

JOSUEL ARCANJO DA SILVA

**FITOSSOCIOLOGIA E RELAÇÕES ALOMÉTRICAS EM CAATINGA NOS  
ESTADOS DA PARAÍBA E RIO GRANDE DO NORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586f  
2005

Silva, Josuel Arcanjo da, 1957-

Fitossociologia e relações alométricas em caatinga nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte / Josuel Arcanjo da Silva. – Viçosa : UFV, 2005.  
x, 81f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Agostinho Lopes de Souza  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Plantas da caatinga - Paraíba. 2. Plantas da caatinga - Rio Grande do Norte. 3. Botânica - Classificação.  
4. Comunidades vegetais. 5. Florestas - Medição.  
6. Análise por agrupamento. 7. Análise multivariada.  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.916

JOSUEL ARCANJO DA SILVA

**FITOSSOCIOLOGIA E RELAÇÕES ALOMÉTRICAS EM CAATINGA NOS  
ESTADOS DA PARAÍBA E RIO GRANDE DO NORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 19 de dezembro de 2005.

---

Prof. Carlos Pedro Boechat Soares

---

Prof. Helio Garcia Leite  
(Conselheiro)

---

Prof. Gilson Fernandes da Silva

---

Prof. Natalino Calegário

---

Prof. Agostinho Lopes de Souza  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus amores, Naide (esposa), Clarísia e Viviane (filhas), pelo apoio, pela paciência e pela compreensão na minha ausência durante este trabalho.

Aos meus pais, Manoel e Amélia, e aos meus irmãos, Eunice, Pedro, Elias, Cleonice, Aurenice, Ivânia, Misael, Hosana, Eliane, Marcos, Geovani e Adalce, que sempre acreditaram em minhas iniciativas.

À Universidade Federal de Campina Grande, pela liberação das atividades para realização do curso.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor Agostinho Lopes de Souza, pela orientação, pela confiança e pela amizade, construída ao longo desta jornada acadêmica.

À CAPES/PICDT, pela bolsa concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto.

Aos colegas do Departamento de Engenharia Florestal da UFCG, pelo apoio concedido durante o meu afastamento para realização do curso.

À equipe da ESEC Seridó, pelo apoio e pela acolhida durante o trabalho de campo, em especial ao chefe da ESEC, Sr. Adson Borges.

Ao proprietário da fazenda Laranjeiras, Sr. Pedro Palmeira de Araújo, e ao seu filho, Lúcio Coutinho de Araújo, pela cessão da área para os trabalhos de campo.

Ao proprietário da fazenda Oriente, Sr. Alexandre de Castro, pela cessão da área para os trabalhos de campo.

À Maria Regina V. Barbosa, professora da UFPB e curadora do Herbário Lauro Pires Xavier, pela identificação botânica.

Aos conselheiros Helio Garcia Leite e Márcio Lopes da Silva, pelas sugestões, pelas contribuições e pela amizade.

Aos examinadores Carlos Pedro Boechat Soares, Natalino Calegário e Gilson Fernandes da Silva, pelas sugestões no trabalho.

Aos colegas de curso, Danilo Coelho, Nascimento, Deoclides, João Ricardo, Ciro, Inês, Gláucio, Alécia, Márcio Romarco, Christian, Ricardo, Vinícius, pela convivência.

À Ritinha e ao Frederico, secretários da Coordenação de Pós-Graduação em Ciência Florestal, pela dedicação e pelo apoio nos trâmites acadêmicos.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, José Mauro, Francisco, Miguel, Chiquinho, Rose, Imaculada, Juliana, Noêmia, Jamile, Francisco Bezerra, pela amizade.

Aos amigos e vizinhos de residência, Raphael, Mirna, Yasmine, Sandra, Ferreira, Eliana, Diana, Glória, pela fraternal convivência.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

JOSUEL ARCANJO DA SILVA, filho de Manoel Arcanjo da Silva e Amélia Bernardino da Silva, nasceu em 25 de fevereiro de 1957, em Barreiros, Estado de Pernambuco.

Em dezembro de 1980, graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

De agosto de 1981 até maio de 1983, trabalhou na Cajunal Empreendimentos Florestais Ltda., ilha do Marajó, Afuá-PA.

Em março de 1984, foi contratado como professor na Universidade Federal da Paraíba, campus de Patos-PB, hoje vinculado à Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Em dezembro de 1990, obteve o título de *Magister Scientiae* em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Em agosto de 2001, iniciou o curso de Doutorado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa-MG, defendendo tese em dezembro de 2005.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. As regiões áridas do mundo .....	4
2.2. Florestas xerófilas dos trópicos .....	5
2.3. Caatinga do nordeste brasileiro .....	6
3. REFERÊNCIAS .....	10
<b>FITOSSOCIOLOGIA EM DUAS ÁREAS DE CAATINGA NA PARAÍBA E NO RIO GRANDE DO NORTE</b> .....	13
RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
2.1. Caracterização da área de estudo .....	16
2.2. Amostragem e coleta de dados .....	19
2.3. Florística, fitossociologia e estrutura paramétrica .....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
3.1. Composição florística .....	22
3.2. Estrutura horizontal .....	26
3.3. Estrutura vertical .....	28
3.4. Estrutura paramétrica .....	33
3.4.1. Distribuição da densidade .....	33
3.4.2. Distribuição da área basal .....	34
3.4.3. Distribuição do volume .....	35
3.5. Comparação florística .....	36
4. CONCLUSÕES .....	41
REFERÊNCIAS .....	43

<b>RELAÇÕES ALOMÉTRICAS PARA TRÊS ÁREAS DE CAATINGA NA PARAÍBA E NO RIO GRANDE DO NORTE</b> .....	46
RESUMO .....	46
ABSTRACT .....	46
1. INTRODUÇÃO .....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	49
2.1. Descrição da área .....	49
2.2. Cubagem de árvores.....	49
2.3. Equações de volume .....	52
2.4. Fator de forma.....	53
2.5. Relações hipsométricas .....	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
3.1. Equações de volume.....	56
3.2. Fator de forma.....	58
3.3. Equações hipsométricas .....	60
4. CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS .....	65
4. CONCLUSÕES .....	68
APÊNDICES.....	71
APÊNDICE A .....	72
APÊNDICE B .....	75
APÊNDICE C .....	77
APÊNDICE D .....	79
APÊNDICE E .....	81



## RESUMO

SILVA, Josuel Arcanjo da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2005. **Fitossociologia e relações alométricas em caatinga nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Orientador: Agostinho Lopes de Souza. Conselheiros: Helio Garcia Leite e Márcio Lopes da Silva.

Este estudo foi conduzido em áreas de vegetação de caatinga, na Estação Ecológica do Seridó - ESEC Seridó -, município de Serra Negra do Norte-RN; na fazenda Oriente, município de Condado-PB; e na fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB, com os objetivos de: 1) analisar a composição florística e as estruturas horizontal, vertical e paramétrica das duas primeiras áreas; 2) comparar essas estruturas com as de outras florestas da Região Nordeste, empregando-se análise multivariada (análise de agrupamento e análise discriminante); e 3) estimar equações volumétricas, fatores de forma e relações hipsométricas para a vegetação de caatinga. Para os estudos florísticos e de estrutura, em cada localidade foram instaladas sistematicamente 20 parcelas de 20 × 50 m (1.000 m<sup>2</sup>), com três níveis de inclusão. No nível I, foram avaliadas as árvores com circunferência ao nível do solo – *CAS* ≥ 31 cm. No nível II, em subparcelas de 10 × 50 m, foram amostradas as árvores com 10 cm ≤ *CAS* < 31 cm. No nível III, foram medidas, em subparcelas de 5 × 20 m, as árvores com *CAS* < 10 cm, e esse constituiu a avaliação da regeneração natural. A fazenda Oriente tem maior diversidade florística e maior capacidade produtiva que a ESEC Seridó, sendo alta a similaridade florística entre as duas áreas. No nível II de inclusão, foi encontrado o maior número de indivíduos, famílias e espécies. As duas

famílias mais importantes em número de indivíduos para ESEC Seridó e fazenda Oriente foram Leguminosae e Euphorbiaceae. As espécies de maior valor de importância na ESEC Seridó foram *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Aspidosperma pyriformis*, *Croton sonderianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Combretum* cf. *leprosum*; e na fazenda Oriente foram *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum* cf. *leprosum* e *Piptadenia stipulacea*. Na ESEC Seridó e fazenda Oriente *Croton sonderianus* foi a espécie que apresentou a maior densidade, da mesma forma que *Caesalpinia pyramidalis* apresentou a maior dominância. Na ESEC Seridó a espécie com maior índice de regeneração foi *Croton sonderianus*, e na fazenda Oriente foi *Bauhinia cheilantha*. Algumas espécies não tiveram indivíduos amostrados na regeneração natural: *Cnidoscolus quercifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, *Pseudobombax marginatum*, *Manihot glaziovii* e *Senna macranthera*; na área da ESEC Seridó, e *Caesalpinia ferrea*, *Sapium* sp., *Guapira* sp., *Tocoyena sellowiana*, *Cochlospermum insigne* e indeterminadas 3 (pau-serrote) e 4 (rompe-gibão), na fazenda Oriente. As técnicas de análise de agrupamento e discriminante foram eficientes para comparação de florestas em diferentes localizações geográficas. Para estimar as equações volumétricas e os fatores de forma, os dados foram coletados na fazenda Laranjeiras; para o ajuste dos modelos hipsométricos foram coletados dados na fazenda Laranjeiras, na ESEC Seridó e na fazenda Oriente. Na cubagem foram amostradas 100 árvores-amostra com amplitude de diâmetro ao nível do solo – *DAS* – de 3,3 a 34,8 cm, sendo obtidas duas equações de volume, uma com variável independente *DAS* ( $\bar{R}^2 = 0,990$ ) e outra com variável independente diâmetro equivalente – *DEq* ( $\bar{R}^2 = 0,994$ ), ambas com resíduos normalmente distribuídos, apresentando boa precisão nos ajustes. Os fatores de forma médios estimados foram estatisticamente diferentes por classes de diâmetro, sendo propostos um fator de forma igual a 0,76 para árvores com *DAS* < 20 cm e um fator de forma igual a 0,91 para árvores com *DAS* ≥ 20 cm. Para a relação hipsométrica, foram ajustados cinco modelos, para os três conjuntos de árvores medidas: fazenda Laranjeiras, 100 árvores ( $\bar{R}^2$  de 0,575 a 0,783); ESEC Seridó, 1021 árvores ( $\bar{R}^2$  de 0,642 a 0,673); e fazenda Oriente, 1903 árvores ( $\bar{R}^2$  de 0,403 a 0,425). Devido à grande variabilidade da floresta de caatinga, os modelos ajustados para os dados amostrados das parcelas não ofereceram bons níveis de precisão, quando observadas as distribuições dos resíduos percentuais. Quando, porém, os dados se originaram de árvores selecionadas por classe de diâmetro, os ajustes foram satisfatórios.

## ABSTRACT

SILVA, Josuel Arcanjo da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, December 2005.  
**Phytosociology and allometric relations in the caatinga in the States of Paraíba and Rio Grande do Norte.** Adviser: Agostinho Lopes de Souza. Committee Members: Helio Garcia Leite and Márcio Lopes da Silva.

This study was carried out in areas of Caatinga vegetation in the Ecologic Station of Seridó – ESEC Seridó municipality of Serra Negra do Norte-RN, Brazil; in the farm Oriente, municipality of Condado-PB, Brazil, and in the farm Laranjeiras, municipality of São José de Espinharas-PB, Brazil. The objectives of the study were: 1) to analyse the floristic composition and the horizontal, vertical and parametric structures of the first two areas; 2) to compare these structures with that ones of other forests of the Northeastern Region, using multivariate analysis (cluster analysis and discriminant analysis), and 3) to estimate volumetric equations, shape factors and hypsometric relations for the Caatinga vegetation. For the floristic and structure studies, in each place 20 plots with  $20 \times 50$  m ( $1,000 \text{ m}^2$ ), with three inclusion levels were systematically established. In level I the trees with a circumference at ground level –  $CAS \geq 31$  cm were evaluated. In level II, in subplots of  $10 \times 50$  m, the trees with  $10 \text{ cm} \leq CAS < 31$  cm were sampled. In level III, in subplots of  $5 \times 20$  m, the trees with  $CAS < 10$  cm were measured, and this was the natural regeneration evaluation. The farm Oriente has a greater floristic diversity and productive capacity than the ESEC Seridó, and the floristic similarity is high between the two areas. In the level II of inclusion the

greatest number of individuals, families and species were found. The two most important families in number of individuals in the ESEC Seridó and farm Oriente were Leguminosae and Euphorbiaceae. The species with greatest importance value in the ESEC Seridó were *Caesalpinia pyramidalis*, standing deads, *Aspidosperma pyriformis*, *Croton sonderianus*, *Mimosatenuiflora* and *Combretum* Cf. *leprosum*; and in the farm Oriente they were *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, standing deads, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum* cf. *leprosum* and *Piptadenia stipulacea*. In the ESEC Seridó and farm Oriente *Croton sonderianus* was the species which showed the greatest density and *Caesalpinia pyramidalis* showed the greatest dominance. In the ESEC Seridó the species with the greatest regeneration index was *Croton sonderianus*, and in the farm Oriente it was *Bauhinia cheilantha*. Some species were not sampled in the natural regeneration: *Cnidioscolus guercifolius*, *Myracrodon urundeuva*, *Pseudobombax marginatum*, *Manihot glaziovii* and *Senna macranthera* in the area of the ESEC Seridó; and *Caesalpinia ferrea*, *Sapium* sp., *Guapira* sp., *Tocoyena sellowiana*, *Cochlospermum insigne* and indeterminate 3 (pau-serrote) and 4 (rompe-gibão) in the farm Oriente. The techniques of clustering and discriminant analyses were effective to compare forests from different geographic locations. To estimate the volumetric equations and shape factors data were collected in the farm Laranjeiras. For the adjustment of the hypsometric models data were collected in the farm Laranjeiras, in the ESEC Seridó and in the farm Oriente. In the cubature 100 sample trees were measured with a diameter range at ground level – *DAS* – of 3.3. to 43.8 cm resulting in two volume equations, one with the independent variable *DAS* ( $\bar{R}^2 = 0.994$ ), both with normally distributed residuals, showing a good fitting accuracy. The estimated average shape factors were statistically different by classes of diameter, being the shape factor of 0.76 for trees with  $DAS < 20$  cm and one of 0.91 for trees with  $DAS \geq 20$  cm. For the hypsometric relation five models were adjusted for the three sets of trees measured: farm Laranjeiras, 100 trees ( $\bar{R}^2$  from 0.575 to 0.783); ESEC Seridó, 1021 trees ( $\bar{R}^2$  from 0.642 to 0.673); and farm Oriente, 1903 trees ( $\bar{R}^2$  from 0.403 to 0.425). Due to the great variability of the Caatinga forest, the models adjusted for the sampled data of the plots did not show good accuracy levels, when the distribution of percentage of residuals were observed. However, when data were from trees selected by diameter classes, the adjustments were satisfactory.

## 1. INTRODUÇÃO

A supressão de florestas no mundo tem levado diversas organizações internacionais a conclamar esforços radicais para reduzir o desmatamento. Esta preocupação reflete uma avaliação da importância das funções ecológicas e econômicas das florestas como provedoras de madeiras e produtos não-madeireiros, como habitat para a diversidade biológica do mundo e como reguladoras de ambientes local, regional e global (PEARCE et al., 2003).

A maioria dos desmatamentos localiza-se nas regiões tropicais, onde é grande a demanda de terras para agricultura, ao passo que nas regiões temperadas e boreais as pressões para colheita de madeira são mais importantes. Em alguns lugares do mundo, florestas não são convertidas em áreas para agricultura, mas em plantações de árvores de rápido crescimento para produção de biomassa ou para abastecer agroindústrias que tem sua base em plantações de árvores, em que o produto da colheita não é propriamente a árvore, e sim borracha e óleos de palmeiras. Neste caso, o agente primário do desmatamento não é o camponês ou lavrador, mas os indivíduos ricos do local e a sociedade internacional (PEARCE et al., 2003).

A floresta tropical seca é representada por um grande número de ecossistemas, variando de florestas fechadas decíduas secas para savanas arbustivas. Estas cobrem áreas que variam amplamente e correspondem a padrões mais ou menos degradados em consequência dos vários tipos de restrições a que são submetidas. De acordo com Lamprecht (1990), as florestas xerófilas e seus produtos têm desempenhado papel preponderante para as populações que habitam os locais de ocorrência dessas florestas,

servindo para o abastecimento de madeira, lenha e carvão, além de forragem para o gado. Na caatinga brasileira não é diferente. A região comporta a população mais pobre do Nordeste e uma das mais pobres do Brasil, sendo as condições de vida piores nas áreas mais secas e que apresentam menor capacidade de suportar atividades econômicas sustentáveis (SAMPAIO; BATISTA, 2004). Com uma população estimada em 25 milhões de habitantes, a região da caatinga apresenta problemas de sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos, que somados aos constantes efeitos negativos do clima, como as secas, levam à deterioração do solo e da água e à perda de biodiversidade (DRUMOND et al., 2004).

Para que as florestas continuem a desempenhar suas funções ecológicas é necessário que ela passe a ser utilizada de forma sustentável. O Comitê da FAO para Desenvolvimento Florestal nos Trópicos em 1992 (FAO, 2000) definiu que, para desenvolvimento sustentável, o manejo florestal teria de contemplar o planejamento e a implementação de atividades como meio de assegurar a conservação e utilização de uma floresta, de forma a preservar os recursos naturais para satisfazer as necessidades presentes e as das gerações futuras (FAO, 2000). Mas, para conciliar interesses que em princípio parecem ser antagônicos, isto é, colheita e proteção, são apresentados dois comentários da própria FAO, que pondera: 1) os florestais devem considerar as florestas não apenas como um estoque em crescimento, mas também como um complexo sistema ecológico que deveria ser sustentavelmente manejado; e 2) deve ser aceito desde o início que a utilização de um determinado ecossistema florestal implica algumas mudanças em sua estrutura e composição e que a sustentabilidade pode não significar a reprodução idêntica do ecossistema em seu estado original; o mesmo se aplicando a diversidade genética (FAO, 2000).

Sabe-se que, em condições mais simples, o manejo de floresta natural envolve a colheita de árvores, de tal modo que permita a floresta se regenerar naturalmente até o próximo ciclo de corte. Para Bawa e Seidler (1998), as versões modernas do manejo florestal, que enfatizam o baixo impacto da colheita, não são fundamentalmente diferentes dos sistemas mais antigos, que foram praticados em regiões tropicais por mais de 100 anos. Porém, é presumido que a redução do impacto físico da colheita possa trazer mais benefícios que os sistemas antigos (BUSBACHER, 1990; ITTO, 1994, citado por BAWA; SEIDLER, 1998). Três hipóteses comumente apóiam os conceitos modernos de manejo florestal: 1) o manejo pode ser executado compatível, até certo ponto, com a manutenção da biodiversidade; 2) o manejo das florestas tropicais,

apesar da alta diversidade, em escala local e regional, é economicamente viável; 3) o manejo pode resultar em rendimentos contínuos de madeira a longo prazo. Das três hipóteses, a primeira é crítica quanto à viabilidade continuada da floresta como um sistema, porque acredita-se que a perda de biodiversidade tem uma influência negativa no funcionamento do ecossistema como um todo (LAMPRECHT, 1989; LAWTON, 1997; TILMAN, 1997, citado por BAWA; SEIDLER, 1998). Então, para ter um manejo florestal eficiente deve-se priorizar os sistemas que busquem manter a biodiversidade. Uma colheita florestal planejada e executada com rigorosos critérios técnicos não só causa baixo impacto nos meios físicos, bióticos e antrópicos, como traz redução nos custos da colheita (DYKSTRA; HEINRICH, 1992; MARTINS PINTO et al., 2002). Lamprecht (1990) infere que não existem sistemas silviculturais especificamente destinados ao manejo de florestas tropicais xerófilas, de maneira que as experiências silviculturais recolhidas em regiões extra-tropicais podem ser transferidas, de alguma forma, para as florestas tropicais xerófilas.

Para qualquer intervenção na floresta, mediante manejo florestal sustentado, é necessário conhecer a composição florística e as estruturas fitossociológicas e paramétricas. Para Souza (2003), o conhecimento da composição florística e da estrutura da floresta permite o estabelecimento de sistemas de manejo com produção sustentável, a condução da floresta a uma estrutura balanceada e a aplicação de práticas silviculturais adequadas. Por outro lado, Latham et al. (1998) afirmam que o efetivo manejo depende da habilidade de manejadores para quantificar objetivamente atributos biologicamente significantes dos povoamentos florestais. Para esses autores, a distribuição vertical das copas das árvores é um atributo da estrutura da floresta que é importante para o manejo de recursos florestais tão diversos, como: vida silvestre, resposta hidrológica, estética, crescimento e produção, perigo de incêndio e suscetibilidade a insetos e doenças.

Demonstrada a relevância dos estudos ecológicos para a tomada de decisão para o manejo e a conservação das florestas, este trabalho teve como objetivos: analisar a composição florística e as estruturas fitossociológicas e paramétricas; estabelecer comparações entre florestas da Região Nordeste, mediante a técnica de análise de agrupamento; ajustar equações volumétricas para estimação do estoque em crescimento; analisar o uso de fatores de forma para estimação do volume total; e ajustar equações hipsométricas para a vegetação de caatinga.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. As regiões áridas do mundo**

Estima-se que 25% da superfície da Terra receba menos de 300 mm de chuva por ano (GOOR; BARNEY, 1968). Esta área constitui a zona árida, onde se encontram os grandes desertos: África (Saara e Kalahari), Ásia (Árabe, Turkestão, Iraniano, Thar e Gobi), Austrália (desertos australianos), América do Norte (México e oeste dos Estados Unidos) e América do Sul (chaco, Patagônia e Atacama).

A aridez não está apenas limitada a regiões desérticas. Além dessas, há grandes áreas marginais de estepe e savana onde a escassez de água limita o crescimento de plantas e da produção agrícola. Essas áreas constituem as regiões semi-áridas.

A característica essencial de um clima árido é que durante todo ano, ou parte dele, a perda de água por evapotranspiração é maior que a precipitação. Embora na maioria das regiões áridas haja períodos úmidos nos quais as precipitações excedam a evapotranspiração, esses períodos podem ter duração de alguns dias a vários meses.

A maioria dos estudos sobre as florestas xerófilas focaliza as que estão sobre os trópicos. Porém, a distribuição dessas florestas estende-se muito além desses limites, desde as áreas contíguas ao cinturão formado pelas florestas higrófilas caducifólias, em ambos os lados do equador, até onde os limites de aridez impedem a formação de florestas, dando início às savanas e a outras formações de menor porte (LAMPRECHT, 1990).



## 2.2. Florestas xerófilas dos trópicos

A região tropical compreende a área situada entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, limitada pelas coordenadas geográficas de 23°27' de latitude norte e sul, respectivamente, sendo esta uma definição sob critérios da astronomia. Para uma apreciação da distribuição da vegetação, utilizando-se critério térmico, tendo as áreas isotermas anuais de 20 °C, esses limites foram ampliados para 30° de latitude norte e 26° de latitude sul (LAMPRECHT, 1990).

Um estudo realizado pela FAO (2000) detalha a localização das principais áreas de florestas xerófilas nos trópicos. Por esse estudo, as áreas com florestas xerófilas são: 1) Na África: as regiões denominadas domínios Sudânico e Saheliano (no centro, oeste e parte ocidental), domínio Zambeziano (e parte nordeste do Kalahari), domínio Oriental (parte leste); Madagascar (sul e costa oeste), Yêmen (parte meridional da Península Arábica); 2) Nas Américas: os “cerrados” e “caatingas” no Brasil; o “chaco” no Paraguai, na Bolívia e na Argentina; o norte da Venezuela e da Colômbia; os “chaparrales” e “mezquiales” do meio oeste e a Península de Yucatan, no México; uma faixa de área comum entre Guatemala, El Salvador e área central da Nicarágua; e Haiti e República Dominicana (costa oeste e sul); e 3) Na Ásia: as florestas secas da Península Indiana até o Deserto de Thar; contrafortes do Himalaya, no Paquistão; e centro da Península Indo-China (Tailândia, parte meridional do Laos, norte do Camboja e centro de Myanmar). Citam-se ainda os ambientes secos de clima mediterrâneo, as zonas secas da Austrália e as ilhas do Pacífico. Em adição à presença de florestas xerófilas na América, há ainda, pelo lado do Pacífico, uma área de floresta xerófila desde Guayaquil, no Equador, até o norte do Peru (LAMPRECHT, 1990).

Sobre a proporção da distribuição pelos continentes, infere-se que 52% das florestas decíduas secas estão na África, 25% na América Latina e 23% na Ásia-Pacífico (FAO, 2000). Outras inferências complementares são lançadas, afirmando se encontrar na África a maior área de florestas abertas e igualmente a menor parcela de florestas tropicais fechadas do total do Planeta, assim como na América do Sul está a maior área total de florestas fechadas e de florestas em geral, excluindo-se as formações arbustivas (LAMPRECHT, 1990).

Afirma-se que o Chaco é a maior extensão de floresta xerófila da América do Sul (LAMPRECHT, 1990), possuindo uma área de mais de 800.000 km<sup>2</sup> (HUECK, 1972). A caatinga também tem área com mais de 800.000 km<sup>2</sup> (HUECK, 1972;

AB'SÁBER, 2003; FERNANDES, 2003; IBGE, 2004). Por outro lado o cerrado tem área aproximada de mais 1.800.000 km<sup>2</sup> (LAMPRECHT, 1990; IBGE, 2004), que a exemplo da caatinga e do chaco também é uma formação xerófila.

Esse aparente desencontro quanto aos tamanhos das áreas florestais pode ser atribuído à ampla diversidade de terminologias para a designação da vegetação xerófila. O que é classificado como floresta em um sistema, pode não ser incluído em outro. A definição dada por LAMPRECHT (1990) para “floresta xerófila” é:

“todo tipo de florestas entre fechadas e ralas, de vegetação predominantemente xerofítica e desfolhada em períodos secos, dotadas de um ou dois estratos, e de flora relativamente pobre, situadas em áreas tropicais onde ocorrem períodos secos com duração de 5 a 7,5 meses e com precipitações pluviométricas de 700 a 1000 mm ou mais, excepcionalmente; de ano para ano podem ocorrer grandes variações na quantidade de precipitações totais, na distribuição das mesmas, bem como sua periodicidade sazonal.”

Dita de outra forma, a definição da FAO (2000) para florestas é mais abrangente e parece englobar um maior número de formações, quando inclui um elemento quantitativo: “florestas” incluem florestas fechadas, bem como florestas abertas e savanas com pelo menos 10% de cobertura de árvores.

De qualquer forma, as formações xerófilas mais expressivas da América do Sul são o cerrado, a caatinga e o chaco.

