



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

**CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS**

PIERRE FARIAS DE SOUZA

**ESTUDOS FITOSSOCIOLÓGICOS E DENDROMÉTRICOS EM UM FRAGMENTO
DE CAATINGA, SÃO JOSÉ DE ESPINHARAS - PB**

Patos - Paraíba - Brasil

2012

PIERRE FARIAS DE SOUZA

**ESTUDOS FITOSSOCIOLÓGICOS E DENDROMÉTRICOS EM UM FRAGMENTO
DE CAATINGA, SÃO JOSÉ DE ESPINHARAS - PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

**Orientador: Prof. Dr. Josuel Arcanjo da
Silva**

Patos - Paraíba - Brasil

2012

**FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL
UFCG/CSTR – CAMPUS DE PATOS**

S729e

2012 SOUZA, Pierre Farias de.

Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas - PB./ Pierre Farias de Souza. Patos - PB: CSTR/UFCG, 2012.

97 p.:il. Color.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Josuel Arcanjo da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 – Composição florística 2 – Estrutura horizontal 3 – Regeneração. 4 – Modelos volumétricos. 5 – Estimativas.

CDU: 581.526.12

PIERRE FARIAS DE SOUZA

**ESTUDOS FITOSSOCIOLÓGICOS E DENDROMÉTRICOS EM UM FRAGMENTO
DE CAATINGA, SÃO JOSÉ DE ESPINHARAS - PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovada em: 16 de fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Josuel Arcanjo da Silva

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(Orientador)

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco (DCFL/UFRPE)
(1º Examinador)

Prof. Dr. Lúcio Valério Coutinho de Araújo

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(2º Examinador)

A minha tia: (*in memoriam*)
Maria Mércia Gonçalves Honorato,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor dos Senhores, mais conhecido como “o Leão da tribo de Judá”, o nosso Deus, pela vida e por me conceder o conhecimento.

A minha família: Helena Honorato, minha mãe, e Antônio Farias, meu pai (*in memoriam*), e aos meus irmãos: Alexandre, Ibéria, Mônica e o Remy.

A meus avós: Joana e Severino, tias, tios, seus cônjuges e demais familiares.

À coordenação do PPGCF-UFCG - Patos, professores e funcionários.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Josuel Arcanjo da Silva, pela orientação, apoio, ensinamentos, pela competência profissional e dedicação na orientação deste trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em especial, ao Departamento de Engenharia Florestal, pelo meu aperfeiçoamento profissional.

Ao INCRA, pelo apoio para a realização desta pesquisa.

À SUDEMA, pela liberação da coleta de dados no prazo hábil e a todos os funcionários que atenderam atenciosamente a esta pesquisa quando surgiam as necessidades.

A Lígia, funcionária do (INCRA), e a Emicléia, funcionária da SUDEMA – DIFLOR, e Perla (SUDEMA - Patos), pelo apoio e colaboração.

Aos que fazem o herbário do CSTR-UFCG, com a identificação de plantas, especialmente à professora Maria de Fátima e à discente Danielly Lucena, pelas orientações prestadas.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade em participar deste trabalho e por suas contribuições.

Aos assentados: José Pio e Dona Luciana, por ter em me cedido a sua residência, por longo tempo, para a coleta de dados.

Aos ajudantes: Alan, Cícero, Ivan e Titi, pelas contribuições nas coletas de dados.

Aos estudantes: Ademilson Daniel, Íkallo George, William, Carlos Magno (Djow), Iuri, Lázaro e Clécio, que ajudaram na coleta de dados.

À secretária do PPGCF, Nara Cecília, pelos serviços prestados com dedicação e carinho e às secretárias da coordenação de Engenharia Florestal, Ednalva e Ivanice, pelos favores prestados.

Aos colegas da turma de mestrado 2010.1 (Ademilson Daniel, Alexandre, Bruna, Clécio, Cleomária, Ednalva, Eliane, Isis, Leonardo, Perla, Rosângela, Shirley), por bons momentos que passamos juntos.

Aos professores do mestrado, ministradores das disciplinas cursadas: Assíria, Drumond, Fernando Zanella, Ivonete, Joedla, Josuel, Maria das Graças, Naelza, Olaf, pelo conhecimento adquirido.

Às duas professoras que estiveram na coordenação do Programa de Pós-Graduação, no período de mestrado: Joedla e Patrícia, pelos favores prestados aos alunos e ao programa de pós-graduação.

Aos cônjuges Édme e Eliane e ao meu amigo Samuel, pelo apoio, amizade e carinho.

Aos colegas de residência: Alberto, Christiano, Ermilton e Clécio, pela amizade e companheirismo.

Aos amigos: Marcos Swhêuds' e Wállison Ramon, pela sincera amizade.

A todos que existiram para que este trabalho fosse desenvolvido e não foram citados, mas que, de forma direta e indireta, contribuíram para esta realização.

Entendendo a vida

Se eu puder entender

**Que o fluxo da seiva tronco acima, e o fluxo das águas rio abaixo,
Carregam os mesmos nutrientes que estão no sangue das minhas veias...**

Quando eu aprender

**Que sou grão, terra e sou semente,
Saberei então que em mim e na natureza que me cerca,
Do mais elementar dos seres ao mais forte**

Estão os mesmos nutrientes...

Então terei compreendido que SOU UM com o universo que tudo abrange...

Poderei assim vivenciar o AMOR,

Que me espera amorosamente, envolto em luz, além da morte,

Pois ele, o Amor, e eu (cada um de nós) somos um só!

Juan José Lucena

SOUZA, Pierre Farias de. **Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas - PB.** 2012. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2012. 97p.:il.

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar a composição florística, caracterizar os parâmetros das estruturas horizontal, vertical, interna, paramétrica e de regeneração, ajustar modelos volumétricos para estimativas de volume de fustes, bem como estimar um fator de forma para fustes na vegetação de caatinga. A área de estudo se localiza no Assentamento Cachoeira, município de São José de Espinharas-PB. Foram utilizadas 49 parcelas de 400 m² (20 x 20 m), sistematicamente distribuídas, com espaçamento entre parcelas de 300 x 300m, demarcadas com auxílio de GPS de navegação (*Global Position System*). Para a coleta dos dados de inventário, da regeneração e da estrutura interna (classe de vitalidade, qualidade de fuste, posição de copa e altura de bifurcação), foi seguido o Protocolo de Medição da Rede de Manejo da Caatinga. Para o estudo das estimativas volumétricas, foi utilizada uma amostra 225 fustes. Para cada fuste, foram tomados medições de circunferência a 0,30m do solo ($C_{0,30}$), circunferência na altura do peito (CAP) e altura total do maior fuste. Na cubagem rigorosa, o fuste foi medido em seções de (1 m), pelo método de Smalian, até um valor mínimo aproveitável em torno de 1,5 cm de diâmetro, anotando-se, quando fosse o caso, a circunferência e o comprimento fracionário da seção final. Após as medições, foram obtidos os volumes totais por fuste. Foram utilizados os modelos de Schumacher e Hall (1933), o modelo de Spurr, na forma linearizada, e o modelo de Schumacher e Hall (1933), na forma não linear, todos eles com duas opções para a variável independente, diâmetro a 0,3 metros de altura do solo e diâmetro equivalente, totalizando seis modelos. O fator de forma foi estimado pela razão entre o volume real através da cubagem rigorosa por fuste e o volume cilíndrico, cuja base é a área seccional obtida pelo DAP a 1,30 m e altura do fuste. A tabulação, o processamento e as análises foram realizados utilizando-se os softwares Microsoft Office Excel 2007, Statistica e Mata Nativa 2.0. Foram encontradas, na área de estudo, 30 espécies e 15 famílias e 26 gêneros. A espécie *Luetzelburgia bahiensis*, listada neste trabalho, não consta em registros anteriores. Não há enciclopédias sobre sua ocorrência na vegetação da Paraíba. As espécies que apresentaram maior densidade foram: *Croton blanchetianus*, *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora*, *Combretum* sp, *Aspidosperma pyrifolium* e *Mimosa ophthalmocentra*. A espécie de maior VI(%) da área é a *P. pyramidalis*, com 23,46%. Na estrutura vertical, a segunda classe de altura apresentou maior distribuição de fustes em densidade da área em estudo. Na regeneração, as espécies *C. blanchetianus*, *Combretum* sp. e *P. pyramidalis* apresentaram maior densidade em fustes da área. As três primeiras classes diamétricas possuem o maior número de fustes da floresta, classe I 60,1%, classe II 28,25 % e Classe III 8,17 %, totalizando 96,53%. Acima de 71% dos fustes da caatinga apresentaram saudáveis. Foi obtido o valor de 0,87 para o fator de forma estudado. Os quatro primeiros modelos volumétricos apresentaram bons desempenhos para estimativas de volume de fustes da caatinga.

Palavras – chave: Composição florística. Estrutura Horizontal. Regeneração. Modelos Volumétricos. Estimativas.

SOUZA, Pierre Farias de. **Dendrometric and phytosociological studies in a fragment of caatinga, São José de Espinharas - PB.** 2012. Dissertation – Master's Degree in Forest Sciences. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2012. 97p.:il.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the floristic composition, characterize the parameters of the horizontal, vertical, internal, parametric and regeneration structures, adjust volumetric models in order to obtain stem volume estimates as well as estimate a form factor for stems in caatinga vegetation. The study area is located in the Cachoeira Settlement, in the municipality of São José de Espinharas-PB. We used 49 sample with an area of 400 m² (20 x 20 m), systematically distributed, spacing between plots of 300 x 300m, demarcated with the help of GPS navigation (Global Positioning System). To collect the inventory data, regeneration and the internal structure (Class of vitality, quality of stem, crown position and height of bifurcation), the Measurement Network Management of the Caatinga Protocol was followed. For the study of volumetric estimates, we used a 225 sample stem. For each stem, measurements of the circumference at 0.30 m above the ground (C0, 30), circumference at breast height (CAP) and total height of the largest stem were taken. In the rigorous scaling procedure, the stem was measured in sections (1 m), by the method of Smalian, up to a minimum usable value of about 1.5 cm diameter, taking notes, where appropriate, of the circumference and length fraction of the final section. After the measurements, the total volumes per stem were obtained. We used Schumacher and Hall (1933) models, Spurr model in the linear form, and the model in the Schumacher and Hall (1933), in the non-linear form, all of them with two options for the independent variable, diameter at 0.3 meters above the ground and equivalent diameter, totalizing six models. The form factor was estimated by the ratio between the actual volume obtained by stem rigorous scaling and cylindrical volume, whose base is the sectional area obtained by the DAP at 1.30 m and height of the stem. The tabulation, processing and analysis were carried out using the software Microsoft Office Excel 2007, Statistica and Mata Nativa 2.0. We found, in the study area, 30 species and 15 families and 26 genera. The species *Luetzelburgia bahiensis*, listed in this work, is not present in previous records. There is no record about its occurrence in the vegetation of Paraiba. The species with the highest density were: *Croton blanchetianus*, *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora*, *Combretum* sp, *Aspidosperma pyriformis* and *Mimosa ophthalmocentra*. The species with the largest VI (%) in the area is *P. pyramidalis* with 23,46 %. On the vertical structure, the second height class presented a greater stem distribution in density in the study area. In regeneration, the species *C. blanchetianus*, *Combretum* sp. and *P. pyramidalis* showed a higher stem density in the area. The first three diametric classes have the largest number of stems of the forest. Class I 60 1%, Class II 28,25% and Class III 8,17%, totalizing 96,53%. Over 71% of the stems in the caatinga were healthy. The obtained value was 0.87 for the studied form factor. The first four volumetric models showed good performance for volume estimates of stems in the caatinga.

Keywords: Floristic Composition. Horizontal Structure. Regeneration. Volumetric Models. Estimates.

LISTA DE FIGURAS

	Pg
Figura 1 – Localização da área de estudo.....	32
Figura 2 – Área útil das parcelas do inventário e das subparcelas da regeneração.....	34
Figura 3 – Distribuição da estrutura vertical em três classes de altura, através da densidade de fustes ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes.....	56
Figura 4 – Distribuição da regeneração por meio da densidade de plantas ($N \cdot ha^{-1}$), em duas classes de altura, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo uma única planta.....	57
Figura 5 – Distribuição da regeneração por meio da frequência relativa e densidade relativa de plantas, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo uma única planta.....	58
Figura 6 – Distribuição da regeneração por meio da densidade de fustes ($N \cdot ha^{-1}$), em duas classes de altura, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes.....	59
Figura 7 – Distribuição da regeneração por meio da frequência relativa e densidade relativa de fustes, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes.....	59
Figura 8 – Distribuição da densidade de fustes em classes diamétricas para doze espécies da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas- PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes	62

Figura 9 – Distribuição da dominância em classes diamétricas para doze espécies da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes.....	64
Figura 10 – Altura de bifurcação de fustes para espécies de caatinga, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas – PB.....	69
Figura 11 – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, em ordem crescente de diâmetro (0,3m), onde (a) com a equação 1 e (b) com a equação 2.....	78
Figura 12 – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, em ordem crescente de diâmetro (0,3m), onde (c) com a equação 3 e (d) com a equação 4.....	79
Figura 13 – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, em ordem crescente de diâmetro (0,3m), onde (e) com a equação 5 e (f) com a equação 6.....	80

LISTA DE TABELAS

	Pg
Tabela 1 – Composição das áreas que formam a Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, no município de São José de Espinharas, Paraíba.....	31
Tabela 2 – Relação florística das espécies arbóreas da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, Município de São J. de Espinharas - PB, listadas por ordem alfabética de famílias.....	48
Tabela 3 – Estrutura horizontal das espécies florestais lenhosas, em ordem decrescente pelo VI(%), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas – PB.....	54
Tabela 4 – Distribuição da estrutura vertical em três classes de altura através da densidade de fustes ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou abaixo de 0,3 m de altura como sendo indivíduos diferentes.....	93
Tabela 5 – Distribuição da regeneração por meio da densidade ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 m de altura como sendo uma única planta.....	94
Tabela 6 – Distribuição da regeneração por meio da densidade ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 m de altura como sendo indivíduos diferentes.....	95
Tabela 7 – Distribuição da estrutura diamétrica por meio da densidade ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. De Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 m de altura como sendo indivíduos diferentes.....	96
Tabela 8 – Distribuição da estrutura diamétrica por meio da dominância ($m^2 \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 metros de altura, como sendo indivíduos diferentes.....	97
Tabela 9 – Vitalidade de fustes para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes.....	66

Tabela 10 – Qualidade de fuste para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes.....	68
Tabela 11 – Altura de bifurcação média de fustes para espécies de caatinga, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB.....	69
Tabela 12 – Posição de dossel de fustes para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas – PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes.....	70
Tabela 13 – Distribuição das espécies cubadas em classes diamétricas, tomando como base $D_{(0,3m)}$ de altura do solo, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São José de Espinharas – PB.....	71
Tabela 14 – Estimativas dos parâmetros, R^2 ajustado e erro padrão residual (EPR), da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB.....	73
Tabela 15 – Estimativas das diferenças entre os erros padrão residuais (EPR) em porcentagem para os modelos estudados na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB.	73
Tabela 16 – Estimativas das diferenças entre os R^2 ajustados em porcentagem para os modelos estudados na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas – PB.....	73
Tabela 17 – Caracterização da distribuição gráfica dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB.....	76
Tabela 18 – Caracterização da distribuição gráfica dos resíduos percentuais totais para as estimativas de volume total, por classe diamétrica da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB.....	76
Tabela 19 – Equações para estimativa de volume total de lenha das espécies estudadas, com coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado).....	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Caracterização da Vegetação de Caatinga.....	18
2.2	Os Solos do Semiárido.....	20
2.3	Regeneração Natural.....	21
2.4	Florística e Fitossociologia.....	22
2.5	Diversidade.....	24
2.6	Estrutura Diamétrica de Floresta.....	25
2.7	Modelos Volumétricos.....	26
3	METODOLOGIA.....	30
3.1	Área de Estudo.....	30
3.2	Amostragem e Coleta de Dados.....	33
3.2.1	Inventário Florestal.....	33
3.2.2	Regeneração.....	33
3.2.3	Estrutura Interna.....	34
3.2.3.1	Classe de Vitalidade.....	34
3.2.3.2	Qualidade do Fuste.....	35
3.2.3.3	Posição da Copa.....	35
3.3	Análise Florística.....	35
3.3.1	Índices de Diversidade.....	35
3.4	Análise da Estrutura Horizontal.....	36
3.5	Análise da Estrutura Vertical.....	38
3.5.1	Estrutura Vertical para Indivíduos Adultos.....	38
3.5.2	Estrutura Vertical para Regeneração.....	40
3.6	Análise da Estrutura Paramétrica.....	41
3.6.1	Diâmetro.....	41
3.6.2	Área Basal.....	41
3.7	Análise da Estrutura Interna.....	42
3.8	Estimativas Dendrométricas.....	42
3.8.1	Cubagens de Fustes.....	42
3.8.2	Ajuste de Modelos Volumétricos.....	43

