

SYLVIA SÁTYRO XAVIER TERTULIANO

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DENDRÔMÉTRICOS PARA
O MARMELEIRO (Croton sp.)**

**PATOS
PARAÍBA-BRASIL
ABRIL-2001**

SYLVIA SÁTYRO XAVIER TERTULIANO

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DENDROMÉTRICOS PARA
O MARMELEIRO (*Croton* sp.)**

Monografia apresentada à Universidade Federal da Paraíba
Como parte dos Requisitos do Curso de Engenharia Florestal
Para obtenção do título de Engenheiro Florestal

**PATOS
PARAÍBA- BRASIL
ABRIL-2001**

UFPB - BIBLIOTECA



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2022.

Sumé - PB

SYLVIA SÁTYRO XAVIER TERTULIANO

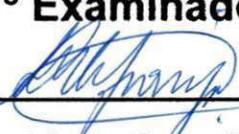
**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DENDROMÉTRICOS PARA
O MARMELEIRO (*Croton sp*)**

Aprovada: 25 de abril de 2001



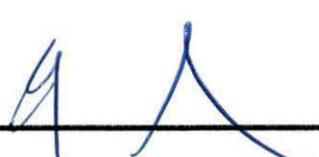
Prof. Juarez Benigno Paes

1º Examinador



Prof. Lúcio Valério Coutinho de Araújo

2º Examinador



Prof. Josuel Arcanjo da Silva

Orientador

A Deus

À memória do meu pai Silvio Marcos Tertuliano

À minha mãe Yara

À minha Amiga Maria Auxiliadora

Às minhas amizades mais sinceras

UFPB - BIBLIOTECA

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade oferecida para a realização do Curso de Engenharia Florestal.

Aos professores do Curso de Engenharia Florestal e aos funcionários do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, principalmente aos funcionários do LASAG, da biblioteca, do Viveiro, da Coordenação e do Departamento de Engenharia Florestal.

À prefeitura de Santa Terezinha que disponibilizou um veículo para a coleta dos dados na Fazenda Lameirão, durante os trabalhos de Campo.

Ao Prof. Josuel Arcanjo da Silva pela orientação e ao prof. Juarez Benigno Paes pela co-orientação deste trabalho monográfico, não só pela assistência técnica durante todo o trabalho, mas também pela amizade e confiança.

Às amizades sinceras conquistadas durante o curso, em especial aos amigos de turma (Gilberto, Robson e Adriano) aos demais amigos que foram importantes à vida acadêmica em especial (Cidinha, Eleide, Egeiza, Lucinha, Helke, Nara, Raelma, Adriana Vital, Adelmo, S. Antônio, Antônio Marcos, Stênio, Marcelo, Acelmo e Everton) enfim a todas as pessoas que direta ou indiretamente ajudaram durante à passagem pela Universidade. As minhas amigas de todo o tempo (Ana Maria, Kaline, Flávia e Conceição).

À amiga Auxiliadora, pelo constante incentivo e apoio.

CONTÉUDO

	página
LISTA DE LISTA DE QUADROS E FIGURAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
RESUMO.....	VII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Volume das Árvores.....	3
2.1.1 Métodos Diretos.....	3
2.1.2 Métodos Indiretos.....	5
2.2. Densidade da Madeira.....	7
2.3. Variação da densidade da Madeira.....	9
2.4. Variação da Densidade da Madeira em Função da Idade e do Local.....	9
2.5 Características Gerais do Marmeleiro (<i>Cronton</i> sp.).....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Localização da Área de Estudo.....	11
3.2. Inventário e Cubagem.....	11
3.3. Determinação do Volume das Árvores de Marmeleiro.....	12
3.3.1. Determinação do volume cilíndrico.....	12
3.3.2. Determinação do fator de forma.....	12
3.3.3. Determinação do fator de empilhamento.....	12
3.4 Determinação da densidade Básica Média.....	12
3.5 Ajuste das equações de Volume.....	13
3.5.1. Ajuste dos modelos	
3.5.2 Critérios para a escolha das equações.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1 Seleção do Melhor modelo de Volume e de Peso.....	15

4.2 Densidade Básica e teor Umidade do Marmeleiro(<i>Croton</i>	23
4.3 Fator de Forma.....	24
4.4. Fator de empilhamento.....	24
5. CONCLUSÕES.....	25
6. RECOMENDAÇÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Distribuição dos resíduos dos volumes, em percentagem, por ordem crescente de DNB, para as equações de 1 a 5.....	17
2. Distribuição dos resíduos dos volumes, em percentagem, por ordem crescente de DNB, para as equações de 6 a 10.....	18
3. Distribuição dos resíduos dos pesos, em Percentagem, por ordem crescente de DNB, para as equações de 11 a 15.....	19
4. Distribuição dos resíduos dos pesos, em percentagem, por ordem crescente de DNB, para as equações de 16 a 20.....	20
5. Distribuição diamétrica para o marmeleiro(<i>Croton sp.</i>).....	24

LISTA DE QUADROS

página

1. Equações de volume ajustadas para o marmeleiro(*Croton* sp.), parâmetros tomados a 0,30m do solo.....15
2. Equações de volume ajustadas para o marmeleiro(*Croton* sp.),parâmetros tomados a 1,30m do solo.....16
3. Equações de peso ajustadas para o marmeleiro(*Croton* sp.), parâmetros tomados a 0,30m do solo.....16
4. Equações de peso ajustadas para o marmeleiro(*Croton* sp.), parâmetros tomados a 1,30m do solo.....16

LISTA DE TABELAS

1. Densidade básica e teor de umidade do Marmeleiro.....23

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos selecionar o melhor modelo para estimar o volume e a massa do marmeleiro (*Croton sp.*), como também determinar seu fator de forma, fator de empilhamento e densidade básica. Foram cubadas 40 árvores pelo método de Smalian, na Fazenda Experimental Lameirão, localizado no município de Santa Terezinha-PB, de propriedade da Universidade Federal da Paraíba. As árvores foram agrupadas em quatro classes de diâmetro de 2→4, 4→6, 6→8 e de 11 cm em diante, com a distribuição de 10 árvores por classe. Para determinação da densidade foi retirado discos de madeira ao longo do tronco, obedecendo as seguintes posições: na base e a 25, 50, 75 e 100% da altura do tronco. A escolha do melhor modelo para estimar o volume e o massa do marmeleiro foi realizada com base no coeficiente de determinação, no erro padrão residual e na análise gráfica dos resíduos. Após o ajuste das equações, constataram-se que o modelo $\text{VolR} = -0,001718 + 4,5455 G^{1,30}$, e o modelo $\text{Peso} = -0,526349 + 3727,6 G^{1,30}$; apresentaram resultados estatísticos satisfatórios com uma distribuição residual uniforme e uma maior praticidade na aplicação da equação. O fator de forma e o fator de empilhamento encontrado para o marmeleiro foi de 0,66 e 2,54 respectivamente. A densidade básica com e sem casca encontrada foi de 0,63 e 0,68g/cm³, respectivamente com um teor de umidade, a base úmida, de 24%.

1. INTRODUÇÃO

A cobertura florestal da Região Semi-Árida do Nordeste brasileiro é composta, na grande maioria, de árvores e arbustos espinhentos, que perdem suas folhas durante a estação seca, e de plantas suculentas herbáceas, que se desenvolvem com vigor no período das chuvas, (EGLER, 1951).

Schinell, citado por BÉGUÉ (1968), define a caatinga como um tipo de vegetação arborescente e xérica, espinhenta que apresenta as seguintes características gerais: árvores e arbustos quase sempre espinhosos, desfolhados na estação seca e às vezes durante longos períodos, quando a vegetação assume um aspecto monótono e acinzentado muito característico; presença de plantas suculentas, das famílias das Cactáceas e das Euforbiáceas; presença de Bromeliáceas terrestres, muitas coriáceas e espinhentas e ervas anuais.

A caatinga engloba grande número de formações e de associações vegetais, fisionômica e floristicamente diferentes, dentre os dos grandes tipos de vegetação do Brasil, é a Caatinga, sem dúvida, o mais heterogêneo, apresentando sempre aspecto novo, seja de um local para outro, seja na mesma região em estações diferentes, (RIZZINI, 1997)

Do ponto de vista econômico, o principal uso comercial da caatinga é para fins energéticos. A exploração dos recursos madeireiros da caatinga, para fins energéticos aumenta a cada dia, com a expansão do setor industrial. Em virtude da exploração desordenada desses recursos, os fragmentos florestais localizados no semi-árido desempenham importante papel sócio-econômico no Estado da Paraíba, por causa da importância que os produtos advindos da caatinga apresentam.