### **2.3. Caatinga do nordeste brasileiro**

A caatinga é a vegetação que ocorre na porção semi-árida do Nordeste, ocupando uma área de aproximadamente 800.000 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 10% do território brasileiro (HUECK, 1972; AB'SÁBER, 2003; FERNANDES, 2003; IBGE, 2004). Cobre a maior parte dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e a parte nordeste de Minas Gerais. É uma associação de plantas de aspecto seco, com árvores e arbustos densos, baixos, retorcidos, dotados de espinhos, folhas pequenas e caducas no verão (DUQUE, 1964). O termo caatinga engloba grande número de formações e de associações vegetais, fisionômica e floristicamente diferentes, devendo-se ressaltar que, dos grandes tipos de vegetação do Brasil, é o mais heterogêneo, apresentando sempre aspecto novo, seja de um local para outro, seja na mesma região em estações diferentes (EGLER, 1951, citado por FERREIRA, 1988). Em resumo, a caatinga é um mosaico de arbustos espinhosos

e florestas sazonalmente secas (LEAL, et al., 2005), sendo um conceito geral para designar numerosas variações de florestas e capoeiras xerófilas do Nordeste (LAMPRECT, 1990).

Com relação à geomorfologia, predomina no semi-árido o relevo com altitudes com menos de 500 m, entre superfícies que atingem cotas de 800 a 1.100 m na Borborema, no Araripe e em Ibiapaba, chegando a 1.200 m na Chapada Diamantina (NIMER, 1972; AB'SÁBER, 2003). Nas depressões interplanálticas (depressão sertaneja), ocorre a paisagem típica do semi-árido nordestino, sendo caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo suave-ondulado, e cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (SILVA et al., 1992).

O clima é semi-árido, com elevado potencial de evapotranspiração, em torno de 1.500 a 2.000 mm por ano, com precipitação variando de 300 a 1000 mm por ano, cujas chuvas se concentram em três meses consecutivos. O regime de chuva caracteriza-se pela torrencialidade e pelas irregularidades espacial e temporal. Além da variação anual, a irregularidade se faz notar na variação da precipitação de ano para ano, resultando em severas secas periódicas. Segundo Nimer (1972), a extensão territorial do Nordeste, o relevo e a posição geográfica em relação aos diversos sistemas de circulação atmosférica tornam a climatologia da região uma das mais complexas do mundo.

Tavares (1991) infere que as características dessa vegetação são uma adaptação da floresta mesófila que antecedeu à mata xerófila, consequência da degradação do ambiente, causada pela escassez progressiva da pluviosidade, pela erosão decorrente de um regime de chuvas anômalo, sendo, portanto, causas naturais e não antrópicas. Outras opiniões são contrárias a essa teoria, argüindo que as modificações foram provocadas pelo homem (ANDRADE-LIMA, 1966, citado por FERRI, 1980).

Existe uma unanimidade entre vários autores em reconhecer a heterogeneidade florística e fisionômica da caatinga e em atribuir ao clima e ao solo, ou ainda à ação conjunta destes dois fatores, o papel causal no estabelecimento dos tipos de caatinga (LIRA, 1979, citado por SANTOS et al. 1992).

Gomes (1979), citado por Sampaio et al. (1981), e Sampaio et al. (1981) estabeleceram regressões lineares entre a vegetação, a precipitação pluviométrica e o solo, na caatinga dos Cariris-Velhos da Paraíba. Foram observadas correlações altas entre densidade de plantas e precipitação pluviométrica e entre altura das plantas e precipitação. O ajuste foi melhorado com a inclusão das variáveis do solo: índice de permeabilidade e profundidade. Por outro lado, Santos et al. (1992) estudaram a

vegetação nativa do Sertão Central de Pernambuco em sete diferentes classes de solos e constataram que as diferenças em suas propriedades físicas e químicas refletiam na vegetação, apresentando diferenças de porte, densidade de plantas e espécies presentes.

Ao analisarem as definições e delimitações já feitas sobre a caatinga, Sampaio e Rodal (2000) agruparam o que existe de comum e o que denominaram de conjunto de características básicas: 1) a vegetação que cobre uma área mais ou menos contínua, submetida a um clima quente e semi-árido, bordado por áreas de clima mais úmido; 2) uma vegetação com plantas que apresentam características relacionadas a adaptações à deficiência hídrica, 3) uma flora com algumas espécies endêmicas à área semi-árida e outras que ocorrem nessa área e em outras áreas secas, mais ou menos distantes, mas não ocorrem nas áreas mais úmidas que fazem limite com o semi-árido.

Vários trabalhos, com base principalmente em critérios fisionômicos, têm tentado dividir as caatingas em diferentes tipos, ainda que faltem informações referentes à flora e estrutura da vegetação (ARAÚJO et al., 1995). Nesse propósito, destacam-se dois sistemas de classificação: 1) o proposto por Veloso et al. (1991), que traz uma classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal, sendo a caatinga classificada como savana estépica, com subdivisões da “caatinga do sertão árido” em a) savana estépica arborizada b) savana estépica parque e c) savana estépica gramíneo-lenhosa; e 2) o sistema proposto por Andrade-Lima (1981), mais detalhado, que reconhece seis unidades para o domínio da caatinga e que formam 12 tipos (Quadro 1).

Algumas observações pertinentes ao trabalho de Andrade-Lima (1981) são abordadas, confirmando algumas certezas e denotando lacunas. Sampaio e Rodal (2000) destacam: 1) os diferentes tipos vegetacionais resultam da integração clima-solo, sendo o número de combinações e, conseqüentemente, o número e as comunidades vegetais muito altos; 2) as informações sobre as relações vegetação - fatores físicos não são suficientemente conhecidas; 3) as unidades e os tipos não foram mapeados, em função de passarem de um para outro de modo gradual, mas a descrição da área de ocorrência, em muitos casos, foi feita com maior ou menor precisão.

Para Johnson (1985), o trabalho não abordou qual o tipo de caatinga é o representativo da vegetação clímax climático, arriscando uma indicação que ela é uma floresta de caatinga alta. Segundo o autor, o que sustenta esta hipótese é o fato de que vários tipos de caatinga, incluindo o tipo alto, são encontrados sob as mesmas condições climáticas. Continuando, ele defende que o tema clímax climático é pertinente porque

várias práticas de manejo florestal envolvem a manipulação da sucessão das plantas, cujo objetivo máximo é a vegetação clímax ou subclímax de um lugar em particular.

**Quadro 1** – Tipos de caatinga

Unidade/Tipo	Designação e Áreas de Ocorrência
<b>Unidade I</b> <b>Tipo 1:</b> <i>Tabebuia-Aspidosperma – Astronium-Cavanillesia</i>	- Floresta de caatinga alta; norte de Minas Gerais e centro-sul da Bahia.
<b>Unidade II</b> <b>Tipo 2:</b> <i>Astronium-Schinopsis-Caesalpinia</i> <b>Tipo 3:</b> <i>Caesalpinia-Spondias-Bursera-Aspidosperma</i> <b>Tipo 4:</b> <i>Mimosa-Syagrus-Spondias-Cereus</i> <b>Tipo 6:</b> <i>Cnidoscolus-Bursera-Caesalpinia</i>	- Floresta de caatinga média; na maior parte central do domínio da caatinga. - Floresta de caatinga média; levemente mais seca que o tipo 2. - Floresta de caatinga baixa; centro-norte da Bahia. - Caatinga arbórea aberta; sudoeste do Ceará e outras áreas médias secas, solos fofos e ácidos.
<b>Unidade III</b> <b>Tipo 5:</b> <i>Pilosocereus-poeppigia-Dalbergia-Piptadenia</i>	- Floresta de caatinga baixa; solos arenosos derivados da série cipó, em Pernambuco e Bahia.
<b>Unidade IV</b> <b>Tipo 7:</b> <i>Caesalpinia-Aspidosperma-Jatropha</i> <b>Tipo 8:</b> <i>Caesalpinia-Aspidosperma</i> <b>Tipo 9:</b> <i>Mimosa-Caesalpinia-Aristida</i> <b>Tipo 10:</b> <i>Aspidosperma-Pilosocereus</i>	- Caatinga arbustiva; áreas secas no Vale do São Francisco. - Caatinga arbustiva aberta; Cariris Velhos, na Paraíba. - Caatinga arbustiva aberta; Seridó, Rio Grande do Norte e Paraíba. - Caatinga arbustiva aberta; Cabaceiras, Paraíba.
<b>Unidade V</b> <b>Tipo 11:</b> <i>Calliandra-Pilosocereus</i>	- Caatinga arbustiva aberta; áreas pequenas e dispersas com solos cascalhentos, distribuição restrita.
<b>Unidade VI</b> <b>Tipo 12:</b> <i>Copernicia-Geoffroea-Licania</i>	- Floresta de caatinga ciliar; vales de rios (PI, CE, RN), distribuição restrita.

Fonte: adaptado de Andrade-Lima (1981).

#### 4. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Cultural, 2003.

ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p.149-163, 1981.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995.

BAWA, K. S.; SEIDLER, R. Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forest. **Conservation Biology**. v. 12, n. 1, p. 46-55, 1998.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P.C. F. et al. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. et al. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 329-340.

DUQUE, J. G. **O nordeste e as lavouras xerófilas**. Fortaleza: ETENE, BNB, 1964. 238 p.

DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. Sostenimiento de los bosques tropicales mediante sistemas de explotación ecológicamente adecuados. **Unasylva**. v. 43, n. 169, p. 9-15, 1992.

FERNANDES, A. **Conexões florísticas do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003. 135 p.

FERREIRA, R. L. C. **Análise estrutural da vegetação da estação florestal de experimentação de Açú-RN, como subsídio básico para o manejo florestal.** 1988. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

FERRI, M. G. **Vegetação brasileira.** Belo Horizonte: Itatiaia, 1980. 157 p.

GOOR, A. Y.; BARNEY, C. W. **Forest tree planting in arid zones.** New York. The Ronald Press Company, 1968. 409 p.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul.** São Paulo: Universidade de Brasília, 1972. 466 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação. Diretoria de Geociências. 2004.

JOHNSON, D. V. Relatório sobre o manejo da caatinga semi-árida no nordeste brasileiro. Natal. 1985. (Consultoria; Projeto BRA/82/008).

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos:** ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Deutsche Gessellschaft fur Technisch Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1990. 343 p.

LATHAM, P. A.; ZUURING, H. R.; COBLE, D. W. A method for quantifying vertical forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 104, p. 157-170, 1998.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Revista Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

MARTINS PINTO, A. C.; SOUZA, A. L.; SOUZA, A. P. et al. Análise de danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentado na Amazônia Ocidental. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 459-466, 2002.

NIMER, E. Climatologia da região nordeste do Brasil: subsídios à geografia regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 2, p. 3-51, 1972.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO. **Management of natural forests of dry tropical zones.** Rome: 2000. 310 p. (FAO Conservation Guide, 32)

PEARCE, D.; PUTZ, E. F.; VANCLAY, J. K. Sustainable forest in tropics: panacea or folly? **Forest Ecology and Management**, v. 172 p. 229-247, 2003.

SAMPAIO, E.; RODAL, M. J. **Fitofisionomias da caatinga.** Documento para discussão no GT Botânica. Petrolina. 2000. 14 p. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org/caatinga/relatórios>>. Acesso em: 25 nov. 2002.

SAMPAIO, E.V.S.B.; ANDRADE-LIMA, D.; GOMES, M. A. F. O gradiente vegetacional das caatingas e áreas anexas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 27-30. 1981.

SAMPAIO, Y.; BATISTA, J. E. M. Desenvolvimento regional e pressões antrópicas no bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. et al. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 311-324.

SANTOS, M. F. A.; RIBEIRO, M. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Semelhanças vegetacionais em sete solos da caatinga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 305-314, 1992.

SILVA, F. B. R.; RICHE, G. R.; TONEAU, L. T. L. et. al. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e socioeconômico**. Brasília: EMBRAPA-CEPATSA/SNLCS, 1992.

SOUZA, D. R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental**. 2003. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Forestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

TAVARES, S. **Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação e projetos de manejo sustentado na mata xerófila no nordeste do Brasil**. Recife: Fundação Antônio dos Santos Abranches-FASA, 1991. 36 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.



# FITOSSOCIOLOGIA EM DUAS ÁREAS DE CAATINGA NA PARAÍBA E NO RIO GRANDE DO NORTE

## RESUMO

Este estudo teve como objetivos: 1) analisar a composição florística e as estruturas horizontal, vertical e paramétrica em vegetação de caatinga; e 2) comparar a vegetação da área de estudo, com outras florestas da Região Nordeste, empregando-se análise multivariada: análise de agrupamento e análise discriminante. A pesquisa foi conduzida em duas áreas: Estação Ecológica do Seridó - ESEC Seridó - município de Serra Negra do Norte-RN e fazenda Oriente, município de Condado-PB. Em cada local de estudo foram instaladas sistematicamente 20 parcelas de 20 × 50 m (1.000 m<sup>2</sup>), com três níveis de inclusão. No nível I, foram avaliadas as árvores com circunferência ao nível do solo –  $CAS \geq 31$  cm. No nível II, em sub-parcelas de 10 × 50 m, foram amostradas as árvores com  $10 \text{ cm} \leq CAS < 31$  cm. No nível III foram medidas, em subparcelas de 5 × 20 m, as árvores com  $CAS < 10$  cm e altura  $\geq 1$  m e este constituiu a avaliação da regeneração natural. A fazenda Oriente apresentou maior diversidade florística e maior capacidade produtiva que a ESEC Seridó, sendo alta a similaridade florística entre as duas áreas. Nas duas áreas, o nível II de inclusão apresentou maior número de indivíduos, famílias e espécies. As duas famílias mais importantes em número de indivíduos para ESEC Seridó e fazenda Oriente foram Leguminosae e Euphorbiaceae. As espécies de maior valor de importância na ESEC Seridó foram *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Aspidosperma pyriformium*, *Croton sonderianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Combretum* cf. *leprosum*; e na fazenda Oriente foram *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum* cf. *leprosum* e *Piptadenia stipulacea*. Na ESEC Seridó e na fazenda Oriente *Croton sonderianus* foi a espécie que apresenta a maior densidade, da mesma forma que *Caesalpinia pyramidalis* apresenta a maior dominância. Na ESEC Seridó a espécie com maior índice de regeneração foi *Croton sonderianus*, e na fazenda Oriente foi *Bauhinia cheilantha*. Algumas espécies não tiveram indivíduos amostrados na regeneração natural: *Cnidocolus quercifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, *Pseudobombax marginatum*, *Manihot glaziovii* e *Senna macranthera*, na área da ESEC Seridó; e *Caesalpinia ferrea*, *Sapium* sp., *Guapira* sp., *Tocoyena sellowiana*, *Cochlospermum insigne* e indeterminadas 3 (pau-serrote) e 4 (rompe-gibão), na fazenda Oriente. As

técnicas de análise de agrupamento e discriminante foram eficientes para comparação de florestas em diferentes localizações geográficas.

Palavras-chave: Caatinga, composição florística, fitossociologia, análise multivariada.

## ***PHYTOSOCIOLOGY IN TWO AREAS OF CAATINGA IN THE PARAÍBA AND RIO GRANDE DO NORTE STATES***

### **ABSTRACT**

The objectives of this study were: 1) to analyse the floristic composition and the horizontal, vertical and parametric structures of the Caatinga vegetation; and 2) to compare the vegetation of the studied area with other forests of the Northeastern Region, using multivariate analyses: clustering and discriminant analysis. The research was carried out in two areas: Ecologic Station of Seridó – ESEC Seridó – municipality of Serra Negra do Norte-RN – Brazil, and farm Oriente, municipality of Candado-PB – Brazil. In each of these places 20 plots with 20 × 50 m (1,00 m<sup>2</sup>), with three levels of inclusion were systematically established. In level I trees with a circumference at ground level –  $CAS \geq 31$  cm were evaluated. In level II, in subplots of 10 × 50 m, the trees with  $10 \text{ cm} \leq CAS < 31 \text{ cm}$  were sampled. In level III, in subplots of 5 × 20 m, the trees with  $CAS < 10 \text{ cm}$  and height  $\geq 1 \text{ m}$  were measured and this was the natural regeneration evaluation. The farm Oriente showed a greater floristic diversity and a greater productive capacity than the ESEC Seridó, and the floristic similarity is high between the two areas. In the two areas, the level II of inclusion showed the greatest number of individuals, families and species. The two families most important in number of individuals for the ESEC Seridó and farm Oriente were Leguminosae and Euphorbiaceae. The species with greater importance value in the ESEC Seridó were *Caesalpinia pyramidalis*, standing dead trees, *Aspidosperma pyriformium*, *Croton sonderianus*, *Mimosa tenuiflora* and *Combretum* Cf. *leprosum*; and in the farm Oriente they were *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, standing deads, *Bauhinia cleilantha*, *Combretum* cf. *leprosum* and *Piptadenia stipulacea*. In the ESEC Seridó and farm Oriente *Croton sonderianus* was the species which showed the greatest density and *Caesalpinia pyramidalis* showed the greatest dominance. In the ESEC Seridó the

species with the greatest regeneration index was *Bauhinia cheilantha*. Some species were not sampled in the natural regeneration: *Cnidocolus guercifolius*, *Myracrodon urundeuva*, *Pseudobombax marginatum*, *Manihot glaziovii* and *Senna macranthera* in the area of the ESEC Seridó area; and *Caesalpinia ferrea*, *Sapium* sp., *Guapira* sp., *Tocoyena sellowiana*, *Cochlospermum insigne* and indeterminates 3 (pau-serrote) and 4 (rompe-gibão) in the farm Oriente. The techniques of cluster and discriminant analyses were effective to compare forests in different geographic locations.

Keywords: Caatinga, floristic composition, phytosociology, multivariate analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

A caatinga é a vegetação que ocorre na porção semi-árida do Nordeste. O bioma ocupa uma área de aproximadamente 800.000 km<sup>2</sup>, correspondendo a 10% do território brasileiro (HUECK, 1972; AB'SABER, 2003; FERNANDES, 2003; IBGE, 2004). Cobre a maior parte dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte nordeste de Minas Gerais.

No semi-árido predomina o relevo com altitudes com menos de 500 m, entre superfícies que atingem cotas de 800 a 1.100 m no Planalto da Borborema e nas Chapadas do Araripe e da Ibiapaba, chegando a 1.200 m na Chapada Diamantina (NIMER, 1972; AB'SABER, 2003). Nas depressões interplanálticas (depressão sertaneja), ocorre a paisagem típica do semi-árido nordestino, sendo caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo suave-ondulado, e cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (SILVA et al., 1992).

Na depressão sertaneja, a vegetação típica é a caatinga arbustiva arbórea, sobre solos de origem cristalina, sendo classificada pelo IBGE (1992), como savana estépica (VELOSO et al., 1991). Vários trabalhos foram conduzidos nessa unidade de paisagem no sentido de gerar conhecimentos sobre a flora e a vegetação do semi-árido (TAVARES et al., 1969a, b, 1970, 1974, 1975; RODAL, 1992; SANTOS et al., 1992; ARAUJO et al., 1995, entre outros). Nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, porém, ainda são poucos os trabalhos de florística e fitossociologia realizados, levando-se em conta que a maior parte da área dos dois Estados está dentro dessa unidade de paisagem.

Estudos sobre a composição e a estrutura da vegetação fornecem informações básicas para tomadas de decisões na aplicação de técnicas de manejo florestal ou de conservação, de forma que qualquer intervenção na floresta deve ser planejada, precedida de um inventário minucioso, que forneça estimativas da sua composição florística, das estruturas horizontal, vertical e paramétrica (SOUZA, 2002a, 2003).

No manejo das florestas nativas, esses estudos jamais deverão ser negligenciados, uma vez que a permanência de determinada espécie em uma comunidade natural depende não só da ocorrência de uma distribuição exponencial (J-invertido) do número de indivíduos por classes de diâmetro, de tal modo que possa garantir sua estabilidade futura, mas também da existência de árvores reprodutivas (SILVA et al., 2004). Segundo esses autores, baixas densidades populacionais de indivíduos adultos e da classe de regeneração são indicativos de que a espécie poderá vir a ser substituída durante a evolução da floresta.

Os principais objetivos do presente trabalho foram analisar a composição florística e as estruturas horizontal, vertical e diamétrica de duas áreas de caatinga, na Paraíba e no Rio Grande do Norte, e estabelecer comparações entre as duas áreas de estudo com outras florestas do Nordeste.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

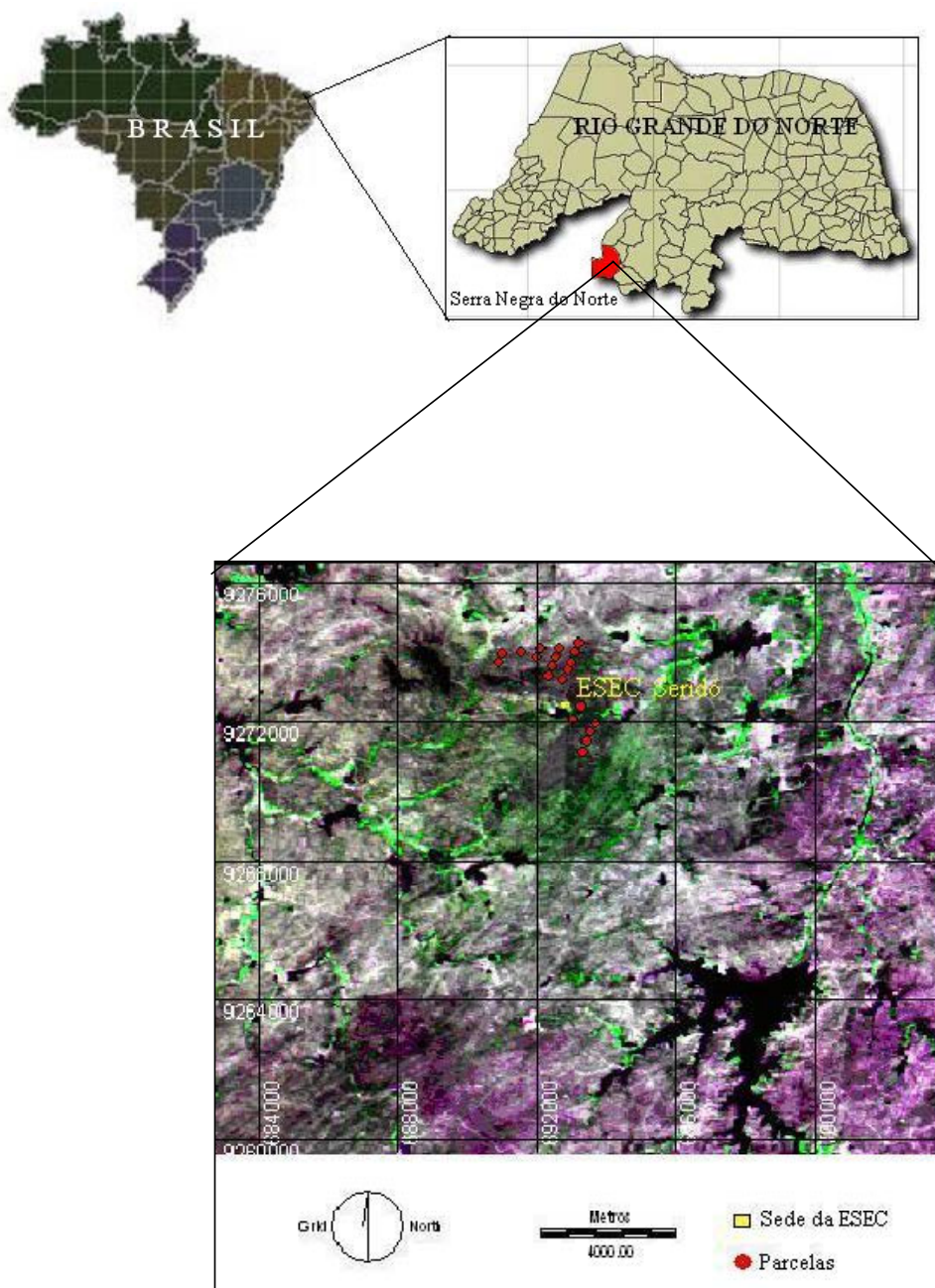
### **2.1. Caracterização da área de estudo**

A pesquisa foi conduzida em duas propriedades rurais, localizadas em áreas de caatinga, na região semi-árida dos Estados Rio Grande do Norte e da Paraíba.

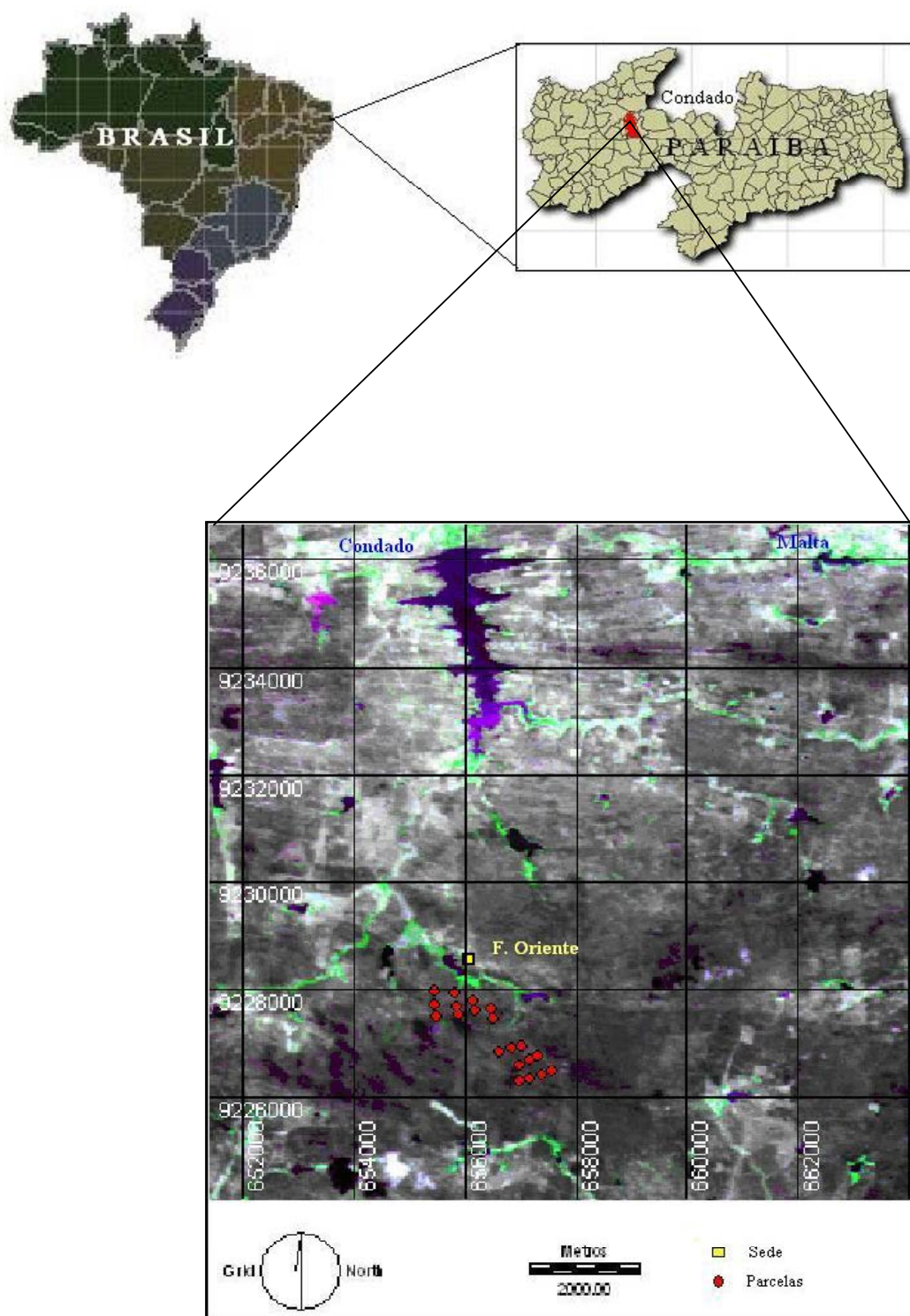
A primeira propriedade é a Estação Ecológica do Seridó (ESEC Seridó), localizada no município de Serra Negra do Norte-RN, na microrregião do Seridó, entre as coordenadas 06°35' e 6°40' de latitude sul e 37°15' e 37°20' de longitude oeste, distando 18 km da cidade de Serra Negra do Norte-RN, 25 km da cidade de Caicó-RN e 280 km da capital Natal, com acesso pela rodovia federal BR 427. A área da ESEC é de 1.168,38 ha, pertencente à União (Decreto nº 87.222 de 31 de maio de 1982), com administração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (Figura 1). A classificação climática da área do Seridó, segundo Köppen, é a predominância do tipo Bsh, clima muito quente e semiárido, tipo estepe, com estação chuvosa chegando com atraso no outono (BRASIL, 1978). A precipitação

pluviométrica média anual do município de Serra Negra do Norte é de 758 mm (UFCG, 2004).