3.8.3	Critérios para a Avaliação da Qualidade dos Ajustes.....	45
3.8.4	Fator de Forma.....	46
3.9	Análise dos Dados.....	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1	Florística.....	48
4.1.1	Levantamento Florístico.....	48
4.1.2	Índices de Diversidade.....	50
4.2	Estimativa da Estrutura Horizontal.....	51
4.3	Estrutura Vertical.....	55
4.3.1	Estrutura Vertical para Árvores Adultas.....	55
4.3.2	Estrutura Vertical para Regeneração.....	56
4.3.2.1	Regeneração de Plantas.....	56
4.3.2.2	Regeneração de Fustes.....	58
4.4	Estrutura Paramétrica.....	60
4.4.1	Diâmetro.....	60
4.4.2	Dominância.....	63
4.5	Estrutura Interna.....	66
4.5.1	Classes de Vitalidade.....	66
4.5.2	Qualidade de Fuste.....	67
4.5.3	Altura de Bifurcação.....	68
4.5.4	Posição de Dossel.....	70
4.6	Modelos Volumétricos.....	71
4.6.1	Espécies Cubadas.....	71
4.6.2	Estimativas dos Parâmetros.....	72
4.7	Fator de Forma.....	81
5	CONCLUSÕES	82
	REFERÊNCIAS.....	83
	APÊNDICES.....	92
	APÊNDICE A.....	93
	APÊNDICE B.....	94
	APÊNDICE C.....	95
	APÊNDICE D.....	96
	APÊNDICE E.....	97

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga possui uma área aproximada de 826.411 km² e se estende pelos estados do Ceará, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí e do Rio Grande do Norte, Alagoas, além de pequenas porções de Minas Gerais e do Maranhão (MMA/IBAMA, 2010), correspondendo, aproximadamente, a 54% da região Nordeste e 11% do território brasileiro. Segundo Rodal; Costa; Silva (2008), a caatinga apresenta variada cobertura vegetal, cuja distribuição é determinada pelo clima, relevo e embasamento geológico que, em suas múltiplas inter-relações, resultam em ambientes ecológicos bastante variados.

A caatinga constituiu-se de um complexo vegetal muito rico em espécies lenhosas caducifólias e herbáceas em sua maioria. Numerosas famílias estão representadas, destacando-se: Fabaceae, Euforbiaceae e Cactaceae. Quanto à composição florística, esta não é uniforme e varia de acordo com o volume das precipitações, da qualidade dos solos, da rede hidrogáfica e da ação antrópica (DRUMOND; KIILL; NASCIMENTO, 2002).

A análise da composição florística de remanescentes de caatinga é importante para a caracterização das diferentes fácies, constituindo-se como ferramenta para o entendimento de aspectos da ecologia regional (MARANGON *et al.*, 2007), ressaltado que, de forma geral, mesmo as áreas melhor conservadas da região apresentam indícios de exploração pretérita. A estrutura arbórea propicia informações a respeito do seu desenvolvimento, em que grau de perturbação apresenta e em que níveis de estágio e sucessão de desenvolvimento esta comunidade se encontra (ALVES JUNIOR *et al.*, 2007).

A busca por conhecer os recursos naturais existentes nos ambientes de fragmento florestal nativo significa aplicar uma gestão ambiental correta e saudável, quanto ao manejo florestal empregado na atividade desenvolvida. O sucesso do manejo para vegetação nativa depende do conhecimento das espécies e da análise nas estruturas das populações florestais (BORGES *et al.*, 2004).

Existe a necessidade da análise de quantificação e qualificação do estoque madeireiro em floresta nativa, isso leva a buscar métodos eficientes de estimativa do volume comercial e, em relação à qualidade, o conhecimento da estrutura interna das árvores, ou seja, a vitalidade, qualidade do fuste, altura de bifurcação. Estas

informações norteiam decisões silviculturais que culminam em produção e rentabilidade da floresta (THAINES *et al.*, 2010).

A qualidade da madeira de uma floresta é um dos itens mais importantes quando se trata de assuntos relacionados à utilização do produto madeireiro em vários setores industriais, sendo também de grande utilidade em trabalhos de inventário florestal (inventário pré e pós-corte) (FERREIRA *et al.*, 2011).

Trabalhos vêm sendo desenvolvidos para quantificar o volume das árvores individuais. Dentre as metodologias que possibilitam obtenção destes volumes, pode-se citar o uso de equações volumétricas. O volume por árvores individuais visa reduzir custos dos levantamentos florestais sem a perda da eficiência, podendo utilizar equações de volume por unidade de área (SCOLFORO; MELLO; LIMA, 1994).

É de extrema relevância a valoração da madeira e dos produtos florestais, pois a necessidade do uso social, ecológico e econômico dos recursos florestais nativos e das florestas plantadas aumenta cada vez mais. A preocupação com o planejamento, ordenamento e o uso da madeira exige uma maior precisão na quantificação do volume dos povoamentos florestais (MIGUEL *et al.*, 2010).

As estimativas volumétricas de espécies arbóreas compõem um dos objetivos do inventário florestal. Os volumes podem ser expressos em função do diâmetro, da altura e do fator de forma. As estimativas possuem precisão devido ao uso de modelos volumétricos, por local, região e formação vegetal (SILVA *et al.*, 2000).

A utilização do produto madeireiro por populações locais ou empresas do mercado é persistente, porém tem-se que seguir as exigências da legislação, a qual determine que a colheita do material madeireiro seja realizada sob o regime de manejo sustentado. As normas para a elaboração dos planos de manejo exigem o inventário florestal com devidas estimativas de volume de madeira na floresta a ser manejada (BATISTA; MARQUESINI; VIANA, 2004).

Diversos estudos florísticos e fitossociológicos foram realizados na região da caatinga: (ALVES *et al.*, 2010; ARAÚJO, 2007; SILVA, 2005; GUEDES, 2010; SANTANA; SOUTO, 2006; SANTANA *et al.*, 2009b; ANDRADE *et al.*, 2005; ANDRADE *et al.*, 2009; AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005; AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009; ALCOFORADO-FILHO; SAMPAIO; RODAL, 2003). Estes fornecem importantes informações sobre a sua riqueza florística, o número de indivíduos por hectare, área basal ocupada, estrutura diamétrica, regeneração dentre outros. No

entanto, poucas referências são encontradas relativas ao volume de madeira da fitofisionomia caatinga (FERRAZ, 2011; ALVES JUNIOR, 2010; SAMPAIO, 2010; SILVA, 2005; ARAÚJO; LEITE; PAES, 2004). Entende-se, conseqüentemente, que modelagem volumétrica de madeira em áreas de caatinga é pouco estudada.

Isso tem induzido à pesquisa e ao desenvolvimento de modelos estatísticos aplicados ao manejo de florestas naturais que auxiliem na quantificação de precisão de dessas madeiras e de transformação em produto final, com o intuito de torná-las mais rentáveis (CHICHORRO; RESENDE; LEITE, 2003).

O presente trabalho objetivou analisar a composição florística, caracterizar os parâmetros das estruturas horizontal, vertical, interna, paramétrica e de regeneração, ajustar modelos volumétricos para estimativas de volume de fustes, bem como estimar um fator de forma para fustes na vegetação de caatinga para a área de estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização da Vegetação de Caatinga

A Caatinga é um mosaico de herbáceas, arbustos e árvores espinhosas e não espinhosas. É uma floresta sazonalmente seca que 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, no vale do Jequitinhonha. A caatinga é limitada a leste e a oeste pelas florestas Atlântica e Amazônica, respectivamente, e, ao sul, pelo Cerrado (LEAL *et al.*, 2005).

O Nordeste do Brasil possui a maior parte de seu território ocupado por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada, denominada Caatinga. As espécies que a caracterizam são, em geral, lenhosas, herbáceas, sendo algumas com espinhos, além das cactáceas e bromeliáceas (RAMALHO *et al.*, 2009). A maior dificuldade na classificação das formações de caatinga está relacionada com a variação de sua fisionomia, resultante da interação principal de solo e clima, além da interferência antrópica (ANDRADE *et al.*, 2009).

A disponibilidade de água é o fator mais determinante para a vegetação e a fauna, e, até certo ponto, para a exploração humana dos recursos naturais. Apesar da área ser cortada por uma razoável rede hidrográfica, grande parte desses rios são temporários, correndo apenas na estação chuvosa. Esse conjunto de contrastes físicos e climáticos condiciona o aparecimento de diferentes tipos de vegetais (MMA/IBAMA, 2010).

A vegetação do bioma sustenta a economia da região através da participação da lenha em mais de 30% da matriz energética e de uma grande quantidade de produtos florestais não-madeireiros que dão um caráter único às atividades humanas dentro uma forte cultura regional. A madeira tradicionalmente serve como material de construção, para a preparação de estacas e mourões, a fabricação de móveis, instrumentos de trabalho, etc. Direta ou indiretamente as florestas da Caatinga servem à sustentação de atividades tradicionais como a pecuária extensiva profundamente adaptada às condições naturais do semi-árido. A riqueza da diversidade da vegetação e a força das rebrotas dos períodos que procedem aos longos estios favorecem à pecuária tradicional. Também são igualmente importantes alguns produtos florestais, como cascas e raízes para a produção de tanino, utilizado no processo de curtimento, a extração de fibras, a bromélia caruá, que já foi parte importante na economia regional até o surgimento das fibras sintéticas. O Bioma Caatinga pode ainda ser referido como base de apoio à produção apícola regional, considerada a mais importante do Brasil. O Piauí é o estado em que se destaca a ligação

da caatinga com a produção apícola, apresentando a maior parte da produção e a maior produtividade nacional de mel (PAUPITZ, 2009, p. 5).

O uso não planejado dos recursos oferecidos pelo Bioma Caatinga tem proporcionado a fragmentação da sua cobertura vegetal, restringindo sua distribuição a remanescentes que podem ser considerados refúgios para a biodiversidade local, provocado principalmente pelo desmatamento destinado à ocupação de áreas com atividades agrícolas e de pecuária (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

A Caatinga, durante muito tempo, vinha sendo descrita como pobre em biodiversidade, frágil e com pouca ou sem espécies endêmicas. Entretanto, estudos mostram uma grande riqueza e endemismo dos vegetais existentes. As espécies que formam a sua diversidade desempenham um importante papel ecológico, econômico e social regional, destacando-se as forrageiras na manutenção das atividades na pecuária (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2009).

A condição de aridez associada à pressão antrópica resulta em áreas de degradação extrema, conhecidas como núcleos de desertificação. Em toda a região semiárida, a antropização é caracterizada por queimadas, cultivo agrícola do algodão, com aplicação de insumos, pastoreio e exploração de lenha, que alteraram a composição florística e a estrutura da vegetação potencial (COSTA *et al.*, 2009).

A desertificação gera e acentua a escassez de recursos naturais vitais para a sobrevivência humana, como água potável, solo agrícola e vegetação. O desmatamento diminui a biomassa e, conseqüentemente, a redução da capacidade de absorção de água pelo solo (SILVA *et al.*, 2009).

A região da caatinga caracteriza-se por altas taxas de evapotranspiração, ocorrência de períodos de secas, solos de pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita seu potencial produtivo. Todos esses elementos conjugados evidenciam um ecossistema muito frágil, o qual se agrava, principalmente, devido à degradação da cobertura vegetal e do uso incorreto das terras, através da exploração predatória da caatinga, dos desmatamentos e queimadas (SILVA *et al.*, 2009).

A identificação botânica das espécies e o seu comportamento em comunidades vegetais é o começo de todo processo para compreensão de um ecossistema. A partir de inventários fitossociológicos, pode-se deduzir qual o aspecto da vegetação, o grau de desenvolvimento, as relações de competição, a

área de distribuição e outras propriedades existentes na comunidade florestal (ALMEIDA NETO *et al.*, 2009).

2.2 Os Solos do Semiárido

A região se caracteriza por apresentar solos cristalinos praticamente impermeáveis e solos sedimentares que se apresentam com boa reserva de água subterrânea. Os solos, com raras exceções, são pouco desenvolvidos, mineralmente ricos, pedregosos e pouco espessos e com fraca capacidade de retenção da água, fator limitante à produção primária nessa região (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009).

Em qualquer comunidade florestal ou de agricultura, ha uma forte interação entre a vegetação e o solo, que se expressa no processo cíclico de entrada e saída de material orgânico na forma de nutrientes (SANTANA *et al.*, 2009a).

A retirada da cobertura vegetal associada à falta de técnicas conservacionistas de manejo dos solos diminuiu os níveis de fertilidade, sendo fator determinante para o êxodo rural. Parte da cobertura vegetal vem sendo explorada de forma irracional, dando suporte aos rebanhos bovino e ovino, o que tem conduzido algumas áreas, principalmente aquelas mais exploradas, ao processo de desertificação, exigindo cuidados urgentes (SOUSA *et al.*, 2008).

Nas partes mais elevadas, ha a predominância dos Luvisolos com relevo suave ondulado, e, em geral, com pouco cascalho na superfície. A pecuária extensiva tem sido o uso mais comum nesses solos. A agricultura tem se restringido aos locais mais profundos. Nos baixios, a predominância é para os Neossolos Flúvicos, utilizados com relativa intensidade no cultivo de milho (*Zea mays* L.), feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) e o algodão (*Gossypium hirsutum* L.). De uma maneira geral, não ha a prática da irrigação devido à limitação na disponibilidade de água para tal função (DINIZ FILHO *et al.*, 2009).

Segundo Leal *et al.* (2005), o uso inadequado do solo tem causado sérios danos ambientais e acelerado a degradação. Além disso, a rica e diversificada biota da caatinga está protegida de forma deficiente: somente 1% da região representa áreas de proteção integral. Deve-se desenhar uma estratégia de conservação para a biota da Caatinga: evitar maiores perdas de habitat e desertificação; manter os

serviços ecológicos-chave necessários para melhorar a qualidade de vida da população; e promover o uso sustentável dos recursos naturais da região.

Uma das formas de antropização é dada pelo uso da lenha e do carvão vegetal, que continua sendo a forma mais importante de utilização dos recursos florestais do nordeste brasileiro (RIBEIRO *et al.*, 2001). Segundo esse autor, a maior parte dos recursos florestais são oriundos da exploração dos remanescentes das matas nativas, principalmente das formações xerófilas das regiões semiáridas, denominadas de caatinga.

A degradação é a inexistência da serapilheira e da matéria orgânica no solo, esses materiais são úteis na recuperação de solos degradadas e representam a possibilidade de restabelecer um ecossistema que se assemelha àquele que existia antes da sua perturbação (SOUZA *et al.*, 2006).

2.3 Regeneração Natural

A produção, maturação e dispersão de sementes no ambiente constituem-se fases importantes que antecedem a germinação. O desenvolvimento desse processo é difícil por um conjunto de fatores ambientais, tais como luminosidade, disponibilidade de água no solo e de nutrientes, temperatura e CO₂. Geralmente, uma alta intensidade de regeneração natural depende, a princípio, do contato das sementes com o solo (banco de sementes), da germinação das sementes (banco de plântulas), e da presença de calor, luminosidade e do conteúdo de água no solo (BAKKE *et al.*, 2006).

A regeneração natural decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal, movidos pelo surgimento de novas plantas, é, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento. Esse surgimento ocorre através da brotação de plantas por raízes, por meio de brotação de tocos e através da germinação de sementes (MARANGON *et al.*, 2008).

O processo de regeneração natural é o início de uma sucessão vegetal para a formação de florestas secundárias, que surgem após a supressão, total ou parcial, da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais (SANTOS; LIMA; MELLO FILHO, 1999).