O marmeleiro (*Croton sp.*), espécie típica dos sertões nordestinos, crescem em todos os tipos de solos, mesmo nos mais paupérrimos, é utilizado para diversos fins, tais como caibros, mourões, estacas, varas e carvão. Dentre as espécies de economia na caatinga, o marmeleiro aparece como a de maior densidade, considerando o número de árvores por hectare,

seguido pela catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Pereiro, (*Aspidosperma perfolium*), mofumbo, (*Cobretum leprosum*), Jurema preta (*Mimosa sp.*), jurema branca (*Pithecheleobium dumosum*), Quebra faca (*Plysocalynama scalerrinum*), e o pelo Angico (*Piptadenia macrocarpa*). (PNUD/FAO/IBAMA/GOV.PARAÍBA).

Apesar da importância econômica que essas espécies desempenham para toda a região, suas características dendrométricas são pouco conhecidas.

Para adoção de qualquer prática de manejo, ou de planejamento florestal, é necessário informações quantitativas e qualitativas das espécies florestais que compõe o povoamento ou a floresta (SCOLFORO, 1993). Porém, pode ser impraticável a cubagem rigorosa de todas as árvores de um povoamento, é comum desta forma, o emprego de métodos de amostragem para se estimar a quantidade de matéria presente em um dado povoamento florestal.

Desta forma, a determinação do volume individual das espécies da caatinga, é imprescindível para o estabelecimento de levantamentos florestais com maior rigor e em detrimento do pouco conhecimento sobre as espécies nativas que compõe o maciço florestal da Região semi-Árida, e principalmente, por causa da importância econômica que elas representam para a economia da região.

Em virtude da importância das espécies da caatinga para a economia do semi-árido e a escassez de trabalhos que revelem dados sobre suas espécies. Os objetivos deste trabalho foram levantar os dados volumétricos do marmeleiro, (*Croton sp.*), estabelecer equações de volume e de massa e determinar a densidade básica para a referida espécie.

UFPB - BIBLIOTECA

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Volume de Árvores

Como os troncos das árvores se assemelham a figuras geométricas, (protótipos dendrométricos), várias fórmulas foram desenvolvidas com a finalidade de se estimar o volume de árvores, em pé ou do próprio povoamento. (PAULA NETO et al, 1983).

A validade do método utilizado na estimativa do volume está ligado com à rapidez com que o mesmo é aplicado e com a precisão que estime com segurança o volume de material lenhoso a ser mensurado.

Dentre os métodos e formas para cálculo do volume de árvores existentes, destacam-se: os métodos diretos e os métodos indiretos.

2.1.1 Métodos Diretos

Dos métodos diretos para cálculo do volume de árvores, tem-se o método da cubagem, que é um procedimento pelo qual se faz avaliação das dimensões da árvore ou parte dela, em pé ou abatida, com vistas à obtenção do volume da própria árvore ou do povoamento florestal (SILVA, 1999, Comunicação oral)

Dentre os métodos podemos citar:

O xilômetro é um método de cubagem que apresenta resultados mais reais. O xilômetro consiste em um cilíndrico de mais ou menos 1,80m de altura e 50 a 60cm de diâmetro. Geralmente os xilômetros são reforçados externamente por aros com a finalidade de evitar uma possível deformação do cilindro. Na parte média e exterior do equipamento existe pequeno tubo de cobre em forma de L, que tem uma parte introduzida no xilômetro e a outra no exterior na qual é inserido um tubo de vidro graduado, que tem por finalidade indicar, por meio do nível de água, as variações sofridas no volume quando o material é inserido no xilômetro. (SILVA e PAULA NETO, 1979)

A operação consiste em preencher o xilômetro até que a água coincida com a graduação zero. Após isto, insere-se os fustes, o que causa uma elevação no nível de água, que é usado para o cálculo do volume do material lenhoso submerso. Pois o xilômetro é um cilindro perfeito, as variações da altura da coluna de água no tubo correspondem ao volume dos fustes em decímetro cúbico. O xilômetro não é muito empregado pela sua impraticabilidade. No caso de se desejar medir o volume de grandes quantidades de madeira com o emprego do xilômetro, deve-se tomar uma quantidade determinada de toras médias e obter um volume médio (V). Em seguida, pesa-se a quantidade de madeira. É mais recomendável pesar a madeira antes da sua imersão no xilômetro, para que não haja alteração no seu peso, provocado pela absorção de água. De posse do peso e do volume, calcula-se a densidade, pela obtenção do peso total das toras e da densidade, encontra-se com boa precisão o volume total de madeira. (PAULA NETO e SOUZA 1983).

Outros métodos diretos para cálculo do volume de árvores são os métodos de cubagem por meio de fórmulas de matemáticas, citam entre outros as fórmulas de Newton, de Smalian de Huber, entre outros. Essas fórmulas têm sido empregadas na determinação do volume de seções das árvores, as quais são tratadas como parabolóides, ou seja:

fórmula de Newton: $V = (g_1 + 4g_i/2 + g_2) L/6$

fórmula de Smalian $V = (g_1 + g_2) \cdot L/2$

fórmula de Húber $V = g_i/2 \cdot L$

em que:

L = comprimento da tora (m)

g_i = área seccional da secção i

V = Volume da tora (m^3) em que

g_1 = área seccional de uma extremidade da tora em m^2

g_2 = área seccional da outra extremidade da tora, em m^2

$g_{1/2}$ = área seccional da metade do comprimento da tora em m^2

Segundo (PAULA NETO e SOUZA 1983), a fórmula de Huber, também conhecida como fórmula da secção intermediária, pois o volume V é obtido pela multiplicação da área da secção intermediária ($g_{1/2}$) pelo comprimento da tora.

Para o volume total da tora, também deve-se adicionar o volume do cone da tora final, quando ele existir. A fórmula de Smalian, também conhecida como fórmula média dos valores das secções em que, o volume é obtido pela multiplicação das médias das áreas seccionais (g_1 e g_2) dos extremos pelo comprimento da tora. (PAULA NETO e SOUZA 1983).

O comprimento das toras exerce uma importante influencia na escolha da fórmula do cálculo do volume. Sendo a árvore dividida em secções de igual comprimento, pela aplicação sucessiva de qualquer das fórmulas anteriormente descritas, o volume rigoroso de cada árvore é obtido pelo somatório dos volumes das secções. (PAULA NETO e SOUZA 1983).

Outro método direto utilizado no cálculo do volume de árvores é por meio da utilização de um fator, denominado Fator de Forma Normal, que é um relação entre o volume real e volume cilíndrico da árvore. Quando o volume da árvore for determinado corretamente, o valor achado é válido para outra árvore de igual diâmetro, altura e forma. E este fator de forma que após ser calculado pode estimar o volume real de um povoamento. (Mackay, citado por SILVA, 1991).

2.2.2 Métodos Indiretos

Os métodos indiretos são aqueles obtidos indiretamente por estimativas e fórmulas, tais como equações de regressão e a densidade da árvore. Para PAULA NETO et al. (1983), as equações de volume geradas por meio de cubagem rigorosa, prestam-se para estimar volumes individuais de árvores e, por meio de algum método de amostragem, pode-se estimar o volume de um povoamento florestal.

base em características do povoamento, ou pelo uso de tabelas de volume previamente elaboradas, com base em características da árvore isoladamente. Uma tabela de volume é a disposição tabular que fornece o volume estimado médio de árvores em pé, de várias dimensões, numa unidade de medida específica (HUSCH et al; 1972). Esses volumes, geralmente são estimados por meio de equações de regressão, na qual a variável dependente é o volume da árvore, e as variáveis independente são o diâmetro a altura do peito (DAP), a altura, a forma ou algum termo de interação entre as variáveis independentes (Machado, citado por SILVA, 1991). Pela soma do volume individual das árvores, chega-se ao volume da parcela e então ao volume por unidade de área. Segundo CURTIS (1965), as medidas de peso são melhores que as de volume, porque são medidas mais consistentes.

As equações de volume, segundo o número de variáveis envolvidas, são classificadas em equações de simples entrada e de dupla entrada. Comumente, são ajustados modelos volumétricos de dupla entrada, que relacionam o volume com o diâmetro e a altura. A obtenção de uma equação de volume envolve três etapas distintas: amostragem, cubagem rigorosa e seleção de modelos volumétricos.