A segunda propriedade é a fazenda Oriente, localizada no município de Condado-PB, na microrregião de Sousa, mesorregião do Sertão (MOREIRA, 1989). A sede da propriedade tem coordenadas  $06^{\circ}58'34''$  de latitude sul e  $37^{\circ}35'12''$  de longitude oeste, distando 10 km da cidade de Condado, 50 km da cidade de Patos-PB e 345 da capital João Pessoa, com acesso pela rodovia federal BR 230 (Figura 2).



**Figura 1** - Localização geográfica da área de estudo da ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte – RN. No detalhe, composição colorida das bandas 2, 3 e 4 do satélite CBERS-2/CCD.



**Figura 2** - Localização geográfica da área de estudo da fazenda Oriente, município de Condado – PB. No detalhe, composição colorida das bandas 2, 3 e 4 do satélite CBERS-2/CCD.

Já no Sertão Paraibano, na terça parte mais ocidental do Estado, o clima é *Aw'*, quente e úmido (Superintendência ...- SUDEMA, 2004), sendo a precipitação pluviométrica média anual do município de Condado de 801mm (UFCEG, 2004).

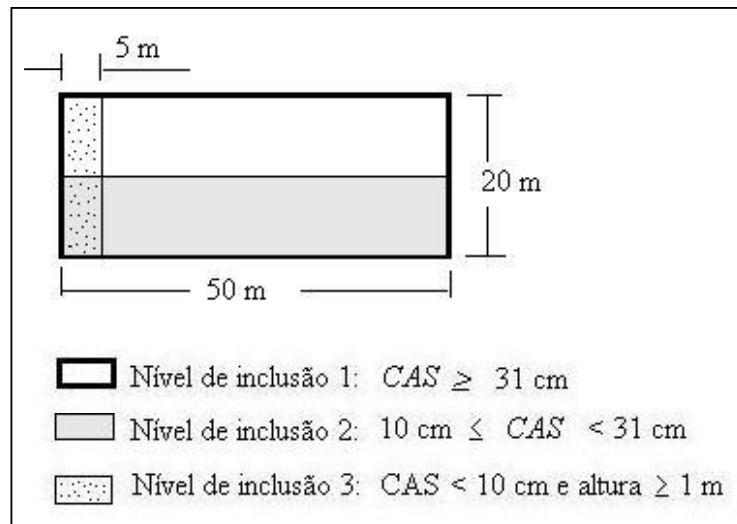
Quanto ao relevo, as duas áreas fazem parte da unidade geomorfológica da Depressão Sertaneja, uma extensa planície baixa, de relevo predominante suave-ondulado, por vezes ondulado, com elevações residuais disseminadas na paisagem, nas quais a rocha granítica se apresenta exposta ou com um capeamento mínimo de solo e vegetação. Na superfície de pediplanação, a altitude média é 250 m.

O substrato geológico das áreas é essencialmente constituído por rochas cristalinas do Pré-Cambriano. Os solos são rasos, pedregosos, de origem cristalina e fertilidade média à alta, mas muito suscetíveis à erosão. Predominam os solos Brunos-não-Cálcicos, Podzólicos, Litólicos e Planossolos.

A vegetação das áreas é caatinga arbustiva arbórea, devendo-se ressaltar que na área localizada no Seridó a vegetação apresenta-se mais aberta, com grandes extensões de herbáceas. Na classificação do IBGE, denomina-se savana estépica (VELOSO et al., 1991; IBGE, 1992).

## **2.2. Amostragem e coleta de dados**

Para estimação dos parâmetros da composição florística, das estruturas fitossociológicas horizontal e vertical, assim como para a estrutura dos diâmetros, da área basal e do volume, foi realizado um inventário florestal com o uso de amostragem por parcelas de área fixa, selecionadas sistematicamente, de forma a cobrir as condições e a variabilidade da área. Em cada uma dessas áreas foram medidas 20 parcelas de 20 × 50 m, com três níveis de inclusão (Figura 3). No primeiro nível foram avaliadas as árvores com  $CAS \geq 31$  cm. No segundo, em subparcelas de 10 × 50 m, foram amostradas as árvores com  $10 \text{ cm} \leq CAS < 31$  cm. No terceiro foram medidas, em subparcelas de 5 × 20 m, as árvores com  $CAS < 10$  cm e altura  $\geq 1$  m; e constituiu a avaliação da regeneração natural. Em todos níveis de inclusão foram feitas as seguintes avaliações da vegetação lenhosa para cada indivíduo: nome vulgar regional e científico, medição da *CAS*, medição da(s) circunferência(s) a 1,30 (*CAP*) e altura total. O material botânico coletado foi encaminhado para o Herbário Lauro Pires Xavier, do Departamento de Biologia e Sistemática da Universidade Federal da Paraíba, para se executarem as identificações taxonômicas das espécies.



**Figura 3** - Desenho esquemático da unidade amostral, para os diferentes níveis de inclusão, utilizado para a ESEC Seridó e fazenda Oriente, municípios de Serra Negra do Norte – RN e Condado – PB, respectivamente.

### 2.3. Florística, fitossociologia e estrutura paramétrica

A composição florística foi analisada com base na distribuição dos indivíduos em espécies e famílias e no índice de diversidade de Shannon-Weaver, na dominância de Simpson, no coeficiente de mistura de Jentsch, na equabilidade de Pielou e no índice de similaridade de Jaccard (BROWER; ZAR, 1984; SOUZA, 2002a).

Os parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal foram estimados conforme Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e os da estrutura vertical (posição sociológica e regeneração natural) conforme Longhi (1980), citado por Souza (2002a). A estrutura paramétrica foi caracterizada por meio das distribuições do número de árvores, da área basal e do volume total, por hectare, por espécie e por classe de diâmetro. Na execução dessa análise, as árvores com  $CAS \geq 10$  cm foram agrupadas em classes de  $CAS$ , transformadas para classes de diâmetro ao nível do solo -  $DAS$  -, prefixando-se a amplitude de 5 cm.

O volume individual das árvores e por hectare foi obtido com o emprego da equação:

$$\hat{V}t_j = \exp[-10,23110545 + 2,0119544.Ln(DEq_j) + 1,2827287.Ln(Ht_j)],$$

desenvolvida paralelamente aos trabalhos do inventário florestal (capítulo 2).



em que

$\hat{V}t_j$  = volume total com casca, em m<sup>3</sup>;

$DEq_j = \sqrt{DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2}$ , em cm;

$Ht_j$  = altura total do maior fuste, em m;

$Ln$  = logaritmo neperiano;

$j = 1, 2, \dots, j$ -indivíduos; e

$i = 1, 2, \dots, n$ -fustes.

Estimou-se o número de árvores por hectare e por classe de diâmetro, utilizando-se a equação ajustada a partir do modelo de Meyer:  $\hat{Y}_j = \exp(b_0 + b_1 D_j)$ , em que  $\hat{Y}_j$  o estimador do número de árvores por hectare na  $j$ -ésima classe de *DAS*;  $b_0$  e  $b_1$  são os coeficientes da equação; e  $D_j$  é o diâmetro correspondente ao centro da  $j$ -ésima classe de *DAS*.

Foi feita uma comparação da composição florística do estrato arbustivo arbóreo da ESEC Seridó e da fazenda Oriente com a composição florística de outros levantamentos realizados no Nordeste do Brasil. A área comparada no Estado da Paraíba foi uma caatinga localizada na zona fisiográfica do agreste, em área de transição ecológica, entre os municípios de Areia e Remígio (PEREIRA et al., 2002). No Rio Grande do Norte entraram na comparação a caatinga da Estação Experimental do IBAMA, em Açú (FERREIRA, 1988); da ESEC Seridó, em levantamento anterior (CAMACHO, 2001); e uma floresta estacional decidual de terras baixas, em Macaíba (CESTARO; SOARES, 2004). Em Pernambuco, foi comparada uma área na zona fisiográfica do agreste, em área de transição ecológica; em Caruaru (ALCOFORADO-FILHO, 2003), duas áreas de caatinga, em Floresta (ARAUJO et al., 1995), uma área em Custódia (ARAUJO et al., 1995) e mais outra área em Santa Maria da Boa Vista (DRUMOND et al., 1982). No Ceará e no Piauí, as áreas foram de uma caatinga não-espinhosa em Jaburuna (ARAÚJO et al., 1999) e Serra da Capivara (LEMOS e RODAL, 2002), respectivamente. Para essa comparação, utilizaram-se o índice de Jaccard, a análise de agrupamento, usando o algoritmo de Ward e as distâncias euclidianas (ABE, 1990; SOUZA, 2002c), a interpretação de dendrogramas e a análise discriminante, segundo Fisher (SOUZA, 2002b; REGAZZI, 2002). A análise discriminante foi utilizada para confirmar a classificação dos levantamentos florísticos obtida na análise de agrupamento.

Para comparar as distribuições de densidade ( $\text{ind ha}^{-1}$ ), área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e volume total ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) por classe de diâmetro, entre a ESEC Seridó e a fazenda Oriente, utilizou-se o teste de L & O (LEITE; OLIVEIRA, 2002), a 5% de probabilidade, sendo este uma combinação do teste  $F$  de Graybill modificado, do teste  $t$  para o erro médio e da análise do coeficiente de correlação linear.

Para testar a existência de igualdade entre as médias dos parâmetros da estrutura horizontal, utilizou-se o teste  $t$  de Student, a 5 e 1% de probabilidades (COSTA NETO, 1977).

A tabulação, o processamento e as análises foram realizadas com os *softwares* Excel 2000, Statistica 6.0 e Mata Nativa 2.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Composição florística

No inventário florestal das espécies arbustivas e arbóreas, na ESEC Seridó e na fazenda Oriente, foram amostrados, respectivamente, 1.684 e 2.484 indivíduos, distribuídos, também respectivamente, em 22 e 32 espécies, 21 e 28 gêneros e 14 e 19 famílias (Quadros 1 e 2), abrangendo os níveis de inclusão I e II.

**Quadro 1** - Número de indivíduos amostrados na ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e na fazenda Oriente, município de Condado-PB, nos níveis de inclusão I e II

Nível de Inclusão	Nº de Parcelas	Nº de Árvores Medidas	
		ESEC	Fazenda Oriente
I	20	494	528
II	20	1.190	1.956
Total		1.684	2.484

Na ESEC Seridó, das espécies e famílias amostradas, todas estiveram presentes no nível II de inclusão, enquanto no nível I apareceram apenas 13 espécies e 9 famílias.

Na fazenda Oriente, das 32 espécies amostradas, 30 constam do nível II, contra 25 do nível I. Das 19 famílias amostradas, 17 estavam no nível II e 15 no nível I de inclusão. Dessa forma, observa-se maior riqueza de espécies no nível II de inclusão, para as duas áreas de estudo.

**Quadro 2** - Relação das espécies amostradas na ESEC-Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e na fazenda Oriente, município de Condado-PB, para os níveis de inclusão I e II

Família/Nome científico	Nome comum	ESEC	F. Oriente
<b>Anacardiaceae</b>			
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	x	x
<b>Apocynaceae</b>			
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Pereiro	x	x
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake	Pereiro-branco	-	x
<b>Bignoniaceae</b>			
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Stdl.	Pau-d'arco	x	x
<b>Bombacaceae</b>			
<i>Pseudobombax marginatum</i> (St.Hill., Juss. & Camb.) A. Robyns	Embiratanha	x	x
<b>Burseraceae</b>			
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillet	Imburana	x	x
<b>Capparaceae</b>			
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L	Feijão-bravo	x	x
<b>Cochlospermaceae</b>			
<i>Cochlospermum insignis</i> St.Hill.	Algodão bravo	-	x
<b>Combretaceae</b>			
<i>Combretum</i> cf. <i>leprosum</i> Mart.	Mofumbo	x	x
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Acalypha multicalis</i> Müll. Arg.	Catinga-branca	-	x
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Maniçoba	x	x
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	x	x
<i>Sapium</i> sp.	Pau-leite		x
<i>Jatropha</i> cf. <i>Poliana</i> Müll. Arg.	Pinhão	x	x
<i>Croton</i> cf. <i>rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoff.	Quebra-faca		x
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Faveleira	x	-
<b>Leguminosae Caesalpinioideae</b>			
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Catingueira	x	x
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Jucá	x	x
<i>Bauhinia cheilantha</i>	Mororó	x	x
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barneby	São-joão	x	x
<b>Leguminosae Faboideae</b>			
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Smith	Cumaru	-	x
Indeterminada 3	Pau-serrote	-	x
<b>Leguminosae Mimosoideae</b>			
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico	x	x
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema-branca	x	x
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	Jurema-preta	x	x
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Jurema-vermelha	-	x
<b>Nyctaginaceae</b>			
<i>Guapira</i> sp.	João-mole	-	x
<b>Rhamnaceae</b>			
<i>Ziziphus cotinifolia</i> Reisseck	Juazeiro	x	x
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Tocoyena sellowiana</i>	Jenipapo-do-mato	x	x
<b>Sterculiaceae</b>			
<i>Helicteres</i> cf. <i>mollis</i> Schum.	Guaxumba	-	x
Indeterminada 1	Bugi	x	x
Indeterminada 2	Cipó-de-cruz		x
Indeterminada 4	Rompe-gibão	x	x

As famílias Leguminosae e Euphorbiaceae contribuíram com sete e quatro espécies respectivamente, sendo as mais ricas da ESEC Seridó. Na fazenda Oriente, as famílias Leguminosae, Euphorbiaceae e Apocynaceae contribuíram com 10, 6 e 2 espécies respectivamente, sendo essas as mais ricas. As demais famílias, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Burseraceae, Capparaceae, Cochlospermaceae, Combretaceae, Nyctaginaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae e Sterculiaceae, contribuíram cada uma com uma única espécie.

As famílias com maior número médio de indivíduos por hectare, proporcionalmente aos níveis de inclusão, foram Leguminosae com 426,5 (29,67%), Euphorbiaceae com 358,5 (24,94%), Apocinaceae com 192,5 (13,39%) e Combretaceae com 145 (10,09%), perfazendo 78,10% dos indivíduos amostrados na ESEC Seridó. Os elementos que mais denotaram o conspecto da sinúsia foram *Croton sondarianus* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Leguminosae), *Aspidosperma pyriforme* Mart. (Apocinaceae), *Cobretum cf leprosum* Mart. (Combretaceae) e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (Leguminosae).

Na fazenda Oriente, as famílias com maior número de indivíduos foram Leguminosae com 780,5 (35,16%), Euphorbiaceae com 757,5 (34,12%) e Combretaceae com 221 (9,93%) indivíduos, perfazendo 79,21% dos indivíduos amostrados. Os elementos mais conspícuos nessa localidade foram *Croton sondarianus* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. (Leguminosae), *Cobretum cf leprosum* Mart. (Combretaceae), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Leguminosae), *Piptadencia stipulaceae* (Benth.) Ducke (Leguminosae) e *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. (Leguminosae).

Esses resultados confirmam as observações de Tavares (1991) e os resultados de outros trabalhos (TAVARES et al., 1975; ARAÚJO et al., 1995; CAMACHO, 2001; PEREIRA et al., 2002; ALCOFORADO-FILHO et al., 2003), nos quais a constatou-se que as famílias Leguminosae e Euphorbiaceae abrangem a maior parte das espécies lenhosas da flora da caatinga.

Os índices de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para cada área estudada, ESEC Seridó e fazenda Oriente, foram, respectivamente, 2,24 e 2,45; o coeficiente de mistura de Jentsch (QM), 1:73,22 e 1:75,27; o índice de dominância de Simpson (1-C), 0,86 e 0,88; e a equabilidade de Pielou (J), 0,71 e 0,72, para os níveis I e II de inclusão, conjuntamente (Quadro 3).

**Quadro 3** - Índices de diversidade florística da ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e da fazenda Oriente, município de Condado-PB

Índice de Diversidade	Localidade	
	ESEC	Fazenda Oriente
Coeficiente de mistura de Jentsch (QM)	1:73,22	1:75,27
Índice de Shannon-Weaver (H')*	2,24	2,45
Índice de dominância de Simpson (1-C)	0,86	0,88
Equabilidade de Pielou (J)	0,71	0,72

\* = diferença significativa ( $P < 0,05$ ) pelo teste  $t$ , entre as duas localidades.

Os valores de H' estão próximos aos encontrados por Camacho (2001) em levantamento na mesma área (ESEC Seridó), com outro sistema de amostragem, e superiores aos encontrados por ARAUJO et al. (1995) em caatingas da Depressão Sertaneja, em Pernambuco. Também superiores foram os valores encontrados para caatingas em transição com florestas de brejos de altitude em Areia-PB (PEREIRA et al. (2002) e Caruaru-PE (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003), com H' 2,99 e 3,09, respectivamente.

Quando esses índices de diversidade são analisados separadamente para cada nível de inclusão, constatou-se que os valores alcançados para o nível I foram: H' 1,68 e 2,34; QM 1:35,29 e 1:20,31; 1-C 0,73 e 0,83; e J' 0,64 e 0,72. Para o nível II: H' 2,20 e 2,31; QM 1:51,74 e 1:63,10; 1-C 0,86 e 0,85; e J' 0,70 e 0,67, para as localidades 1 e 2 respectivamente (Quadro 4).

A similaridade florística entre as duas áreas de estudo, estimada pelo índice de Jaccard, foi igual a 0,70, revelando alta homogeneidade florística entre as localidades estudadas. Os valores encontrados por Camacho (2001) variaram de 0,31 a 0,81 para diversos estratos dentro da ESEC Seridó.

**Quadro 4** - Índices de diversidade florística da ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e da fazenda Oriente, município de Condado-PB, para os níveis de inclusão I (N<sub>I</sub>) e II (N<sub>II</sub>), separadamente

Índice de Diversidade	Localidade			
	ESEC		Fazenda Oriente	
	N <sub>I</sub>	N <sub>II</sub>	N <sub>I</sub>	N <sub>II</sub>
Coeficiente de mistura de Jentsch (QM)	1:35,29	1:51,74	1:20,31	1:63,10
Índice de Shannon-Weaver (H') *	1,68	-	2,34	-
Índice de Shannon-Weaver (H') *	-	2,20	-	2,31
Índice de dominância de Simpson (1-C)	0,73	0,86	0,83	0,85
Equabilidade de Pielou (J)	0,64	0,70	0,72	0,67

\* = diferença significativa ( $P < 0,05$ ) pelo teste  $t$ .

### 3.2. Estrutura horizontal

As dez espécies com maior VI na ESEC Seridó (Quadro 5) foram: *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Aspidosperma pyriformium*, *Croton sonderianus*, *Mimosa tenuiflora*, *Combretum cf. leprosum*, *Anadenanthera colubrina*, *Jatropha cf. poliana*, *Piptadenia stipulacea* e *Commiphora leptophloeos*.

**Quadro 5** – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, ordenadas pelo VI

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	252,5	17,57	90	10,06	2,856	36,63	54,202	64,258	21,42
Morta	244,5	17,01	100	11,17	1,026	13,16	30,178	41,352	13,78
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	192,5	13,40	95	10,61	1,093	14,02	27,412	38,027	12,68
<i>Croton sonderianus</i>	288,0	20,04	80	8,94	0,403	5,17	25,215	34,153	11,38
<i>Mimosa tenuiflora</i>	78,0	5,43	80	8,94	0,629	8,06	13,491	22,430	7,48
<i>Combretum cf. leprosum</i>	145,0	10,09	60	6,70	0,247	3,17	13,259	19,963	6,65
<i>Anadenanthera colubrina</i>	31,0	2,16	55	6,15	0,579	7,43	9,586	15,731	5,24
<i>Jatropha cf. poliana</i>	60,5	4,21	70	7,82	0,194	2,49	6,699	14,521	4,84
<i>Piptadenia stipulacea</i>	59,5	4,14	60	6,70	0,159	2,04	6,183	12,887	4,30
<i>Commiphora leptophloeos</i>	12,5	0,87	35	3,91	0,154	1,97	2,842	6,752	2,25
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	8,0	0,56	30	3,35	0,196	2,52	3,074	6,426	2,14
<i>Capparis flexuosa</i>	19,0	1,32	25	2,79	0,062	0,80	2,119	4,912	1,64
Indeterminada	15,0	1,04	20	2,23	0,042	0,54	1,579	3,814	1,27
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4,5	0,31	15	1,68	0,047	0,61	0,919	2,595	0,87
<i>Pseudobombax marginatum</i>	4,5	0,31	15	1,68	0,030	0,38	0,692	2,368	0,79
<i>Caesalpinia fêrrea</i>	2,5	0,17	15	1,68	0,018	0,24	0,411	2,087	0,70
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3,0	0,21	15	1,68	0,005	0,06	0,270	1,946	0,65
<i>Tocoyena sellowiana</i>	8,0	0,56	5	0,56	0,020	0,26	0,812	1,371	0,46
<i>Bauhinia cheilantha</i>	2,0	0,14	10	1,12	0,006	0,07	0,213	1,330	0,44
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	2,5	0,17	5	0,56	0,020	0,26	0,435	0,994	0,33
<i>Manihot glaziovii</i>	2,0	0,14	5	0,56	0,002	0,03	0,171	0,730	0,24
Indeterminada 1	1,0	0,07	5	0,56	0,005	0,06	0,128	0,687	0,23
<i>Senna macranthera</i>	1,0	0,07	5	0,56	0,003	0,04	0,108	0,667	0,22
Total	1437,0	100,00	895	100,00	7,797	100,00	200,00	300,00	100,00

DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, VC = valor de cobertura, VC% = valor de cobertura em porcentagem, VI = valor de importância e VI% = valor de importância em porcentagem.

Na fazenda Oriente (Quadro 6), as dez mais importantes foram: *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum cf. leprosum*, *Piptadenia stipulacea*, *Commiphora leptophloeos*, *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Manihot glaziovii*.

Essas dez espécies representam 94,92 e 86,63% da densidade relativa (DR), 81 e 59,79% da frequência relativa (FR), 94,14 e 80,89% da dominância relativa (DoR), 94,54 e 83,76% do valor de cobertura (VC) e 90,02 e 75,77% do valor de importância (VI), para a ESEC Seridó e a fazenda Oriente, respectivamente.

**Quadro 6** – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na fazenda Oriente, município de Condado-PB, ordenadas pelo VI

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Croton sonderianus</i>	576,50	25,97	100	7,12	1,073	10,80	36,773	43,891	14,63
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	167,00	7,52	100	7,12	2,815	28,33	35,853	42,971	14,32
Mortas	295,00	13,29	100	7,12	0,996	10,03	23,314	30,431	10,14
<i>Bauhinia cheilantha</i>	331,00	14,91	100	7,12	0,579	5,83	20,737	27,855	9,28
<i>Combretum cf. leprosum</i>	220,50	9,93	80	5,69	0,327	3,30	13,228	18,922	6,31
<i>Piptadenia stipulacea</i>	98,50	4,44	85	6,05	0,347	3,49	7,929	13,979	4,66
<i>Commiphora leptophloeos</i>	35,0	1,58	75	5,34	0,701	7,06	8,635	13,973	4,66
<i>Mimosa tenuiflora</i>	53,0	2,39	65	4,63	0,577	5,81	8,199	12,826	4,28
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	74,0	3,33	80	5,69	0,282	2,84	6,171	11,865	3,96
<i>Manihot glaziovii</i>	72,5	3,27	55	3,91	0,337	3,40	6,663	10,577	3,53
<i>Anadenanthera colubrina</i>	17,5	0,79	60	4,27	0,506	5,09	5,883	10,154	3,38
<i>Jatropha cf. poliana</i>	53,5	2,41	55	3,91	0,168	1,69	4,099	8,013	2,67
<i>Pseudobombax marginatum</i>	43,0	1,94	50	3,56	0,229	2,30	4,239	7,798	2,60
<i>Amburana cearensis</i>	28,0	1,26	50	3,56	0,261	2,63	3,891	7,450	2,48
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	31,5	1,42	60	4,27	0,154	1,55	2,964	7,235	2,41
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	14,5	0,65	45	3,20	0,267	2,68	3,337	6,540	2,18
<i>Croton cf. rhamnifolioides</i>	40,5	1,82	30	2,14	0,079	0,79	2,615	4,751	1,58
Indeterminada 1	15,0	0,68	40	2,85	0,016	0,16	0,836	3,683	1,23
<i>Caesalpinia ferrea</i>	6,0	0,27	30	2,14	0,049	0,49	0,761	2,897	0,97
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	6,5	0,29	25	1,78	0,016	0,16	0,453	2,232	0,74
<i>Sapium</i> sp.	9,5	0,43	20	1,42	0,017	0,17	0,596	2,019	0,67
<i>Guapira</i> sp.	5,5	0,25	15	1,07	0,038	0,38	0,625	1,693	0,56
<i>Capparis flexuosa</i>	5,0	0,23	15	1,07	0,021	0,21	0,435	1,503	0,50
Indeterminada 3	2,5	0,11	10	0,71	0,031	0,31	0,423	1,135	0,38
Indeterminada 4	5,0	0,23	10	0,71	0,009	0,09	0,315	1,027	0,34
<i>Acalypha multicalis</i>	5,0	0,23	10	0,71	0,008	0,08	0,308	1,020	0,34
<i>Tocoyena sellowiana</i>	1,5	0,07	10	0,71	0,009	0,09	0,161	0,873	0,29
<i>Senna macranthera</i>	3,0	0,14	5	0,36	0,004	0,04	0,171	0,527	0,18
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	0,5	0,02	5	0,36	0,013	0,13	0,157	0,513	0,17
<i>Cochlospermum insigne</i>	0,5	0,02	5	0,36	0,004	0,04	0,061	0,417	0,14
<i>Helicteres cf. mollis</i>	1,0	0,05	5	0,36	0,001	0,01	0,057	0,412	0,14
Indeterminada 2	1,0	0,05	5	0,36	0,001	0,01	0,055	0,411	0,14
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1,0	0,05	5	0,36	0,001	0,01	0,054	0,410	0,14
Total	2220,0	100,00	1.405	100,00	9,935	100,00	200,00	300,00	100,00

DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, VC = valor de cobertura, VC% = valor de cobertura em porcentagem, VI = valor de importância e VI% = valor de importância em porcentagem.