O critério de inclusão no banco de plântulas de regeneração natural é variável e pode incluir indivíduos recém-germinados ou a partir das mudas com altura mínima de 10 cm, que se encontram no piso da floresta (BAKKE *et al.*, 2006).

No processo de regeneração natural, as características das espécies, principalmente quanto à dispersão das sementes e sua posição dentro das fases, são de principal importância, definindo o sucesso ou insucesso de um programa de recuperação de áreas degradadas (CAMPOS, 2001).

A regeneração natural pode ser influenciada por diversos fatores, dependendo do estágio sucessional da floresta como os fatores climáticos, fisiográficos, bióticos, edáficos e antrópicos. Clareiras permitem o estabelecimento de espécies com diferentes necessidades de quantidade, qualidade e duração da luz e outros fatores associados ou consequentes da incidência direta da radiação solar, sendo nesses micro ambientes que plantas regenerantes aproveitam-se para se desenvolver (IMAÑA-ENCINAS *et al.*, 2009).

Ha estudos básicos sobre a composição florística e a estrutura da comunidade de plântulas regenerantes de áreas bastante perturbadas, como as que sofrem processos de mineração, agricultura de sequeiro, corte e a queima da vegetação para fazer pasto para a bovinocultura. Tais estudos são ferramentas importantes a serem utilizadas para nortear estratégias de sua reabilitação e recuperação (NAPPO; FONTES; OLIVEIRA-FILHO, 2000).

A maioria dos levantamentos realizados na caatinga inclui, principalmente, o componente arbóreo arbustivo. Apesar da importância das plantas herbáceas, pouco se sabe sobre esse componente da vegetação (ANDRADE *et al.*, 2009).

O processo de regeneração natural se inicia com a reprodução de espécies, cujas sementes ali chegam, germinam e se estabelecem (RODRIGUES; MALTONI; CASSIOLATO, 2007). Este é o procedimento mais fácil e econômico para recuperar áreas degradadas e como fonte de aplicação de nutrientes no solo (ALVARENGA; BOTELHO; PEREIRA, 2006).

2.4 Florística e Fitossociologia

A florística e a fitossociologia são extremamente importantes para o entendimento e conhecimento das florestas tropicais. A identidade das espécies e o comportamento das mesmas em comunidades vegetais são o começo de todo

processo para a compreensão deste ecossistema. Com o conhecimento de parâmetros básicos da vegetação, as técnicas de manejo surgem como uma forma de conservação e preservação da diversidade das espécies e subsidia a recuperação de fragmentos florestais, em processo de degradação (MARANGON *et al.*, 2007).

Entre os parâmetros fitossociológicos, os que melhor permitem distinguir entre formações vegetais e entre diferentes tipos fisionômicos são os relacionados ao porte dos indivíduos (alturas das plantas e diâmetros de caule, áreas basais e biomassas) e a densidade, além da composição florística, principalmente espécies mais importantes (PESSOA *et al.*, 2008).

A busca da utilização dos recursos florestais de forma mais equilibrada e sustentável, bem como a falta de informações que levem a um pleno conhecimento silvicultural das espécies florestais exóticas e nativas, são pontos cruciais na condução de estudos científicos de manejo de florestas (FORMENTO; SCHORN; RAMOS, 2004).

A cobertura vegetal na caatinga é representada por formações xerófilas. Estas formações, segundo Alves (2007), são determinadas pela natureza do solo, profundidade e textura do solo, relevo, pluviosidade e o antropismo.

Ao lado destas formações vegetais dominantes, ocorrem também as florestas dos relevos (florestas perenifólias dos brejos de altitude e encostas expostas aos fluxos úmidos de ar e de florestas semidecíduas) e as florestas ripárias e os cerrados (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009). Estas florestas são difíceis de serem inventariadas, devido à alta riqueza florística, baixa densidade e dominância de muitas espécies e à variação local das tipologias florestais.

A busca de conhecer os recursos naturais existentes no ambiente, mais especificamente dos fragmentos florestais nativos (BORGES *et al.*, 2004), torna importante observar a definição adequada do tamanho e da quantidade de unidades amostrais a serem utilizadas nos levantamentos florísticos e fitossociológicos, já que estas influenciam a eficiência da amostragem. Portanto, estudos sobre tamanhos de parcela são importantes para proporcionar precisão dos métodos de amostragem, principalmente em florestas tropicais nativas (GAMA *et al.*, 2001).

As diferenças fitofisionômicas de caatinga se devem não apenas às variações climáticas regionais e locais e à composição florística, mas, sobretudo, a certos fatores estacionais, como compartimentação topográfica e fenômenos de exposição

e abrigo, condições edáficas e dos impactos das atividades humanas (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009).

Algumas espécies pioneiras se destacam com maior densidade e frequência, indicando a instabilidade ecológica da maioria dos fragmentos, constatando-se, também, que existem espécies preferenciais aos ambientes mais degradados; em contraposição, algumas espécies de baixa ocorrência se mostraram sensíveis a antropização, registradas apenas nos fragmentos mais conservados (COSTA *et al.*, 2009).

A análise estrutural florestal fundamenta os critérios de colheita do plano de manejo florestal, permite estimar o estágio de desenvolvimento da floresta e subsidia a aplicação de tratamentos silviculturais que promovam a melhoria de qualidade e produtividade da floresta e, de modo geral, na formulação e aplicação de ações ambientais que garantam a sustentabilidade de um projeto de base florestal (GAMA *et al.*, 2007).

Na análise estrutural de florestas inequiâneas, seja para fins de estudos fitossociológicos, seja para fins de manejo florestal, a estratificação vertical é muito importante. Dependendo da região fitoecológica, fitogeográfica, do estágio de sucessão e do estado de conservação, a estrutura florestal pode apresentar, por exemplo, sub-bosque, estrato inferior, estrato médio e estrato superior, ou pode, na maioria das vezes, não se apresentar estratificada dessa forma (SOUZA *et al.*, 2003).

Portanto, a estratificação vertical da floresta influencia a riqueza, a diversidade, o crescimento e a produção de biomassa, sendo um importante indicador de sustentabilidade ambiental de uma floresta (SOUZA *et al.*, 2003).

2.5 Diversidade

A diversidade das florestas tropicais inclui o número de espécies existentes em uma área, mas também inclui a diversidade genética de habitats e a manutenção do número de populações (CAMPOS, 2001).

Segundo Amorim; Sampaio; Araújo (2009), locais de caatinga com pequena diversidade de espécies podem abrigar comunidades com padrões fonológicos complexos, principalmente quanto à floração e à frutificação. Nessas comunidades, a disponibilização de recursos para a fauna pode ocorrer ao longo do ano. Portanto, desse ponto de vista, essas áreas de pequena diversidade não são menos

importantes para a conservação de que locais com maior diversidade de espécies lenhosas.

Muitas espécies florestais se encontram em baixa diversidade de espécie, principalmente pelo seu valor econômico, valor econômico agregado e do sistema de uso seletivo por espécie para exploração (CAMPOS, 2001).

As florestas são de grande importância para a sociedade, principalmente quando são utilizados planos de manejo que possibilitem a exploração sustentável de seus recursos madeireiros e não madeireiros, de modo que continuem desempenhando o seu papel nos ciclos hidrológico e do carbono, bem como na manutenção das espécies existentes (HIGUCHI *et al.*, 2006).

Com relação à diversidade biológica, observa-se a extinção de espécies devido à diminuição na diversidade e tamanho populacional das espécies animais e vegetais, aumento dos níveis de endogamia entre espécies nas populações, modificações nas interações bióticas e abióticas (SANTOS e VIEIRA, 2005).

2.6 Estrutura Diamétrica de Floresta

O ingresso de árvores nas primeiras classes diamétricas de uma floresta representa o número de árvores que surgem, pela primeira vez, em um ecossistema, em dado intervalo de tempo. Uma vez que uma espécie arbórea esteja na classe de diâmetro inicial, ela pode permanecer nele ou emigrar para outro. Os movimentos de uma classe para outra são calculados através da densidade por classe de diâmetro (NAPPO *et al.*, 2005).

Segundo Marangon *et al.* (2008), as espécies com grande número de indivíduos nas classes menores de diâmetro tendem a estar presentes naquele ambiente com a morte de indivíduos velhos e o desenvolvimento dos novos indivíduos, sendo seu processo sucessional ocorrido de forma eficiente e garantindo a fitofisionomia da região.

A análise da estrutura diamétrica fundamenta-se nos critérios do manejo florestal, permite avaliar o estágio de desenvolvimento da floresta e subsidia a aplicação de tratamentos silviculturais que promovem a melhoria da qualidade e produtividade da floresta (UBIALLI *et al.*, 2009).

Estudos sobre estrutura diamétrica de comunidade florestal e o comportamento das espécies dentro de uma formação arbórea podem fornecer

subsídios para os seguintes diagnósticos: comportamento de regeneração, mortalidade e surgimento de novas espécies nas classes iniciais de diâmetro, por meio de alguns eventos internos e externos ao ambiente florestal (IMAÑA-ENCINAS *et al.*, 2009).

A distribuição diamétrica de estruturas florestais, quando distribuída em um gráfico, forma o J-invertido, com a presença de maior número de indivíduos nas primeiras classes diamétricas e diminuindo sucessivamente nas classes seguintes. Isto é uma distribuição típica de comunidades que se autorregeneram, onde as árvores de menor dimensão representam a grande maioria da população (RANGEL *et al.*, 2006).

O manejo florestal sustentável, como um processo de gerenciamento permanente de áreas florestais, será eficiente e preciso se as estimativas forem geradas com amostras de floresta. Dentre as estimativas que determinam o sucesso das alternativas de manejo, a distribuição diamétrica se apresenta como uma das mais importantes devido ao fato de toda a prescrição de desbaste ser baseada na mesma (RANGEL *et al.*, 2006).

2.7 Modelos Volumétricos

As florestas nativas remanescentes do território brasileiro salvaguardam grandes riquezas botânicas, etnobotânicas e genéticas de espécies vegetais (SOUZA *et al.*, 2007).

Estas florestas nativas representam um patrimônio para a nação, mas, no que concerne à sua utilização de forma científica, elas são pouco conhecidas, são exploradas de maneira totalmente irracional, deixando apenas os problemas para as gerações futuras (SILVA, 2001).

Para a realização do manejo florestal, visando à produção sustentável, é de fundamental importância conhecer as diversas características da floresta, as quais podem ser obtidas pelo inventário florestal, executado por meio da avaliação de parte da população, através de amostragem (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A constante busca de alternativas que possibilitem otimizar a produção de florestas passa pelo aprimoramento de técnicas de biometria, inventário e manejo florestal. O volume constitui-se uma das informações de maior importância para o conhecimento do potencial disponível em um povoamento florestal, haja vista que o

volume individual fornece subsídios para a avaliação do estoque de madeira e análise do potencial produtivo das florestas (THOMAS *et al.*, 2006).

Muitas equações matemáticas foram desenvolvidas para estimar o volume de povoamentos florestais e, apesar da eficiência de alguns modelos, estes nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições, sendo recomendável testá-los para espécies e para cada tipo de vegetação, por meio de estatísticas adequadas (THOMAS *et al.*, 2006).

Em qualquer dos procedimentos adotados, a estimativa do volume da árvore deve ser feita por meio de equações. Para obtê-las, é necessário usar algum método de cubagem rigorosa, realizada em árvores previamente selecionadas. Em geral, esta opção exige o abate das árvores amostradas e a medição de vários diâmetros ao longo do fuste, atividade que foge à rotina das medições do (dap) e das alturas das árvores que compõem a parcela do inventário. Assim, propostas que visem reduzir o tempo de realização da cubagem rigorosa e também associá-la à rotina das medições realizadas nas parcelas que compõem a amostra podem propiciar grandes alterações no custo e na acurácia desta atividade (CABACINHA, 2003).

A modelagem do volume individual de árvores através de variáveis independentes começou a ser desenvolvida na primeira metade do século XX, após a formatação de técnicas de análise de regressão. No entanto, o uso dessas técnicas realmente tomou maior impulso após o surgimento de programas estatísticos computacionais, a partir da década de 50. Muitos modelos matemáticos foram criados e testados para o ajuste de equações de volume. Apesar de o uso ter consagrado alguns desses modelos, nenhum deles será sempre o de melhor desempenho para todas as espécies e condições. Por isto, é recomendável testar vários deles, através de análises estatísticas (MACHADO; CONCEIÇÃO; FIGUEIREDO, 2002).

Os modelos de equação volumétricas são tradicionalmente aplicados em povoamentos florestais com árvores monopodiais, ou seja, em que a maior parte do volume de madeira é constituída pelo tronco principal da árvore (BATISTA; MARQUESINI; VIANA, 2004). Algumas exceções são a sua aplicação em florestas tropicais nativas: na Amazônia (FERNANDES; JARDIM; HIGUCHI, 1983; CHAMBERS, 2001), na caatinga (SILVA, 2005) e na mata atlântica (CHICHORRO; RESENDE; LEITE, 2003).

O procedimento mais utilizado na estimativa de volumes por árvore é o emprego de equações em que o volume se constitui a variável dependente, estando as variáveis independentes comumente representadas pelo diâmetro à altura do peito (DAP com casca) e à altura total (H) ou altura comercial (MACHADO; CONCEIÇÃO; FIGUEIREDO, 2002).

As formas logarítmicas de modelos volumétricos têm sido as mais utilizadas para estimativas de volume. Entretanto, sua aplicação é praticamente limitada ao cálculo de volumes e pesos de madeira e casca de troncos, por vezes, não incluindo ramos e folhas (FERREIRA; MARTINS; SILVA, 2004).

Segundo Scolforo; Mello; Lima (1994), uma série de trabalhos vêm sendo desenvolvidos para quantificar o volume de árvores individuais. Dentre as metodologias que possibilitam a obtenção destes volumes, podem-se citar as equações de volume e fator de forma. O mesmo autor afirma que é possível estimar, com precisão, o volume de espécies nativas, através de equações de volume e fator de forma.

Segundo Couto (1999), nos últimos 170 anos, as estimativas quantitativas do volume de espécies florestais têm evoluído, com o desenvolvimento de um número considerável de modelos matemáticos para ajustar equação de volume (SCHUMACHER e HALL, 1933; STOATE, 1945; SPURR, 1952; CUNIA, 1964; LOETSCH, ZOHRER e HALLER, 1973; HUSCH *et al.*, 1982).

Os modelos que têm sido mais utilizados para estimar os volumes e pesos dos componentes das árvores para diferentes condições edafo-climáticas e espécies florestais são o logarítmico de Schumacher e Hall (SILVA *et al.*, 1994; GUIMARÃES; LEITE, 1996) e o da variável combinada de Spurr, que se tem distinguido entre os inúmeros modelos testados e usados (SILVA *et al.*, 1994).

Segundo Colpini *et al.* (2009), a equação de Schumacher-Hall apresenta maior precisão para estimar o volume em função do diâmetro e da altura total do maior fuste das árvores.

Os modelos de Schumacher e Hall e de Spurr, em suas formas logaritmizadas, foram os mais precisos para estimar as variáveis volume total, com e sem casca, e volume de fuste, com e sem casca, em três regiões da bacia do rio São Francisco (RUFINI *et al.*, 2010).

Trabalhos de cubagem normalmente demandam tempo e custos, tendo em vista a quantidade de árvores utilizadas na amostra, principalmente, quando os

trabalhos se referem à produção de estimativas volumétricas em florestas nativas. O mesmo, talvez, não aconteça com os plantios homogêneos. Guimarães; Leite (1996) ajustaram equações de volume a partir de 150 árvores de *Eucalyptus grandis*, que forneceram estimativas volumétricas similares às obtidas pelo emprego da equação resultante da cubagem de 500 árvores.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na reserva legal do assentamento “Cachoeira”, localizado no município de São José de Espinharas, Paraíba, inserida nas seguintes coordenadas geográficas: 6° 48' 33,11”, 6° 47' 09, 94” de latitude sul, e 37° 19' 53,64”, 37° 19' 23,66”, de longitude oeste, distando aproximadamente 6 km da zona urbana do referido município (Figura 1).

Esse assentamento agrário, de responsabilidade do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), possui uma área de 2.150 ha, dos quais 430 ha são destinados para reserva legal (Tabela 1). Foi criado em 2003, congregando um total de 40 famílias.