A amostragem consiste na seleção de um dado número de árvores amostra, de forma que as variações entre os volumes individuais estejam representados na amostra. A escolha das árvores amostra pode ser aleatoriamente ou sistematicamente (Demaerchik e Kosak, citado por SOUZA & JESUS, 1991). KOSAK (1976) afirma que, para se ajustar eficientemente equações de regressão, as observações amostrais devem ser colhidas sistematicamente em toda a extensão das variáveis independentes. Os valores da variável dependente, representados pelo volume, são obtidos pela cubagem rigorosa das árvores amostras, mediante o emprego de fórmulas clássicas de cubagem. Aos valores das variáveis dependentes e independentes, ajustam-se diferentes modelos volumétricos. Posteriormente é feita a seleção do melhor modelo, pela adoção de critérios de seleção. Os

critérios de seleção mais comuns são o coeficiente de determinação (R^2), erro padrão residual, (S_{yx}), a análise de resíduos e índice de Furnival (NUNES, 1981) e Higushi e Ramm, citado por Souza e JESUS, 1991).

2.3 Densidade da Madeira

As determinações da densidade da madeira podem, ser realizadas de dois modos distintos. Na primeiro modo, determina-se o volume de uma forma global, pela inclusão do volume dos poros e obtém-se, a densidade aparente. A densidade da madeira é de um modo geral expressa desta maneira. No Segundo modo, o volume da amostra é determinado sem a inclusão do volume dos poros, e obtém-se a densidade real ou densidade da parede celular, cujo valor é de $1,53\text{g/cm}^3$, independente da espécie. (VITAL, 1984)

A madeira é uma substância higroscópica, que sob diferentes condições de umidade relativa e temperatura adquire diferentes teores de umidade, os quais, por sua vez, levam a mesma amostra de madeira a diferentes massas e volumes. A madeira obtida de uma árvore recém- cortada possui, também, uma certa quantidade de água que vai sendo gradativamente evaporada para o meio ambiente, e conseqüentemente, causam alteração na massa e possíveis variações no volume. Para calcular a densidade da madeira há, portanto, a necessidade de estabelecer os teores de umidade nos quais são determinados a massa e o volume. (VITAL, 1984)

As variações de densidade entre as diversas espécies de madeira são provocadas pelas diferenças das espessuras da parede celular, das dimensões das células, das inter-relações entre esses dois fatores e da quantidade de componentes extratáveis presentes por unidade de volume. Variações na densidade dentro da mesma espécie, podem ser ocasionadas pela idade de árvore, genótipo, índice de sítio, clima, localização geográfica e tratos silviculturais, dentre outros fatores. Os efeitos em geral são interativos e difíceis de serem avaliados isoladamente(VITAL, 1984).

Para (VITAL, 1984) a densidade da madeira pode ser determinada a partir do conceito físico de que densidade é a quantidade de massa contida na

unidade de volume. A determinação da massa pode ser feita por meio de uma balança. O volume pode ser obtido a partir de medidas com paquímetro ou micrômetro, por deslocamento de água ou mercúrio ou ainda por meio de volumênômetros.

Quando se pretende determinar a densidade básica, o volume de madeira deve ser determinado a teores de umidade acima da umidade de saturação das fibras. Deste modo, sempre que possível é conveniente utilizar amostras de madeira em estado verde. Quando o teor de umidade de madeira se encontra abaixo da umidade ponto de saturação das fibras, as amostras devem ser colocadas em um dessecador, imersas em água, e submetidas a vácuo intermitente, até que não mais flutuem ou desprendam bolhas de ar (VITAL, 1984)

Segundo (VITAL, 1984) para se obter a densidade básica, há também a necessidade de se determinar o peso seco da madeira. Para tanto, as amostras devem ser coletadas em uma estufa aquecida a $103 \pm 2^\circ \text{C}$ até massa constante. Admite-se que a madeira tenha atingido massa constante quando, após um intervalo de 24 horas, a alteração no peso for inferior a 0,05%.

A densidade pode, também ser determinada por meio de deslocamento ao mergulhar a madeira em água, ou em outro líquido de densidade conhecida,(VITAL, 1984)

Os métodos usados para a obtenção de amostras, para a determinação da densidade básica da madeira, são: o método destrutivo e método não-destrutivo. No método destrutivo, após a derrubada das árvores, as amostras são retiradas na forma de discos. No método não-destrutivo, as amostras são retiradas das árvores em forma de baguetas, pelo o uso da sonda Pressler (BRASIL, 1972; BRASIL e FERREIRA, 1971; DELLA LUCIA e VITAL, 1980; KAGEYAMA et al, 1983; VITAL et al, 1984).

FERREIRA (1973) ao trabalhar com *Eucalyptus grandis*, *alba* e *saligna*, e BRASIL et al. (1977) e BARRICHELO et al. (1982) com *Eucalyptus grandis*,

concluíram que, as densidades básicas médias das árvores podem ser estimadas por amostras retiradas a de 1,30m do solo (DAP). Seja em discos de madeiras ou em baguetas obtidas de sonda de Pressler.

2.4 Variação da Densidade Básica da Madeira

Estudos realizados por WANGAARD (1950), apresentaram as relações existentes entre as propriedades da madeira e sua densidade.

Relacionando a densidade básica da madeira e a densidade aparente do carvão, BRITO e BARRICHELO (1980) e OLIVEIRA (1988) encontraram uma alta correlação. Uma densidade aparentemente alta do carvão vegetal é muito importante para sua utilização, principalmente como termorredutor, pois além de ocupar um menor espaço no alto forno, para uma mesma massa, oferece maior resistência mecânica (VALENTE e VITAL, 1985).

Vários autores, notadamente BROWN et al (1952) e KOLMANN(1959) afirmam que a variação na densidade básica da madeira, ocorre por causa das diferenças na estrutura e pela presença de substâncias extrativas na madeira.

2.5 Variação da Densidade Básica da Madeira em Função da Idade e do Local

FERREIRA et al. (1979) enfatizam que o tecido meristemático cambial passa por mudanças em função da idade da árvore. Essas mudanças dão origem a variações na madeira produzida, em cada idade; como consequência, a madeira dos primeiros anos de vida é significativamente diferente da madeira nas idades avançadas. Assim, trabalhos como os de Curro e de Sauffer, citados por FERREIRA (1973) e por VITAL et al. (1984), indicam que a densidade aumenta com a idade.

A madeira é o resultado de processos de crescimentos variantes. Assim, fatores que afetam o crescimento afetam também as propriedades da madeira. Quando as árvores crescem em argila ou areia, ou sob uma curta ou longa estação de crescimento, ou são sujeitas a outra variação ambiental, alguns efeitos sobre a qualidade da madeira são esperados, os efeitos das condições ecológicas na densidade da madeira são muito pouco estudados.

Nas angiospermas com poros difusos, Susmel citados por BRASIL e FERREIRA (1971), mostrou que para *Eucalyptus camaldulensis* a densidade é função inversa à taxa de crescimento e a fertilidade do solo.

2.6. Características Gerais do Marmeleiro (*Croton sp*)

O marmeleiro preto é um arbusto ou árvore pequena de folhas lautiformes alongadas, por baixo tomentosa ricas em de óleo essencial, que ao serem masseradas nas mãos, exalam um odor agradável. O tronco do marmeleiro é linheiro medindo de 3 a 7 metros de altura e pode atingir pouco mais de 15cm de grossura, com uma copa pouco expandida para os lados, (BRAGA, 1976).

As Flores são amareladas, cheirosas, dispostas em espigas, que desabrocham em dezembro. Os frutos são em pequena cápsula, trógonas com 3 sementes pequenas que contrasta com a variedade branca que apresenta a casca com manchas muito menos vivas e mais para cinza. (TIGRE, 1976).

Para TIGRE, 1976, o marmeleiro é uma planta tolerante quanto a sombra e pouco exigente quanto a solos. A mata de marmeleiro, apesar do seu poder de crescimento e invasão, é raro a sua formação sem a presença de outras espécies xerófilas de maior tolerância à sombra, à fertilidade do solo, à umidade e às condições físicas de solo, de modo que, é raro a ocorrência de muitas árvores de marmeleiro com DAP de 12 a 15 cm.

A utilização da madeira do marmeleiro é sob a forma de varas. Para a produção sustentada de varas, um sistema silvícola de alta densidade, pode ser adotado com base no diâmetro e na altura das suas hastes. Como o seu crescimento em diâmetro é lento, não é aconselhável o manejo para a produção de estacas para cerca. O marmeleiro por produzir lenha e carvão de baixa qualidade, é mais indicado para a silvicultura (TIGRE, 1976).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da Área de Estudo

O levantamento e amostragem foram realizados em uma mata nativa localizada na fazenda Lameirão, de propriedade da Universidade Federal da Paraíba, localizada no município de Santa Tererinha- PB que se encontra à uma distancia de 35 km do município de Patos, sob as coordenadas 7°08'S de latitude, 37°29' W de longitude e a 300m de altitude.