Os valores de 7,79 e 9,93 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> para a área basal estão próximos dos valores encontrados por Ferreira (1988) na Estação Florestal Experimental de Açú-RN, porém estão abaixo dos encontrados por Camacho (2001), trabalhando na mesma área. Diferentes também foram os números de indivíduos encontrados por aquele autor, que variaram de 2.812 a 7.015 ind ha<sup>-1</sup>, contra 1.437 ind ha<sup>-1</sup> encontrados neste trabalho, para a mesma localidade (ESEC Seridó). Atribui-se essa diferença às diferentes metodologias de abordagem quando da amostragem, levando em conta a variabilidade das condições heterogêneas existentes na área da ESEC Seridó.

Ao considerar os valores de DA, DoA e Vt para cada local de estudo, observa-se que esses parâmetros são estatisticamente diferentes para cada um desses locais (teste *t*,  $P < 0,01$ ). Porém, quando observados separadamente, por nível de inclusão, a análise comparativa (teste *t*,  $P < 0,01$ ) demonstrou não haver diferenças significativas entre os locais, no primeiro nível de inclusão, mas sim no segundo nível (Quadros 7 e 8). Esses resultados apontam que o segundo nível de inclusão da fazenda Oriente é mais desenvolvido, possivelmente por esta ter uma condição ecológica de maior pluviosidade.

**Quadro 7** – Valores de DA (ind ha<sup>-1</sup>), DoA (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) e Vt (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) para a ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e para a fazenda Oriente, município de Condado-PB

Parâmetro	ESEC	Fazenda Oriente
DA **	1.437	2.220
DoA **	7,796	9,935
Vt **	22,951	32,737

\*\* = significativo ( $P < 0,01$ ).

**Quadro 8** - Valores de DA (ind ha<sup>-1</sup>), DoA (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) e Vt (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) para os níveis I e II de inclusão na ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e na fazenda Oriente, município de Condado-PB

Nível de Inclusão	Parâmetro	ESEC	Fazenda Oriente
I	DA <sup>ns</sup>	247	264
	DOA <sup>ns</sup>	5,303	6,019
	Vt <sup>ns</sup>	18,748	22,791
II	DA **	1.190	1.956
	DOA **	2,493	3,916
	Vt **	4,203	9,946

\*\* = significativo ( $P < 0,01$ ) e ns = não-significativo ( $P > 0,05$ ).

### 3.3. Estrutura vertical

A análise da estrutura vertical (Quadros 9 e 10) considerou a posição sociológica das espécies e a regeneração natural, tendo a população sido classificada em três estratos de altura total (Ht): inferior (E1), médio (E2) e superior (E3), com seus respectivos intervalos.

Na ESEC Seridó, a espécie *Anadenanthera colubrina* (angico), da subfamília Leguminosae Mimosoideae, apresentou o exemplar com maior altura total (10,5 m), já na fazenda Oriente foi da espécie *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), da família Anacardiaceae, o exemplar de maior altura (11 m).



**Quadro 9** – Estimativas médias de número de árvores por espécie, por hectare (n ha<sup>-1</sup>), por estrato de altura (Ht), por PSA e por PSR, em ordem decrescente de VI%, na ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN

Espécie	E1	E2	E3	PSA	PSR
	Ht < 2,79 m	2,79 m ≤ Ht < 5,62 m	Ht ≥ 5,62 m		
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	16,0	179,5	57,0	19.522,45	19,65
Morta	39,5	198,5	6,5	17.130,34	17,24
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	72,0	114,5	6,0	12.242,64	12,32
<i>Croton sonderianus</i>	18,0	270,0	0,0	20.397,51	20,53
<i>Mimosa tenuiflora</i>	4,0	65,0	9,0	6.553,33	6,60
<i>Combretum cf. leprosum</i>	7,0	130,0	8,0	9.901,13	9,96
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,0	15,0	15,0	1.587,35	1,60
<i>Jatropha cf. Poliana</i>	25,0	35,5	0,0	3.154,93	3,18
<i>Piptadenia stipulacea</i>	1,0	49,5	9,0	3.948,99	3,97
<i>Commiphora leptophloeos</i>	6,0	6,0	0,5	835,57	0,84
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,0	5,0	3,0	598,81	0,60
<i>Capparis flexuosa</i>	1,0	18,0	0,0	1.432,01	1,44
Indeterminada 4	8,0	7,0	0,0	624,11	0,63
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,0	2,0	2,5	212,65	0,21
<i>Pseudobombax marginatum</i>	4,0	0,5	0,0	125,30	0,13
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,0	2,0	0,5	162,05	0,16
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	2,0	1,0	0,0	100,00	0,10
<i>Tocoyena sellowiana</i>	6,0	2,0	0,0	225,30	0,23
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,0	2,0	0,0	149,41	0,15
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	0,0	2,0	0,5	162,05	0,16
<i>Manihot glaziovii</i>	0,0	2,0	0,0	149,41	0,15
Indeterminada 1	0,0	1,0	0,0	74,70	0,08
<i>Senna macranthera</i>	0,0	1,0	0,0	74,70	0,08
Total	210,5	1.109,0	117,5	99.364,73	100,00

**Quadro 10** – Estimativas médias de número de árvores por espécie, por hectare (n/ha), por estrato de altura (Ht), PSA e PSR em ordem decrescente de VI%, na fazenda Oriente, município de Condado-PB

Espécie	E1	E2	E3	PSA	PSR
	Ht < 3,66 m	3,66 m ≤ Ht < 5,97m	Ht ≥ 5,97 m		
<i>Croton sonderianus</i>	24,0	496,0	56,5	35.134,42	27,57
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	9,0	96,0	62,0	11.392,03	8,94
Morta	97,5	185,5	12,0	15.340,10	12,04
<i>Bauhinia cheilantha</i>	71,0	249,5	10,5	18.255,68	14,32
<i>Combretum cf. leprosum</i>	8,0	158,5	54,0	11.876,81	9,32
<i>Piptadenia stipulacea</i>	4,0	69,5	25,0	5.401,57	4,24
<i>Commiphora leptophloeos</i>	14,5	15,0	5,5	2.038,89	1,60
<i>Mimosa tenuiflora</i>	1,0	29,0	23,0	3.363,04	2,64
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	5,0	57,5	11,5	4.602,78	3,61
<i>Manihot glaziovii</i>	3,0	58,5	11,0	4.796,14	3,76
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,0	5,0	12,5	753,26	0,59
<i>Jatropha cf. poliana</i>	32,0	20,5	1,0	2.117,15	1,66
<i>Pseudobombax marginatum</i>	27,5	13,5	2,0	1.821,26	1,43
<i>Amburana cearensis</i>	7,0	14,5	6,5	1.758,21	1,38
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	14,0	17,0	0,5	1.776,93	1,39
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,0	7,0	7,5	794,93	0,62
<i>Croton cf. rhamnifolioides</i>	11,0	29,5	0,0	2.191,67	1,72

Continua...

**Quadro 10, cont.**

Espécie	E1	E2	E3	PSA	PSR
	Ht < 3,66 m	3,66 m ≤ Ht < 5,97m	Ht ≥ 5,97 m		
Indeterminada 1	0,0	14,0	1,0	968,24	0,76
<i>Caesalpinia férrea</i>	1,0	4,5	0,5	507,25	0,40
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	2,0	4,0	0,5	317,75	0,25
<i>Sapium sp.</i>	2,0	7,5	0,0	571,26	0,45
<i>Guapira sp.</i>	1,0	4,0	0,5	303,62	0,24
<i>Capparis flexuosa</i>	1,0	3,0	1,0	303,62	0,24
Indeterminada 3	0,0	1,5	1,0	171,74	0,13
Indeterminada 4	4,0	1,0	0,0	124,40	0,10
<i>Acalypha multicalis</i>	1,0	4,0	0,0	285,63	0,22
<i>Tocoyena sellowiana</i>	0,0	1,5	0,0	135,75	0,11
<i>Senna macranthera</i>	2,0	1,0	0,0	96,14	0,08
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	0,0	0,0	0,5	18,00	0,01
<i>Cochlospermum insigne</i>	0,0	0,0	0,5	18,00	0,01
<i>Helicteres cf. mollis</i>	0,0	1,0	0,0	67,87	0,05
Indeterminada 2	0,0	1,0	0,0	67,87	0,05
<i>Aspidosperma cuspa</i>	0,0	1,0	0,0	67,87	0,05
Total	342,5	1.571,0	306,5	127.439,86	100,00

Na ESEC Seridó (Quadro 9), todas as espécies foram representadas no estrato E2, 14 espécies no estrato E1, além do grupo das mortas, e 11 espécies no estrato E3 mais o grupo das mortas. Na fazenda Oriente (Quadro 10), da mesma forma, todas as espécies tiveram representantes no estrato E2, 22 espécies estavam no E1, além das mortas, e 24 espécies, mais as mortas, no estrato E3.

Na ESEC Seridó, das dez espécies de maior VI, destacaram-se quanto à posição sociológica relativa (PSR): *Croton sonderianus* (20,53%), *Caesalpinia pyramidalis* (19,65%), o grupo das mortas (17,24%), *Aspidosperma pyriformium* (12,32%) e *Combretum cf. leprosum* (9,96%).

Na fazenda Oriente, dentre as mais importantes pelo VI, destacaram-se *Croton sonderianus* (27,57%), *Bauhinia cheilantha* (14,32%), mortas (12,04%), *Combretum cf. leprosum* (9,32%) e *Caesalpinia pyramidalis* (8,94%).

Quanto ao índice de regeneração natural relativa - RNR -, na área da ESEC Seridó (Quadro 11), uma espécie, *Croton sonderianus*, foi responsável por 62% do valor do índice, enquanto algumas espécies, a exemplo de *Cnidoscolus quercifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, *Pseudobombax marginatum*, *Manihot glaziovii* e *Senna macranthera*, não tiveram representantes na amostragem da regeneração natural. Por outro lado, uma espécie que não estava presente na amostragem das árvores adultas, *Croton cf. alagoensis*, estava presente na regeneração natural.

**Quadro 11** – Parâmetros fitossociológicos das espécies da regeneração natural na ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN

Espécie	FA	FR	DA	DR	CATR	CRTR	RNR
<i>Croton sonderianus</i>	80	18,82	7.265	83,12	783,71	84,23	62,06
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	75	17,65	525	6,01	55,84	6,00	9,89
<i>Combretum cf. leprosum</i>	60	14,12	315	3,6	27,60	2,97	6,90
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	25	5,88	80	0,92	8,36	0,90	2,57
<i>Anadenanthera colubrina</i>	30	7,06	40	0,46	3,97	0,43	2,65
<i>Piptadenia stipulacea</i>	20	4,71	105	1,2	8,66	0,93	2,28
<i>Mimosa tenuiflora</i>	25	5,88	60	0,69	7,72	0,83	2,47
<i>Capparis flexuosa</i>	25	5,88	25	0,29	1,94	0,21	2,13
Indeterminada 1	15	3,53	130	1,49	12,65	1,36	2,13
Indeterminada 4	15	3,53	60	0,69	4,82	0,52	1,58
<i>Bauhinia cheilantha</i>	10	2,35	60	0,69	6,89	0,74	1,26
<i>Caesalpinia ferrea</i>	10	2,35	10	0,11	0,74	0,08	0,85
<i>Commiphora leptophloeos</i>	10	2,35	10	0,11	1,36	0,15	0,87
<i>Croton cf. alagoensis</i>	5	1,18	30	0,34	3,24	0,35	0,62
<i>Tocoyena sellowiana</i>	5	1,18	10	0,11	1,36	0,15	0,48
<i>Jatropha cf. poliana</i>	5	1,18	5	0,06	0,68	0,07	0,44
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	5	1,18	5	0,06	0,68	0,07	0,44
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	5	1,18	5	0,06	0,26	0,03	0,42
Total	425	100,00	8.740	100,00	930,45	100,00	100,00

Na fazenda Oriente (Quadro 12), duas espécies *Bauhinia cheilantha* e *Croton sonderianus* tiveram maior expressão na RNR, tendo sido responsáveis por 56% do valor do índice. As espécies que não foram representadas na RNR foram *Caesalpinia ferrea*, *Sapium* sp., *Guapira* sp., indeterminadas 3 e 4, *Tocoyena sellowiana* e *Cochlospermum insigne*. Uma espécie que não estava na amostragem das árvores adultas foi representada na RNR, *Cordia leucocephala*.

Algumas espécies tiveram seu valor de importância ampliado (Quadros 1A e 2A), em relação aos índices estimados apenas pelos parâmetros da estrutura horizontal, com a adição dos parâmetros da estrutura vertical (PSR e RNR). Por esse índice, as espécies têm sua importância ecológica bem definida na comunidade, permitindo a aplicação de técnicas de manejo fundamentadas no equilíbrio das estruturas anteriormente existentes (SOUZA, 2002a).

Na ESEC Seridó, *Croton sonderianus* (23,35%), *Caesalpinia pyramidalis* (18,76%), o grupo das mortas (11,72%), *Aspidosperma pyriforme* (10,58%), *Combretum cf. leprosum* (7,36) e *Mimosa tenuiflora* (6,30%) destacaram-se com maiores valores de VIA%. Com o VIA, a ordem de importância foi alterada quando *C. sonderianus* superou *C. pyramidalis*, uma vez que 93,75% dos indivíduos ficaram no estrato médio (E2), alcançando 20,53% de PSR, bem como o alto valor de RNR (62%)

contribuiu para a inversão da posição. A outra inversão se deu quando *C. leprosum* ultrapassou *M. tenuiflora* por razões semelhantes.

**Quadro 12** – Parâmetros fitossociológicos das espécies da regeneração natural na fazenda Oriente, município de Condado-PB

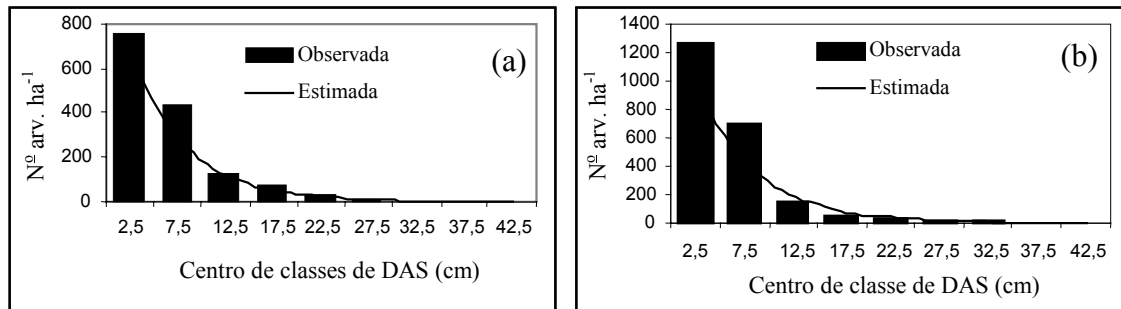
Espécie	FA	FR	DA	DR	CATR	CRTR	RNR
<i>Bauhinia cheilantha</i>	100	12,74	4.360	37,96	388,80	37,72	29,47
<i>Croton sonderianus</i>	100	12,74	3.880	33,78	338,48	32,84	26,45
Indeterminada 1	50	6,37	875	7,62	80,18	7,78	7,26
<i>Acalypha multicalis</i>	20	2,55	850	7,4	89,27	8,66	6,20
<i>Piptadenia stipulacea</i>	80	10,19	295	2,57	26,83	2,60	5,12
<i>Combretum cf. leprosum</i>	60	7,64	260	2,26	19,92	1,93	3,94
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	55	7,01	205	1,78	18,68	1,81	3,53
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	60	7,64	90	0,78	8,32	0,81	3,08
<i>Pseudobombax marginatum</i>	40	5,10	55	0,48	2,90	0,28	1,95
<i>Anadenanthera colubrina</i>	35	4,46	50	0,44	3,98	0,39	1,76
<i>Helicteres cf. mollis</i>	5	0,64	240	2,09	23,14	2,24	1,66
<i>Mimosa tenuiflora</i>	25	3,18	40	0,35	4,34	0,42	1,32
<i>Croton cf. rhamnifolioides</i>	20	2,55	70	0,61	8,07	0,78	1,31
<i>Commiphora leptophloeos</i>	20	2,55	35	0,30	2,18	0,21	1,02
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	20	2,55	30	0,26	2,26	0,22	1,01
<i>Jatropha cf. poliana</i>	20	2,55	20	0,17	1,73	0,17	0,96
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	15	1,91	30	0,26	2,59	0,25	0,81
<i>Manihot glaziovii</i>	10	1,27	25	0,22	2,54	0,25	0,58
<i>Amburana cearensis</i>	10	1,27	20	0,17	1,94	0,19	0,54
<i>Senna macranthera</i>	10	1,27	10	0,09	0,74	0,07	0,48
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	5	0,64	5	0,04	0,60	0,06	0,25
<i>Aspidosperma cuspa</i>	5	0,64	10	0,09	0,74	0,07	0,27
Indeterminada 2	5	0,64	10	0,09	0,86	0,08	0,27
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	5	0,64	5	0,04	0,26	0,03	0,24
<i>Capparis flexuosa</i>	5	0,64	10	0,09	0,86	0,08	0,27
<i>Cordia leucocephala</i>	5	0,64	5	0,04	0,60	0,06	0,25
Total	785	100,00	11.485	100,00	1.030,81	100,00	100,00

Na fazenda Oriente, os destaques em VIA% foram para *Croton sonderianus* (19,58%), *Bauhinia cheilantha* (14,33%), *Caesalpinia pyramidalis*, o grupo das mortas, *Combretum cf. leprosum*, *Piptadenia stipulacea*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora* e *Commiphora leptophloeos*. A alteração pelo VIA, em relação ao VI, se deu em *Bauhinia cheilantha*, que ultrapassou *C. pyramidalis* e o grupo das mortas, em que *B. cheilantha* apresentou alto valor de PSR e RNR. Outra alteração importante foi de *M. ophthalmocentra*, por ter melhor desempenho em PSR e RNR em relação a *M. tenuiflora* e *C. leptophloeos*.

### 3.4. Estrutura paramétrica

#### 3.4.1. Distribuição da densidade

A distribuição diamétrica das áreas da ESEC Seridó da fazenda Oriente seguiu a tendência de *J*-invertido, que é típica das florestas naturais inequianas (Figura 4).



**Figura 4** – Distribuição do número de árvores por classe de diâmetro e por hectare para (a) fazenda Oriente e (b) ESEC Seridó.

As distribuições de diâmetros de todas as espécies com *DAS* >3 cm estimadas pela equação de Meyer  $Y_j = \exp(b_0 + b_1 D_j)$  confirmaram a tendência exponencial negativa (Quadro 13).

Os valores de densidade estimados para a ESEC Seridó e para a fazenda Oriente foram 1.437 e 2.220 ind ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo estes valores detalhados por espécie e por classe de diâmetro, para os níveis de inclusão I e II (Quadros 1B e 2B).

Na composição do valor de cobertura (VC), algumas espécies tiveram na DR o parâmetro mais expressivo, a exemplo de *Croton sonderianus*, grupo das mortas, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum* cf. *leprosum*, *Piptadenia stipulacea*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Manihot glaziovii*. Essas espécies, foram as que detiveram o maior número de indivíduos na primeira classe de diâmetro, à exceção de *P. stipulacea* e *M. glaziovii*, que tiveram maior número de indivíduos na segunda classe, na localidade 2. Na localidade 1, as espécies que se destacaram com maior valor de DR na composição do VC foram o grupo das mortas, *Croton sonderianus*, *Combretum* cf. *leprosum*, *Jatropha* cf. *poliana*, *P. stipulacea* e *Capparis flexuosa*. Na distribuição dos números de árvores por classe de diâmetro, essas espécies, além de *Caesalpinia pyramidalis*, foram as que apresentaram o maior número de indivíduos na classe 1, com exceção de *J. poliana*, que apresentou maior número de indivíduos na classe 2.

**Quadro 13** – Estimativas dos parâmetros do modelo de Meyer, coeficiente de correlação ( $r_{\hat{y}y}$ ) e erro-padrão residual ( $S_{yx}$ )

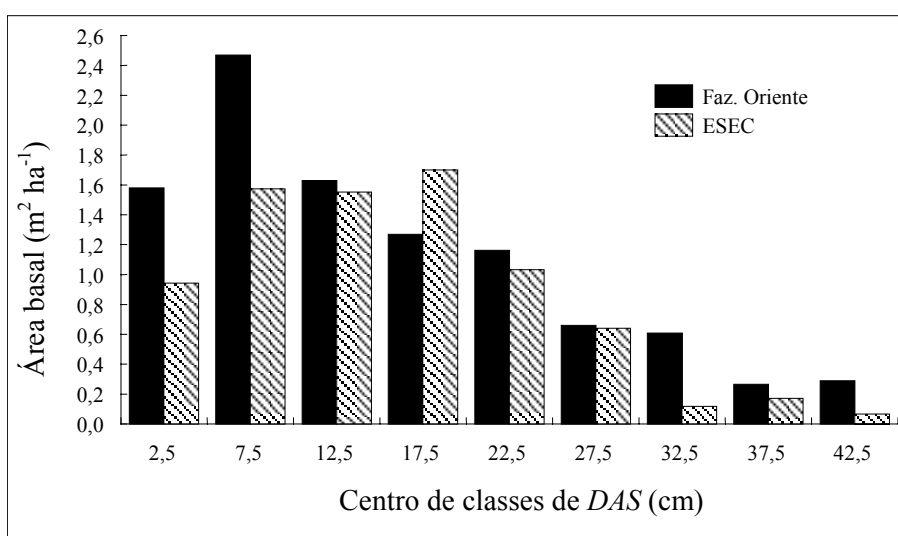
Localidade	Estatística			
	$b_0$	$b_1$	$r_{\hat{y}y}$	$S_{yx}$
ESEC Seridó (1)	7,013275**	-0,145937**	0,987	33,83
Fazenda Oriente (2)	7,576265**	-0,163813**	0,992	73,30

\*\* significativo pelo teste t ( $P < 0,01$ ).

### 3.4.2. Distribuição da área basal

As áreas basais estimadas, respectivamente, para a ESEC Seridó e para a fazenda Oriente foram 7,80 e 9,94  $m^2 ha^{-1}$ . A distribuição, por hectare e classe de diâmetro, é mostrada na Figura 5.

Independentemente das áreas de estudo, as espécies com maior participação no VC foram aquelas que ocorreram em um maior número de classes de diâmetro. Na ESEC Seridó, as referidas espécies foram *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformium*, *Mimosa tenuiflora*, *Anadenanthera colubrina*, *Commiphora leptophloeos*, *Cnidoscolus quercifolius* e também o grupo das mortas; e na fazenda Oriente, foram *Caesalpinia pyramidalis*, *Commiphora leptophloeos*, *Mimosa tenuiflora*, *Anadenanthera colubrina*, além do grupo das mortas.



**Figura 5** – Distribuição da área basal por classe de diâmetro e por hectare para a ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e a fazenda Oriente, município de Condado-PB.

As áreas basais por hectare e por classe de *DAS*, na fazenda Oriente (Figura 5), foram maiores que na ESEC Seridó, exceto no centro de classe de 17,5 cm.

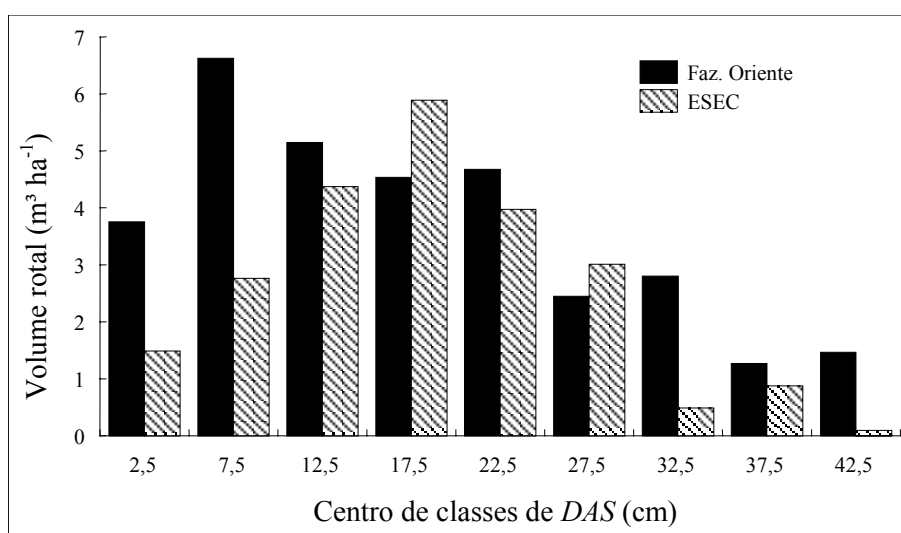
### 3.4.3. Distribuição do volume

Os volumes totais estimados foram 22,95 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para a ESEC Seridó, e 32,73 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para a fazenda Oriente.

Na ESEC Seridó, cinco espécies, *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Mimosa tenuiflora*, *Anadenanthera colubrina* e *Cnidoscolus quercifolius*, foram responsáveis por 77,5% do volume total estimado. Incluindo o grupo das árvores mortas, o percentual chega a 87,5%. Estimou-se ainda que 87,1% do volume total estava concentrado entre as classes de diâmetro de 7,5 a 27,5 cm (Figura 3).

Na fazenda Oriente, cinco espécies, *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Commiphora leptophloeos*, *Mimosa tenuiflora* e *Anadenanthera colubrina*, representaram 62% de todo volume estimado. Com a inclusão das árvores mortas, o total foi de 70,2%. Estimou-se que 71,6% dos volumes totais estavam concentrados entre as classes de diâmetro de 7,5 a 27,5 cm (Figura 6).

Os volumes por hectare e por classe de *DAS*, na fazenda Oriente, foram maiores que na ESEC Seridó, exceto nos centros de classes de 17,5 e 27,5 cm (Figura 6).



**Figura 6** – Distribuição do volume total por classe de diâmetro e por hectare, para a ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e a fazenda Oriente, município de Condado-PB.

Observou-se (Figura 6) concentração do volume nas primeiras classes de diâmetro. Esse comportamento da biomassa indica que nas comunidades de caatingas predominam indivíduos de pequenas dimensões. Para agregar valor ao manejo dessas comunidades, é necessário buscar alternativas de uso múltiplo, como produtos florestais não-madeireiros (PFNM) e *commodities* (CO<sub>2</sub>).