O histórico de perturbação da área indicou que a mesma era utilizada apenas para o pastoreio de gado bovino, equino e caprino. Com a criação do assentamento, a área de reserva legal foi selecionada pelos técnicos do INCRA para ser uma representação legal do bioma caatinga, onde não é permitida a criação de animais, nem o uso madeireiro.

Para que este estudo fosse desenvolvido na área de reserva legal, foi encaminhado à Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) um pedido de Autorização Ambiental para a coleta de dados do inventário florestal e cubagem rigorosa, concedida através do processo Nº 2011-002601/TEC/AA-0047.

O município de São José de Espinharas situa-se no Polígono das Secas. Possui clima Aw' - quente e úmido, com chuvas de verão e outono. Segundo a divisão do Estado da Paraíba em regiões bioclimáticas, o município enquadra-se no bioclima 4aTh - tropical quente, com seca acentuada. Segundo Köppen, a predominância é do tipo Bsh, com clima muito quente e presença de semiaridez.

A precipitação possui uma distribuição irregular, em que 79% do total de chuva concentram-se em 4 meses (BELTRÃO *et al.*, 2005). No entanto, a distribuição média anual do município é de 848,6 mm; período 1911-1990 (UFCEG, 2011).

Os solos predominantes são classificados como Luvisolos (Embrapa, 2012).

A vegetação é caatinga arbustiva arbórea, classificada, segundo Veloso; Rangel Filho; Lima (1991), como savana estépica. A temperatura média anual situa-

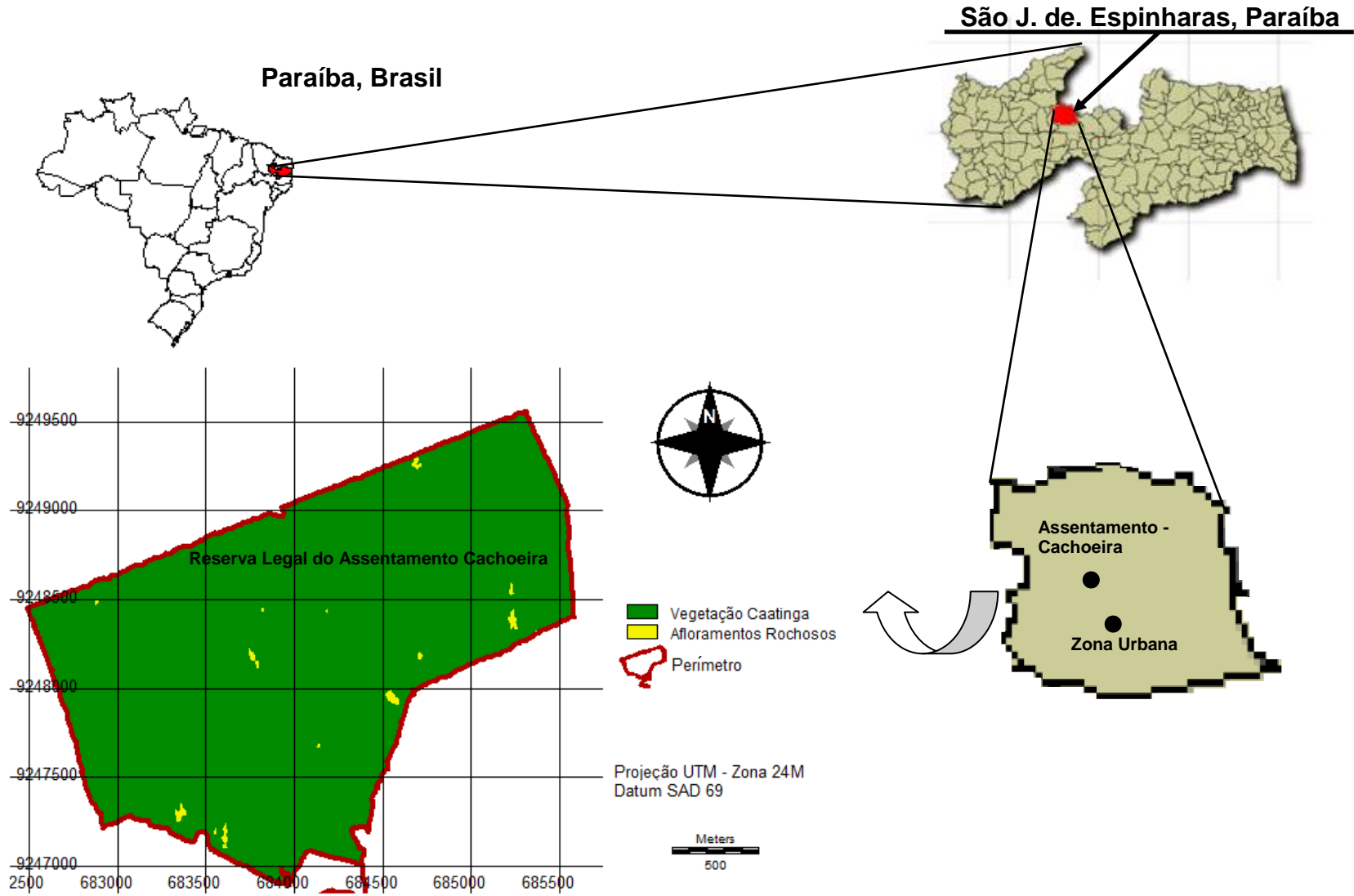
se em torno de 28° C. A topografia apresenta, na maior parte da área do município, relevo ondulado a suavemente ondulado, com declividade média a baixa, com exceção de áreas situadas na porção sudeste e extremo sul, de relevo ondulado a fortemente ondulado, como nas serras de Carnaúba e do Olho d'Água, onde ocorrem cotas de 580 metros, e, na porção sudoeste, onde ocorrem, nas serras do Feijão, Bonita e dos Troncos, cotas com altitude de 600 metros (BELTRÃO *et al.*, 2005).

Tabela 1 – Composição das áreas que formam a Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, no município de São José de Espinharas, Paraíba

Classes	Área (ha)	Área (%)
Cobertura Florestal	427,8	99,49
Afloramentos Rochosos	2,2	0,51
Total RL	430,0	100,0

Fonte: (SOUZA, 2012)

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fontes: (IBGE, 2011); (SOUZA, 2012)

3.2 Amostragem e Coleta de Dados

3.2.1 Inventário Florestal

No inventário da área, foram utilizadas 49 parcelas, com área de 400 m² (20 x 20 m), sistematicamente distribuídas (Figura 2), com espaçamento entre parcelas de 300 x 300m, demarcadas com auxílio de GPS (*Global Position System*) de navegação. Nas parcelas, foram amostrados todos os indivíduos lenhosos vivos ou mortos ainda em pé, cuja circunferência a 1,30m de altura seja superior a 6 cm, seguindo o Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (2005). A classe dos indivíduos mortos foi formada pelas espécies inventariadas que não possuíam mais vitalidade. Foram feitas as seguintes avaliações da vegetação lenhosa para cada indivíduo: nome vulgar regional ou morta, medição da altura total e das circunferências a 0,30 m do solo e a 1,30 m.

O material botânico fértil ou estéril foi coletado e identificado por especialistas e por comparação com material de herbário, seguindo o sistema de classificação APG III (2011). As exsiccatas foram depositadas no Herbário do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande.

3.2.2 Regeneração

A regeneração natural foi levantada em subunidades, com área de 25 m² (5 x 5 metros), dentro de cada unidade amostral de 400 m² (Figura 2), de acordo com o Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (2005), perfazendo um total de 48 subunidades.

Foram avaliados também, como parte da regeneração, fustes que bifurcam ($\leq 0,3$) metros de altura, presentes nas plantas no inventário e que estavam dentro das seguintes classes de regeneração:

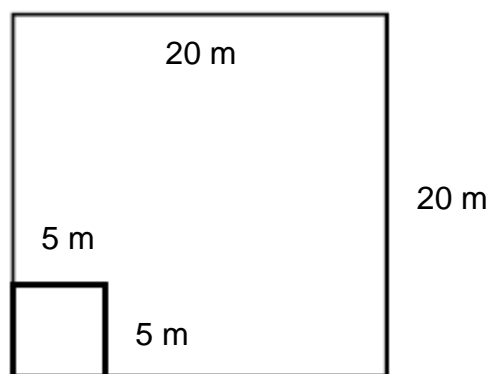
A regeneração de plantas foi levantada com as seguintes classes:

C1: Classe com altura de plantas a partir de 0,5 até 1,0 metro.

C2: Classe com altura de plantas a partir de 1,0 metro e com CAP menor ou igual a 6,0cm.

Para a regeneração, foram registradas apenas a espécie e a altura de cada fuste.

Figura 2 – Área útil das parcelas do inventário e das subparcelas da regeneração



Fonte: (RMFC, 2005)

3.2.3 Estrutura Interna

Para o estudo de estrutura interna, foi feito o seguinte levantamento: classe de vitalidade, qualidade do fuste e posição da copa. Estes parâmetros indicam o valor econômico do estoque de madeira da espécie, sendo avaliada mediante o emprego da classificação de tronco. Fuste é a estrutura lenhosa da árvore que está fixa junto às raízes no solo até a parte lenhosa aos primeiros ramos e galhos presentes na planta.

Poucos estudos foram desenvolvidos relacionando a estrutura interna de uma floresta, Coelho *et al.* (2007), analisaram um fragmento de floresta atlântica, Souza *et al.* (2007), estudaram a estrutura interna da espécie *Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish, com o objetivo de exploração.

Foram realizadas classificações quanto à vitalidade, à qualidade e posição de copa (PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA REDE DE MANEJO DA CAATINGA, 2005).

3.2.3.1 Classe de Vitalidade

Cada fuste foi classificado em função de sua vitalidade e sanidade, conforme a seguinte codificação:

- 1 - Fuste sadio;
- 2 - Fuste doente ou muito atacado por insetos ou patógenos;
- 3 - Fuste morto.

3.2.3.2 Qualidade de Fuste

Neste caso, registra-se o código correspondente ao estado que prevalece na maior parte do fuste.

- 1 - Totalmente reto, sem defeitos, sem bifurcações até 2,50m;
- 2 - Ligeiramente torto ou com poucos defeitos, sem bifurcações até 2,50m;
- 3 - Muito torto, com defeitos graves (oco, rachado, podre), ou com bifurcações até 2,50m.

3.2.3.3 Posição da Copa

A posição de copa foi avaliada em função do dossel geral da parcela e não apenas das árvores vizinhas.

- 1 - Dominante (se pertence aos 10% das árvores mais altas da parcela);
- 2 - Intermediária (se localizada no nível médio de altura das árvores da parcela);
- 3 - Oprimida (se localizada por debaixo de outras copas da parcela).

3.3 Análise Florística

Para o levantamento florístico, não se levaram em conta apenas as espécies existentes dentro das unidades amostrais, mas todas as espécies presentes em toda a área de estudo, formando, assim, o levantamento florístico arbustivo arbóreo das plantas existentes.

3.3.1 Índices de Diversidade

A composição florística foi analisada com base na distribuição dos indivíduos em espécies, no índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e pela equabilidade de Pielou (J) para a comunidade arbórea, de acordo com as expressões:

Índice de Diversidade de Shannon-Weaver

$$H' = \frac{\left[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N} \quad (01)$$

Em que:

H' - Índice de Diversidade de Shannon-Weaver;

n_i - número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N - número total de indivíduos amostrados;

S - número total de espécies amostradas;

\ln - logaritmo neperiano.

Equabilidade de Pielou

$$J = \frac{H'}{H_{\text{máx}}} \quad (02)$$

Em que:

J - Equabilidade de Pielou;

$H_{\text{máx}} - \ln(S)$;

S - número total de espécies amostradas;

H' - Índice de Diversidade de Shannon-Weaver.

Segundo o Mata Nativa (2006), o índice de Equabilidade de Pielou varia de 0 a 1, em que 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies seriam igualmente abundantes.

3.4 Análise da Estrutura Horizontal

Os parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal foram estimados conforme Mueller-Dombois; Ellenberg (1974). Foram analisados os seguintes

parâmetros fitossociológicos: DA_i - densidade absoluta; DR_i - densidade relativa; FA_i - frequência absoluta; FR_i - frequência relativa; DoA_i - dominância absoluta; DoR_i - dominância relativa; VC_i - valor de cobertura; e VI_i - valor de importância.

Densidade

$$DA_i = \left(\frac{n_i}{A} \right), \quad DR_i = \left(\frac{DA_i}{DT} \right) \times 100, \quad DT = \left(\frac{N}{A} \right) \quad (03)$$

Em que:

DA_i - densidade absoluta da i -ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;

n_i - número de indivíduos da i -ésima espécie na amostragem;

N - número total de indivíduos amostrados;

A - área total amostrada em hectare;

DR_i - densidade relativa (%) da i -ésima espécie;

DT - densidade total, em número de indivíduos por hectare.

Frequência

$$FA_i = \left(\frac{ui}{ut} \right) \times 100, \quad FR_i = \frac{(FA_i)}{\left(\sum_{i=1}^P FA_i \right)} \times 100 \quad (04)$$

Em que:

FA_i - frequência absoluta da i -ésima espécie na comunidade vegetal;

FR_i - frequência relativa da i -ésima espécie na comunidade vegetal;

ui - número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie ocorre;

ut - número total de unidades amostrais;

P - número de espécies amostradas.

Dominância

$$DoAi = \left(\frac{ABi}{A} \right), \quad DoR = \left(\frac{DoA}{DoT} \right) \times 100, \quad DoT = \left(\frac{ABT}{A} \right), \quad ABT = \sum_{i=1}^S ABi \quad (05)$$

$$ABi = \frac{\pi}{40000} \sum_{i=1}^S DAP^2i;$$

Em que:

DoAi - dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha;

ABi - área da i-ésima espécie, em m², na área amostrada;

A - área amostrada, em hectare;

DoRi - dominância relativa (%) da i-ésima espécie;

DoT - dominância total, em m²/ha (soma das dominâncias de todas as espécies).

Valor de Cobertura (VCi)

$$VCi = DRi + DoRi, \quad VCi(\%) = \left(\frac{VCi}{2} \right) \quad (06)$$

Valor de Importância (Vli)

$$Vli = DRi + DoRi + FRi, \quad Vli(\%) = \left(\frac{Vli}{3} \right) \quad (07)$$

3.5. Análise da Estrutura Vertical

3.5.1 Estrutura Vertical para Indivíduos Adultos

A análise da estrutura vertical nos dá uma ideia da importância da espécie, considerando a sua participação nos estratos verticais que o povoamento apresenta. Os indivíduos foram distribuídos em três classes de altura: estrato inferior, estrato

médio e estrato superior, de acordo com a altura média e o desvio padrão das alturas.

Para estudar a posição sociológica de cada espécie na comunidade, o povoamento foi dividido em três estratos de altura total (h_j): estrato inferior (E_1), estrato médio (E_2) e estrato superior (E_3), segundo Souza; Leite (1993).

$$\text{Estrato Inferior: árvore com } h_j < (\bar{h} - 1 \cdot S) \quad (08)$$

$$\text{Estrato Médio: árvore com } (\bar{h} - 1 \cdot S) \leq h_j < (\bar{h} + 1 \cdot S)$$

$$\text{Estrato Superior: árvore com } h_j \leq (\bar{h} + 1 \cdot S)$$

Em que:

\bar{h} - média das alturas dos indivíduos amostrados;

S - desvio padrão das alturas totais (h_j);

h_j - altura total da j -ésima árvore individual.

Com a estratificação, as estimativas de Posição Sociológica Absoluta e Relativa (PSR_i), por espécie, foi obtida pelas seguintes expressões (FINOL, 1971):

$$VF_{ij} = VF_j \cdot n_{ij}, \quad VF_j = \frac{N_j}{N} \cdot 100, \quad PSA_i = \sum_{j=1}^m VF_j \cdot n_{ij}, \quad (09)$$

$$PSR_i = \frac{PSA_i}{\sum_{i=1}^s PSA_i} * 100$$

Em que:

VF_{ij} - valor fitossociológico da i -ésima espécie no j -ésimo estrato;

VF_j - valor fitossociológico simplificado do j -ésimo estrato;

n_{ij} - número de indivíduos de i -ésima espécie no j -ésimo estrato;

N_j - número de indivíduos no j -ésimo estrato;

N - número total de indivíduos de todas as espécies em todos os estratos;

PSA_i - posição sociológica absoluta da i -ésima espécie;

PSR_i - POS (%) = posição sociológica relativa (%) da i-ésima espécie;

S - número de espécies;

m - número de estratos amostrados.