A vegetação da região é típica dos sertões semi-áridos da região Nordeste do Brasil, composta de árvores e arbustos retorcidos e plantas herbáceas que se desenvolvem, com vigor na época das chuvas.

Por meio de observações "in loco", foi possível detectar espécies como o marmeleiro, a jurema branca, a jurema preta, o cumaru, o angico, o juazeiro, o pinhão bravo, a catingueira, o mofumbo, a faveleira, o pereiro entre outras. Os solos existentes no local de estudo são rasos e pedregosos típicos do sertão.

3.2 Inventário e Cubagem

Inicialmente foi realizado uma amostragem, em que foram utilizadas sete parcelas quadradas de 20 x 20m, para determinação da distribuição diamétrica para o marmeleiro com emprego de trena e retroprisma para o fechamento angular das parcelas, suta finlandesa e fita métrica para as circunferências medições do DNB, (diâmetro das árvores a 0,30m do solo) e do DAP, (diâmetro na altura do peito). A altura foi estimada usando-se uma vara 1 metro de comprimento. Os dados obtidos no levantamento foram anotados em ficha de campo. Os indivíduos que se bifurcavam a baixo de 0,30cm do nível do solo, foram considerados indivíduos distintos, enquanto aqueles que apresentaram bifurcação acima de 0,30cm do nível do solo, foram considerados como plantas individuais.

As árvores foram agrupadas em quatro classe diamétricas que variaram de 2→4, 4→6, 6→8 e de 11 cm em diante.

Após a coleta dos dados no campo, empregou-se programa específico de Inventário florestal desenvolvido pelo programa PNUD/FAO/IBAMA para determinação do volume das árvores de cada parcela e para a classificação diamétrica do marmeleiro, por meio do diâmetro tomado a 30cm da base das plantas.

Realizou-se a cubagem, com o emprego do método de Samalian, coletaram-se 40 árvores, com distribuição de 10 árvores para cada classe de diâmetro. E de cada árvore cubada foi medido a altura total, mediram-se o diâmetro em cada extremidade das toras e a massa para determinação da densidade básica das plantas. Às árvores foram seccionadas em toras de um 1 de comprimento, tendo algumas toras menos de 1 metro. Para estudo o foi definido como diâmetro comercial, o diâmetro usado para fins energéticos na região que é de 3cm.

3.3.Determinação do Volume das Árvores de Marmeleiro

3.3.1.Determinação do Volume Cilíndrico

Para a determinação do volume cilíndrico de cada árvore foi utilizada a formula de área transversal (g), ao considerar as medidas tomadas na árvore a 0,30 e a 1,30 m do solo.; a seguir após o cálculo do volume real, foi também calculado o fator de forma e o fator de empilhamento.

3.3.2. Determinação do Fator de Forma

O fator de forma foi determinado diretamente a partir de valores encontrados na Cubagem.

3.3.3 Determinação do Fator de Empilhamento

O fator de empilhamento foi determinado por meio da relação entre o volume da pilha e o volume real do marmeleiro encontrado na Cubagem.

3.4 Determinação da Densidade Básica Média

Foram retirados cinco discos de madeira com casca ao longo do tronco, com espessura aproximada de 2,0 cm, obedecendo as seguintes posições: base do tronco (0,10m do solo) e a 25, 50, 75 e próximo a 100% da altura comercial.

O conhecimento da densidade básica média da madeira (DBM), isto é, de todo o tronco, foi obtido por ponderamento das densidades básicas dos cinco pontos conhecidos. Este procedimento consiste em tomar o volume entre as seções, em que foram retirados os discos, como fator de ponderamento. O método utilizado na determinação do Volume da madeira foi a imersão em água, conforme descrito por VITAL.(1984). O peso da madeira com casca foi determinado apenas ao adicionar o peso de casca ao peso de madeira sem casca.

3.5.Ajuste das Equações de Volume

3.5.1. Ajuste dos Modelos

O ajuste dos modelos de volume e peso para o Marmeleiro foi executado com ajuda de software estatístico (Mstatc).

Os seguintes modelos foram ajustados para a estimação do Volume do Marmeleiro:

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 D_{0,30} \quad (1)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 g_{0,30} \quad (2)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 g_{0,30} + b_2 H \quad (3)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 D_{0,30} + b_2 H \quad (4)$$

$$\text{Volr} = b_0 + \text{Deq}_{1,30} \quad (5)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 \text{Vilc}_{0,30} \quad (6)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 \text{Deq}_{1,30} + b_2 H \quad (7)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 g_{1,30} \quad (8)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 g_{1,30} + b_2 H \quad (9)$$

$$\text{Volr} = b_0 + b_1 \text{Vcil}_{1,30} \quad (10)$$

Em que:

Volr= Volume real da árvore(m³)

D_{0,30}= Diâmetro da árvore tomado a 0,30m do solo

Deq= Somatório das áreas transversais tomados a 1,30m do solo

H= Altura (m)

Vcil_{0,30} e Vol_{1,30}= Volume Cilíndrico da árvore tomada a 0,30 e a 130m do solo

$G_{0,30}$ e $G_{1,30}$ = área transversal da árvore tomada a 0,30 e a 1,30 m do solo (m^2)

b_0, b_1 e b_2 = parâmetros do modelo

Os seguintes modelos foram ajustados para a estimação do Volume do Marmeleiro:

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 D_{0,30} \quad (1)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 g_{0,30} \quad (2)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 g_{0,30} + b_2 H \quad (3)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 D_{0,30} + b_2 H \quad (4)$$

$$\text{Peso} = b_0 + \text{Deq}_{1,30} \quad (5)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 \text{Vilc}_{0,30} \quad (6)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 \text{Deq}_{1,30} + b_2 H \quad (7)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 g_{1,30} \quad (8)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 g_{1,30} + b_2 H \quad (9)$$

$$\text{Peso} = b_0 + b_1 \text{Vcil}_{1,30} \quad (10)$$

Em que:

Peso = Peso da árvore (kg)

$D_{0,30}$ = Diâmetro da árvore tomado a 0,30m do solo

Deq = Somatório das áreas transversais tomados a 1,30m do solo

H = Altura (m)

$V_{cil,0,30}$ e $V_{cil,1,30}$ = Volume Cilíndrico da árvore tomada a 0,30 e a 130m do solo

$G_{0,30}$ e $G_{1,30}$ = área transversal da árvore tomada a 0,30 e a 1,30 m do solo (m^2)

b_0, b_1 e b_2 = parâmetros do modelo

3.5.2. Critérios para Escolha das Equações

A escolha da equação foi feita observando os modelos que apresentaram melhor ajuste (R^2), em um erro padrão Residual (EPR) maior, uma distribuição residual mais uniforme e uma maior praticidade na aplicação da equação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção do Melhor Modelo de Volume e de Peso

Em uma primeira etapa, analisou-se os modelos de regressão, por meio do coeficiente de determinação (R^2) e o erro padrão residual (EPR). Foram testados 20 modelos matemáticos, em que o volume real e o peso das árvores foram as variáveis dependentes.

As soluções para os modelos matemáticos aplicados, com seus respectivos resultados estatísticos são representados nos Quadros de 1 a 4, enquanto que a representação gráfica da dispersão dos seus resíduos está representada nas Figuras de 1 a 4.

Quadro 1. Equações de volume ajustadas para o marmeleiro (*croton sp*), parâmetros tomados a 0,30m do solo.

Equações	b0	b1	b2	R^2	EPR
1. $Volr=b_0+b_1D_{0,30}$	-0,017619	0,46140	---	0,89	0,004
2. $Volr=b_0+b_1g_{0,30}$	-0,001708	3,7639	---	0,95	0,003
3. $Volr=b_0+b_1g_{0,30}+b_2H$	-0,010648	3,4437	0,001746	0,96	0,002
4. $Volr=b_0+b_1D_{0,30}+b_2H$	-0,022163	0,43011	0,001252	0,90	0,004
5. $Volr=b_0+b_1Vcil_{0,30}$	-0,000506	0,51091	---	0,98	0,002

Quadro 2. Equações de Volume Ajustadas para o marmeleiro(*croton* sp), parâmetros tomados a 1,30m do solo.

Equações	bo	b1	b2	R ²	EPR
6. Volr= $b_0+b_1D_{1,30}$	-0,017153	0,49750	----	0,87	0,004
7. Volr= $b_0+b_1Deq_{1,30}+b_2H$	-0,020082	0,47387	0,0007416	0,87	0,004
8. Volr= $b_0+b_1g_{1,30}$	-0,001718	4,5455	---	0,92	0,003
9. Volr= $b_0+b_1g_{1,30}+b_2H$	-0,008917	4,1810	0,0014218	0,93	0,003
10. Volr= $b_0+b_1Vcil_{1,30}$	0,000425	0,61383	---	0,95	0,003

Quadro 3. Equações de peso Ajustadas para o marmeleiro(*croton* sp), parâmetros tomados a 0,30m do solo.

Equações	bo	b1	b2	R ²	EPR
11. Peso= $b_0+b_1D_{0,30}$	-13,88540	382,05	---	0,91	2,899
12. Peso= $b_0+b_1g_{0,30}$	-0,387677	3080,1	---	0,95	2,239
13. Peso= $b_0+b_1D_{0,30}+b_2H$	-19,00498	346,80	1,2676	0,92	2,779
14. Peso= $b_0+b_1g_{0,30}+b_2H$	-9,63347	2717,8	1,8065	0,97	1,743
15. Peso= $b_0+b_1Vcil_{0,30}$	1,428520	414,06	----	0,97	1,707

Quadro 4. Equações de Peso Ajustadas para o marmeleiro(*croton* sp), parâmetros tomados a 1,30m do solo.

Equações	bo	B1	b2	R ²	EPR
16. Peso= $b_0+b_1D_{1,30}$	-13,74267	415,81	---	0,90	3,042
17. Peso= $b_0+b_1g_{1,30}$	-0,526349	3727,6	---	0,94	2,403
18. Peso= $b_0+b_1g_{1,30}+b_2H$	-7,949673	3351,8	1,4661	0,95	2,152
19. Peso= $b_0+b_1Deq_{1,30}+b_2H$	-17,14076	388,40	0,80052	0,90	3,020
20. Peso= $b_0+b_1Vcil_{1,30}$	1,268805	501,70	---	0,96	1,936

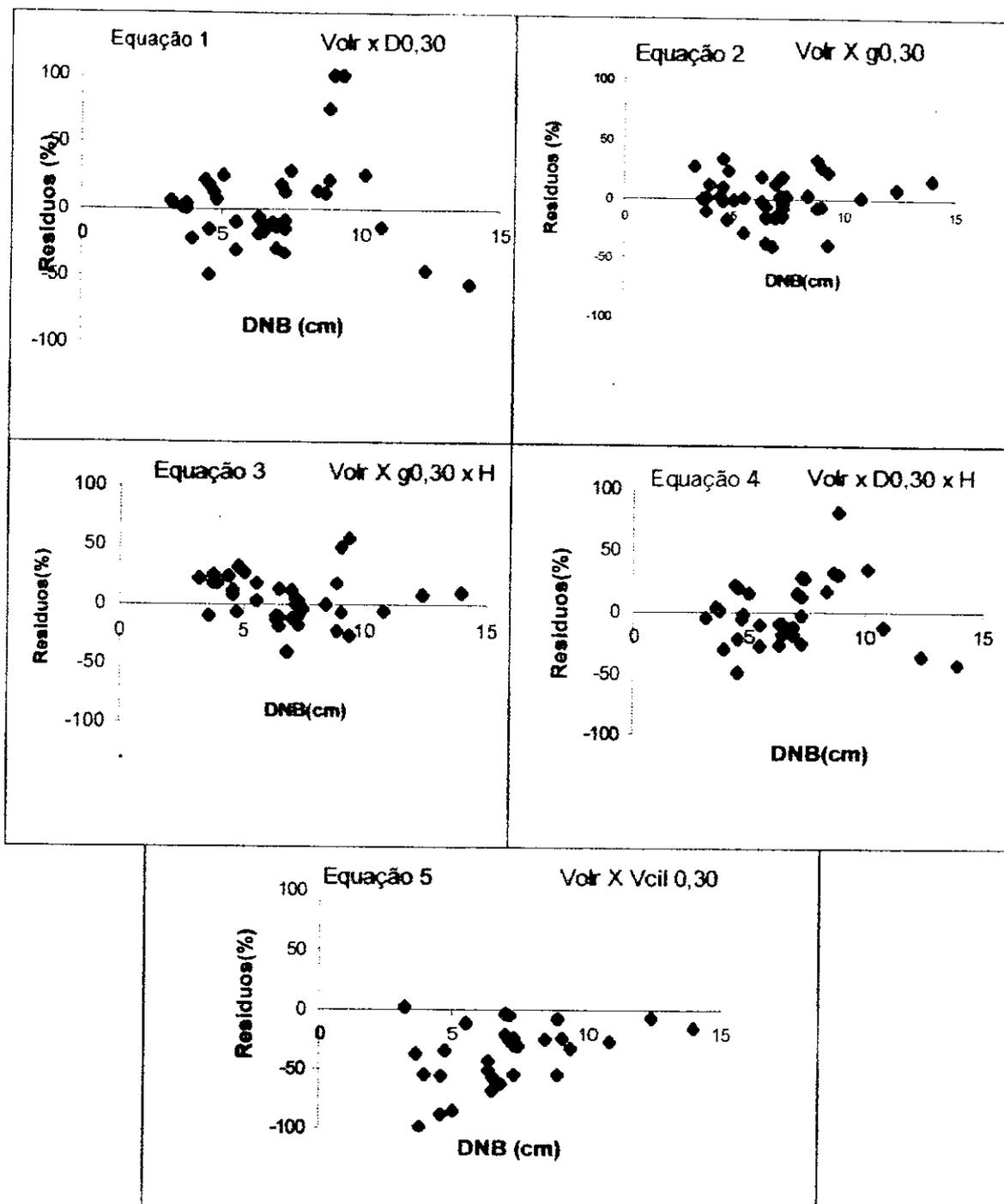


Figura 1- Distribuição dos resíduos dos volumes, em percentagem, por ordem Crescente de DNB, para as equações de 1, 2, 3, 4 e 5.

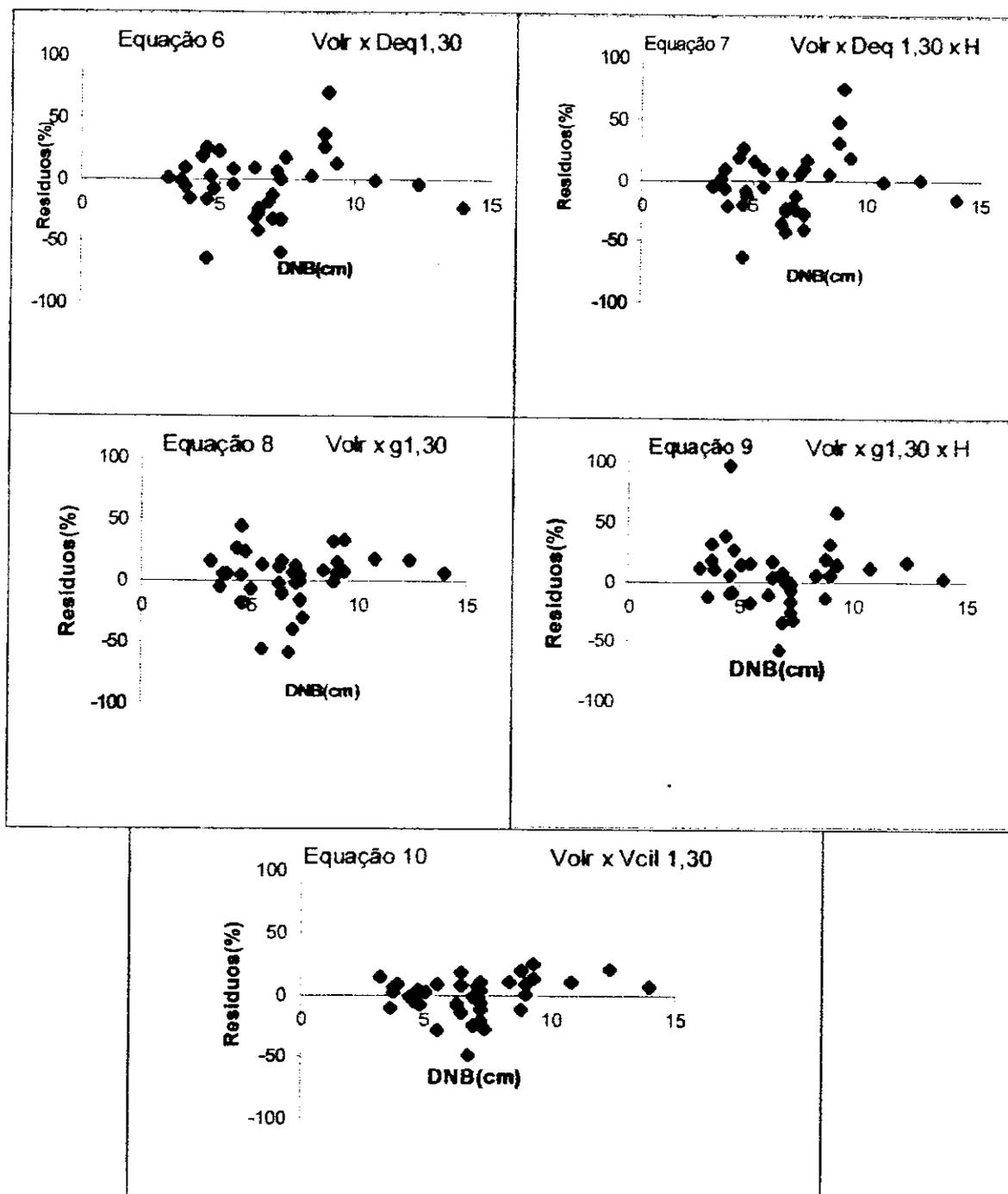


Figura 2- Distribuição dos resíduos dos volumes, em porcentagem, por ordem Crescente de DNB, para as equações de 6,7, 8, 9 e 10.

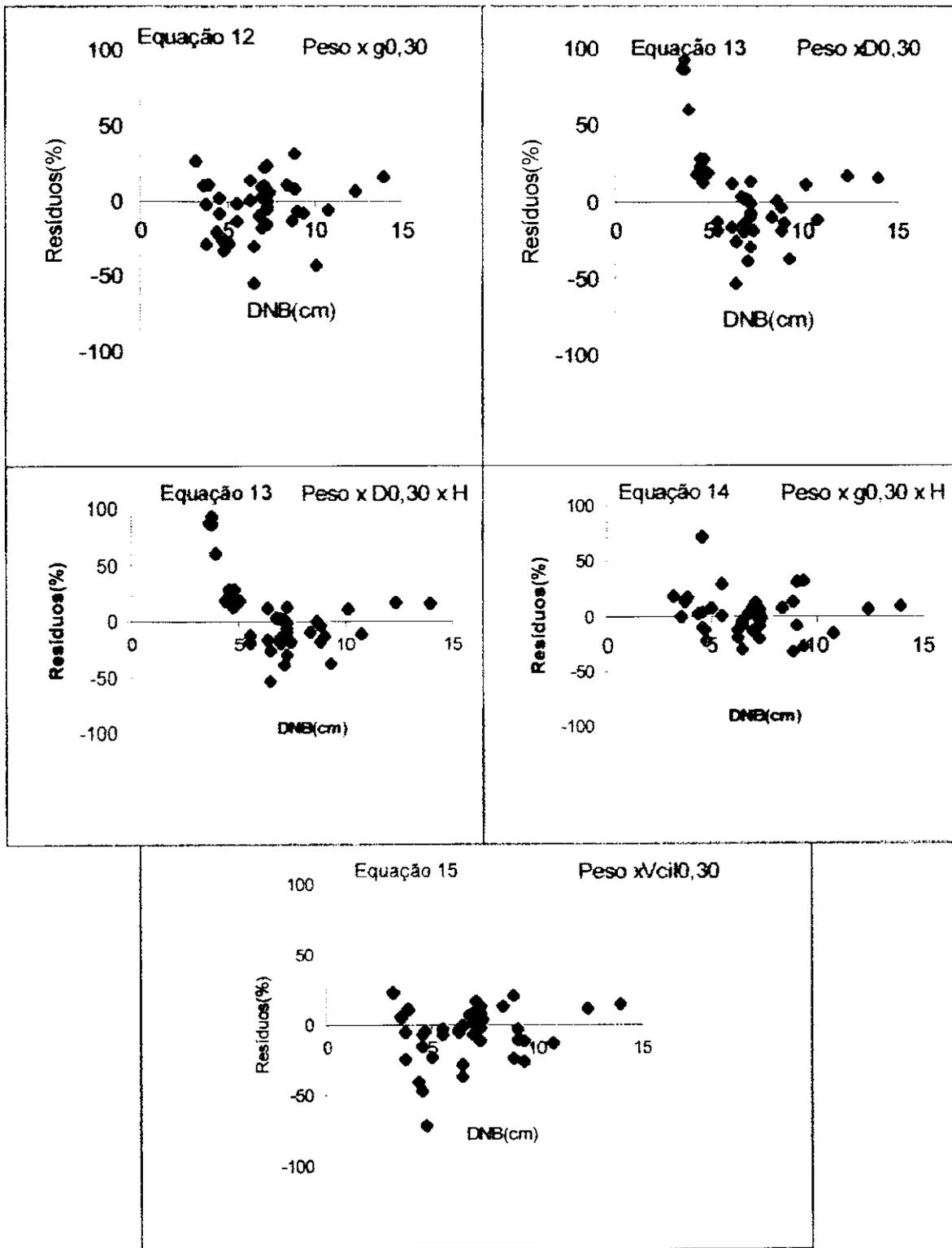


Figura 03- Distribuição dos resíduos dos pesos, em percentagem em ordem Crescente de DNB, para a equação de 11, 12, 13, 14 e 15.

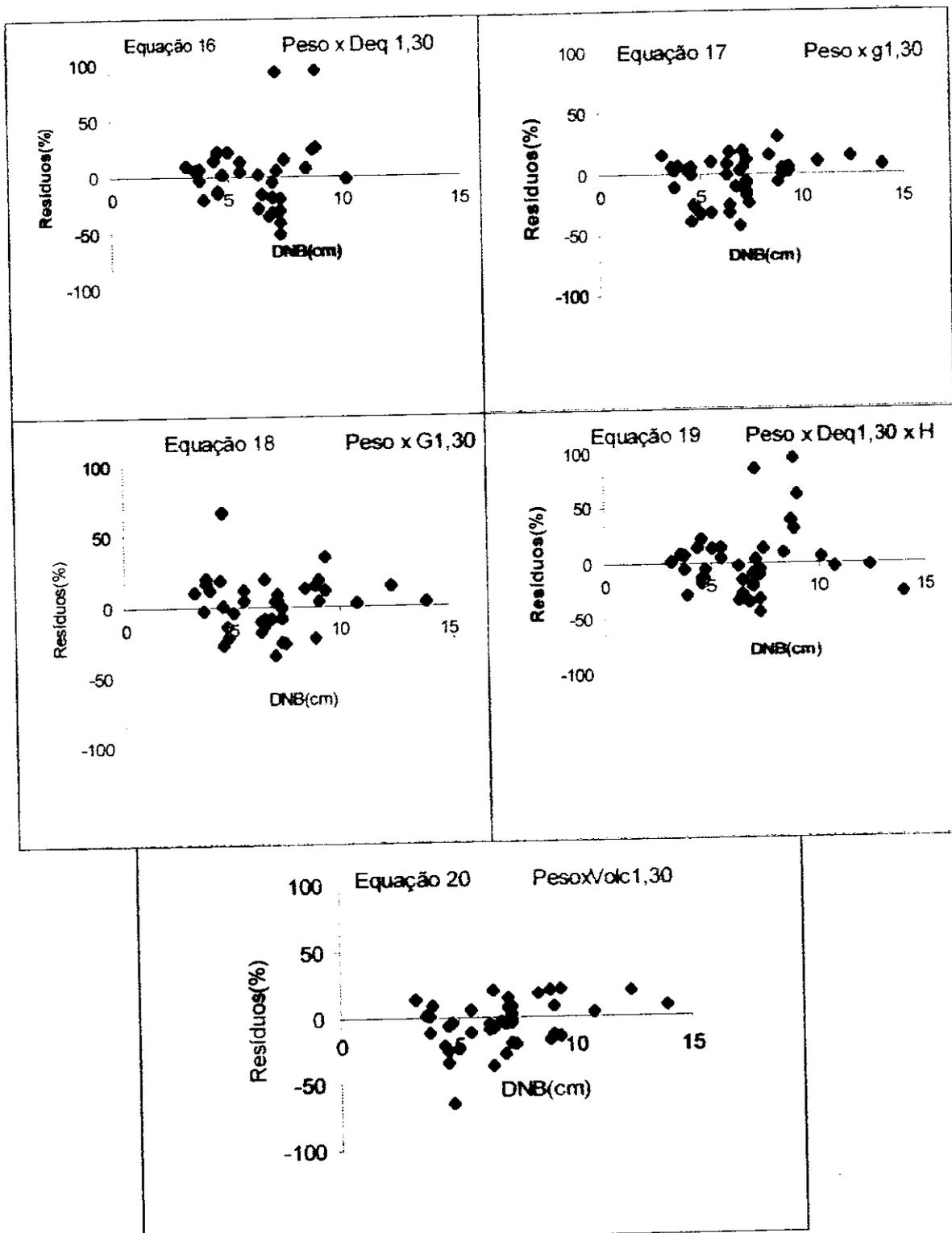


Figura 4- Distribuição dos resíduos dos pesos, em percentagem, por ordem crescente de DNB, para as equações 16,17, 18, 19 e 20.

Pela análise dos Quadros 1 e 2, tendo como variável dependente o volume, tomado a 0,30 e a 1,30 m do nível do solo, verifica-se que os modelos apresentam semelhanças entre si. As equações 1, 4, 6 e 7, apresentaram um coeficiente de determinação um pouco inferior das demais equações, porém o EPR foi uniforme para todos os modelos.

Estas estatísticas não fornecem base conclusiva quanto ao julgamento do grau de exatidão dos modelos. Desta forma, procedeu-se à análise dos resíduos, a fim de se verificar o comportamento dos valores residuais em relação a uma variável independente. As representações gráficas dos resíduos obtidos pela aplicação das equações de volume são representadas pelas Figuras 1 e 2, respectivamente.

A comparação entre os modelos foi feita pela análise da uniformidade dos valores residuais das figuras, de forma à verificar a sua distribuição residual. As equações 1, 4, 6 e 7 tendenciaram à superestimar os valores nas árvores mais finas. Desta forma estes modelos foram descartados para o cálculo do volume real do marmeleiro.

Os modelos lineares, apresentado pelas equações, 2, 3, 5, 8, 9 e 10; apresentaram excelentes resultados estatísticos. A análise gráfica representada por meio das Figuras 1 e 2, mostra que a Equação 5, tendeu a superestimar os resultados para todos os diâmetros, sendo assim eliminada. Os demais modelos apresentaram resultados gráficos satisfatórios, com uma distribuição uniforme dos resíduos. A preferência, considerando os critérios anteriormente mencionados, foi para a Equação 8 que tem como variável independente a área transversal a 1,30 m do solo.

A Equação 2, representada graficamente na Figura 01, apresenta características semelhantes a Equação 8, pois possui uma distribuição também homogênea, sem tendências, porém apresenta dificuldades de medição, pois as variáveis foram tomadas a 0,30m do solo, o que dificulta os trabalhos do medidor, já que o mesmo tem que se inclinar para obter tais medidas.

A escolha da Equação 8, em detrimento dos demais modelos, deu-se em relação a distribuição homogênea de seus resíduos (Figura 02) e a fácil aplicabilidade da mesma, pois em relação as suas medidas de precisão, ela foi ligeiramente inferior as demais aqui mencionadas, mas no que se refere a sua aplicabilidade, a equação é de fácil obtenção sendo necessário somente a medida da área transversal da espécie tomada a 1,30m do solo, medida esta bastante cômoda e prática em levantamentos de campo.

Quando a variável dependente foi o peso, as Equações 11, 13, 16, e 19 apresentaram resultados estatístico, um pouco inferior as demais equações. A representação gráfica dos resíduos revela uma semelhança na distribuição residual destas equações. As Equações 12, 14, 15, 18, 17 e 20 apresentaram coeficientes estatísticos excelentes. A equação 12 (Figura 03) e a Equação 17 (Figura 04), apresentaram muitas semelhanças entre si, aonde a distribuição residual foi uniforme ao longo do eixo do diâmetros, sem tendências de subestimação e superestimação dos resíduos.

Similarmente o que aconteceu com o volume, em que duas equações apresentaram muitas características em comum, estas duas Equações de peso 12 e 17, apresentam bons resultados estatísticos, sendo um pouco inferior às demais equações, mas no que se refere à aplicabilidade, ambas apresentaram maiores vantagens em relação aos demais modelos, pois, nestas duas equações para obtenção do Peso do Marmeleiro (*Croton sp.*), é necessário somente o cálculo da área transversal dos indivíduos, assim foram descartados os outros modelos existentes.

Agora considerando somente as Equações 12 e 17, a decisão foi pela Equação 17, a diferença entre estas duas equações deu-se a altura em que foram tomados as medidas dendrométricas (0,30m e a 1,30m), pois da mesma forma que aconteceu com as equações de volume, a praticidade para obtenção das equações de peso foi o fator limitante para a sua escolha. Os resultados aqui encontrados, para equação de peso assemelharam-se bastante dos resultados encontrados por ZAKIA et al (1994), trabalhando no Seridó Rio

Grandense, aonde a variável independente foi a área transversal e altura, com valores de coeficientes de determinação e de EPR na média daqueles encontrados nesta pesquisa.

4.2 Densidade básica e teor de umidade do Marmeleiro (*Croton sp*)

Os valores da densidade básica e do teor de umidade, em base úmida para o Marmeleiro, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 1. Densidade básica e umidade do Marmeleiro

Densidade básica (c/casca)	Densidade básica (sem/casca)	Umidade
.....(g/cm ³).....		%
0,63	0,68	24

A densidade básica encontrada para o marmeleiro (*Croton sp.*) foi de 0,63g/cm³ c/casca e 0,68g/cm³ sem casca. Estes valores se aproximam com os resultados encontrados pelo projeto PNUD/FAO/IBAMA (1994), que foi de 0,72g/cm³.

O teor de umidade encontrado de acordo com a tabela 5 foi de 24% o mesmo valor foi encontrado para a caatinga Rio Grandense do Seridó pelo mesmo projeto PNUD/FAO/IBAMA que foi de 24%.

As diferenças encontradas nesta pesquisa, relativas a densidade podem ser atribuídas provavelmente as diferentes metodologias utilizadas para avaliar estas características.

A Figura 05, mostra a distribuição diamétrica para o Marmeleiro, encontrada nesta pesquisa.

A interpretação da figura 05 revela que existem muitas árvores finas e poucas árvores com diâmetros maiores. Ou seja a floresta de marmeleiro em estudo apresenta-se em crescimento aonde encontraram-se muitas árvores

finas, e poucas árvores nas classes intermediárias e muito poucas nas maiores classes.

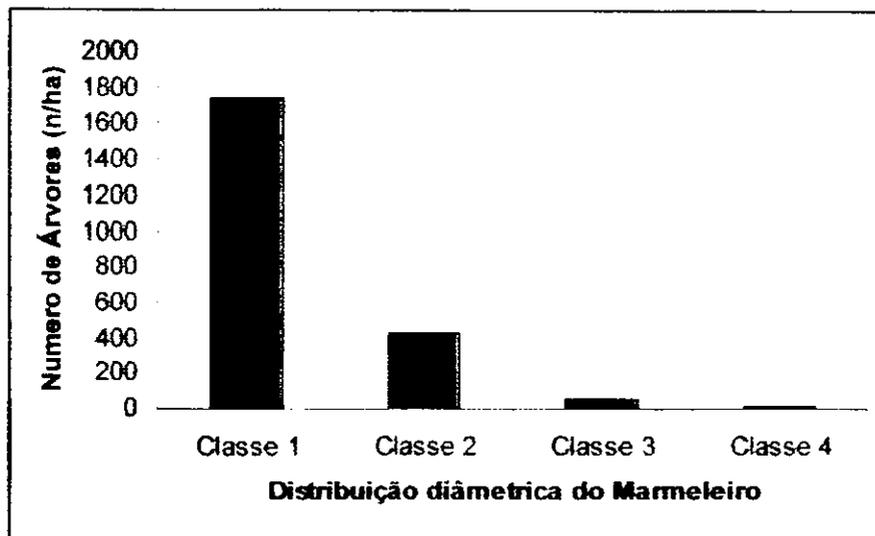


Figura 5- Distribuição diamétrica para o marmeleiro(*Croton sp*)

4.3 Fator de Forma

O resultado obtido para o fator de forma foi de 0,66, que difere dos encontrados pelo projeto PNUD/FAO/IBAMA (1994) para a caatinga do Seridó do Rio Grande do Norte que foi de 0,86 quando se usou cubagem direta e 0,72 ;quando se estimou por modelos matemáticos.

Estas diferenças podem ser atribuídas as metodologias distintas aplicadas, bem como as diferentes tipologias das duas regiões.

4.4 Fator de Empilhamento

O fator de empilhamento encontrado para o marmeleiro foi de 2,65. O valor encontrado é diferente do valor encontrado por ZAKIA et al (1994), que foi de 3,41. Porém o autor confeccionou a pilha formada de peças de várias espécies. Esta diferença é justificável porque neste trabalho foram confeccionadas apenas peças de marmeleiro (*Croton sp.*). Ao considerar que estas peças possuem fustes mais retilíneos que muitas espécies da caatinga. Evitou-se o aparecimento de espaços vazios entre as peças, deixando o formato da pilha uniforme.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no estudo realizado concluiu-se que:

- ❖ Dentre os 10 modelos matemáticos analisados para cálculo do volume real do marmeleiro, a Equação $\text{VolR} = -0,001718 + 4,5455 g_{1,30}$ apresentou bons resultados estatísticos, distribuição residual uniforme em relação o diâmetro das árvores e uma maior praticidade para obtenção do volume das árvores, tendo em vista que as variáveis dependentes foram tomados a 1,30 m do solo.
- ❖ Dentre os 10 modelos matemáticos testados, para cálculo do peso do marmeleiro a Equação $\text{Peso} = -0,526349 + 3727,6 g_{1,30}$ apresentou bons resultados estatísticos, uma distribuição residual uniforme em relação o diâmetro das árvores e uma maior praticidade para obtenção do peso das árvores, tendo em vista que as variáveis dependentes foram tomados a 1,30 cm do solo.
- ❖ O fator de forma encontrado para o marmeleiro foi de 0,66
- ❖ A densidade da madeira com casca e sem casca foi de 0,63 e 0,68 g/cm³ respectivamente com um teor de umidade a base úmida de 24%.
- ❖ O fator de empilhamento encontrado para o marmeleiro foi de 2,54

6. RECOMENDAÇÕES

A obtenção de estimativas para o volume das espécies torna-se factível pelo uso de equações volumétricas, cujas variáveis independentes sejam fáceis de serem medidas. Seria oportuno, em trabalhos futuros, a aplicação da metodologia deste trabalho para obtenção de modelos que estimem o volume real para as espécies de valor comercial para a caatinga, garantindo desta forma levantamentos com dados reais e fidedignos.

Sugere-se que também seja feita estimativas para o fator de forma e fator de empilhamento das espécies de valor econômico, para determinar um valor de fator de forma e fator de empilhamento real e constante para a região.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, I.O; MIGLIORINI, A.J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus spp.* In. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,4. Belo Horizonte, 1982. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.28, p726-31, 1983.

BRAGA. R. **Plantas do Nordeste especialmente do Ceará**. 4ª ed., Natal: RN. Escola superior de Agricultura de Mossoró, 1976. p 56.

BRASIL, M.A.M & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna*, Sm., *E. alba* Reinw e de *E.grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, n2/3, p129-49.1971.

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 e copas de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n15, p73-82, 1977.

BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A.; COELHO, L.C.C. Rendimento em peso de matéria seca de árvores de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii*. **Boletim técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.36, n.1, p1-8, 1982.

BÉGUÉ, L. **Leis caatinga du Bresil. Bois et fórest des tropiques**. 116-117p. 53-61 et 120 d. 67-65, 1968.

BRITO, J.O & BARRICHELO, L.E.G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira X densidade do carvão. **IPEF**, Piracicaba, n 20, p121-6, 1980.

BROWN, H.P.; PANSKIN, A.J.; FORSAITH, C.C. **Textbook of wood technology**. New York, McGraw-Hill , 1952. v.2 761p.

CARNEIRO, C.M.R. Isaia. T. (coord.). Plano de Manejo Florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte. PROJETO PNUD/FAO/IBAMA/ BRA/87/007. Natal, RN, 1992.

CURTIS, F.H **Tree weight equations: Their development and use forest management planning**. Division of Forest Mensuration, 1965. P 189-192.

DELLA LUCIA, R.M & VITAL, B.R. Características físicas e mecânica de *Eucalyptus grandis* W. Hill. **Revista Árvore**, Viçosa, v.4, n.1, p 70-74, 1980.

EGLER, W. A .Contribuição ao estudo da Caatinga Pernambucana. **Revista. Geografia**, Recife, n.13:p 577-578, 1951.

FERREIRA, C.A.; FREITAS, M.; FERREIRA, M. Densidade básica da madeira de plantações comerciais de eucaliptos, na Região de Mogi-Guaçu (SP). **IPEF**, Piracicaba, n.18, p106-117, 1979.

FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de plantações comerciais de *E.alba* Reinw, *E. urophylla* S.T. Blake, *E saligna* Smith e *E. grandis* Hill. **O papel**. São Paulo, n.34 p.151-7, 1973.

HEINSDIJK, D.; MACEDO, J.G.; ANDEL, S; ASCOLY, R.B. A floresta do Norte do Espírito Santo. s.l., s.ed., 1965.69p (Boletim do Setor de Inventário Florestal).

HUSCH, B., MILLER, C.I.; BEERS, T.W. Forest mensuration. 3 ed. New York, The Ronald Press, 1972. 402p.

KAGEYMA, P.Y.; MORA, A.L.; BARRICHELO, L.E.G; MIGLIORINI, A.J.; SANSILOLO, C.A. Variação genética para a densidade da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis*. IN. **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 4, Belo Horizonte, 1982. Silvicultura, São Paulo, v.8, n.28, p312-324, 1983.

KOSAK. A . Notas de regressão e análise de correlação como instrumento importante em Pesquisa Florestal. In. **CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL**, 16., Oslo, Norway. **Proceedings**...Oslo, IUFRO, 1976 fotocopiado.

KOLLMANN, F. Tecnologia de la madera y suas aplicaciones. Madrid: s.ed. 1959, 640p.

NUNES, J.R.S. Análise do volume e da percentagem de casca em povoamentos de Eucaliptos de origem híbrida, segundo a idade, local espécie e método de regeneração. Viçosa, UFV, 1977. 103p (Dissertação de Mestrado).

PAULA NETO, F., SOUSA, A. L QUINTALES, P.C.G., SOARES, V.P. Análise de equações volumétricas para *Eucalyptus* spp., segundo o método de regeneração na Região de José de Melo-MG. **Rev. Árvore**, Voçosa, v7, n1, p.56-70, 1983.

RIZZINI, C.T; **Tratado de fitogeografia do Brasil, aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2ª edição. Recife-PE Âmbito Cultural edições LTDA, 1997.

SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração Florestal I: Medição de árvores e povoamentos florestais**. Lavras, UFLA/FAEP, 1993, 146p.

SILVA, J.A.A; PAULA NETO, F. Princípios básicos da dendrometria. Recife-PE Imprensa Universitária, 1979 p.185.

SILVA, J.A. Estimativas de volume do tronco e da copa, densidade, fator de empilhamento para madeira da Copa e rendimento de madeira serrada de Eucalipto. Viçosa, UFV, 1991.90p (Dissertação de Mestrado).

SILVA, J.A da. Avaliação do estoque lenhoso - Inventário Florestal do estado da Paraíba. João Pessoa: PNUD/FAO/IBAMA/GOV.PARAÍBA/1994.27f (DOCUMENTO DE CAMPO, 21)

SOUZA, A.L;JESUS, R.M. Equações de volume comercial e fator de forma para espécies da mata Atlântica ocorrentes na reserva florestal da companhia do vale do Rio Doce, Linhares, RS. **Rev. Árvore**, Viçosa, v12, n3, p256-273, 1991.

TIGRE, C.B. **Silvicultura para as matas xerófilas**. Fortaleza-CE Âmbito cultural, 1968. 176p.

VITAL, B. R. **Métodos de Determinação da Densidade da Madeira**. Viçosa, SIF, 1984. 21p (Boletim técnico, 1).

VALENTE , O.F & VITAL, B.R. **A densidade da madeira e a produtividade em carvão vegetal**, SIF, 1985, 6p. (informativo SIF,1).

WANGAARD, F.F.; **The mechanical properties of wood**. New York, John Wiley, 1950. 377p.

ZAKIA, M.J.B.; PAREIN, F.G e RIEGELHAUPT,E. Equações de peso e volume para oito espécies lenhosas nativas do Seridó-RN. Natal: PNUD/FAO/BRA/87/007, 1990. 5p (Circular técnica 9).