As distribuições de densidade, área basal e volume total por hectare e por classe de diâmetro da ESEC Seridó e da fazenda Oriente foram diferentes estatisticamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste L & O (Quadro 1E).

### 3.5. Comparação florística

As florísticas das áreas de caatinga da ESEC Seridó da fazenda Oriente foram comparadas com as de outros 16 levantamentos florísticos. Foram identificados 203 táxons com base na identificação em nível de espécie, em 18 áreas de diferentes tipos de vegetação do Nordeste (Quadro 14). Os índices de similaridade de Jaccard variaram de 0,82 (ESEC Seridó-c e ESEC Seridó-d) a 0,0 (Jaburuna e ESEC Seridó-a,b,d, Açú-a e b, fazenda Canaã, fazenda Samambaia, fazenda Poço do Ferro, Caruaru, Serra da Capivara e Açú-a e b), conforme mostrado no Quadro 15.

O dendrograma obtido da análise de agrupamento (Figura 7) mostrou a formação de dois grupos distintos, em nível da distância euclidiana máxima (100%). O primeiro grupo, composto pelos levantamentos “JB”, “CV”, “MC-b” e “MC-a”, foi formado pelos levantamentos em caatingas nas chapadas sedimentares (carrasco) de Jaburuna-CE e Parque Nacional da Serra da Capivara-PI e os levantamentos de Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas, em Macaíba-RN. O segundo grupo aglomerou os demais levantamentos em áreas de caatinga na depressão sertaneja (Floresta-PE, Custódia-PE, Santa Maria da Boa Vista-PE, Açú-RN, Serra Negra-RN e Condado-PB) e áreas de elevação da Borborema (Caruaru-PE e Areia-PB).

As maiores similaridades foram obtidas para os levantamentos feitos nos estratos da mesma comunidade e para os levantamentos mais próximos, seguidas do relevo regional o que também pode ser comprovado pelo comportamento dos índices da matriz de Jaccard (Quadro 15).



**Quadro 14** – Coordenadas geográficas, área basal, densidade e critério de inclusão de alguns levantamentos fitossociológicos no Nordeste do Brasil

Local	Latitude	Longitude	Área Basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Densidade (ind. ha <sup>-1</sup> )	Critério de Inclusão	Referência
ESEC Seridó, Serra Negra-RN <sup>1</sup>	6°35'/6°40'S	37°15'/37°20'W	7,79	1.437	CAS ≥ 10 cm	Este trabalho
Faz. Oriente, Condado-PB <sup>1</sup>	6°58'S	37°35'W	9,93	2.220	CAS ≥ 10 cm	Este trabalho
Estação Exp. IBAMA, Açú-RN <sup>2</sup> a	5°35'S	36°54'W	10,79	741,5	DAP ≥ 5 cm	Ferreira (1988)
Estação Exp. IBAMA, Açú-RN <sup>2</sup> b	5°35'S	36°54'W	8,86	966,4	DAP ≥ 5 cm	Ferreira (1988)
Estação Exp. IPA, Carnaúba-PE <sup>1</sup>	8°14'S	35°55'W	24,90	3.810	DAS ≥ 3 cm	Alcoforado-Filho (2003)
Colégio Agrícola, Macaíba-RN <sup>2</sup> a	5°53'S	35°23'W	15,88	1.587	CAP ≥ 10 cm	Cestaro e Soares (2004)
Colégio Agrícola, Macaíba-RN <sup>2</sup> b	5°53'S	35°23'W	15,86	1.924	CAP ≥ 10 cm	Cestaro e Soares (2004)
Faz. Poço do Ferro, Floresta-PE <sup>2</sup>	8°30'/8°37'S	38°00'/38°17'W	31,80	5.385	DAS ≥ 5 cm	Araujo et al. (1995)
Faz. Baixa Faveleiro, Floresta-PE <sup>2</sup>	8°30'/8°37'S	38°00'/38°17'W	19,80	3.023	DAS ≥ 5 cm	Araujo et al. (1995)
Faz. Samambaia, Custódia-PE <sup>2</sup>	8°06'S	37°19'W	32,50	3.975	DAS ≥ 5 cm	Araujo et al. (1995)
Faz. São Bento, Areia -PB <sup>1</sup>	6° 52' S	35° 47' W	34,77	3.253	DAS ≥ 3 cm	Pereira et al. (2002)
Serra da Capivara-PI <sup>1</sup>	8°26'/8°54'S	42°19'/42°45'W	31,90	5.827	DAS ≥ 3 cm	Lemos e Rodal (2002)
Faz. Canaã, S. M. Boa Vista-PE <sup>1</sup>	8°48'S	39°50'W	5,51	459	DAP ≥ 5 cm	Drummond et al. (1982)
Jaburuna, Ubaíara -CE <sup>1</sup>	3°54'S	40°59'W	19,20	4.408	DAS ≥ 3 cm	Araujo et al. (1999)
ESEC Seridó, Serra Negra-RN <sup>1</sup> a	6°35'/6°40'S	37°15'/37°20'W	9,98	6.320	DAS ≥ 3 cm	Camacho (2001)
ESEC Seridó, Serra Negra-RN <sup>1</sup> b	6°35'/6°40'S	37°15'/37°20'W	12,25	7.015	DAS ≥ 3 cm	Camacho (2001)
ESEC Seridó, Serra Negra-RN <sup>1</sup> c	6°35'/6°40'S	37°15'/37°20'W	18,92	4.120	DAS ≥ 3 cm	Camacho (2001)
ESEC Seridó, Serra Negra-RN <sup>1</sup> d	6°35'/6°40'S	37°15'/37°20'W	15,51	2.812	DAS ≥ 3 cm	Camacho (2001)

a, b, c, d = estratos; <sup>1</sup> método de parcelas múltiplas de área fixa; e <sup>2</sup> método dos pontos quadrantes.

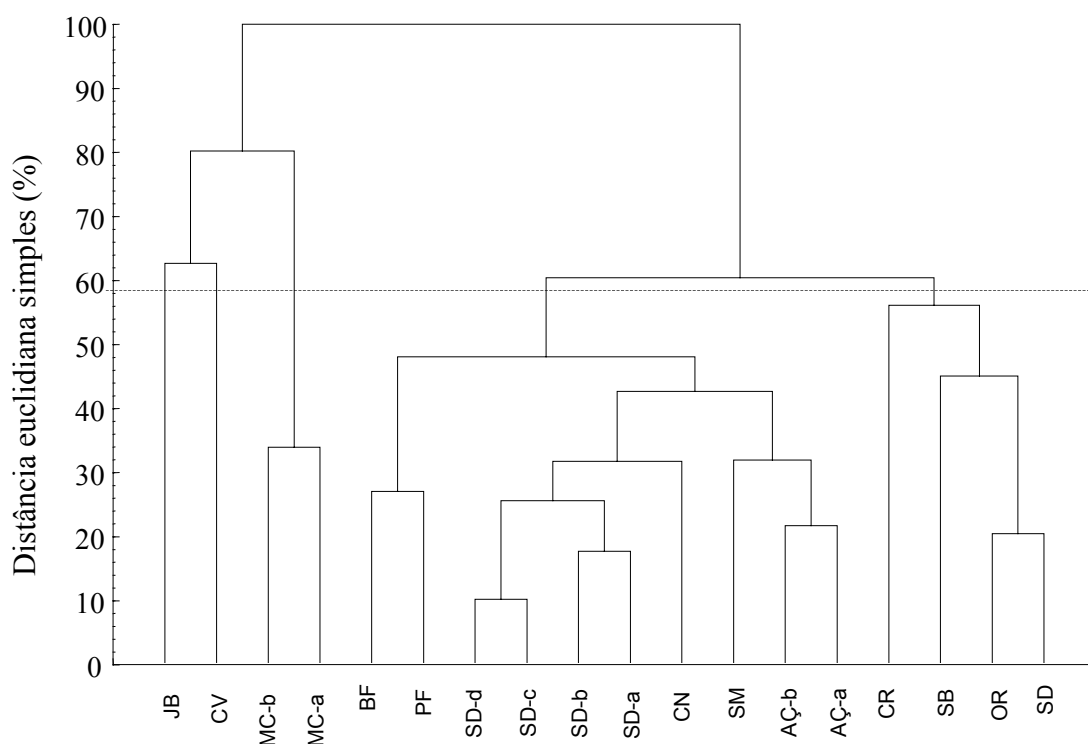
**Quadro 15** – Matriz de índice de similaridade de Jaccard

#	SD	OR	AÇ-a	AÇ-b	CR	MC-a	MC-b	PF	BF	SM	SB	CV	CN	JB	SD-a	SD-b	SD-c	SD-d
SD	1,00	0,70	0,36	0,27	0,18	0,16	0,23	0,28	0,24	0,23	0,36	0,02	0,37	0,01	0,39	0,39	0,41	0,38
OR		1,00	0,33	0,26	0,18	0,15	0,20	0,19	0,18	0,26	0,34	0,01	0,30	0,01	0,27	0,31	0,32	0,30
AÇ-a			1,00	0,35	0,16	0,11	0,11	0,17	0,15	0,25	0,22	0,02	0,21	0,00	0,25	0,25	0,38	0,35
AÇ-b				1,00	0,11	0,10	0,12	0,11	0,13	0,30	0,16	0,00	0,20	0,00	0,39	0,25	0,41	0,38
CR					1,00	0,12	0,12	0,12	0,17	0,21	0,22	0,01	0,12	0,00	0,13	0,13	0,11	0,09
MC-a						1,00	0,56	0,03	0,05	0,07	0,19	0,05	0,09	0,05	0,08	0,08	0,10	0,08
MC-b							1,00	0,06	0,08	0,09	0,18	0,04	0,13	0,06	0,12	0,12	0,13	0,10
PF								1,00	0,46	0,31	0,13	0,02	0,26	0,00	0,26	0,26	0,22	0,24
BF									1,00	0,27	0,14	0,02	0,23	0,01	0,27	0,18	0,19	0,15
SM										1,00	0,15	0,02	0,17	0,00	0,21	0,16	0,27	0,24
SB											1,00	0,03	0,29	0,02	0,17	0,20	0,20	0,18
CV												1,00	0,02	0,13	0,00	0,02	0,02	0,02
CN													1,00	0,00	0,32	0,32	0,40	0,37
JB														1,00	0,00	0,02	0,02	0,00
SD-a															1,00	0,60	0,53	0,40
SD-b																1,00	0,53	0,50
SD-c																	1,00	0,82
SD-d																		1,00

SD (ESEC Seridó, RN - este trabalho); OR (faz. Oriente, PB - este trabalho); AÇ-a (Açu, RN); AÇ-b (Açu, RN); CR (Caruaru, PE); MC-a (Macaíba, RN); MC-b (Macaíba, RN); PF (faz. Poço do Ferro, PE); BF (faz. Baixa do Faveleiro, PE); SM (faz. Samambaia, PE); SB (faz. São Bento, PB); CV (Serra Capivara, PI); CN (faz. Canaã, PE); JB (Jaburuna, CE); SD-a (ESEC Seridó, RN); SD-b (ESEC Seridó, RN); SD-c (ESEC Seridó, RN); e SD-d (ESEC Seridó, RN).

Na análise do dendrograma (Figura 7) e para efeito da análise discriminante, foi traçada uma linha de corte próxima a 60% de distância, interceptando cinco ramos das ligações, formando cinco grupos de levantamentos. O primeiro e o segundo grupos possuem apenas um levantamento, que são as áreas de Jaburuna e Parque Nacional da Serra de Capivara, respectivamente. O terceiro grupo agrega os levantamentos de Macaíba (MC-a e MC-b). O quarto une os levantamentos em Baixa do Faveleiro, Poço do Ferro, Canaã, Samambaia, Açú (AÇ-a e AÇ-b) e ESEC Seridó (SD-a-b-c-d). O quinto é formado pelos levantamentos de Caruaru, São Bento, Oriente e ESEC Seridó.

A análise discriminante apresentou probabilidades de 0,0556, 0,0556, 0,1111, 0,5556 e 0,2222, respectivamente, para os grupos 1, 2, 3, 4 e 5 de levantamentos florísticos. A rotina de classificação mostrou uma porcentagem total de classificação de 94,44% dos levantamentos classificados corretamente. Apenas o grupo 4, composto de dez comunidades, apresentou 90% dos levantamentos classificados corretamente (Quadro 16).



**Figura 7** – Dendrograma obtido pelo método de Ward, distância euclidiana, para os 18 levantamentos no Nordeste do Brasil.

**Quadro 16** – Resultado da classificação dos levantamentos florísticos, obtido com a análise discriminante

Grupo dos levantamentos	Grupo Estimado					Total	Classificação (%)
	1 P=0,0556	2 P=0,0556	3 P=0,1111	4 P=0,5556	5 P=0,2222		
1	1	0	0	0	0	1	100
2	0	1	0	0	0	1	100
3	0	0	2	0	0	2	100
4	0	0	0	9	1	10	90
5	0	0	0	0	4	4	100
Total	1	1	2	9	5	18	94,44

Uma nova análise de agrupamento foi conduzida, utilizando-se o mesmo algoritmo (método de Ward) e a mesma medida de dissimilaridade (distância euclidiana), porém na matriz de ausência (0) e presença (1) das espécies foram introduzidos DA (ind. ha<sup>-1</sup>) e DoA (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) de cada comunidade ou levantamento. Com os novos elementos da matriz, desta vez padronizados, foi gerado o dendrograma correspondente (Figura 8).

De início houve a formação de dois grupos principais, em nível de 100% de distância euclidiana, ficando no primeiro grupo apenas os dois levantamentos das chapadas sedimentares e no segundo, os demais levantamentos.

Para a análise de agrupamento, com a linha de corte traçada a 75% de distância e interceptando três ramos de ligações, houve a formação de três grupos: no primeiro ficaram os levantamentos das chapadas sedimentares; no segundo, os levantamentos da Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas e os levantamentos em áreas de transição da Borborema; e no terceiro, os demais levantamentos em áreas da depressão sertaneja.

A análise discriminante apresentou probabilidades de 0,1111, 0,2222 e 0,6667, respectivamente, para os grupos 1, 2 e 3 de levantamentos florísticos. A rotina final de classificação mostrou que 100% dos levantamentos florísticos foram classificados corretamente (Quadro 17).

Com a influência das novas variáveis na matriz da análise de agrupamento, a distribuição dos grupos, unidos por similaridade, coincidiu com a localização dos levantamentos em suas respectivas unidades geomorfológicas. Assim, o grupo 1, a 74% de distância, representou a bacia sedimentar das chapadas altas; o grupo 2, a 53% de distância, reuniu os levantamentos da elevação da Borborema, e a 38% aglutinou os levantamentos do tabuleiro costeiro; e o grupo 3 congregou todos os levantamentos localizados na depressão sertaneja a 42% de distância, com subgrupos apresentando níveis de similaridade cada vez maiores.



Nas duas áreas, ESEC Seridó e fazenda Oriente, o nível de abordagem II (árvores com  $DAS < 10$  cm) apresentou maior número de indivíduos, famílias e espécies.

As duas famílias mais importantes em número de indivíduos para ESEC Seridó e fazenda Oriente foram Leguminosae e Euphorbiaceae.

As espécies de maior valor de importância na ESEC Seridó foram *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Aspidosperma pyriformium*, *Croton sonderianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Combretum* cf. *leprosum*; e na fazenda Oriente foram *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum* cf. *leprosum* e *Piptadenia stipulacea*.

Na ESEC Seridó e fazenda Oriente, *Croton sonderianus* foi a espécie que apresentou a maior densidade, da mesma a forma que *Caesalpinia pyramidalis* apresentou a maior dominância.

Na ESEC Seridó, a espécie com maior índice de regeneração foi *Croton sonderianus*, e na fazenda Oriente foi *Bauhinia cheilantha*. As espécies *Cnidocolus quercifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, *Pseudobombax marginatum*, *Manihot glaziovii* e *Senna macranthera* não foram amostradas na regeneração natural na área da ESEC Seridó. As espécies *Caesalpinia ferrea*, *Sapium* sp., *Guapira* sp., *Tocoyena sellowiana* e *Cochlospermum insigne* não foram amostradas na regeneração natural na fazenda Oriente.

A similaridade florística entre as duas áreas de estudo, estimada pelo índice de Jaccard, foi igual a 0,70, revelando alta homogeneidade florística entre as localidades estudadas.

Com a influência das novas variáveis na matriz da análise de agrupamento, a distribuição dos grupos, unidos por similaridade, coincidiu com a localização dos levantamentos em suas respectivas unidades geomorfológicas. O grupo 1, a 74% de distância, representou a bacia sedimentar das chapadas altas; o grupo 2, a 53% de distância, reuniu os levantamentos da elevação da Borborema, e a 38% aglutinou os levantamentos do tabuleiro costeiro; e o grupo 3 congregou todos os levantamentos localizados na depressão sertaneja a 42% de distância, com subgrupos apresentando níveis de similaridade cada vez maiores.

A análise discriminante apresentou probabilidades de 0,1111, 0,2222 e 0,6667, respectivamente, para os grupos 1, 2 e 3 de levantamentos florísticos. A rotina final de classificação mostrou que 100% dos levantamentos florísticos foram classificados corretamente.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo. Ateliê Cultural, 2003.
- ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Revista Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 287-303, 2003.
- ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995.
- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 4, p. 663-678, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTATÍSTICA – ABE . **Introdução à análise de agrupamentos**. In: BASSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F (Coords.). Simpósio Brasileiro de Probabilidade e Estatística, 9., São Paulo: IME-USP, 1990. 105 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão Agrícola das terras da Paraíba**. Brasília. 92 p. 1978. (Estudos básicos para o planejamento agrícola da Paraíba; Aptidão agrícola das terras da Paraíba, 3).
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2.ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1984. 226 p.
- CAMACHO, R. G. V. **Estudo fitossociológico da caatinga do Seridó-Estação Ecológica do Seridó, RN**. 2001. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências, na Área de Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- CESTARO, L. A.; SOARES, J. J. Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil **Revista Acta Botânica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 203-218, 2004.
- COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 264 p.
- DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F. L.; SOUZA, S. M. et al. Sociabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista-PE. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 4, p. 47-59, 1982.
- FERNANDES, A. **Conexões florísticas do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003. 135 p.
- FERREIRA, R. L. C. **Análise estrutural da vegetação da estação florestal de experimentação de Açu-RN, como subsídio básico para o manejo florestal**. 1988. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**. São Paulo: Universidade de Brasília. 1972. 466 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação**. Diretoria de Geociências. 2004.

LEITE, H. G. ; OLIVEIRA, F. H. T. Statistical procedure to test the identity of analytical methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 33, n. 7/8, p. 1105-1118, 2002.

LEMOS, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no parque nacional da serra da capivara, Piauí, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 1, p. 23-42, 2002.

MOREIRA, E. R. F. **Mesorregiões e microrregiões da Paraíba**. João Pessoa: GAPLAN, 1989. 64 p.

MUELLER-DAMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley y Sons, 1974. 547 p.

NIMER, E. Climatologia da região nordeste do Brasil: subsídios à geografia regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 2, p. 3-51, 1972.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; BARBOSA, M. R. V. et al. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no agreste paraibano. **Revista Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 3, p. 357-369, 2002.

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**. Viçosa: UFV, 2002. (Apostila INF 766).

RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. 1992. 198 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, M. F. A. V.; RIBEIRO, M. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Semelhanças vegetacionais entre sete solos de caatinga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 305-314, 1992.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONEAU, L. T. L. et. al. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e socioeconômico**. Brasília: EMBRAPA-CEPATSA/SNLCS, 1992.

SILVA, J. A. ; LEITE, E. J.; SILVEIRA, M. et al. Caracterização florística, fitossociológica e regeneração natural do sub-bosque da reserva genética florestal Tamanduá, DF. **Revista Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 121-132, 2004.



- SOUZA, A. L. **Análise de agrupamento aplicada à área florestal**. Viçosa: UFV, 2002a. (Apostila ). 87 p.
- SOUZA, A. L. **Análise discriminante aplicada a engenharia florestal**. Viçosa: UFV. 2002b. (Apostila ). 24 p.
- SOUZA, A. L. **Estrutura, dinâmica e manejo de florestas tropicais**. Viçosa: UFV. 2002c. (Apostila do curso ENF 642). 39 p.
- SOUZA, D. R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental**. 2003. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE – SUDEMA. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. 268 p.
- TAVARES, S. **Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação e projetos de manejo sustentado na mata xerófila no nordeste do Brasil**. Recife: Fundação Antônio dos Santos Abranches-FASA, 1991. 36 p.
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. S. et al. **Inventário florestal na Paraíba e Rio Grande do Norte I**. Estudo preliminar das matas remanescentes do vale do Piranhas. Recife: SUDENE, 1975. 31 p. (Recursos Vegetais, 4).
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. V.; TAVARES, E. J. S. et al. **Inventário florestal do Ceará. 1**. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Quixadá. Recife: SUDENE. 1969 a. (Boletim de Recursos Naturais, 7).
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. V.; TAVARES, E. J. S. et al. **Inventário florestal de Pernambuco**. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de São José de Belmonte. Recife: SUDENE. 1969 b. (Boletim de Recursos Naturais, 7).
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. V.; TAVARES, E. J. S. et al. **Inventário florestal de Pernambuco**. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. Recife: SUDENE. 1970. (Boletim de Recursos Naturais, 7).
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. V.; TAVARES, E. J. S. et al. **Inventário florestal do Ceará. II**. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Tauá. Recife: SUDENE. 1974. (Boletim de Recursos Naturais, 12).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG. Departamento de Ciências Atmosféricas. **Dados Climatológicos do Nordeste do Brasil**. [on line] Disponível em: <<http://www.dca.ufcg.edu.br/clima>>. Acesso em: 10 Abr. 2004.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

## RELAÇÕES ALOMÉTRICAS PARA TRÊS ÁREAS DE CAATINGA NA PARAÍBA E NO RIO GRANDE DO NORTE

### RESUMO

O presente estudo foi conduzido com os objetivos de estimar equações volumétricas, fatores de forma e equações hipsométricas para a vegetação de caatinga. Os dados para ajuste das equações de volume foram coletados na fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB, e para as equações hipsométricas foram coletados na fazenda Laranjeiras; na ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN; e na fazenda Oriente, município de Condado-PB. Na cubagem foram amostradas 100 árvores com amplitude dos diâmetros ao nível do solo - *DAS* - de 3,3 a 34,8 cm sendo ajustadas duas equações de volume, uma com variável independente - *DAS* - ( $\bar{R}^2 = 0,990$ ) e outra com diâmetro equivalente - *DEq* ( $\bar{R}^2 = 0,994$ ), as quais apresentaram resíduos normalmente distribuídos e boa precisão nos ajustes. Os fatores de forma médios estimados foram diferentes por classes de diâmetro, tendo sido proposto um fator de forma igual a 0,76 para árvores com *DAS* < 20 cm e um fator de forma igual a 0,91 para árvores com *DAS* ≥ 20 cm. Para a relação hipsométrica foram ajustados cinco modelos, para os três conjuntos de árvores medidas: fazenda Laranjeiras, 100 árvores ( $\bar{R}^2$  de 0,575 a 0,783); ESEC Seridó, 1021 árvores ( $\bar{R}^2$  de 0,642 a 0,673); e fazenda Oriente, 1.903 árvores ( $\bar{R}^2$  de 0,403 a 0,425). Devido à grande variabilidade da floresta de caatinga, os modelos ajustados para os dados amostrados das parcelas não ofereceram bons níveis de precisão, quando observadas as distribuições dos resíduos percentuais. Porém, quando os dados se originaram de árvores selecionadas para a cubagem, os ajustes foram satisfatórios.

Palavras-chave: Equação de volume, relação diâmetro-altura, caatinga.

### *ALOMETRIC RELATIONS FOR THREE AREAS IN THE CAATINGA IN THE PARAÍBA AND RIO GRANDE DO NORTE STATES*

### ABSTRACT

The objectives of the present work were to estimate volumetric equations, shape factors and the adjustment of the volume equations were collected in the farm

Laranjeiras, municipality of São José de Espinharas-PB, Brazil, and for the hypsometric equations were collected in the farm Laranjeiras; in the ESEC Seridó, municipality of Serra Negra do Norte-RN, Brazil; and in the farm Oriente, municipality of Condado-PB, Brazil. In the cubature 100 sample trees were measured with a diameter range at ground level – *DAS* – of 3.3 to 34.8 cm resulting in two adjusted volume equations, one with the independent variable – *DAS* - ( $\bar{R}^2 = 0.990$ ) and the other one with the independent variable equivalent diameter – *DEq* ( $\bar{R}^2 = 0.994$ ), that showed normally distributed residuals and good fitting accuracy. The estimated average shape factors were different by classes of diameter, being the shape factor of 0.76 for trees with *DAS* < 20 cm and one of 0.91 for trees with *DAS* ≥ 20 cm. For the hipsometric relation five models were adjusted, for the three sets of trees measured: farm Laranjeiras, 100 trees ( $\bar{R}^2$  from 0.575 to 0.783); ESEC Seridó, 1,021 trees ( $\bar{R}^2$  from 0.642 to 0.673) and farm Oriente, 1903 trees ( $\bar{R}^2$  from 0.403 to 0.425). Due to great variability of the Caatinga forest, the models adjusted for the sampled data of the plots did not show good levels of accuracy, when the distribution of percentage of residuals were observed. However, when data were from trees selected for the cubature, the adjustments were satisfactory.

Keywords: Volume equation, diameter- height relation, Caatinga.

## 1. INTRODUÇÃO

A vegetação de caatinga do Nordeste brasileiro está localizada na porção semi-árida da região, sendo esta a cobertura florestal de maior expressão. Desempenha um papel socioeconômico de grande magnitude, vindo a constituir a fonte mais importante de produtos energéticos para a população, assim como para alguns setores da indústria, ressaltando-se, ainda, o caráter de complementaridade da atividade florestal em relação às atividades agropecuárias, que é uma das poucas alternativas econômicas que o produtor rural dispõe nos períodos de estiagem, frequentes na região.

Com um grau de dependência dos recursos florestais dessa ordem, os ecossistemas do Nordeste sofreram um intenso processo de degradação, com conseqüente redução da cobertura florestal, em que os Estados perderam mais de 50% da cobertura florestal de suas respectivas áreas (CAMPELLO et al., 1999).

A situação atual das florestas de caatinga exige o uso de técnicas de exploração com base no manejo florestal, que por sua vez leva à pesquisa de técnicas que conduzam ao uso da floresta sem grandes perdas ecológicas e com ganhos econômicos e sociais.

Para a prática do manejo sustentado é necessário desenvolver alternativas de manejo adequadas para cada floresta, sendo necessário aglutinar informações sobre as suas características ecológicas e estruturais (SOUZA, 2003).

Segundo Campos et al., (2001), o primeiro passo na condução do manejo de recursos florestais é obter informações quantitativas sobre o seu potencial produtivo. Nesse sentido, o emprego de equações volumétricas constitui o procedimento mais eficiente para a quantificação da produção em volume de um povoamento florestal (GUIMARÃES; LEITE, 1996), sendo a base para o planejamento e a execução de inventários florestais (BATISTA et al., 2004). Por outro lado, faz-se necessário que as equações volumétricas sejam ajustadas em cada situação, para adaptá-las às diferentes espécies, idades e regiões.

No Brasil não são muitas as equações volumétricas (tabelas de volume) desenvolvidas para as espécies nativas, sendo construídas em maior número para os povoamentos plantados com espécies de rápido crescimento. Dentre os trabalhos desenvolvidos com equações volumétricas para espécies nativas, citam-se: Heinsdijk et al. (1963), citado por Campos et al. (2001), Heinsdijk et al. (1965), citado por Souza e Jesus 1991), Souza e Jesus (1991), Silva et al. (1993) e Chichorro et al. (2003), entre outros. Para a vegetação de caatinga, os principais trabalhos com equações de volume foram desenvolvidos por Zakia et al. (1992) e Cetec (1995).

Na execução de inventários florestais, além de outras variáveis, são medidos o diâmetro à altura do peito e a altura total das árvores. A medição da altura em todas as árvores torna-se uma tarefa onerosa, devido ao tempo despendido para a operação. Para as florestas plantadas já é comum a medição do diâmetro de todas as árvores da parcela de inventário, e a altura é medida apenas em algumas delas. Utilizando os pares de dados altura-diâmetro medidos, é estabelecida uma regressão (relação hipsométrica) para estimar as alturas das demais árvores da parcela. Esse procedimento resulta em diminuição dos custos do inventário.

Duas categorias de modelos são utilizadas no estudo das relações hipsométricas: os modelos tradicionais, que descrevem a altura das árvores em função do diâmetro a 1,3 m de altura; e os modelos genéricos, que consideram variáveis de índice de local,

idade, densidade, dentre os fatores que influenciam a relação altura-diâmetro. Sendo essas variáveis de difícil obtenção, dificuldades existirão para a construção desses modelos com base em métodos empíricos, como a regressão linear e não-linear (BATISTA et al., 2001; BARTOSZECK, et al., 2002).

Os objetivos principais do presente estudo foram ajustar modelos volumétricos para estimar o volume total com casca e ajustar modelos de relação hipsométrica para vegetação de caatinga. Como objetivo complementar realizou-se um estudo sobre fatores de forma para estimação do volume total.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição da área**

O estudo foi conduzido na fazenda Laranjeiras, localizada no município de São José de Espinharas, Estado da Paraíba, com coordenadas geográficas 06°54'30,2" de latitude sul e 37°17'40,8" de longitude oeste, distando aproximadamente 15 km da cidade de Patos e a 310 km da capital João Pessoa.

O clima, segundo a classificação de Köppen, é Aw', quente e úmido (SUDEMA, 2004), sendo a precipitação pluviométrica média anual do município de 848,6 mm (UFCG, 2004).

Quanto ao relevo, a área faz parte da unidade geomorfológica da Depressão Sertaneja, uma extensa planície baixa, de relevo predominante suave-ondulado, por vezes ondulado, com elevações residuais disseminadas na paisagem, nas quais a rocha granítica se apresenta exposta ou com um capeamento mínimo de solo e vegetação. Na superfície de pediplanação, a altitude média é de 250 m.

Os solos são rasos, pedregosos, de origem cristalina e de fertilidade média à alta, mas muito suscetíveis à erosão. Predominam os solos Brunos não-Cálcicos, Podzólicos, Litólicos e Planossolos.

A vegetação da área é caatinga arbustiva arbórea, que na classificação do IBGE denomina-se savana estépica (IBGE, 1992; VELOSO et al., 1991).

### **2.2. Cubagem de árvores**

Para estimar uma equação de volume individual, na amostra para a cubagem foram medidas árvores de dez espécies, sendo a maior parte entre as de maior valor de

importância (VI) da região (conforme capítulo 1 deste trabalho) e com  $CAS \geq 10$  cm. As árvores foram agrupadas em classes de diâmetro com amplitude de 5 cm, tendo sido considerado como referência o diâmetro do tronco ao nível do solo (*DAS*). Foram medidas 100 árvores a partir da classe 1, que abrigava os diâmetros menores que 5 cm, estando na última classe as árvores cujos diâmetros foram maiores que 30 cm (Quadro 1).

A escolha da variável *DAS* se justifica pelo fato de uma grande proporção de árvores da caatinga (Quadro 2) apresentar os fustes com ramificações abundantes na altura de 1,30 m, sendo comuns árvores com dois, três ou mais fustes nessa altura, que é a altura-padrão para medição do diâmetro (*DAP*).

**Quadro 1** – Espécies utilizadas na cubagem, amostradas na fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB, listadas por nome científico

Nome Científico	Classe de <i>DAS</i> (cm)							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Anadenanthera colubrina</i>					6	13	5	24
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>		3	5	1	2	1		12
<i>Bauhinia cheilantha</i>	2	1						3
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>		1	3	9	7			20
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>					1			1
<i>Combretum</i> cf. <i>leprosum</i>	5	1						6
<i>Croton sonderianus</i>	8	4						12
<i>Mimosa tenuiflora</i>		2	4	6				12
<i>Myracrodruon urundeuva</i>							1	1
<i>Piptadenia stipulacea</i>	1	4	4					9
Total	16	16	16	16	16	14	6	100

**Quadro 2** – Porcentuais de bifurcações em árvores da caatinga

Localidade	Árvores Amostradas			% de Bifurcação
	Total	Bifurcada	Sem bifurcação	
ESEC Seridó (1) *	1.684	654	1.030	38,8
Fazenda Oriente (2) *	2.484	559	1.925	22,5

\* áreas de estudos do capítulo 1 deste trabalho.

Na obtenção das variáveis dendrométricas, o *DAS* e o(s) *DAP*(s) de cada árvore foram medidos com a árvore em pé. Em seguida as árvores foram abatidas, sendo a altura total (*Ht*) a altura do fuste principal, medida com trena. Três conjuntos de

variáveis foram então obtidos: *Ht*, *DAS* e *DEq* (Quadro 3). Esse último foi gerado a partir dos *DAPs* dos múltiplos fustes, quando presentes, dado pela seguinte expressão:

$$DEq_j = \sqrt{DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2}$$

em que

*DEq<sub>j</sub>* = diâmetro equivalente da *j*-ésima árvore, em cm (*j* = 1, 2, ..., *m*); e

*DAP<sub>i</sub>* = diâmetro a 1,30 m do *i*-ésimo fuste, em cm (*i* = fuste; *i* = 1, 2, ..., *n*).

A expressão anterior advém do fato de que a área transversal (*g*) a 1,30 m de uma árvore (*j*) com diversos fustes (*i*) é produzida pela soma das áreas transversais individuais de cada fuste, demonstrando-se que:

$$g_j = \frac{\pi}{4} (DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2)$$

e

$$g_j = \frac{\pi}{4} (DEq_j^2)$$

se

$$\frac{\pi}{4} (DEq_j^2) = \frac{\pi}{4} (DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2)$$

então

$$DEq_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}$$

**Quadro 3** – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na cubagem e na construção das equações de volume, em que Min. = valor mínimo observado, Max. = valor máximo observado e s = desvio-padrão, fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB

Nº de Árvores	<i>DAS</i> (cm)				<i>DEq</i> (cm)				Ht (m)			
	Média	Min.	Max.	s	Média	Min.	Max.	s	Média	Min.	Max.	s
100	16,03	3,3	34,8	8,7553	13,89	2,7	30,2	7,8521	7,03	3,2	12,0	2,0625

Na seqüência, os diâmetros foram medidos em intervalos regulares de 1 m sobre os fustes e galhos, até um valor mínimo aproveitável em torno de 1,5 cm de diâmetro, anotando-se, quando era o caso, o comprimento fracionário da seção.

Após conhecidos os valores de diâmetros nas extremidades das seções e dos respectivos comprimentos, os volumes totais por árvore foram obtidos com o emprego da fórmula de Smalian (LÖETSCH et al., 1973), conforme a seguinte expressão algébrica:

$$V_j = \sum_{i=1}^n \left( \frac{g_{i_1} + g_{i_2}}{2} \right) \times L_i; \quad g_i = \frac{\pi D_i^2}{40.000}$$

em que

$V_j$  = volume da árvore  $j$ , com casca, em  $m^3$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ );

$g_i$  = área da seção  $i$ , em  $m^2$  ( $i_1$  = início da seção;  $i_2$  = fim da seção;  $i = 1, 2, \dots, n$ );

$D_i$  = diâmetro da seção  $i$ , em cm ( $i_1$  = início da seção;  $i_2$  = fim da seção;  $i = 1, 2, \dots, n$ );

$L_i$  = comprimento da seção  $i$ , em  $m$ ; e

$\pi = 3,141592$ .

### 2.3. Equações de volume

Para estimar os volumes totais com casca (incluindo os galhos) das árvores individuais, por classe de diâmetro e por espécie, com dados provenientes da cubagem, foi selecionado o modelo de Schumacher e Hall (1933), na forma logaritimizada, com duas opções para a variável independente diâmetro, representadas pelas seguintes expressões:

$$\ln(Vt_j) = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAS_j) + \beta_2 \ln(Ht_j) + \varepsilon_j \quad (1)$$

$$\ln(Vt_j) = \beta_0 + \beta_1 \ln(DEq_j) + \beta_2 \ln(Ht_j) + \varepsilon_j \quad (2)$$

em que

$Vt_j$  = volume total com casca, em  $m^3$ ;

$DAS_j$  = diâmetro ao nível do solo, em cm;

$DEq_j$  = diâmetro equivalente, em cm;

$Ht_j$  = altura total do maior fuste, em m;

$\beta_i$  = coeficientes da regressão (sendo  $i = 0, 1$  e  $2$ );

$\varepsilon_j$  = erro aleatório; e

$\ln$  = logaritmo neperiano.



Para validação das equações ajustadas, foram considerados o coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2$ ), a significância do valor de F, a significância dos coeficientes (teste  $t$ ) e a distribuição gráfica dos resíduos percentuais. Para apresentar a distribuição gráfica dos resíduos, os volumes foram retornados às unidades originais e os respectivos resíduos calculados pela expressão:

$$e_i \% = 100 \cdot \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}$$

em que

$e_i\%$  = resíduo da  $i$ -ésima árvore em porcentagem (sendo  $i=1, 2, \dots, n$ );

$y_i$  = volume observado da  $i$ -ésima árvore; e

$\hat{y}_i$  = volume estimado pela regressão para a  $i$ -ésima árvore.

Na tabulação e nas análises dos dados, foram utilizados os *softwares* Excel 2000 e Statistica 6.0.

## 2.4. Fator de forma

O fator de forma é definido pela razão entre o volume total da árvore e o volume de um cilindro igual à altura total da árvore (SILVA; PAULA NETO, 1979; CLUTTER et. al. 1983; CAMPOS; LEITE, 2002).

Neste trabalho, o fator de forma tem o significado de um fator de conversão, uma vez que o volume total da árvore é todo volume aproveitável, incluindo o volume do fuste e dos galhos.

Ao considerar que uma árvore com múltiplos fustes, na altura de 1,30 m, terá o seu volume total composto pela soma dos volumes parciais desses fustes com seus respectivos galhos, a expressão para o volume cilíndrico desta árvore será dada por:

$$V_{cil_j} = \frac{\pi}{40.000} (DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2) Ht_j$$

Considerando que o diâmetro equivalente é  $DEq_j = \sqrt{DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2}$ , a expressão do volume cilíndrico para essa árvore de múltiplos fustes e  $DAP(s)$  se tornará:

$$V_{cil_j} = \frac{\pi}{40.000} (DEq_j^2) Ht_j$$

Com os dados de volumes com casca obtidos na cubagem, foi possível estimar fatores de forma com casca para as árvores da caatinga, a partir do *DEq*, sendo eles obtidos pela expressão:

$$f = \frac{Vt}{V_{cil}}$$

em que

*f* = fator de forma com casca;

*Vt* = volume real da árvore, em m<sup>3</sup>; e

*Vcil* = volume do cilindro em m<sup>3</sup>, cuja área da seção transversal foi obtida através do *DEq*, e a altura é (*Ht*), já definidos.

## 2.5. Relações hipsométricas

No estudo das relações hipsométricas foram utilizados os dados de diâmetro e altura das árvores que foram amostradas na cubagem coletados na fazenda Laranjeiras (06°54'30,2"S e 37°17'40,8"W), município de São José de Espinharas-PB, mais os dados das parcelas dos levantamentos para análise florística e estrutural da fazenda Oriente (06°58'34"S e 37°35'12"W), município de Condado-PB, e da Estação Ecológica do Seridó (06°35'S e 6°40'S, 37°15'W e 37°20'W), município de Serra Negra do Norte-RN.

Nessas duas últimas áreas foram medidas 20 parcelas com dimensões de 20 × 50 m (área de 1.000 m<sup>2</sup>), com três níveis de inclusão. No nível I foram avaliadas as árvores com circunferência ao nível do solo - *CAS* ≥ 31 cm. No nível II foram medidas as árvores com 10 cm ≤ *CAS* < 31 cm, sendo as subparcelas de 10 × 50 m (500 m<sup>2</sup>). No nível III, em subparcelas de 5 × 20 m (100 m<sup>2</sup>), as árvores medidas tinham *CAS* < 10 cm, constituindo a amostragem da regeneração natural, ficando excluídas da presente análise. Da massa de dados dessas parcelas selecionaram-se aquelas árvores cujos fustes principais possuíam medição de *DAP* e altura total, excluindo-se as árvores mortas e quebradas. É apresentado um resumo relativo às árvores-amostra para as relações hipsométricas (Quadro 4). Dessa forma, foram selecionadas 100 árvores da fazenda Laranjeiras, 1.021 árvores da ESEC Seridó e 1.903 árvores da fazenda Oriente.

Dos inúmeros modelos de relação hipsométrica conhecidos na literatura florestal (ZHANG, 1997; FANG; BAILEY, 1998; MACHADO et al., 2000; BATISTA et al., 2001; JAYARAMAN; LAPPI, 2001; BARTOSZECK et al., 2002; SOARES; TOMÉ, 2002), cinco foram selecionados para ajustamento aos dados:

$$\text{Modelo parabólico} \quad Ht_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \beta_2 DAP_i^2 + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$\text{Modelo semilogarítimo} \quad Ht_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP_i) + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$\text{Modelo de Stofells} \quad \ln(Ht_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP_i) + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$\text{Modelo de Curtis} \quad \ln(Ht_i) = \beta_0 + \beta_1 (1/DAP_i) + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$\text{Modelo de Weibull} \quad Ht_i = \beta_0 [1 - \exp(-\beta_1 DAP_i^{\beta_2})] + \varepsilon_i \quad (5)$$

em que

$Ht_i$  = altura total, em m;

$DAP_i$  = diâmetro com casca a 1,30 m do solo, em cm;

$\ln$  = logaritmo neperiano;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$  = parâmetros dos modelos; e

$\varepsilon_i$  = erro aleatório.

**Quadro 4** – Resumo dos dados de diâmetro e altura para a vegetação de caatinga nos três locais de coleta, em que Min. = valor mínimo observado, Max. = valor máximo observado e s = desvio-padrão

Local de Coleta	Nº de Árvores	DAP (cm)				Ht (m)			
		Média	Min.	Max.	s	Média	Min.	Max.	s
Fazenda Laranjeiras (cubagem)	100	12,60	2,7	30,2	7,8681	7,03	3,2	12,0	2,0625
ESEC Seridó (parcelas)									
-Nível de inclusão II	834	3,50	1,0	8,4	1,2156	3,73	1,3	7,5	0,9510
-Nível de inclusão I	187	13,76	6,37	35,0	5,1144	6,37	3,0	10,5	1,2322
Fazenda Oriente (parcelas)									
-Nível de inclusão II	1.633	4,01	1,4	9,9	1,3429	4,57	1,8	8,5	0,9434
-Nível de inclusão I	270	13,27	6,37	36,3	5,4434	6,15	3,5	11,0	1,2266

Para a validação das equações ajustadas, foram considerados o coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2$ ), a significância do valor de F, a significância dos coeficientes (teste  $t$ ) e a distribuição gráfica dos resíduos percentuais. Para permitir comparações entre as equações, os modelos logaritimizadas tiveram recalculados o coeficiente de determinação ( $\bar{R}^2$ ) e o erro-padrão da estimativa ( $s_{yx}$ ), pelas expressões a seguir, sendo antes retornados os valores estimados às unidades originais:

$$R^2 = (r_{\hat{y}y})^2 \text{ e } \bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \left( \frac{n-1}{n-p-1} \right) \text{ sendo}$$

$$r_{\hat{y}y} = \frac{\sum y_i \hat{y}_i - \frac{(\sum y_i)(\sum \hat{y}_i)}{n}}{\sqrt{\left( \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \right) \left( \sum \hat{y}_i^2 - \frac{(\sum \hat{y}_i)^2}{n} \right)}}$$

$$s_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p-1}}$$

em que

$r_{\hat{y}y}$  = coeficiente de correlação;

$y$  = altura observada;

$\hat{y}$  = altura estimada;

$n$  = nº de observações; e

$p$  = nº de variáveis independentes.

Para apresentar a distribuição gráfica dos resíduos percentuais ( $e_i$  %), eles foram calculados pela expressão:

$$e_i \% = \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \cdot 100$$

Na tabulação e nas análises dos dados, foram utilizados os *softwares* Excel 2000 e Statistica 6.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Equações de volume

As equações ajustadas para estimar o volume total com casca foram:

$$\text{Ln}(\hat{V}t_j) = -10,66878338 + 2,1993465 \cdot \text{Ln}(DAS_j) + 1,0854389 \cdot \text{Ln}(Ht_j) \quad (1)$$

$$\text{Ln}(\hat{V}t_j) = -10,23110545 + 2,0119544 \cdot \text{Ln}(DEq_j) + 1,2827287 \cdot \text{Ln}(Ht_j) \quad (2)$$

A precisão dos ajustes das equações de volume total foi verificada ao analisar os critérios anteriormente estabelecidos. Para o mesmo modelo foram ajustadas duas

equações, sendo a distinção entre as duas a variável independente diâmetro. O ajuste de duas equações não teve o caráter comparativo para apontar a melhor delas, mas para ter a opção de usar uma das duas, visto que a equação (1) tem como variável independente o *DAS* e a equação (2), o *DEq*. O uso de uma ou outra equação estará na comodidade ou facilidade para aplicação em futuros trabalhos de inventário florestal. Medir o *DAS* significa que o técnico terá que se curvar até próximo ao nível do solo para coletar a informação, enquanto para medir o *DEq* o técnico trabalhará de pé, sem maiores esforços ergonômicos.

As equações para estimar volume total mostraram precisão satisfatória (Quadro 5) para o propósito para que foram construídas, quando as variáveis independentes *DAS* e *Deq* foram utilizadas. Os coeficientes de determinação foram da ordem de 99% e os parâmetros foram todos significativos pelo teste *t* ( $P < 0,01$ ).

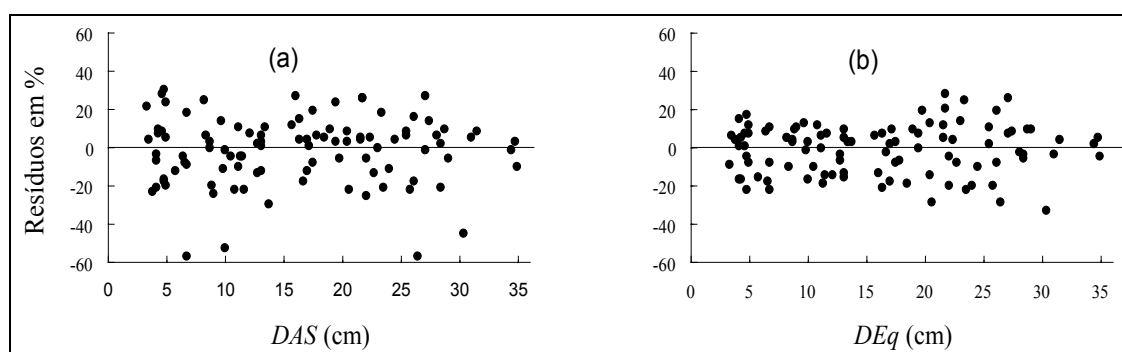
Pela análise gráfica dos resíduos percentuais (Figura 1), observou-se que os resíduos do volume total distribuíram-se uniformemente ao longo do eixo dos diâmetros, e sem tendências.

Para aplicação das equações de volume total com casca, foram construídas tabelas de volume de dupla entrada, para árvores individuais e para todas as espécies (Quadros 7 e 8).

**Quadro 5** – Estimativas dos parâmetros e das estatísticas das equações ajustadas para calcular o volume total, fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB

Modelo	$\beta_0$ $\beta_1$ $\beta_2$	$\bar{R}^2$	EPR	F
1	-10,668783 2,199346 1,0854389	0,990	0,1710685	4913,99**
2	-10,231105 2,011954 1,2827287	0,994	0,1300572	8537,12**

\*\* significativo ( $P < 0,01$ ).



**Figura 1** – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, obtidos (a) com a equação 1 e (b) com a equação 2.

**Quadro 6** – Resultado do teste *t* para os coeficientes das equações de volume total, fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB

Modelo	$\beta_0$		$\beta_1$		$\beta_2$	
	Erro-padrão	<i>t</i>	Erro-padrão	<i>t</i>	Erro-padrão	<i>t</i>
1	0,12310	-86,663 **	0,04441	49,523 **	0,10169	10,673 **
2	0,09595	-106,626 **	0,03063	65,681 **	0,07450	17,218 **

\*\* significativo ( $P < 0,01$ ).

**Quadro 7** – Volume individual ( $m^3$ ) estimado para a vegetação de caatinga na fazenda Laranjeiras, São José de Espinharas-PB (equação1)

DAS (cm)	Ht (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
2,5	0,0004	<b>0,0008</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,0017</b>				
5	0,0017	<b>0,0036</b>	<b>0,0056</b>	0,0077				
10	0,0078	<b>0,0166</b>	<b>0,0257</b>	<b>0,0352</b>	0,0448			
15		0,0404	<b>0,0628</b>	<b>0,0858</b>	0,1093	0,1332		
20		0,0761	<b>0,1182</b>	<b>0,1615</b>	<b>0,2058</b>	0,2508	0,2965	
25			0,1931	<b>0,2639</b>	<b>0,3362</b>	<b>0,4098</b>	0,4844	0,5600
30			0,2884	0,3941	<b>0,5020</b>	<b>0,6119</b>	0,7234	0,8362
35				0,5531	0,7047	0,8589	1,0153	1,1737
40					0,9452	1,1521	1,3619	1,5743

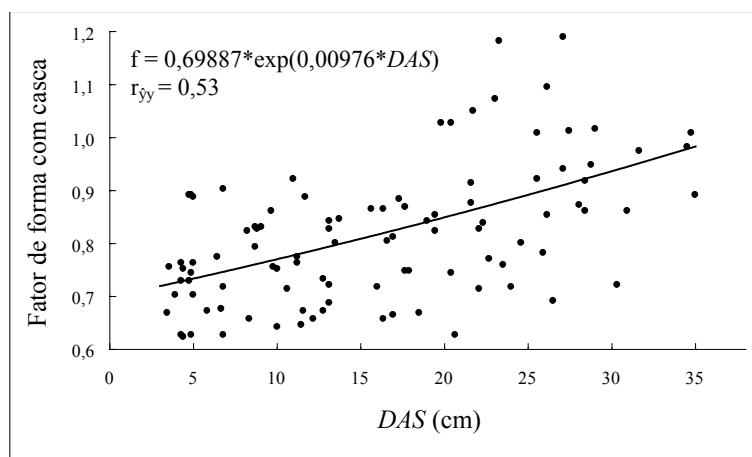
**Quadro 8** – Volume individual ( $m^3$ ) estimado para a vegetação de caatinga na fazenda Laranjeiras, São José de Espinharas-PB (equação 2)

DEq (cm)	Ht (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
2,5	0,0006	<b>0,0013</b>	<b>0,0023</b>	0,0033				
5	0,0022	<b>0,0054</b>	<b>0,0091</b>	<b>0,0132</b>	0,0176			
10	0,0090	<b>0,0219</b>	<b>0,0369</b>	<b>0,0533</b>	0,0710			
15	0,0204	0,0496	<b>0,0834</b>	<b>0,1206</b>	<b>0,1606</b>	0,2029	0,2472	
20	0,0363	0,0884	<b>0,1488</b>	<b>0,2151</b>	<b>0,2864</b>	0,3619	0,4410	
25		0,1385	0,2330	<b>0,3371</b>	<b>0,4488</b>	<b>0,5670</b>	0,6910	0,8200
30			0,3363	0,4864	<b>0,6476</b>	<b>0,8182</b>	0,9971	1,1834
35				0,6633	0,8831	1,1158	1,3597	1,6138
40					1,1553	1,4597	1,7788	2,1111

### 3.2. Fator de forma

Os fatores de forma com casca obtidos com os dados da cubagem, oriundos das 100 árvores abatidas, produziram um valor médio igual a 0,82. De acordo com

Campos e Leite (2002), é usual empregar um fator de forma médio, uma vez que a forma entre árvores é variável. Por outro lado, observou-se tendência de aumento dos fatores de forma com o aumento do diâmetro, conforme é mostrado na Figura 2.



**Figura 2** – Tendência do aumento do fator de forma com casca, com o aumento do diâmetro.

Os fatores de forma das árvores individuais foram agrupados em sete classes de diâmetro (*DAS*) (Quadro 9), e em seguida foi utilizada ANOVA (Quadro 10), sucedida do teste de Tukey (Quadro 11).

**Quadro 9** – Distribuição dos fatores de forma médios por classe de diâmetro, fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB

Classe de <i>DAS</i> (cm)						
1	2	3	4	5	6	7
$DAS < 5$	$5 \leq DAS < 10$	$10 \leq DAS < 15$	$15 \leq DAS < 20$	$20 \leq DAS < 25$	$25 \leq DAS < 30$	$30 \leq DAS < 35$
0,74395	0,76196	0,76374	0,80591	0,88774	0,93977	0,90988

**Quadro 10** – Resultado da análise de variância (teste F) para as classes de fatores de forma, fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB

FV	GL	QM
Classes <i>DAS</i>	6	0,08716**
Resíduo	93	0,01312

\*\* significativo ( $P < 0,01$ ).

**Quadro 11** - Resultado do teste de Tukey para as médias dos fatores de forma

Classe de <i>DAS</i> (cm)	Fator Médio*
25 - 30	0,939 a
30 - 35	0,909 ab
20 - 25	0,887 ab
15 - 20	0,805 bc
10 - 15	0,763 bc
5 - 10	0,762 bc
< 5	0,744 c

\* significativo ( $P < 0,05$ ).

De acordo com os resultados das análises estatísticas realizadas (Quadros 10 e 11) e levando em conta a variação de forma entre árvores, somadas à aplicação pouco prática de um fator de forma para cada classe de diâmetro, propõe-se para a área de estudo o uso de dois valores de fator de forma:

- $DAS < 20$  cm (classes 1 a 4), o fator de forma médio igual a 0,76; e
- $DAS \geq 20$  cm (classes 5 a 7), o fator de forma médio igual a 0,91.

O valor do fator de forma médio para as classes de diâmetro superiores é igual ao encontrado por Zakia et al. (1992), determinado para oito espécies lenhosas da caatinga do Seridó do Rio Grande do Norte, cujo valor foi 0,9.

### 3.3. Equações hipsométricas

No ajuste realizado com os dados da cubagem na fazenda Laranjeiras (Quadro 12), as medidas de precisão mostraram um ajustamento satisfatório, com coeficiente de variação (CV) de 13,66 a 19,58% e coeficiente de determinação ( $\bar{R}^2$ ) igual a 57,5 e 78,3%. Esses valores assemelham-se aos encontrados por Batista et al. (2001) para *Eucalyptus grandis*, na região central de Estado de São Paulo, após a aplicação da técnica de validação cruzada. Uma das equações, a do modelo polinomial de segundo grau (modelo 1), apresentou o parâmetro de segundo grau ( $\beta_2$ ) não-significativo pelo teste  $t$  ( $P > 0,05$ ), ficando o mesmo reduzido a um polinômio de primeiro grau. A análise gráfica dos resíduos (Figura 3), indicou não-tendenciosidade nas estimativas das alturas totais. Esse desempenho pode ser atribuído à escolha de árvores de boa conformação e livre de defeitos, quando da seleção para a cubagem.



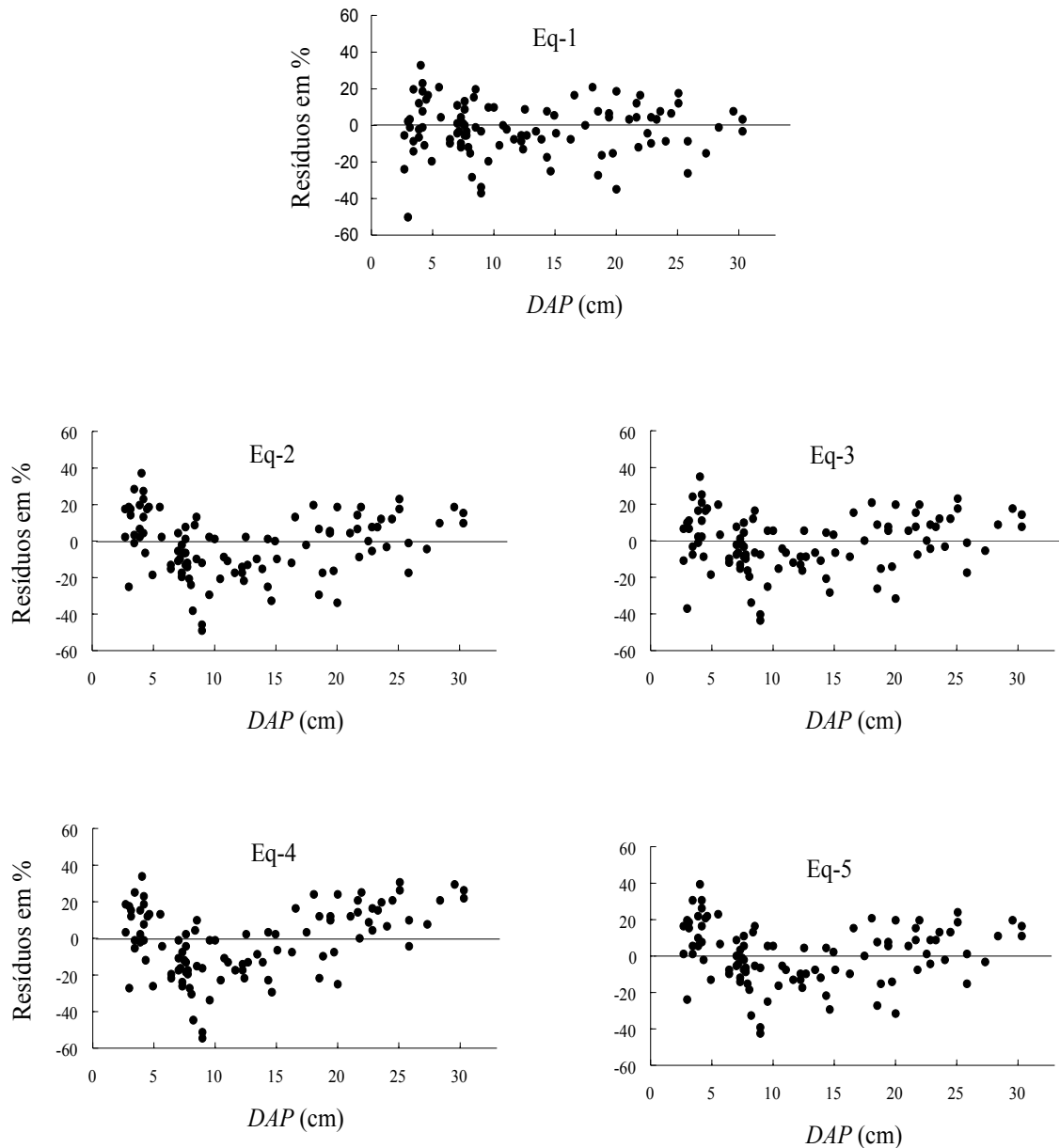
**Quadro 12** – Valores dos coeficientes e das estatísticas de ajuste e validação das equações hipsométricas nos três locais de estudo (origem)

Modelo	Origem	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\bar{R}^2$	EPR	F	CV%
1	Fazenda Laranjeiras	4,100789**	0,232310**	ns	0,783	0,960	358,6 <sup>++</sup>	13,66
2		1,231293**	2,501560**		0,696	1,137	227,6 <sup>++</sup>	16,17
3		1,089823**	0,353460**		0,742	1,059	255,5 <sup>++</sup>	15,07
4		2,216463**	-2,466060**		0,571	1,376	134,0 <sup>++</sup>	19,58
5		12,341240**	0,200890**	0,59288**	0,711	1,125	1.365,6 <sup>++</sup>	16,00
1	ESEC Seridó	2,283322**	0,449130**	-0,009591**	0,648	0,851	942,0 <sup>++</sup>	20,20
2		1,489390**	1,883281**		0,673	0,820	2.101,6 <sup>++</sup>	19,48
3		0,771483**	0,422309**		0,657	0,848	1.635,7 <sup>++</sup>	20,13
4		1,905060**	-1,892610**		0,642	0,874	1.634,7 <sup>++</sup>	20,76
5		8,418786**	0,266300**	0,652486**	0,671	0,823	9.586,9 <sup>++</sup>	19,55
1	Fazenda Oriente	3,444301**	0,300637**	-0,005538**	0,403	0,874	643,3 <sup>++</sup>	18,22
2		2,641945**	1,430839**		0,425	0,857	1.409,5 <sup>++</sup>	17,87
3		1,113318**	0,283386**		0,419	0,866	1.139,5 <sup>++</sup>	18,05
4		1,909222**	-1,493260**		0,411	0,872	1.188,2 <sup>++</sup>	18,18
5		9,026494**	0,387906**	0,442293**	0,423	0,859	20.217, <sup>++</sup>	17,91

\*\* significativo ( $P < 0,01$ ) pelo teste  $t$ ; <sup>++</sup> = significativo ( $P < 0,01$ ) pelo teste F; e <sup>ns</sup> = não-significativo ( $P > 0,05$ ).

Para a ESEC Seridó, os ajustes dos modelos apresentaram medidas de precisão ligeiramente inferiores aos ajustes dos mesmos modelos para a fazenda Laranjeiras, menores  $\bar{R}^2$  e maiores CV. Os valores de  $\bar{R}^2$  (64 a 67%) estão próximos aos encontrados para o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) (MACHADO et al., 2000) e para árvores de caixeta (*Tabebuia cassinoides*), no litoral do Estado de São Paulo (BATISTA et al., 2001), após a aplicação da técnica de validação cruzada. Observa-se (Figura 4) que todas as equações superestimaram as alturas das árvores das classes de diâmetro inferiores, apresentando melhor uniformidade dos resíduos a partir dos valores de diâmetro de 10 cm.

Os dados das parcelas da fazenda Oriente produziram o ajuste dos modelos hipsométricos com medidas de precisão igualmente inferiores as da fazenda Laranjeiras (Quadro 12). Os valores de  $\bar{R}^2$  são semelhantes aos valores para floresta nativa, em Bom Jardim, Estado do Maranhão, com dados obtidos de parcelas, após o procedimento de validação cruzada (BATISTA et al., 2001). A análise dos resíduos (Figura 5) mostrou que todos os modelos superestimaram as alturas das árvores das classes inferiores de diâmetro.



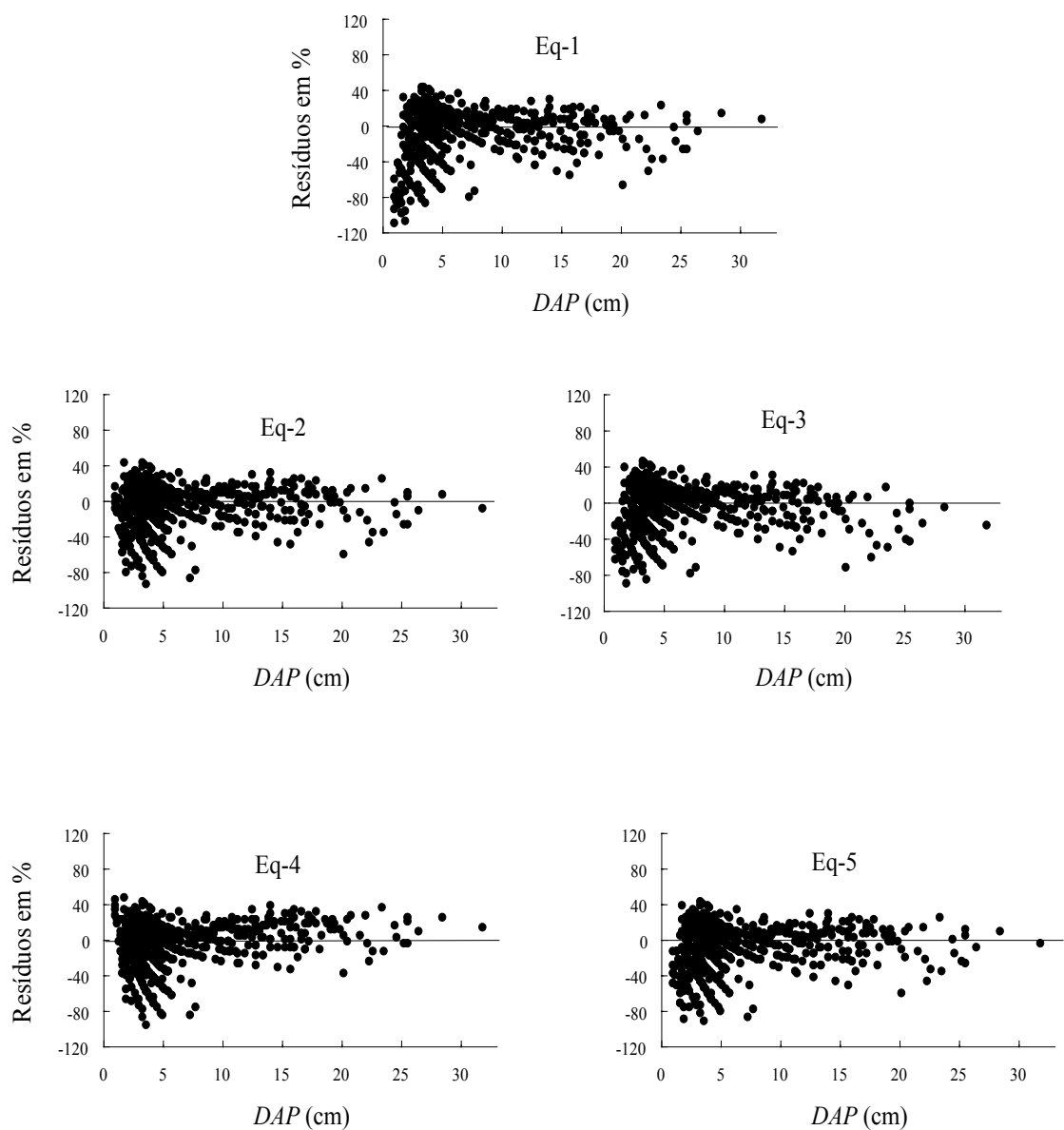
**Figura 3** – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de altura total, equações 1, 2, 3, 4 e 5 da fazenda Laranjeiras, município de São José de Espinharas-PB.

De modo geral, os ajustes das funções hipsométricas foram considerados satisfatórios, pelas medidas estatísticas de precisão, em se tratando de uma floresta nativa. Porém, pelo critério da análise dos resíduos, e com o dados oriundos de parcelas, os modelos se mostraram inadequados.

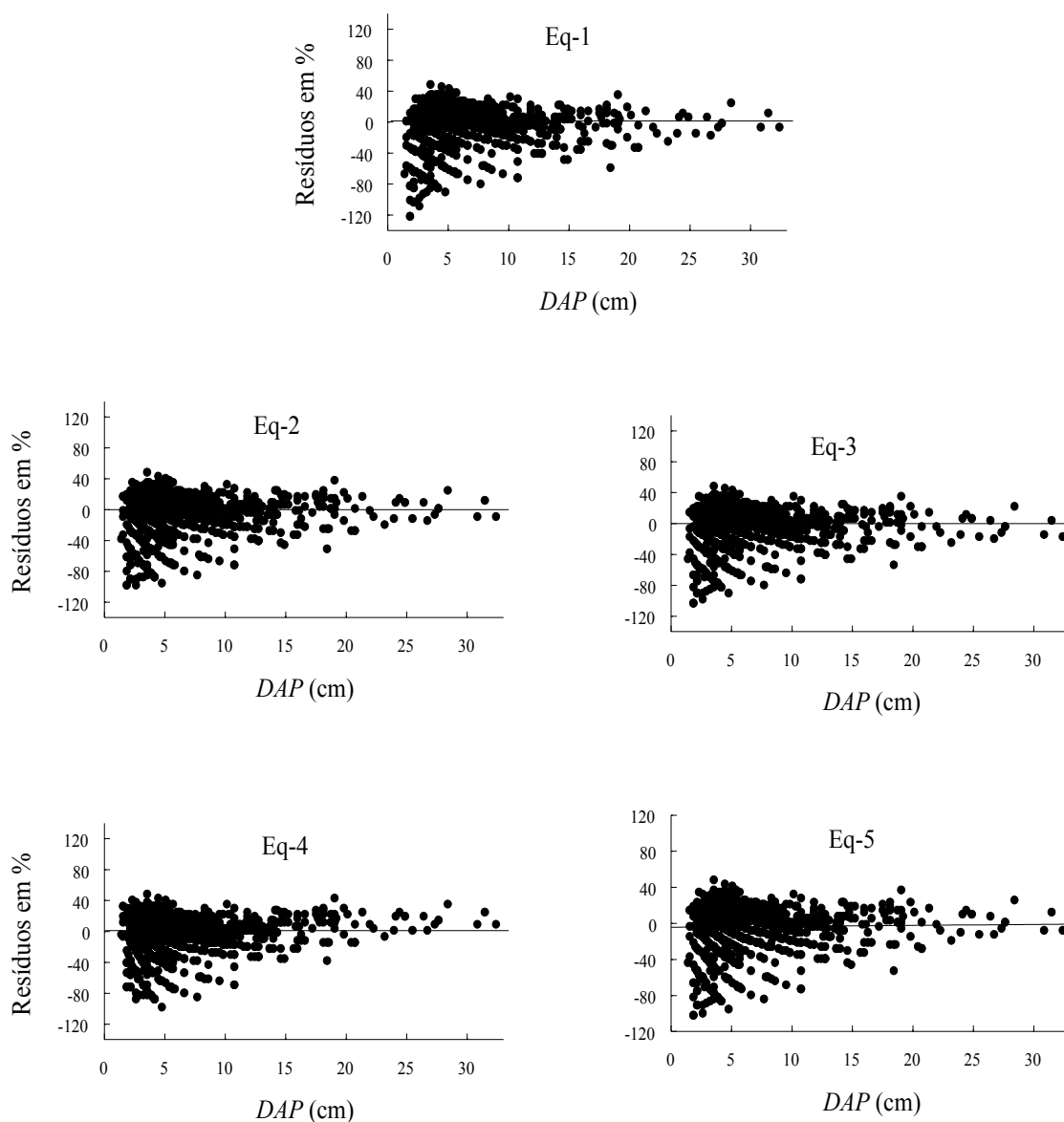
Considera-se, ainda, a variabilidade de diâmetros e alturas, visto que nem todas as árvores com mesmos diâmetros terão, necessariamente, as mesmas alturas, como também são consideradas as características de algumas espécies da caatinga, a exemplo

de *Combretum cf. leprosum* (mofumbo), que com um diâmetro pequeno pode atingir alturas maiores que as esperadas para aquele diâmetro, e o oposto, a exemplo de *Commiphora leptophloeos* (imburana), que com diâmetros grandes não alcançam alturas correspondentes.

Variações maiores em  $\bar{R}^2$ , com dados oriundos de parcelas, foram encontrados por Bartoszeck et al. (2002), em povoamentos de *Mimosa scabrella* (bracatinga) no Estado do Paraná, e por Fang e Bailey (1998), em floresta tropical na China, após testes com dados de parcelas independentes das usadas no ajuste dos modelos.



**Figura 4** – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de altura total, equações 1, 2, 3, 4 e 5 da ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN.



**Figura 5** – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de altura total, equações 1, 2, 3, 4 e 5 da fazenda Oriente, município de Condado-PB.

#### 4. CONCLUSÕES

A utilização das variáveis *DAS* e *DEq* no modelo de Schumacher e Hall, permitiu estimar com precisão o volume total com casca de árvores da caatinga.

O uso de fatores de forma escalonados por classe de diâmetro proporcionará estimativas mais seguras, quando este for o método para avaliar o volume de árvores da caatinga.

Os ajustes dos modelos hipsométricos, pelas medidas de precisão, foram considerados satisfatórios. Eles foram melhores quando a fonte dos dados foi as árvores oriundas da seleção para cubagem, inclusive apresentando uma distribuição dos resíduos percentuais sem tendência. Contudo, quando os dados foram oriundos das parcelas amostrais, esses resíduos se acumularam nas classes inferiores de diâmetro, demonstrando que todos os modelos superestimaram as alturas totais dessas classes diamétricas. Esse comportamento denota uma característica da vegetação da caatinga daquelas áreas de estudo, em que árvores finas alcançam alturas de árvores de diâmetros maiores, podendo ocorrer o inverso.

## REFERÊNCIAS

- BARTOSZECK, A. C. P. S.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. et al. Modelagem da relação hipsométrica para bracatingais da região metropolitana de Curitiba-PR. **Revista Floresta**, v. 32, n. 2, p. 189-204, 2002.
- BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo em três tipos de floresta. **Revista Scientia Forestalis**, v. 60, p. 149-163, 2001.
- BATISTA, J. L. F.; MARQUESINI, M.; VIANA, V. M. Equações de volume para árvores de caxeta (*Tabebuia cassinoides*) no Estado de São Paulo e Sul do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Scientia Forestalis**, v. 65, p. 162-175, 2004.
- CAMPELLO, F., GARIGLIO, M. A., SILVA, J.A. et al. **Diagnóstico florestal da região nordeste**. Brasília: IBAMA, 1999. 14 p. (Boletim Técnico, 2).
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: UFV. 2002. 407 p.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. et al. Estimação de volumes do tronco e da copa de árvores de povoamentos mistos. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, p. 471-480, 2001.
- CHICORRO, J. F.; RESENDE, J. L. P.; LEITE, H. G. Equações de volume e de *taper* para quantificar multiprodutos da madeira em floresta atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 799-809, 2003.
- CLUTTER, J. L.; FORTSON, J. C.; PIENAAR, L. V. et al. **Timber management: a quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983. 333 p.
- FANG, Z.; BAILEY, R. L. Height-diameter models for tropical forest on Hainan Island in southern China. **Forest Ecology and Management**, v. 110, p. 315-327, 1998.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC.  
Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no Estado de Minas Gerais e outras regiões do país. Belo Horizonte: 1995. 295 p.

GUIMARÃES, D. P.; LEITE, H. G. Influência do número de árvores na determinação de equação volumétrica para *eucalyptus grandis*. **Revista Scientia Forestalis**, n. 50, p. 37-42, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1)

JAYARAMAN, K.; LAPPI, J. Estimation of height-diameter curves through multilevel models with special reference to even-aged teak stands. **Forest Ecology and Management**, v. 142, p. 155-162, 2001.

LÖETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest Inventory**. Vol. II. München: BLV, Verlagsgesellschaft, 1973. 469 p.

MACHADO, S. A.; MELLO, J. M.; BARROS, D. A. Comparação entre métodos para avaliação de volume total de madeira por unidade de área, para o pinheiro do Paraná, na região sul do Brasil. **Revista Cerne**, v. 6, n. 2, p. 55-66, 2000.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of the timber volume. **Journal of Agriculture Research**, v. 47, n. 9, p. 719-734, 1933.

SILVA, J. A. A.; MELO, M. R. C. S.; BORDERS, B. E. A volume equation for mangrove trees in northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 58, p. 129-136, 1993.

SILVA, J. A. A.; PAULA NETO, F. **Princípios básicos de dendrometria**. Recife: UFRPE, 1979. 185 p.

SOARES, P.; TOMÉ, M. Height-diameter equation for first rotation eucalypt plantations in Portugal. **Forest Ecology and Management**, v. 166, p. 99-109, 2002.

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 Vale do Rio Doce, Linhares, ES. **Revista Árvore**, v. 15, n. 3, p. 257-273, 1991.

SOUZA, D. R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental**. 2003. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE – SUDEMA. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. 268 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG. Departamento de Ciências Atmosféricas. **Dados Climatológicos do Nordeste do Brasil**. [on line] Disponível em: <<http://www.dca.ufcg.edu.br/clima>>. Acesso em: 10 abr. 2004.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

ZAKIA, M. J. B.; PAREYN, F. G.; RIEGELHAUPT, E. Equações de peso e de volume para oito espécies lenhosas nativas do Seridó-RN. In: **Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal: PNUD/FAO/IBAMA, 1992. v. 1. p. 4.1-4.92. (BRA/87/007)

ZHANG, L. Cross-validation of non-linear growth functions for modelling tree height-diameter relationships. **Annals of Botany**, v. 79, p. 251-257, 1997.

## 4. CONCLUSÕES

Mediante os resultados do presente estudo, chegou-se às seguintes conclusões:

A fazenda Oriente apresentou maior diversidade florística e maior capacidade produtiva que a ESEC Seridó, sendo alta a similaridade florística entre as duas áreas.

Nas duas áreas, ESEC Seridó e fazenda Oriente, o nível II de inclusão (árvores com  $DAS < 10$  cm) apresentou maior número de indivíduos, famílias e espécies.

As famílias Leguminosae e Euphorbiaceae foram as mais importantes em número de indivíduos para ESEC Seridó e fazenda Oriente.

*Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Aspidosperma pyriformium*, *Croton sonderianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Combretum* cf. *leprosum* foram as espécies de maior VI na ESEC Seridó. As espécies de maior VI na fazenda Oriente foram *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, mortas em pé, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum* cf. *leprosum* e *Piptadenia stipulacea*.

Na ESEC Seridó e na fazenda Oriente, *Croton sonderianus* foi a espécie que apresentou a maior densidade, e *Caesalpinia pyramidalis* foi a espécie que apresentou a maior dominância.

*Croton sonderianus* foi a espécie com maior índice de regeneração na ESEC Seridó, e na fazenda Oriente foi *Bauhinia cheilantha*. As espécies *Cnidoscolus quercifolius*, *Myracrodruon urun deuva*, *Pseudobombax marginatum*, *Manihot glaziovii* e *Senna macranthera* não foram amostradas na regeneração natural na área da ESEC Seridó. As espécies *Caesalpinia ferrea*, *Sapium* sp., *Guapira* sp., *Tocoyena sellowiana*, *Cochlospermum insigne* não foram amostradas na regeneração natural na fazenda Oriente.



A similaridade florística entre as duas áreas de estudo, ESEC Seridó e fazenda Oriente, estimada pelo índice de Jaccard, foi igual a 0,70, revelando alta homogeneidade florística.

Com a influência das novas variáveis na matriz da análise de agrupamento, a distribuição dos grupos, unidos por similaridade, coincidiu com a localização dos levantamentos em suas respectivas unidades geomorfológicas. O grupo 1, a 74% de distância, representou a bacia sedimentar das chapadas altas; o grupo 2, a 53% de distância, reuniu os levantamentos da elevação da Borborema, e a 38% aglutinou os levantamentos do tabuleiro costeiro; e o grupo 3 congregou todos os levantamentos localizados na depressão sertaneja a 42% de distância, com subgrupos apresentando níveis de similaridade cada vez maiores.

A análise discriminante apresentou probabilidades de 0,1111, 0,2222 e 0,6667, respectivamente, para os grupos 1, 2 e 3 de levantamentos florísticos. A rotina final de classificação mostrou que 100% dos levantamentos florísticos foram classificados corretamente.

A utilização das variáveis *DAS* e *DEq* no modelo de Schumacher e Hall permitiu estimar com precisão o volume total com casca de árvores da caatinga.

Os ajustes das funções hipsométricas, pelas medidas de precisão, foram considerados satisfatórios. Eles foram melhores quando a fonte dos dados foi as árvores oriundas da seleção para cubagem rigorosa de volume, inclusive apresentando uma distribuição dos resíduos percentuais sem tendência. Contudo, quando os dados foram oriundos das parcelas amostrais, esses resíduos se acumularam nas classes inferiores de diâmetro, demonstrando que todos os modelos superestimaram as alturas totais dessas classes diamétricas. Esse comportamento denota uma característica da vegetação da caatinga daquelas áreas de estudo, em que árvores finas alcançam alturas de árvores de diâmetros maiores, podendo ocorrer o inverso.

O uso e os fatores de forma escalonados por classe de diâmetro proporcionarão estimativas mais seguras, quando este for o método para avaliar o volume de árvores da caatinga.

A equação para estimar volumes de comunidades arbóreas de caatinga semelhante à da fazenda Laranjeiras é:

$$\ln(\hat{V}_j) = -10,23110545 + 2,0119544 \cdot \ln(DEq_j) + 1,2827287 \cdot \ln(Ht_j).$$

A equação hipsométrica é:  $\hat{H}_j = 4,100789 + 0,23231 \cdot DAP_j$

Em decorrência das pequenas dimensões, do baixo estoque de biomassa, da diversidade vegetal e das condições ambientais desfavoráveis ao crescimento de biomassa de ecossistemas de caatinga, devem ser viabilizadas alternativas de uso múltiplo para os referidos ecossistemas.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

**Quadro 1A** – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas, em que DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, VC = valor de cobertura, VC% = valor de cobertura em porcentagem, VI = valor de importância, VI% = valor de importância em porcentagem, PSR = posição sociológica relativa, RNR = regeneração natural relativa, VIA = valor de importância ampliado e VIA% = valor de importância ampliado em porcentagem, na ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, ordenadas pelo VI

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)	PSR	RNR	VIA	VIA%
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	252,5	17,57	90	10,06	2,856	36,63	54,202	27,10	64,258	21,42	19,65	9,89	93,80	18,76
Morta	244,5	17,01	100	11,17	1,026	13,16	30,178	15,09	41,352	13,78	17,24	0	58,59	11,72
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	192,5	13,40	95	10,61	1,093	14,02	27,412	13,71	38,027	12,68	12,32	2,57	52,92	10,58
<i>Croton sonderianus</i>	288,0	20,04	80	8,94	0,403	5,17	25,215	12,61	34,153	11,38	20,53	62,06	116,74	23,35
<i>Mimosa tenuiflora</i>	78,0	5,43	80	8,94	0,629	8,06	13,491	6,75	22,430	7,48	6,60	2,47	31,50	6,30
<i>Combretum cf. leprosum</i>	145,0	10,09	60	6,70	0,247	3,17	13,259	6,63	19,963	6,65	9,96	6,90	36,82	7,36
<i>Anadenanthera colubrina</i>	31,0	2,16	55	6,15	0,579	7,43	9,586	4,79	15,731	5,24	1,60	2,65	19,98	4,00
<i>Jatropha cf. politana</i>	60,5	4,21	70	7,82	0,194	2,49	6,699	3,35	14,521	4,84	3,18	0,44	18,14	3,63
<i>Piptadenia stipulacea</i>	59,5	4,14	60	6,70	0,159	2,04	6,183	3,09	12,887	4,30	3,97	2,28	19,14	3,83
<i>Commiphora leptophloeos</i>	12,5	0,87	35	3,91	0,154	1,97	2,842	1,42	6,752	2,25	0,84	0,87	8,46	1,69
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	8,0	0,56	30	3,35	0,196	2,52	3,074	1,54	6,426	2,14	0,60	0	7,03	1,41
<i>Capparis flexuosa</i>	19,0	1,32	25	2,79	0,062	0,80	2,119	1,06	4,912	1,64	1,44	2,13	8,48	1,70
Indeterminada	15,0	1,04	20	2,23	0,042	0,54	1,579	0,79	3,814	1,27	0,63	1,58	6,02	1,20
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4,5	0,31	15	1,68	0,047	0,61	0,919	0,46	2,595	0,87	0,21	0	2,81	0,56
<i>Pseudobombax marginatum</i>	4,5	0,31	15	1,68	0,030	0,38	0,692	0,35	2,368	0,79	0,13	0	2,50	0,50
<i>Caesalpinia ferrea</i>	2,5	0,17	15	1,68	0,018	0,24	0,411	0,21	2,087	0,70	0,16	0,85	3,10	0,62
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3,0	0,21	15	1,68	0,005	0,06	0,270	0,14	1,946	0,65	0,10	0,44	2,49	0,50
<i>Tocoyena sellowiana</i>	8,0	0,56	5	0,56	0,020	0,26	0,812	0,41	1,371	0,46	0,23	0,48	2,08	0,42
<i>Bauhinia cheilantha</i>	2,0	0,14	10	1,12	0,006	0,07	0,213	0,11	1,330	0,44	0,15	1,26	2,74	0,55
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	2,5	0,17	5	0,56	0,020	0,26	0,435	0,22	0,994	0,33	0,16	0,42	1,57	0,31
<i>Manihot glaziovii</i>	2,0	0,14	5	0,56	0,002	0,03	0,171	0,09	0,730	0,24	0,15	0	0,88	0,18
Indeterminada 1	1,0	0,07	5	0,56	0,005	0,06	0,128	0,06	0,687	0,23	0,08	2,13	2,90	0,58
<i>Senna macranthera</i>	1,0	0,07	5	0,56	0,003	0,04	0,108	0,05	0,667	0,22	0,08	0	0,75	0,15
<i>Croton cf. atagoensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,62	0,62	0,12
Total	1.437,0	100,00	895	100,00	7,797	100,00	200,00	100,00	300,00	100,00	100,00	100,00	500,00	100,00

**Quadro 2A** – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas, em que DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência Absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, VC = valor de cobertura, VC% = valor de cobertura em porcentagem, VI = valor de importância, VI% = valor de importância em porcentagem, PSR = posição sociológica relativa, RNR = regeneração relativa, VIA = valor de importância ampliado, VIA% = valor de importância ampliado em porcentagem, na fazenda Oriente, município de Condado-PB, ordenadas pelo VI

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)	PSR	RNR	VIA	VIA (%)
<i>Croton sonderianus</i>	576,50	25,97	100	7,12	1,073	10,80	36,773	18,39	43,891	14,63	27,57	26,45	97,91	19,58
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	167,00	7,52	100	7,12	2,815	28,33	35,853	17,93	42,971	14,32	8,94	3,08	54,99	11,00
Mortas	295,00	13,29	100	7,12	0,996	10,03	23,314	11,66	30,431	10,14	12,04	0	42,47	8,49
<i>Bauhinia cheilantha</i>	331,00	14,91	100	7,12	0,579	5,83	20,737	10,37	27,855	9,28	14,32	29,47	71,65	14,33
<i>Combretum cf. leprosum</i>	220,50	9,93	80	5,69	0,327	3,30	13,228	6,61	18,922	6,31	9,32	3,94	32,18	6,44
<i>Piptadenia stipulacea</i>	98,50	4,44	85	6,05	0,347	3,49	7,929	3,96	13,979	4,66	4,24	5,12	23,34	4,67
<i>Commiphora leptophloeos</i>	35,0	1,58	75	5,34	0,701	7,06	8,635	4,32	13,973	4,66	1,60	1,02	16,59	3,32
<i>Mimosa tenuiflora</i>	53,0	2,39	65	4,63	0,577	5,81	8,199	4,10	12,826	4,28	2,64	1,32	16,79	3,36
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	74,0	3,33	80	5,69	0,282	2,84	6,171	3,09	11,865	3,96	3,61	3,53	19,01	3,80
<i>Manihot glaziovii</i>	72,5	3,27	55	3,91	0,337	3,40	6,663	3,33	10,577	3,53	3,76	0,58	14,92	2,98
<i>Anadenanthera colubrina</i>	17,5	0,79	60	4,27	0,506	5,09	5,883	2,94	10,154	3,38	0,59	1,76	12,50	2,50
<i>Jatropha cf. poliana</i>	53,5	2,41	55	3,91	0,168	1,69	4,099	2,05	8,013	2,67	1,66	0,96	10,63	2,13
<i>Pseudobombax marginatum</i>	43,0	1,94	50	3,56	0,229	2,30	4,239	2,12	7,798	2,60	1,43	1,95	11,18	2,24
<i>Amburana cearensis</i>	28,0	1,26	50	3,56	0,261	2,63	3,891	1,95	7,450	2,48	1,38	0,54	9,37	1,87
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	31,5	1,42	60	4,27	0,154	1,55	2,964	1,48	7,235	2,41	1,39	1,01	9,64	1,93
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	14,5	0,65	45	3,20	0,267	2,68	3,337	1,67	6,540	2,18	0,62	0,81	7,97	1,59
<i>Croton cf. rhamnifolioides</i>	40,5	1,82	30	2,14	0,079	0,79	2,615	1,31	4,751	1,58	1,72	1,31	7,78	1,56
Indeterminada 1	15,0	0,68	40	2,85	0,016	0,16	0,836	0,42	3,683	1,23	0,76	7,26	11,70	2,34
<i>Caesalpinia ferrea</i>	6,0	0,27	30	2,14	0,049	0,49	0,761	0,38	2,897	0,97	0,40	0	3,30	0,66
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	6,5	0,29	25	1,78	0,016	0,16	0,453	0,23	2,232	0,74	0,25	0,25	2,73	0,55
<i>Sapium sp.</i>	9,5	0,43	20	1,42	0,017	0,17	0,596	0,30	2,019	0,67	0,45	0	2,47	0,49

Continua...

Quadro 2A, cont.

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)	PSR	RNR	VIA	VIA (%)
<i>Guapira</i> sp.	5,5	0,25	15	1,07	0,038	0,38	0,625	0,31	1,693	0,56	0,24	0	1,93	0,39
<i>Capparis flexuosa</i>	5,0	0,23	15	1,07	0,021	0,21	0,435	0,22	1,503	0,50	0,24	0,27	2,01	0,40
Indeterminada 3	2,5	0,11	10	0,71	0,031	0,31	0,423	0,21	1,135	0,38	0,13	0	1,26	0,25
Indeterminada 4	5,0	0,23	10	0,71	0,009	0,09	0,315	0,16	1,027	0,34	0,10	0	1,13	0,23
<i>Acalypha multicalis</i>	5,0	0,23	10	0,71	0,008	0,08	0,308	0,15	1,020	0,34	0,22	6,2	7,44	1,49
<i>Tocoyena sellowiana</i>	1,5	0,07	10	0,71	0,009	0,09	0,161	0,08	0,873	0,29	0,11	0	0,98	0,20
<i>Senna macranthera</i>	3,0	0,14	5	0,36	0,004	0,04	0,171	0,09	0,527	0,18	0,08	0,48	1,09	0,22
<i>Ziziphus cotinifolia</i>	0,5	0,02	5	0,36	0,013	0,13	0,157	0,08	0,513	0,17	0,01	0,24	0,76	0,15
<i>Cochlospermum insignne</i>	0,5	0,02	5	0,36	0,004	0,04	0,061	0,03	0,417	0,14	0,01	0	0,43	0,09
<i>Helicteres cf. mollis</i>	1,0	0,05	5	0,36	0,001	0,01	0,057	0,03	0,412	0,14	0,05	1,66	2,12	0,42
Indeterminada 2	1,0	0,05	5	0,36	0,001	0,01	0,055	0,03	0,411	0,14	0,05	0,27	0,73	0,15
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1,0	0,05	5	0,36	0,001	0,01	0,054	0,03	0,410	0,14	0,05	0,27	0,73	0,15
<i>Cordia leucocephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,05
Total	2.220,0	100,00	1.405	100,00	9,935	100,00	200,00	100,00	300,00	100,00	100,00	100,00	500,00	100,00

APÊNDICE B

**Quadro 1B** – Estimativas médias do número de indivíduos por hectare (n ha<sup>-1</sup>), por espécie e por classe de DAS, nos níveis I e II de inclusão, ordenadas pelo VI, ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN

Espécie	Centro de Classe de DAS (cm)										Total
	2,50	7,50	12,50	17,50	22,50	27,50	32,50	37,50	42,50		
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	71,00	68,50	55,00	39,00	12,50	5,50	1,00				252,50
Morta	148,00	67,00	15,50	9,00	4,00	1,00					244,50
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	60,00	94,00	27,50	8,00	1,50	1,00		0,50			192,50
<i>Croton sonderianus</i>	249,00	39,00									288,00
<i>Mimosa tenuiflora</i>	21,00	29,50	16,50	8,00	2,50	0,50					78,00
<i>Combretum cf. leprosum</i>	108,00	37,00									145,00
<i>Anadenanthera colubrina</i>	9,00	6,00	5,50	3,50	4,00	2,00		1,00			31,00
<i>Jatropha cf. poliana</i>	19,00	39,00	2,50								60,50
<i>Piptadenia stipulacea</i>	30,00	27,00	2,00	0,50							59,50
<i>Commiphora leptophloeos</i>	5,00	3,00	2,50	1,00	0,50				0,50		12,50
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>		3,00	1,00	1,50	1,00	1,00	0,50				8,00
<i>Capparis flexuosa</i>	12,00	6,00	0,50								19,00
Indeterminada 4	6,00	9,00									15,00
<i>Myracrodruon urundeuva</i>		2,00	1,00	1,50							4,50
<i>Pseudobombax marginatum</i>	3,00	1,00			0,50						4,50
<i>Caesalpinia ferrea</i>	1,00	1,00		0,50							2,50
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3,00										3,00
<i>Tocoyena sellowiana</i>	5,00	3,00									8,00
<i>Bauhinia cheilantha</i>	1,00	1,00									2,00
<i>Ziziphus cotinifolia</i>		2,00		0,50							2,50
<i>Manihot glaziovii</i>	2,00										2,00
Indeterminada 1		1,00									1,00
<i>Senna macranthera</i>		1,00									1,00
<b>Total</b>	<b>753,00</b>	<b>440,00</b>	<b>129,50</b>	<b>73,00</b>	<b>27,00</b>	<b>11,00</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>1.437,00</b>

**Quadro 2B** – Estimativas médias do número de indivíduos por hectare ( $n\ ha^{-1}$ ), por espécie e por classe de DAS, nos níveis I e II de inclusão, ordenadas pelo VI, fazenda Oriente, município de Conado-PB

Espécie	Centro de Classe de DAS (cm)										Total				
	2,50	7,50	12,50	17,50	22,50	27,50	32,50	37,50	42,50						
<i>Croton sonderianus</i>	397,00	176,00	3,50												576,50
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	19,00	56,50	35,00	28,00	17,50	7,00	3,00	1,00							167,00
Morta	172,00	98,50	17,50	4,00	2,00		0,50	0,50							295,00
<i>Bauhinia cheilantha</i>	237,00	92,50	1,50												331,00
<i>Combretum cf. leprosum</i>	180,00	40,00	0,50	0,50											220,50
<i>Piptadenia stipulacea</i>	36,00	55,00	7,00	0,50											98,50
<i>Commiphora leptophloeos</i>	11,00	9,00	6,00	3,00	2,00	1,00	0,50	1,00	1,50						35,00
<i>Mimosa tenuiflora</i>	8,00	21,50	14,00	6,50	1,50										53,00
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	37,00	26,50	10,00	0,50											74,00
<i>Manihot glaziovii</i>	26,00	33,50	11,50	1,00	0,50										72,50
<i>Anadenanthera colubrina</i>	4,00	3,50	1,50	2,50	2,50	0,50	2,50								17,50
<i>Jatropha cf. politana</i>	21,00	29,50	3,00												53,50
<i>Pseudobombax marginatum</i>	11,00	24,50	5,50	2,00											43,00
<i>Amburana cearensis</i>	8,00	7,00	9,00	3,00	0,50		0,50								28,00
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	12,00	13,00	5,00	1,00	0,50										31,50
<i>Myracrodon urundeuva</i>	3,00	4,50	2,00	1,00	2,00	1,50	0,50								14,50
<i>Croton cf. rhamnifolioides</i>	30,00	10,00	0,50												40,50
Indeterminada 1	15,00														15,00
<i>Caesalpinia ferrea</i>	2,00	1,00	2,50	0,50											6,00
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	6,00		0,50												6,50
<i>Sapium sp.</i>	7,00	2,00	0,50												9,50
<i>Guapira sp.</i>	2,00	3,00			0,50										5,50
<i>Capparis flexuosa</i>	2,00	2,00	1,00												5,00
Indeterminada 3	1,00		1,00		0,50										2,50
Indeterminada 4	4,00	1,00	1,00												5,00
<i>Acalypha multicalis</i>	4,00	1,00													5,00
<i>Tocoyena sellowiana</i>		1,00	0,50												1,50
<i>Senna macranthera</i>	3,00														3,00
<i>Ziziphus cotinifolia</i>				0,50											0,50
<i>Cochlospermum insignis</i>			0,50												0,50
<i>Helicteres cf. mollis</i>	1,00														1,00
Indeterminada 2	1,00														1,00
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1,00														1,00
<b>Total</b>	<b>1.261,00</b>	<b>712,50</b>	<b>139,00</b>	<b>54,00</b>	<b>30,00</b>	<b>11,50</b>	<b>7,50</b>	<b>2,50</b>	<b>2,00</b>	<b>11,50</b>	<b>2,00</b>	<b>2,220,00</b>			



APÊNDICE C

**Quadro 1C** – Estimativas médias da área basal por hectare ( $m^2 ha^{-1}$ ), por espécie e por classe de DAS, nos níveis I e II de inclusão, ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN

Espécie	Centro de Classe de DAS (cm)										Total
	2,50	7,50	12,50	17,50	22,50	27,50	32,50	37,50	42,50		
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	0,089	0,281	0,689	0,915	0,491	0,313	0,078				2,856
Morta	0,189	0,245	0,182	0,204	0,145	0,062					1,026
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,084	0,326	0,317	0,186	0,058	0,059		0,062			1,093
<i>Croton sonderianus</i>	0,293	0,110									0,403
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,024	0,124	0,185	0,178	0,092	0,027					0,629
<i>Combretum cf. leprosum</i>	0,133	0,114									0,247
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,012	0,026	0,072	0,090	0,152	0,117		0,110			0,579
<i>Jatropha cf. poliana</i>	0,028	0,143	0,023								0,194
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,040	0,089	0,021	0,010							0,159
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,008	0,009	0,034	0,022	0,016				0,065		0,154
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>		0,012	0,011	0,037	0,033	0,063	0,040				0,196
<i>Capparis flexuosa</i>	0,014	0,020	0,006		0,022						0,062
Indeterminada 4	0,009	0,033									0,042
<i>Myracrodruon urundeuva</i>		0,005	0,012	0,030							0,047
<i>Pseudobombax marginatum</i>	0,004	0,002			0,024						0,030
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,001	0,002		0,015							0,018
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,005										0,005
<i>Tocoyena sellowiana</i>	0,007	0,013									0,020
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,002	0,004									0,006
<i>Ziziphus cotinifolia</i>		0,007		0,013							0,020
<i>Manihot glaziovii</i>	0,002										0,002
Indeterminada 1		0,005									0,005
<i>Senna macranthera</i>		0,003									0,003
Total	0,943	1,573	1,552	1,699	1,033	0,640	0,118	0,172	0,065		7,797

**Quadro 2C** – Estimativas médias da área basal por hectare (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), por espécie e por classe de DAS, nos níveis I e II de inclusão, fazenda Oriente, município de Condado-PB

Espécie	Centro de Classe de DAS (cm)										Total				
	2,50	7,50	12,50	17,50	22,50	27,50	32,50	37,50	42,50						
<i>Croton sonderianus</i>	0,494	0,544	0,036												1,073
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	0,023	0,246	0,432	0,665	0,676	0,405	0,253	0,115							2,815
Morta	0,228	0,327	0,198	0,086	0,070		0,037	0,051							0,996
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,286	0,279	0,014												0,579
<i>Combretum cf. leprosum</i>	0,213	0,109	0,005												0,327
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,050	0,207	0,076	0,014											0,347
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,015	0,029	0,073	0,072	0,089	0,059	0,041	0,101	0,223						0,701
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,010	0,107	0,179	0,145	0,058	0,078									0,577
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	0,049	0,104	0,115	0,014											0,282
<i>Manihot glaziovii</i>	0,035	0,128	0,133	0,024	0,017										0,337
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,005	0,014	0,020	0,068	0,098	0,035	0,200		0,066						0,506
<i>Jatropha cf. poliana</i>	0,027	0,109	0,031												0,168
<i>Pseudobombax marginatum</i>	0,014	0,099	0,068	0,048											0,229
<i>Amburana cearensis</i>	0,012	0,027	0,098	0,063	0,024		0,037								0,261
<i>Aspidosperma pyriformum</i>	0,016	0,047	0,053	0,021	0,017										0,154
<i>Myracrodium urundeuva</i>	0,004	0,019	0,024	0,024	0,074	0,082	0,040								0,267
<i>Croton cf. rhampifolioides</i>	0,043	0,032	0,004												0,079
Indeterminada 1	0,016														0,016
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,003	0,003	0,032	0,012											0,049
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,009		0,007												0,016
<i>Sapium sp.</i>	0,008	0,004	0,005												0,017
<i>Guapira sp.</i>	0,002	0,015													0,038
<i>Capparis flexuosa</i>	0,003	0,006	0,012		0,020										0,021
Indeterminada 3	0,002		0,009		0,020										0,031
Indeterminada 4	0,005	0,004													0,009
<i>Acalypha multicalis</i>	0,004	0,005													0,008
<i>Tocovena sellowiana</i>	0,003	0,003	0,007												0,009
<i>Senna macranthera</i>	0,004														0,004
<i>Ziziphus cotinifolia</i>				0,013											0,013
<i>Cochlospermum insignis</i>	0,004														0,004
<i>Helicteres cf. mollis</i>	0,001														0,001
Indeterminada 2	0,001														0,001
<i>Aspidosperma cuspa</i>	0,001														0,001
Total	1,580	2,469	1,630	1,270	1,162	0,659	0,608	0,266	0,289						9,935

## APÊNDICE D

**Quadro 1D** – Estimativas médias do volume total com casca por hectare ( $m^3 ha^{-1}$ ), por espécie e por classe de *DAS*, nos níveis I e II de inclusão, ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN

Espécie	Centro de Classe de <i>das</i> (cm)										Total
	2,50	7,50	12,50	17,50	22,50	27,50	32,50	37,50	42,50		
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	0,1071	0,6119	2,1393	3,5881	1,9239	1,2962	0,2032				9,8697
Morta	0,3214	0,4640	0,5255	0,4542	0,3714	0,1646					2,3010
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,0658	0,3161	0,6197	0,3965	0,1748	0,2180		0,1523			1,9432
<i>Croton sonderianus</i>	0,4829	0,1521									0,6350
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,0278	0,2490	0,4802	0,5468	0,3758	0,1866					1,8661
<i>Combretum cf. leprosum</i>	0,3054	0,3483									0,6536
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,0186	0,0586	0,2905	0,4270	0,8338	0,7195		0,7225			3,0706
<i>Jatropha cf. poliana</i>	0,0190	0,1637	0,0452								0,2278
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,0917	0,2379	0,0614	0,0106							0,4015
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,0018	0,0066	0,1150	0,0613	0,0673				0,0952		0,3472
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>		0,0182	0,0325	0,1544	0,1184	0,4241	0,2867				1,0343
<i>Capparis flexuosa</i>	0,0206	0,0362	0,0181		0,0517						0,1265
Indeterminada 4	0,0075	0,0315									0,0390
<i>Myracrodruon urundeuva</i>		0,0087	0,0438	0,1498							0,2022
<i>Pseudobombax marginatum</i>	0,0004	0,0002			0,0547						0,0553
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,0026	0,0037		0,0689							0,0752
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,0042										0,0042
<i>Tocoyena sellowiana</i>	0,0052	0,0079									0,0131
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,0025	0,0065									0,0091
<i>Ziziphus cotinifolia</i>		0,0229		0,0306							0,0534
<i>Manihot glaziovii</i>	0,0034										0,0034
Indeterminada 1		0,0156									0,0156
<i>Senna macranthera</i>		0,0038									0,0038
<b>Total</b>	<b>1,4878</b>	<b>2,7633</b>	<b>4,3711</b>	<b>5,8883</b>	<b>3,9716</b>	<b>3,0090</b>	<b>0,4899</b>	<b>0,8749</b>	<b>0,0952</b>		<b>22,9510</b>

**Quadro 2D** – Estimativas médias do volume total com casca por hectare (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), por espécie e por classe de DAS, nos níveis I e II de inclusão, fazenda Oriente, município de Conrado-PB

Espécie	Centro de Classe de DAS (cm)										Total		
	2,50	7,50	12,50	17,50	22,50	27,50	32,50	37,50	42,50				
<i>Croton sonderianus</i>	1,2516	1,5623	0,9942										2,9081
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	0,0507	0,7396	1,5145	2,4098	2,4631	1,4697	1,1136	0,4003					10,1613
Morta	0,4817	0,7579	0,5753	0,2536	0,2312		0,0748	0,3583					2,7328
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,6122	0,7101	0,0343										1,3566
<i>Combretum cf. leprosum</i>	0,6796	0,4340	0,0118										1,1254
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,1433	0,6620	0,2446	0,0252									1,0750
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,0183	0,0484	0,2006	0,2340	0,3542	0,2579	0,1749	0,5141	1,0785				2,8810
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,0293	0,3230	0,5906	0,4981	0,2399	0,1595							1,8404
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,1100	0,3071	0,3896	0,0480									0,8547
<i>Manihot glaziovii</i>	0,0809	0,3697	0,4518	0,0917	0,0799								1,0739
<i>Adenanthera colubrina</i>	0,0110	0,0448	0,0861	0,3565	0,4277	0,1906	0,9772		0,3914				2,4852
<i>Jatropha cf. politana</i>	0,0257	0,2018	0,0683										0,2958
<i>Pseudobombax marginatum</i>	0,0064	0,0995	0,1188	0,1075									0,3322
<i>Amburana cearensis</i>	0,0178	0,0682	0,3318	0,2224	0,1094		0,1704						0,9201
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,0178	0,0877	0,1441	0,0748	0,0381								0,3625
<i>Myracrodion urundeuva</i>	0,0112	0,0595	0,0985	0,1207	0,4195	0,3747	0,2902						1,3742
<i>Croton cf. rhamniifolioides</i>	0,0846	0,0573	0,0034										0,1453
Indeterminada 1	0,0439												0,0439
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,0058	0,0049	0,0731	0,0263									0,1102
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,0162		0,0271										0,0434
<i>Sapium sp.</i>	0,0186	0,0096	0,0171										0,0453
<i>Guapira sp.</i>	0,0025	0,0306			0,1906								0,2237
<i>Capparis flexuosa</i>	0,0054	0,0184	0,0344										0,0583
Indeterminada 3	0,0037		0,0301										0,1556
Indeterminada 4	0,0036	0,0099											0,0135
<i>Acalypha multicalis</i>	0,0083	0,0039											0,0122
<i>Tocoyena sellowiana</i>		0,0048	0,0102										0,0151
<i>Senna macranthera</i>	0,0053												0,0053
<i>Ziziphus cotinifolia</i> Reisseck				0,0692									0,0692
<i>Cochlospermum insignis</i>		0,0107											0,0107
<i>Helicteres cf. Mollis</i>	0,0019												0,0019
Indeterminada 2	0,0027												0,0027
<i>Aspidosperma cuspa</i>	0,0023												0,0023
Total	3,7521	6,6257	5,1505	4,5376	4,6754	2,4524	2,8011	1,2727	1,4699				32,7375

## APÊNDICE E

**Quadro 1E** – Resultado do teste L & O, comparando as distribuições de densidade, área basal e volume total para ESEC Seridó, município de Serra Negra do Norte-RN, e para fazenda Oriente, município de Condado-PB

Parâmetro	F(H <sub>0</sub> )	t $\bar{e}$	$r_{Y_j Y_1}$	Decisão
Densidade (ind ha <sup>-1</sup> )	*	*	$r_{Y_j Y_1} \geq (1 -  \bar{e} )$	$Y_j \neq Y_1$
Área basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	ns	*	$r_{Y_j Y_1} \geq (1 -  \bar{e} )$	$Y_j \neq Y_1$
Volume total (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Ns	*	$r_{Y_j Y_1} \leq (1 -  \bar{e} )$	$Y_j \neq Y_1$

\* significativo a 5% e ns não-significativo.

F(H<sub>0</sub>) = teste F de Graybill; t $\bar{e}$  = teste t para o erro médio;  $r_{Y_j Y_1}$  = coeficiente de correlação linear; Y<sub>1</sub> = fazenda oriente; e Y<sub>j</sub> = ESEC Seridó.