3.5.2 Estrutura Vertical para Regeneração

Para análise de regeneração, considerando as duas classes de alturas (1; 2), as espécies foram distribuídas em relação ao número de plantas e de fustes por hectare.

Foi considerado o número de fuste, entendido como qualquer bifurcação, trifurcação ou mais emissões, a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3m do solo. O número de fustes encontrado nesta análise vai diferir, naturalmente, dos valores de regeneração de plantas por hectare, em que todos os fustes pertencentes a um mesmo sistema radicular é considerado uma planta.

Os parâmetros densidade e frequência para Regeneração Natural foram estimados por meio das fórmulas que foram utilizadas para árvores e indivíduos adultos, porém, considerando dados de árvores, indivíduos e parcelas em regeneração.

São obtidos valores das classes absoluta e relativa de tamanho da Regeneração Natural, de acordo com as expressões (FINOL, 1971):

$$CAT_i = \sum_{j=1}^J n_{ij} \cdot \left(\frac{N_j}{N} \right) \quad CRT_i = \frac{CAT_i}{\sum_{i=1}^S CAT_i} \cdot 100, \quad (10)$$

Em que:

CAT_i - classe absoluta de tamanho da regeneração da i-ésima espécie;

CRT_i - classe relativa de tamanho da regeneração da i-ésima espécie;

n_{ij} - número de indivíduos da i-ésima espécie na j-ésima classe de tamanho;

N_j - número total de indivíduos na j-ésima classe de tamanho;

N - número total de indivíduos da regeneração natural em todas as classes de tamanho.

$$RNR_i = \frac{FR_i + DR_i + CRT_i}{3} \quad (11)$$

Em que:

RNR i - regeneração natural relativo da i-ésima espécie;

FR i - frequência relativa da regeneração natural da i-ésima espécie;

R i - densidade relativa da regeneração natural da i-ésima espécie.

3.6 Análise da Estrutura Paramétrica

A estrutura paramétrica foi caracterizada por meio da estrutura diamétrica e área basal.

3.6.1 Diâmetro

Para fazer a análise da distribuição diamétrica, foi considerado o número de fustes, entendido como qualquer bifurcação, trifurcação ou mais emissões, a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo. O número de fustes encontrado nesta análise vai diferir, naturalmente, das estimativas do parâmetro densidade da estrutura horizontal, em que todos os fustes pertencentes a um mesmo sistema radicular foi considerado uma planta.

Os fustes foram distribuídos em classes de diâmetros, cuja classe inferior compreende o limite máximo de 5 cm, e com limite mínimo de inclusão já determinado no inventário florestal. A amplitude entre as classes diamétricas foi de 5 cm.

3.6.2 Área Basal

Para o estudo da área basal do povoamento florestal, foi obtido o somatório de todas as áreas seccionais de cada fuste por espécie ou não e por classe de diâmetro. É considerado importante o estudo da área basal em um povoamento florestal, pois, através da mesma, pode-se estabelecer a dominância de uma determinada espécie sobre as demais espécies de um povoamento. É considerada

como uma medição direta, por ser consistente e de fácil determinação. Entretanto, a área basal é um dos fatores que mais sofre incrementos na idade jovem e que tendem a estagnar na maturidade.

3.7 Análise da Estrutura Interna

No estudo de estrutura interna, foram analisados: classe de vitalidade, qualidade do fuste e posição da copa. Para obter estas informações, foi feita a análise por hectare, considerando cada fuste como sendo indivíduo diferente. Também foi levantada a altura de bifurcação por fuste das plantas adultas.

3.8 Estimativas Dendrométricas

3.8.1 Cubagens de Fustes

Para o estudo da cubagem rigorosa, foi utilizada uma amostra 225 fustes, coletadas com base na distribuição diamétrica observada no inventário florestal, em que se procurou amostrar um número de árvores aproximadamente igual por classe de diâmetro.

As árvores foram agrupadas em classes diamétricas com amplitude de 5 cm, considerando como referência o diâmetro na altura a 0,3 m do solo.

Para cada fuste cubado, foram tomadas as medidas de circunferência a 0,30m do solo ($C_{0,30}$), Circunferência na altura do peito (CAP). Após o corte do fuste, tomou-se como altura total a maior bifurcação para a medição.

A árvore foi medida em seções de (1 m) sobre os fustes e galhos, tomando a circunferência nas duas extremidades até um valor mínimo aproveitável em torno de 1,5 cm de diâmetro, anotando-se, quando fosse o caso, a circunferência e o comprimento fracionário da seção final.

Após a medição da circunferência nas duas extremidades de cada seção (tora) e do seu respectivo comprimento, os volumes totais por árvore foram obtidos através da fórmula de Smalian (CAMPOS; LEITE, 2009), pelas seguintes expressões:

$$V_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{g_{i1} + g_{i2}}{2} \right) \times L_i; \quad g_i = \frac{\pi D_i^2}{40.000} \quad (12)$$

Em que:

V_j - volume do fuste 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 ;

L_i - comprimento da seção i , em m ; e

π - 3,141592653589.

3.8.2 Ajuste de Modelos Volumétricos

Para estimar os volumes com casca, incluindo galhos com diâmetro mínimo aproveitável, de cada planta lenhosa, por classe diamétrica e por espécie, com dados provenientes da cubagem rigorosa, foram utilizados dois modelos na forma linearizada: Schumacher e Hall (1933) (Equação 1 e 3), o modelo de Spurr (Equação 2 e 4). E o modelo de Schumacher e Hall (1933) na forma não linear (Equação 5 e 6), todas conforme descrito por Campos; Leite (2009).

Para cada modelo testado, foram utilizadas duas opções para a variável independente diâmetro: diâmetro 0,3 metros de altura do solo, seguindo o Protocolo de Medições da Rede de Manejo da Caatinga (2005), e diâmetro equivalente (DEq) a 1,3 metros de altura, segundo SILVA (2005).

Estas opções para a variável independente diferem de Campos; Leite (2009), que apresentam apenas a variável DAP a 1,3 metros. O uso do diâmetro equivalente DEq é necessário para o estudo de algumas espécies da caatinga que apresentam bifurcação, trifurcação e demais emissões no mesmo fuste a uma altura de 1,3 metros de altura. E para os fustes que não apresentam bifurcação, o DEq é o próprio DAP.

Eq Modelos volumétricos

$$1 \quad \ln(V_{tj}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(D_{0,3m(j)}) + \beta_2 \ln(H_{tj}) + \varepsilon_j \quad (13)$$

$$2 \quad \text{Ln}(Vt_j) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Ln}\left(D_{0,3m(j)}^2 \cdot Ht_j\right) + \varepsilon_j \quad (14)$$

$$3 \quad \text{Ln}(Vt_j) = \beta_0 + \beta_1 \text{Ln}(DEq_j) + \beta_2 \text{Ln}(Ht_j) + \varepsilon_j \quad (15)$$

$$4 \quad \text{Ln}(Vt_j) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Ln}(DEq_j^2 \cdot Ht_j) + \varepsilon_j \quad (16)$$

$$5 \quad Vt_j = \beta_0 \cdot (DEq_j^{\beta_1}) \cdot (Ht_j^{\beta_2}) \quad (17)$$

$$6 \quad Vt_j = \beta_0 \cdot (D_{0,3m(j)}^{\beta_1}) \cdot (Ht_j^{\beta_2}) \quad (18)$$

Em que:

Vt_j - volume total com casca, em m^3 ;

$D_{0,3m(j)}$ - diâmetro na altura da base a 0,3 m, em cm;

DEq_j - diâmetro equivalente, em cm;

Ht_j - altura total da maior ramificação, em m;

β_0 , β_1 e β_2 - Parâmetros dos modelos a serem estimados;

ε_j - erro aleatório;

Ln - logaritmo neperiano.

Como, na caatinga, muitos dos fustes possuem mais de uma ramificação na altura de 1,30 (bifurcação, trifurcação e até mais galhos), o diâmetro equivalente foi obtido pela seguinte expressão:

$$DEq = \sqrt{\sum DAP^2} \quad (19)$$

Em que:

DAP - diâmetro com casca medido a 1,30 m do solo, em cm.

Diâmetro equivalente é uma variável calculada nos estudos florestais. Esta variável não existe na floresta, porém, para que a mesma possa ser mensurada é

necessário que um fuste possua, no mínimo, uma bifurcação a uma altura de 1,3 metros que possibilita o cálculo da área transversal total dos fustes considerados.

3.8.3 Critérios para a Avaliação da Qualidade dos Ajustes

Como critérios para a avaliação da qualidade dos ajustes e para a escolha da melhor equação, foram utilizados o coeficiente de determinação ajustado (\bar{R}^2), erro-padrão residual da estimativa e análise gráfica dos resíduos em porcentagem.

Foram calculados o coeficiente de determinação ajustado e o erro-padrão da estimativa, para que se pudessem fazer comparações entre os modelos lineares e não-lineares, através das expressões:

$$\bar{R}^2 = 1 - \left[\frac{n-1}{n-p-1} \right] (1 - R^2), \quad (20)$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N X_i Y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^N X_i \right) \left(\sum_{i=1}^N Y_i \right)}{n}}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^N X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2}{n} \right] \left[\sum_{i=1}^N Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^N Y_i \right)^2}{n} \right]}}, \quad (21)$$

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - Y_i)^2}{n - p - 1}}, \quad (22)$$

Em que:

\bar{R}^2 - coeficiente de determinação ajustado;

R^2 - coeficiente de determinação;

r - coeficiente de correlação;

X_i - Volume observado em i-ésimo fuste;

Y_i - Volume estimado em i-ésimo fuste;

n - n^0 de observações;

p - n^0 de variáveis independentes;

S_{xy} - Erro padrão residual.

Os resíduos, depois de calculados, foram distribuídos em um gráfico cartesiano, em que, nas abscissas, deu-se a distribuição de fustes em classes diamétricas com distribuição dos diâmetros medidos a 0,3 metros de altura e, nas ordenadas, os resíduos em porcentagem, calculados pela seguinte expressão:

$$Res\% = \frac{(VEst - VObs)}{VObservado} * 100 \quad (23)$$

Em que:

Res% - Resíduo em porcentagem;

VEst - Volume estimado pela equação matemática;

VObs - Volume obtido através da cubagem rigorosa.

3.8.4 Fator de Forma

Esta estimativa foi obtida pela razão entre o volume real obtido da cubagem rigorosa por fuste e o volume cilíndrico, cuja base é a área obtida pelo DAP a 1,30 m e altura total do fuste, dado através da seguinte expressão (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2006):

$$f = \frac{Vreal}{Vcilindrico} \quad (24)$$

Em que:

f - Fator de forma;

Vreal - Volume obtido da cubagem rigorosa;

Vcilíndrico - Volume obtido pelo DAP ou DEq e pela altura da árvore.

Como este trabalho foi desenvolvido em um fragmento de caatinga, segundo Silva (2005), o fator de forma para espécies da caatinga tem o significado de um

fator de conversão, em que o volume total da árvore é todo volume aproveitável, incluindo o volume do fuste e dos galhos com diâmetro até próximo de 1,5 cm.

3.9 Análises dos dados

A tabulação, o processamento e as análises foram realizadas utilizando-se os softwares Microsoft Office Excel 2007, Statistica e Mata Nativa 2.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Florística

4.1.1 Levantamento Florístico

No levantamento da vegetação arbustiva arbórea, foram identificadas 30 espécies pertencentes a 15 famílias botânicas e 26 gêneros (Tabela 2).

Tabela 2 – Relação florística das espécies arbóreas da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, Município de São J. de Espinharas - PB, listadas por ordem alfabética de famílias

Família/Espécie	Nome Comum
Anacardiaceae <i>Myracrodrum urundeuva</i> Allem.	Aroeira
Apocynaceae <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro
Bignoniaceae <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex. Dc) Mattos <i>Arrabidaea corallina</i> (Jacq.) Sand.	Ipê roxo Cipó Cruz
Burseraceae <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillett	Imburana de Cambão
Capparaceae <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	Feijão Bravo*
Chrysobalanaceae <i>Licania rigida</i> Benth.	Oiticica*
Cochlospermaceae <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Algodão Bravo*
Combretaceae <i>Combretum</i> sp.	Mofumbo
Erythroxylaceae <i>Erythroxylum pungens</i> O.E.Schulz	Rompe gibão
Euphorbiaceae <i>Croton blanchetianus</i> Baill. <i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm. <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. <i>Sebastiania</i> sp.	Marmeleiro Favela* Peão Bravo Pau-leite*

Continua

Conclusão

Tabela 2 – Relação florística das espécies arbóreas da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, Município de São J. de Espinharas - PB, listadas por ordem alfabética de famílias

Família/Espécie	Nome Comum
Fabaceae Caesalpinoideae	
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz, comb. nov.	Jucá
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P. Queiroz, comb. nov.	Catingueira
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	São João*
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby	Canafístola
Fabaceae Faboideae	
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	Cumaru
<i>Luetzelburgia bahiensis</i> Yakovlev.	Pau pedra
Fabaceae Mimosoideae	
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan.	Angico
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Jurema branca
<i>Mimosa acutistipula</i> (Mart.) Benth.	Jurema vermelha
<i>Mimosa sp.</i>	Jurema unha de gato*
Malvaceae	
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St. - Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns	Embiratanha
Polygonaceae	
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	Cuaçu*
Rhamnaceae	
<i>Ziziphus Joazeiro</i> Mart.	Juazeiro
Verbenaceae	
<i>Lantana camara</i> L.	Chubinho

* Espécies não presentes nas parcelas do inventário, mas existentes na área de estudo.

(Fonte: SOUZA, 2012)

As subfamílias Fabaceae Mimosoideae e Fabaceae Caesalpinoideae contribuíram cada uma com cinco espécies florestais arbustivas arbóreas e a Fabaceae Faboideae contribuiu com duas espécies, sendo um total de doze espécies lenhosas para a grande família das Fabaceas.

A família Euphorbiaceae contribuiu com quatro espécies florestais arbustivas arbóreas. As famílias: Anacardiaceae, Apocynaceae, Burseraceae, Capparaceae, Chrysobalanaceae, Cochlospermaceae, Combretaceae, Erythroxylaceae, Malvaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae e Verbenaceae contribuíram, cada uma,

com apenas uma espécie, e a espécie Bignoniaceae contribuiu com duas espécies lenhosas.

As famílias Fabaceae, Euphorbiaceae e Bignoniaceae representam 60% da riqueza das espécies arbustivo-arbóreas presentes na área de estudo. Esses resultados corroboram com Oliveira (2009) que, analisando quatro áreas de caatinga do Cariri paraibano, encontrou que as famílias mais presentes em todas as áreas foram Fabaceae e Euphorbiaceae. Isso demonstra o nível de adaptação dessas famílias em áreas de caatinga.

Outros autores também encontraram os mesmos resultados para as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae: Santana; Souto (2006), Guedes (2010), Silva (2005), Araújo (2007), Andrade *et al.* (2009), Almeida Neto *et al.* (2009). Estes resultados demonstram que as espécies destas famílias estão presentes em diferentes áreas distribuídas na caatinga.

4.1.2 Índices de Diversidade

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), para a área de estudo, foi de 2,14 nats.ind⁻¹, e a equabilidade de Pielou (J) obteve um valor de 0,68. Estes valores foram superiores aos encontrados por Fabricante; Andrade (2007), que obtiveram respectivamente, 1,96 e 0,635 e superiores ao resultado encontrado por Pessoa *et al.* (2008), com índice de Shannon-Weaver (H') de 1,10. Os resultados foram inferiores aos encontrados por Silva (2005), que obteve o (H') e o (J), em duas áreas de caatinga: ESEC Seridó, em Serra Negra do Norte - RN, área I - 2,24 e 0,71, e Fazenda Oriente, em Condado - PB, área II - 2,45 e 0,72. Também foram inferiores aos resultados encontrados por Araújo (2007), que, analisando uma área preservada de caatinga, obteve valores de (H'): 2,37 e (J): 0,71; bem como aos encontrados por Guedes (2010), com (H'): 2,54 nats.ind⁻¹ e (J): 0,82.

O valor de H' é maior quanto maior for a diversidade da vegetação. Porém, a comparação de diferentes áreas de caatinga por meio de índices de diversidade deve ser feita de modo cauteloso, já que os índices sofrem forte influência dos fatores bióticos e abióticos, critérios de inclusão, além do antropismo (SANTANA; SOUTO, 2006).

4.2 Estimativa da Estrutura Horizontal

As famílias que obtiveram maior densidade, número de plantas por hectare foram: Euphorbiaceae 526,03 (27,86%) , Fabaceae Caesalpinoideae 471,43 (24,97%), Fabaceae Mimosoideae 433,16 (22,94%), Combretaceae 145,41 (7,7%), Apocynaceae 142,86 (7,57%), somando um total de 91,04% de plantas amostradas.

As dez espécies com maior VI, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, foram: *P. pyramidalis*, *C. blanchetianus*, *M. tenuiflora*, *A. pyriformium*, *Combretum* sp., *A. colubrina*, *M. ophthalmocentra*, *H. impetiginosus*, *E. pungens*, *B. cheilantha* (Tabela 3).

Das espécies presentes na área de estudo, apenas quatro apresentaram VI(%) maior ou igual a 10%: *P. pyramidalis* (23,46), *C. blanchetianus* (14,34), *M. tenuiflora* (12,79), *A. pyriformium* (10,01).

A área em estudo apresentou uma densidade total ($N \cdot ha^{-1}$) de plantas lenhosas igual a 1888,27 e uma área basal de $10,92 m^2 \cdot ha^{-1}$, valor este superior aos resultados encontrados por Amorim; Sampaio; Araújo (2005), em uma área de caatinga no Seridó-RN, que encontraram uma área basal de $6,12 m^2 \cdot ha^{-1}$. Essa diferença entre os resultados está relacionada com a metodologia da amostragem, pois no inventário sistemático, avaliou-se uma área de um hectare, com 100 parcelas contíguas. Esta área basal de $6,12 (m^2 \cdot ha^{-1})$ dificilmente representará a estrutura da vegetação arbustivo-arbórea do Seridó do Rio Grande do Norte.

Araújo (2007), analisando a estrutura fitossociológica em diferentes épocas, em área de caatinga na RPPN - Fazenda Tamanduá, Santa Teresinha - PB, encontrou, no ano de 2000, uma área basal de $10,29 (m^2 \cdot ha^{-1})$ e, em 2005, encontrou uma área basal de $11,10 (m^2 \cdot ha^{-1})$. Esta segunda área basal foi superior à área encontrada por este estudo. Silva (2005), analisando áreas de caatinga, encontrou, em Serra Negra do Norte, $7,79 (m^2 \cdot ha^{-1})$ e, em Condado, $(9,93) (m^2 \cdot ha^{-1})$.

As espécies que apresentaram maior densidade ($N \cdot ha^{-1}$) foram: *C. blanchetianus* (511,74), *P. pyramidalis* (429,08), *M. tenuiflora* (228,57), *Combretum* sp (145,41), *A. pyriformium* (142,85) e *M. ophthalmocentra* (132,65), sendo um somatório de 1.590,31, ou seja, 84,22% da densidade da área em estudo está em apenas seis espécies florestais da caatinga (Tabela 3), isso reflete o domínio de algumas espécies em áreas de caatinga.

A densidade das plantas lenhosas ($N.ha^{-1}$) da espécie *C. blanchetianus* (Marmeleiro) (511,74) foi superior ao somatório da densidade das espécies: *Combretum* sp., *A. colubrina*, *M. ophthalmocentra*, *H. impetiginosus*, *E. pungens*, *B. cheilantha*, *J. mollissima*, *C. leptophloeos*, *M. urundeuva*, *L. camara*, *Z. Joazeiro*, *L. ferrea*, *A. cearenses*, *C. flexuosa*, *P. marginatum*, *M. acutistipula*, *L. bahiensis*, *S. spectabilis*, totalizando 510,72 plantas (Tabela 3).

A espécie *C. blanchetianus* também apresentou maior densidade de plantas lenhosas para os resultados encontrados por Silva (2005) em Condado - PB e Serra Negra do Norte - RN; Araújo (2007), em Santa Teresinha - PB, em uma área preservada de caatinga; Costa *et al.* (2009), em alguns fragmentos de caatinga no núcleo de desertificação do Seridó; Santana; Souto (2006), na estação ecológica do Seridó - RN; Fabricante; Andrade (2007), em um remanescente de caatinga em Santa Luzia - PB. A superioridade desta espécie através da densidade, em diferentes áreas de caatinga, acontece pelo fato de estas áreas de caatinga terem sofrido a retirada de madeira para construção de cercas, construções rurais e uso de lenha, fazendo com que a espécie *C. blanchetianus* surja como pioneira na área.

Duas espécies florestais apresentam um indivíduo planta por hectare ($N.ha^{-1}$): *Amburana cearenses* (1,02), *Pseudobombax marginatum* (1,02), e três espécies florestais apresentam apenas meio indivíduo planta por hectare ($N.ha^{-1}$), sendo necessário duas hectares para encontrar um indivíduo: *Mimosa acutistipula* (0,51), *Luetzelburgia bahiensis* (0,51) e *S. spectabilis* (0,51) (Tabela 3).

A espécie que apresentou maior área basal foi a *P. Pyramidalis*, com $3,99 m^2.ha^{-1}$, seguida das espécies *M. tenuiflora* $1,6 m^2.ha^{-1}$ e *A. pyriformium* $1,34 m^2.ha^{-1}$. O somatório da área basal das três espécies perfazem um total de $6,93 m^2.ha^{-1}$, ou seja, 63,46% da área basal total, na área de estudo, está presente em três espécies lenhosas, apenas $3,99 m^2.ha^{-1}$, ou seja, 36,54% representam as demais 19 espécies e as mortas (Tabela 3).

Santana *et al.* (2009a), estudando a fitossociologia da Estação Ecológica do Seridó - RN, constatou que as espécies que obtiveram maior (VI%) foram: *P. pyramidalis* (54,27%), *A. pyriformium* (51,22%), *C. blanchetianus* (50,06%). Valores estes encontrados por Santana; Souto (2006) e valores encontrados por Guedes (2010) para as espécies *P. pyramidalis* e *A. pyriformium*.

Em outros trabalhos realizados em áreas de caatinga, a espécie *P. pyramidalis* é apontada como uma das espécies que possuem os maiores VI (%) em

diferentes áreas (ALCOFORADO-FILHO; SAMPAIO; RODAL, 2003; ANDRADE *et al.*, 2005; SILVA, 2005; SANTANA; SOUTO, 2006; ARAÚJO, 2007; FABRICANTE; ANDRADE, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Comparando as espécies *C. blanchetianus* e *P. pyramidalis*, mesmo o *C. blanchetianus* apresentando maior densidade, na maioria das áreas de caatinga, a estrutura diamétrica dos seus fustes alcançam até a terceira classe diamétrica, possuindo, na maior parte, fustes finos. A espécie *P. pyramidalis* possui fustes com maiores estruturas diamétricas e, em algumas áreas, possui maior frequência a outras espécies. Isso faz com que esta espécie possua os maiores VI (%) de algumas áreas de caatinga.

Santana *et al.* (2009a) também analisaram outras espécies para o estudo fitossociológico: Bugi (*Macfadyena unguis-cati*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*), espécies estas não estudadas neste trabalho.

A densidade das plantas mortas 65,306 (N.ha⁻¹) foi superior ao somatório da densidade de doze espécies em 32,82%: *J. mollissima*, *C. leptophloeos*, *M. urundeuva*, *L. camara*, *Z. Joazeiro*, *L. ferrea*, *A. cearenses*, *C. flexuosa*, *P. marginatum*, *M. acutistipula*, *L. bahiensis*, *S. Spectabilis*. As mesmas obtiveram apenas 43,87 plantas.

Tabela 3 – Estrutura horizontal das espécies florestais lenhosas, em ordem decrescente pelo VI(%), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)
<i>Poincianella pyramidalis</i>	429,08	22,72	95,92	11,14	3,99	36,51	59,23	29,62	70,37	23,46
<i>Croton blanchetianus</i>	511,74	27,1	67,35	7,82	0,88	8,1	35,20	17,6	43,02	14,34
<i>Mimosa tenuiflora</i>	228,57	12,1	100	11,61	1,60	14,67	26,77	13,39	38,38	12,79
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	142,86	7,57	87,76	10,19	1,34	12,26	19,83	9,91	30,02	10,01
<i>Combretum sp.</i>	145,41	7,7	75,51	8,77	0,53	4,85	12,55	6,27	21,32	7,1
Morta	65,31	3,46	85,71	9,95	0,62	5,7	9,16	4,58	19,11	6,37
<i>Anadenanthera colubrina</i>	71,43	3,78	65,31	7,58	0,84	7,66	11,44	5,72	19,03	6,34
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	132,65	7,03	61,22	7,11	0,44	3,99	11,01	5,51	18,12	6,04
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	37,25	1,97	40,82	4,74	0,18	1,65	3,62	1,81	8,36	2,79
<i>Erythroxylum pungens</i>	40,82	2,16	32,65	3,79	0,13	1,19	3,35	1,68	7,14	2,38
<i>Bauhinia cheilantha</i>	39,29	2,08	32,65	3,79	0,08	0,68	2,77	1,38	6,56	2,19
<i>Jatropha mollissima</i>	14,29	0,76	28,57	3,32	0,03	0,25	1,01	0,5	4,33	1,44
<i>Commiphora leptophloeos</i>	7,65	0,41	22,45	2,61	0,08	0,76	1,17	0,58	3,78	1,26
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	5,61	0,3	12,24	1,42	0,10	0,93	1,22	0,61	2,65	0,88
<i>Lantana camara</i>	6,63	0,35	18,37	2,13	0,01	0,08	0,43	0,21	2,56	0,85
<i>Ziziphus Joazeiro</i>	2,04	0,11	8,16	0,95	0,04	0,33	0,44	0,22	1,39	0,46
<i>Libidibia ferrea</i>	2,55	0,14	8,16	0,95	0,01	0,07	0,21	0,1	1,15	0,38
<i>Amburana cearenses</i>	1,02	0,05	4,08	0,47	0,02	0,15	0,20	0,1	0,68	0,23
<i>Cynophalla flexuosa</i>	1,53	0,08	4,08	0,47	0,00	0,03	0,11	0,06	0,58	0,19
<i>Pseudobombax marginatum</i>	1,02	0,05	4,08	0,47	0,00	0,01	0,07	0,03	0,54	0,18
<i>Mimosa acutistipula</i>	0,51	0,03	2,04	0,24	0,01	0,09	0,11	0,06	0,35	0,12
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	0,51	0,03	2,04	0,24	0,01	0,05	0,08	0,04	0,31	0,1
<i>Senna spectabilis</i>	0,51	0,03	2,04	0,24	-	-	0,03	0,01	0,27	0,09
Total	1888,27	100	861,22	100	10,92	100	200	100	300	100

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.

Fonte: (SOUZA, 2012)

4.3 Estrutura Vertical

Na análise da estrutura vertical, foram consideradas duas formações: a primeira é a formação das plantas adultas, obtida pelo inventário florestal, e a segunda é a da estrutura da regeneração.

4.3.1 Estrutura Vertical para Árvores Adultas

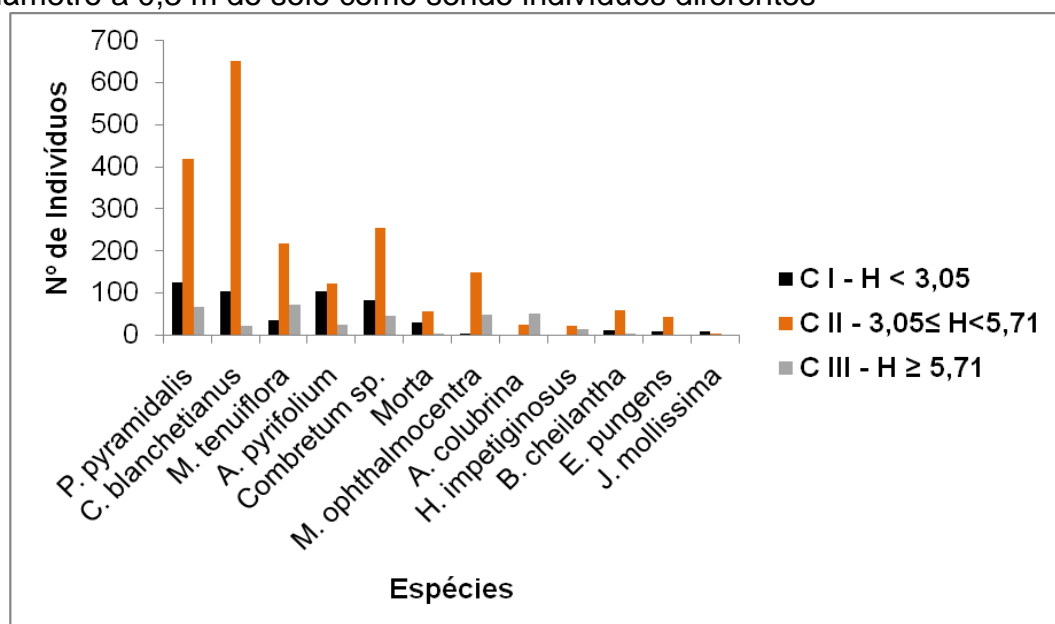
Apenas a classe II apresenta quatro espécies com valor superior a duzentos indivíduos por hectare: *P. pyramidalis* (20,53%) do total da classe II, *C. blanchetianus* (31,88%), *M. tenuiflora* (10,69%), *Combretum* sp. (12,44%), ou seja, 75,53% da densidade de fustes presentes na classe II pertencem a estas espécies (Figura 3). Elas representam 52,48% do total geral de fustes por hectare.

A segunda classe de altura apresentou maior distribuição de fustes da área em estudo, com (69,47%) do total. As alturas dos fustes desta classe estão próximas da altura média da área. Isso indica que o maior número de indivíduos pode estar presente na classe II (3,05-5,71) metros. Segundo Amorim; Sampaio; Araújo (2005), o intervalo de alturas entre três e cinco metros foi estrutura com maior número de indivíduos por hectare.

Araújo (2007), estudando a fitossociologia de caatinga em duas épocas distintas, concluiu que o estrato médio foi superior em número de indivíduos aos demais estratos nas duas épocas em que foram analisados.

Comparando a (Tabela 3) e a (Tabela 4, Apêndice A), tem-se uma noção do acréscimo de fustes decorrentes das bifurcações, trifurcações e demais emissões na mesma planta, a uma altura $\leq 0,3$ metros. Foram selecionadas seis espécies florestais da caatinga que possuem as maiores densidades da área em estudo e são as espécies que possuem as maiores posições sociológicas relativas. A *P. pyramidalis* possui um percentual de 43,05% a mais de fustes que são de bifurcação, o *C. blanchetianus* possui 51,84%, a *M. tenuiflora* possui 43,08%, a *A. pyriformis* possui 76,07%, *Combretum* sp., 163,50%, *M. Ophthalmocentra*, 51,93% e as mortas, 38,28%. Porém, estes fustes não estão distribuídos de forma homogênea em todas as plantas, algumas possuem dois fustes por planta, outras possuem três fustes e assim sucessivamente.

Figura 3 – Distribuição da estrutura vertical em três classes de altura, através da densidade de fustes ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes



Fonte: (SOUZA, 2012)

4.3.2 Estrutura Vertical para Regeneração

4.3.2.1 Regeneração de Plantas

Foram amostradas 20 espécies lenhosas da caatinga, presentes no estudo de regeneração na reserva legal do Assentamento Cachoeira.

Dessas, apenas 10 espécies apresentam densidade ($N \cdot ha^{-1}$) superior a cem plantas por hectare: *C. blanchetianus*, *P. pyramidalis*, *Combretum sp.*, *A. pyriformis*, *M. tenuiflora*, *M. ophthalmocentra*, *A. colubrina*, *B. cheilantha*, *H. impetiginosus*, *E. pungens* (Tabela 5, Apêndice B). As mesmas representam 96,54% da densidade total de plantas da área de estudo.

A família Fabaceae se destacou na regeneração natural em número de plantas e em espécies: 1683,33 plantas presentes em 10 espécies. As famílias Euphorbiaceae e Combretaceae destacaram-se apenas em número de plantas, com 1908,33 e 616,67, respectivamente.

Os resultados encontrados para as espécies *C. Blanchetianus* e *P. pyramidalis* (Figura 4) foram semelhantes aos encontrados por Fabricante; Andrade (2007), em que estas espécies obtiveram maior número de densidade de plantas.

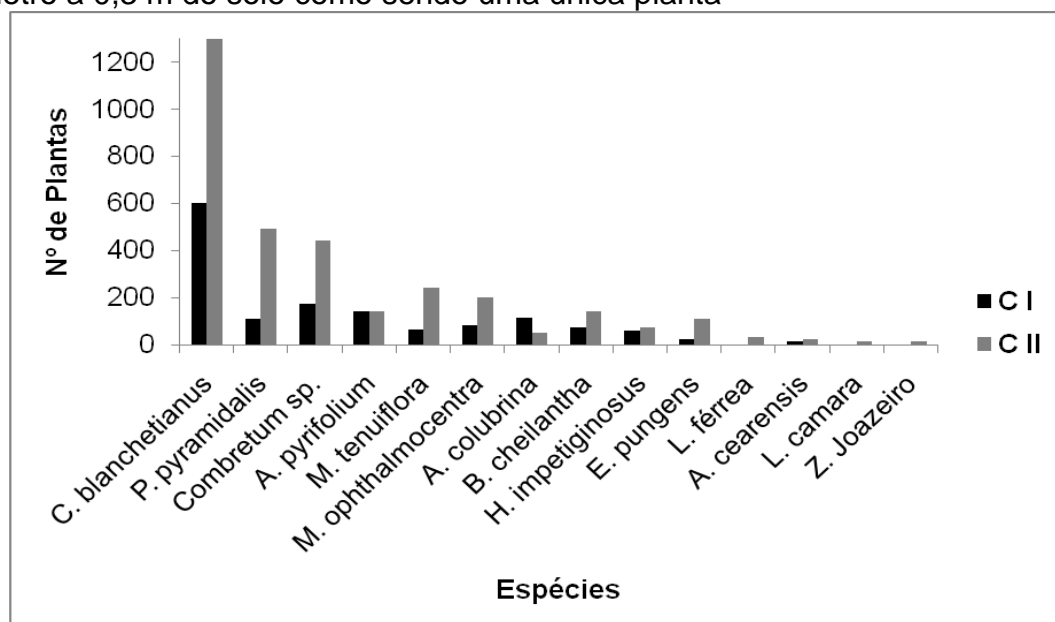
Em relação às classes de regeneração, a classe II apresenta dezessete espécies que possuem densidade de plantas superior à classe I (Tabela 5, Apêndice B).

Apenas as espécies *A. colubrina* e a *M. acutistipula* apresentaram maiores densidades de plantas na classe I de regeneração. As demais espécies obtiveram superioridade de plantas na classe II de regeneração (Tabela 5, Apêndice B): *C. blanchetianus*, *P. pyramidalis*, *Combretum sp.*, *M. tenuiflora*, *M. ophthalmocentra*, *B. cheilantha*, *H. impetiginosus*, *E. pungens*, *L. ferrea*, *A. cearensis*, *L. camara*, *Z. Joazeiro*, *M. urundeuva*, *C. leptophloeos*, *L. bahiensis*, *Mimosa sp.*, *C. flexuosa*.

Em relação às densidades totais de plantas nas duas classes de regeneração, a primeira classe apresentou 30,8% de plantas e a segunda classe, 69,2% (Tabela 5, Apêndice B).

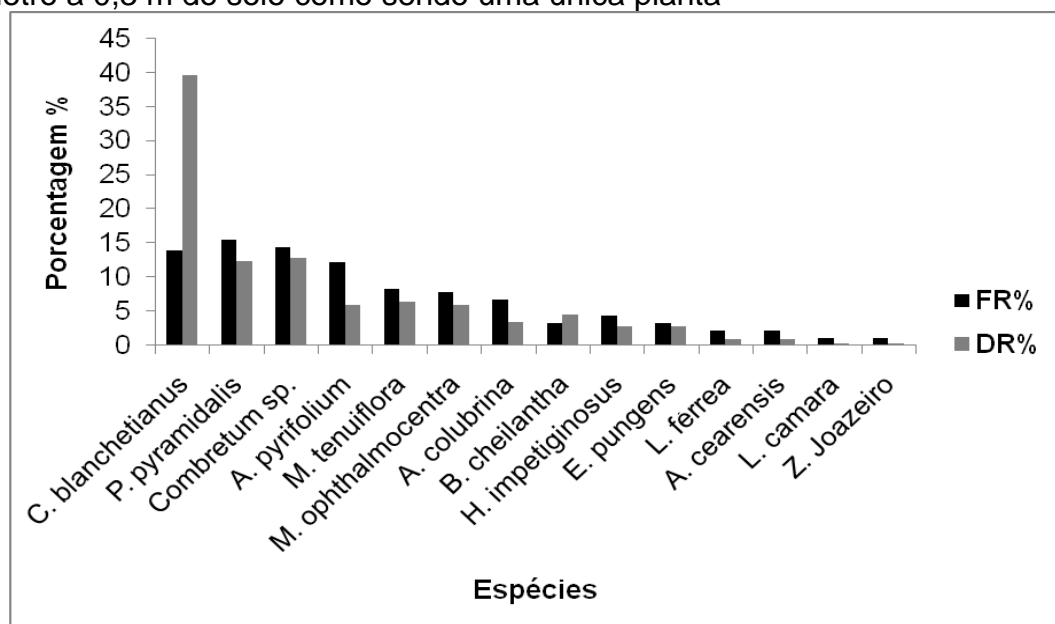
As espécies que obtiveram maior frequência relativa superior a (5%) foram: *C. blanchetianus*, *P. pyramidalis*, *Combretum sp.*, *A. pyriformis*, *M. tenuiflora*, *M. ophthalmocentra*, *A. colubrina* (Figura 5).

Figura 4 – Distribuição da regeneração por meio da densidade de plantas ($N \cdot ha^{-1}$), em duas classes de altura, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo uma única planta



Fonte: (SOUZA, 2012)

Figura 5 – Distribuição da regeneração por meio da frequência relativa e densidade relativa de plantas, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo uma única planta



Fonte: (SOUZA, 2012)

4.3.2.2 Regeneração de Fustes

Para o estudo da regeneração considerando os fustes que possuem bifurcação e demais imissões a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo, os resultados estão apresentados na (Tabela 6, Apêndice C).

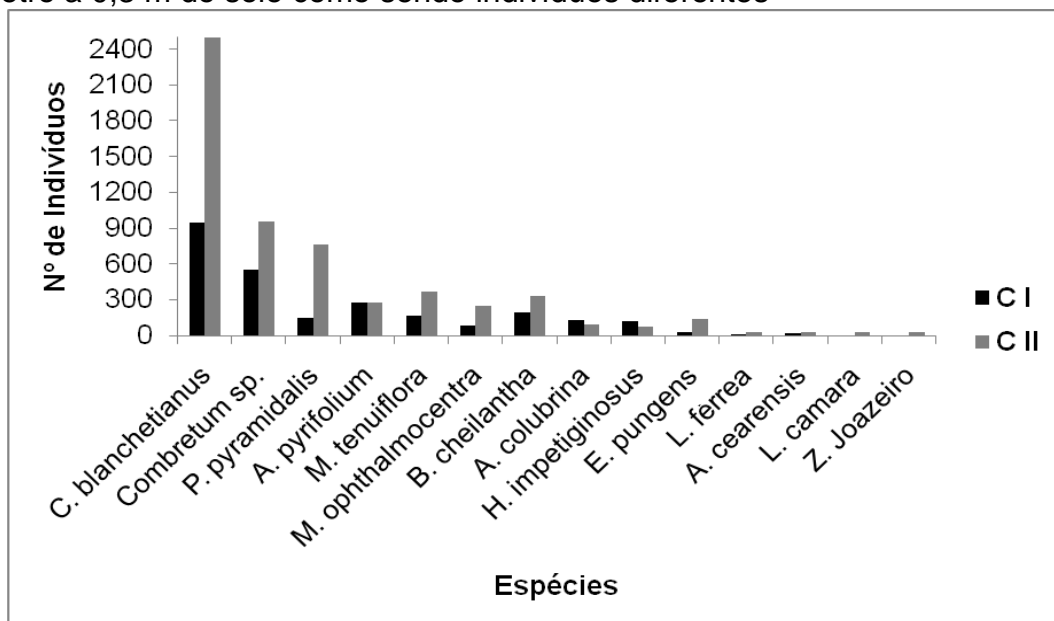
As famílias Fabaceae, Euphorbiaceae e Combretaceae destacaram-se na regeneração natural em densidade de fustes ($N.ha^{-1}$), com valores de 2.641,6; 3.500,0 e 1.508,33, respectivamente.

Apenas as espécies *C. Blanchetianus* e *Combretum sp.* apresentaram densidade de fustes das duas classes de regeneração superior a quinhentos fustes por hectare (Figura 6). As mesmas apresentaram densidade relativa superior a 15% (Figura 7).

As espécies: *P. pyramidalis*, *A. pyriformis*, *M. tenuiflora*, *M. ophthalmocentra*, *B. cheilantha* e *A. colubrina* apresentaram densidades totais de fustes superiores a duzentos indivíduos por hectare (Tabela 6, Apêndice C).

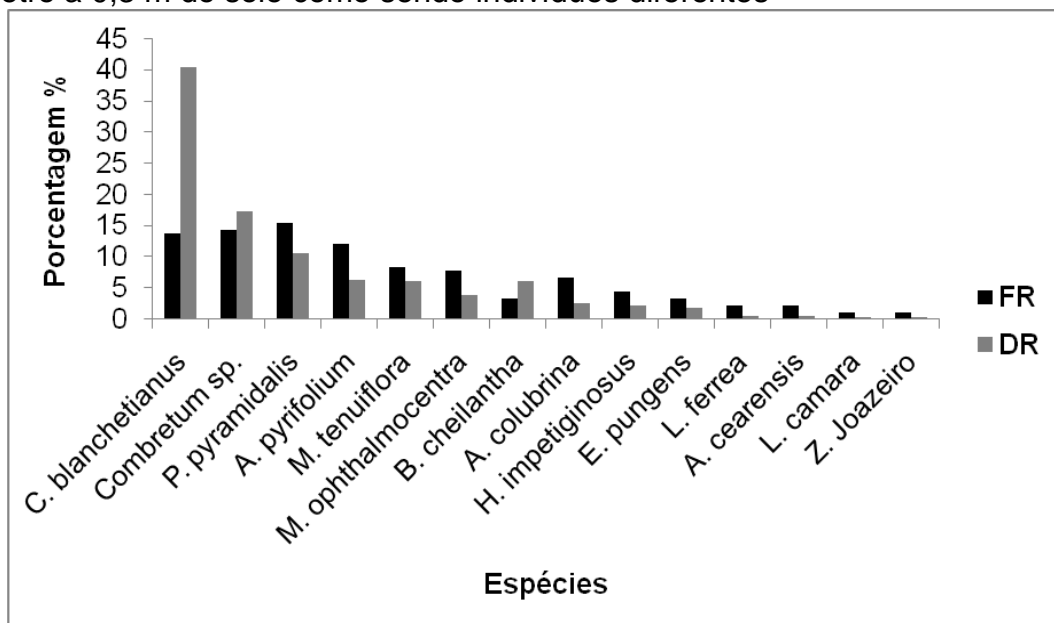
Para as espécies que apresentaram regeneração natural relativa superiores a 5% (Tabela 6, Apêndice C), a classe II de regeneração foi superior ou igual à classe I de regeneração em densidade de fustes.

Figura 6 – Distribuição da regeneração por meio da densidade de fustes ($N.ha^{-1}$), em duas classes de altura, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes



Fonte: (SOUZA, 2012)

Figura 7 – Distribuição da regeneração por meio da frequência relativa e densidade relativa de fustes, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes



Fonte: (SOUZA, 2012)

Em relação às densidades totais de fustes das classes I e II, a primeira classe de regeneração obteve 30,92% dos fustes e a segunda classe obteve 69,08% (Tabela 6, Apêndice C).

Comparando as densidades totais de plantas e de fustes (Tabela 5, Apêndice B) e (Tabela 6, Apêndice C), observa-se que existem 8650 fustes para 4816,67 plantas. Assim, 79,58% dos fustes são provenientes de bifurcação.

A área de estudo apresentou, na densidade total de plantas e de fustes na classe II de regeneração, superioridade em mais de 69% em relação à classe I (Tabela 5, Apêndice B) e (Tabela 6, Apêndice C). Essa diferença em densidade entre as classes de regeneração pode ser atribuída ao estabelecimento das plantas e fustes presentes na classe II de regeneração. As mesmas já estão adaptadas ao ambiente, e a possibilidade de morte é menor em relação à classe I.

A presença de uma elevada densidade de fustes presentes nas classes de regeneração é uma garantia no ingresso dos mesmos nas classes diamétricas iniciais. Fica evidente que o processo sucessional está acontecendo de forma eficiente e garantindo a fitofisionomia da vegetação futura.

4.4 Estrutura Paramétrica

4.4.1 Diâmetro

O número de fustes da estrutura diamétrica, na área de estudo, foi de 2.939,80 (N.ha⁻¹). As espécies que obtiveram maior número de fustes por hectare foram: *C. Blanchetianus*, com 26,43% do total; *P. Pyramidalis*, com 20,88%; *Combretum* sp., com 13,03%; *M. Tenuiflora*, com 11,12% e *A. Pyriformium*, com 8,56%, perfazendo um total de 80,02%. Vale salientar que a espécie *C. blanchetianus* possui fustes presentes apenas nas três classes iniciais, no entanto esta espécie possui o maior número de fustes da área (Tabela 7, Apêndice D).

Nos valores encontrados por Santana; Souto (2006), em que o *C. blanchetianus* foi também a espécie com o maior número de fustes por hectare e, conseqüentemente, o maior valor de densidade relativa 26,18%. Oliveira *et al.* (2009), analisando a fitossociologia, em áreas serranas no cariri paraibano, observaram que a espécie *C. blanchetianus* obteve maior densidade absoluta e relativa em três áreas de caatinga estudadas.

A três primeiras classes diamétricas possuem o maior número de fustes da floresta. A classe I, com 60,10%, a classe II, 28,25% e a classe III, 8,17% totalizando 96,52%. Esta distribuição caracteriza um J-invertido, característica principal de uma floresta nativa (Figura 8A). Valores semelhantes foram encontrados por Almeida Neto *et al.* (2009), em que 94,38% dos fustes estavam presentes nas três primeiras classes diamétricas, bem como por Santana; Souto (2006), que encontraram um percentual de 91,34% para as classes diamétricas referidas.

Nas três últimas classes diamétricas, estão presentes apenas três espécies: *A. colubrina* na sétima e nona classes (Figura 8B), *M. urundeuva* na sétima (Tabela 7, Apêndice D) e *P. pyramidalis* na oitava classe (Figura 8C).

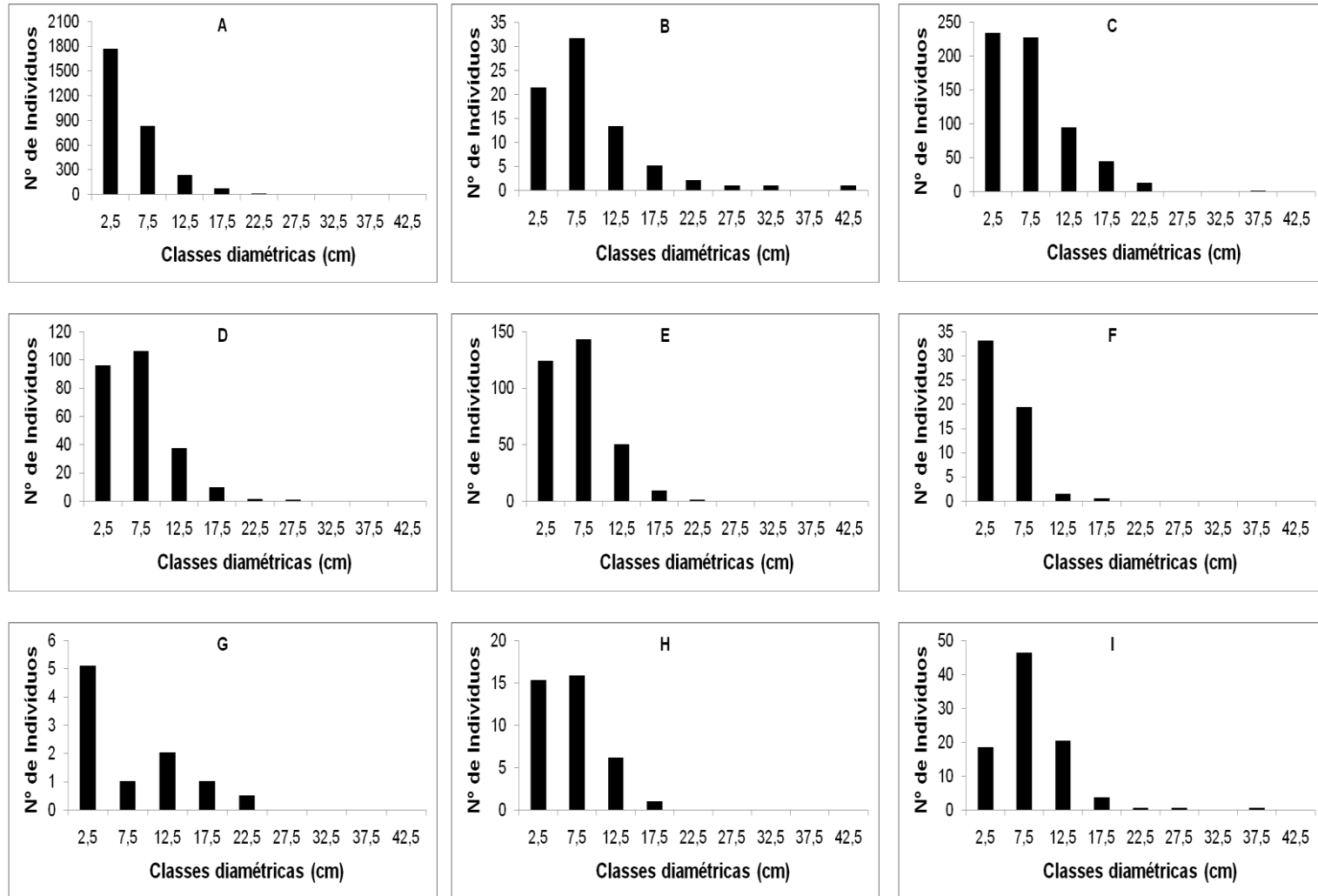
Para as três classes intermediárias de diâmetro, a quarta classe apresentou densidade de fuste superior ao somatório da quinta e sexta classe diamétrica.

A espécie *P. pyramidalis* (Figura 8C) e as mortas (Figura 8I) estão presentes em sete classes diamétricas e a espécie *A. pyrifolium* possui fustes presentes em seis classes.

Apenas a espécie *A. colubrina* possui fustes presentes em oito classes diamétricas (Figura 8B).

O somatório da densidade de fustes das espécies *Aspidosperma pyrifolium* (Figura 8D), *Mimosa tenuiflora* (Figura 8E), *Erythroxylum pungens* (Figura 8F), *Commiphora leptophloeos* (Figura 8G), *Handroanthus impetiginosus* (Figura 8H), Morta (Figura 8I), *Mimosa ophthalmocentra* (Figura 8J), *Combretum sp.* (Figura 8K) e *Bauhinia cheilantha* (Figura 8L), foram superiores ao somatório da densidade de fustes das espécies *Poincianella pyramidalis* e *Croton blanchetianus* em apenas 2,75%. A alta densidade de fustes dessas duas espécies demonstra sua adaptação ao ambiente semiárido da caatinga.

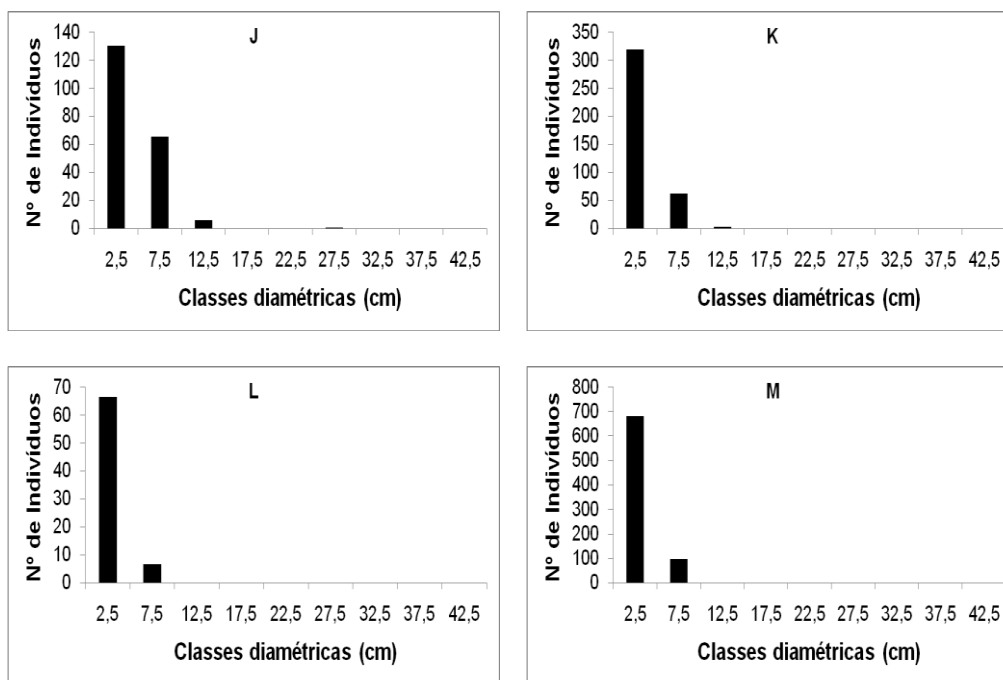
Figura 8 – Distribuição da densidade de fustes em classes diamétricas para doze espécies da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes



Continua...

Conclusão

Figura 8 – Distribuição da densidade de fustes em classes diamétricas para doze espécies da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas- PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes



A - Densidade total da área de estudo, B - *Anadenanthera colubrina*, C - *Poincianella pyramidalis*, D - *Aspidosperma pyriforme*, E - *Mimosa tenuiflora*, F - *Erythroxylum pungens*, G - *Commiphora leptophloeos*, H - *Handroanthus impetiginosus*, I - Morta., J - *Mimosa ophthalmocentra*, K - *Combretum sp.*, L - *Bauhinia cheilantha*, M - *Croton blanchetianus*.

Fonte: (SOUZA, 2012)

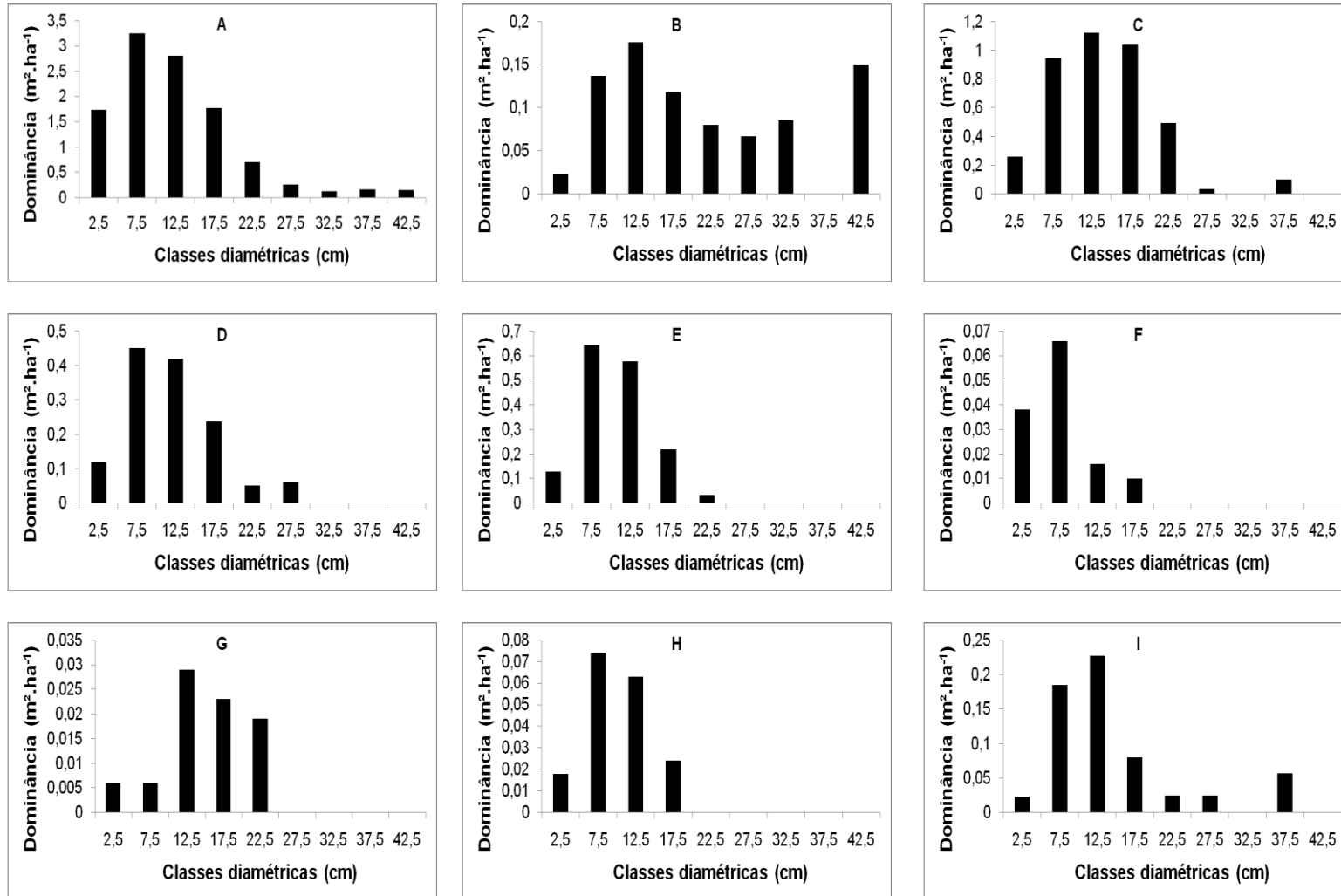
4.4.2 - Dominância

A primeira classe diamétrica apresentou a menor área basal em relação às três classes diamétricas seguintes, mesmo possuindo a maior densidade de fustes por hectare (Figura 8A). Essa maior densidade de fustes e menor área basal são devidas a esta primeira classe ser formada de indivíduos finos, não superando a dominância das demais classes (Figura 9A).

A segunda classe diamétrica apresentou a maior área basal (Figura 9A), porém, com número de fustes relativamente baixo (Figura 8A), quando comparados com os valores encontrados na primeira classe diamétrica.

As espécies *P. pyramidalis* (Figura 9C), *A. pyriforme* (Figura 9D) e *M. tenuiflora* (Figura 9E) apresentaram as maiores dominâncias por espécie. As mesmas estão presentes nas cinco primeiras classes diamétricas.

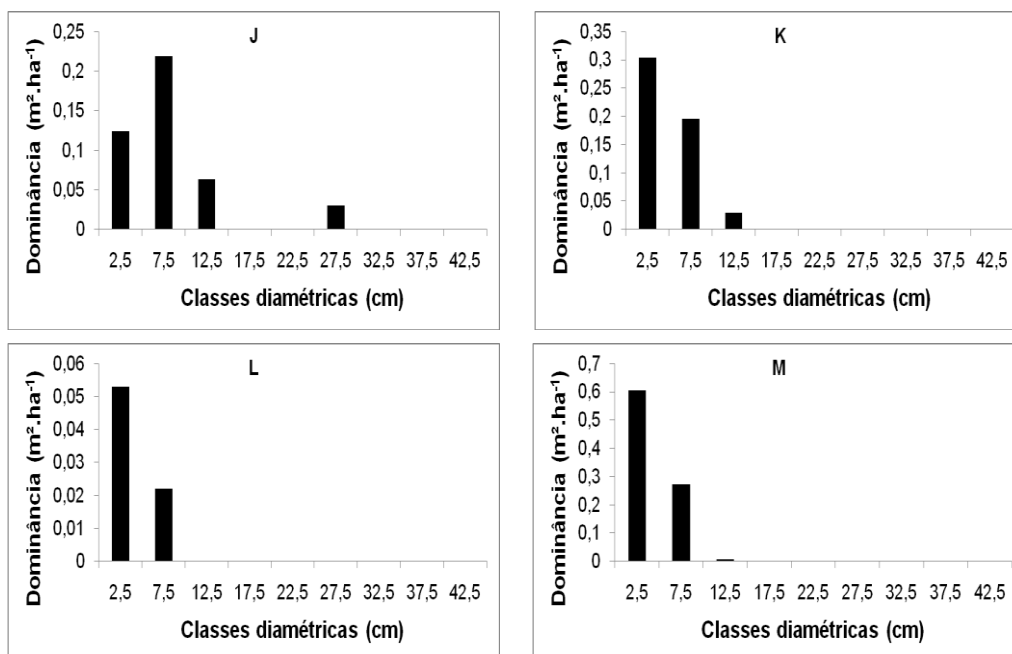
Figura 9 – Distribuição da dominância em classes diamétricas para doze espécies da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes



Continua...

Conclusão

Figura 9 – Distribuição da dominância em classes diamétricas para doze espécies da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes



A - Dominância total da área de estudo, B - *Anadenanthera colubrina*, C - *Poincianella pyramidalis*, D - *Aspidosperma pyrifolium*, E - *Mimosa tenuiflora*, F - *Erythroxylum pungens*, G - *Commiphora leptophloeos*, H - *Handroanthus impetiginosus*, I - Morta, J - *Mimosa ophthalmocentra*, K - *Combretum sp.*, L - *Bauhinia cheilantha*, M - *Croton blanchetianus*.

Fonte: (SOUZA, 2012)

A espécie *Poincianella pyramidalis* (Figura 9C) possui dominância superior ao somatório das dominâncias das demais espécies e as mortas: *Anadenanthera colubrina* (Figura B), *Erythroxylum pungens* (Figura F), *Commiphora leptophloeos* (Figura G), *Handroanthus impetiginosus* (Figura H), Morta (Figura I), *Mimosa ophthalmocentra* (Figura J), *Combretum sp.* (Figura K), *Bauhinia cheilantha* (Figura L), *Croton blanchetianus* (Figura M).

A terceira e a quarta classe diamétrica representam, respectivamente, 8,17% e 2,57% (Figura 8A) da densidade de totais de fustes, sendo que as mesmas classes representam 25,64% e 16,12%, respectivamente, da dominância total (Figura 9A) (Tabela 8, Apêndice E). Estes resultados demonstram a importância dessas espécies na composição da dominância.

4.5 Estrutura Interna

4.5.1 Classes de Vitalidade

A análise da vitalidade dos fustes de espécies lenhosas da caatinga, na área de estudo, apresentou 71,73% saudáveis, 24,37% doentes ou muito atacados por insetos ou por patógenos e 3,90% de fustes mortos (Tabela 9).

As espécies *A. colubrina*, *A. pyriformis*, *C. blanchetianus* e *M. ophthalmocentra* apresentaram maior número de fustes sadios 92,67%, 81,74%, 91,20% e 80,51%, respectivamente (Tabela 9).

As espécies *P. pyramidalis*, *M. tenuiflora*, *Combretum* sp. e *B. cheilantha* apresentaram maior número de fustes doentes ou muito atacados, por insetos e patógenos 44,56%; 40,72%; 28,36% e 39,86%, respectivamente (Tabela 9).

O grupo das mortas contribuiu com 78,67% dos fustes da classe III, existindo, porém, alguns fustes mortos que ainda estavam ligados às plantas vivas. As espécies *Combretum* sp. e *M. tenuiflora* foram as que apresentaram maior número de fustes mortos ligados às estruturas vivas (Tabela 9).

Tabela 9 – