E-03	0.135238E-03	-0.190887E+01	-0.150059E+01	0.0761
Altura ^{1/2}	0.262707E-02	0.382948E-02	0.686011E+00	0.539283E+00	0.2710
CONSTANTE	0.316131E+00				

R2	0.947291E+00
R2 ajustado	0.912151E+00

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	2	0.3142215E-02	0.1571108E-02	26.96	0.0121
Independente	3	0.1748402E-03	0.5828006E-041		

Tabela de Resíduos

Número da Observação	Densidade Observado	Densidade Estimado	Resíduo	Gráfico dos Resíduos Padronizados				
				-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0
1	0.322563E+00	0.322283E+00	0.280490E-03			*		
2	0.310720E+00	0.315804E+00	-0.508439E-02		*	I		
3	0.317819E+00	0.307078E+00	0.107417E-01			I	*	
4	0.293937E+00	0.297751E+00	-0.381449E-02		*	I		
5	0.277617E+00	0.281570E+00	-0.395320E-02		*	I		
6	0.256277E+00	0.254447E+00	0.182990E-02			I	*	

Modelo Cubico Raiz

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
Densidade básica	0.2965	0.0258	6
Altura	218.1356	149.7190	6
Altura ^{1/2}	13.9585	5.2873	6
Altura ^{3/2}	3695.0728	3497.0408	6

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
Altura	-0.905732E-03	0.186159E-02	-0.486538E+00	-0.526484E+01	0.3373
Altura ^{1/2}	0.109307E-01	0.242132E-01	0.451437E+00	0.224385E+01	0.3480
Altura ^{3/2}	0.155005E-04	0.443926E-04	0.349169E+00	0.210453E+01	0.3801
CONSTANTE	0.284209E+00				

R2 0.950319E+00

R2 ajustado 0.875798E+00

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	3	0.3152261E-02	0.1050754E-02	12.75	0.0736
Independente	2	0.1647944E-03	0.8239720E-04		

Tabela de Resíduos

Número da Observação	Densidade Observado	Densidade Estimado	Resíduo	Gráfico dos Resíduos Padronizados					
				-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	
1	0.322563E+00	0.321275E+00	0.128811E-02						I*
2	0.310720E+00	0.317646E+00	-0.692641E-02		*				I
3	0.317819E+00	0.307787E+00	0.100325E-01					*	I
4	0.293937E+00	0.297032E+00	-0.309521E-02		*				I
5	0.277617E+00	0.279696E+00	-0.207863E-02		*				I
6	0.256277E+00	0.255497E+00	0.779628E-03						I*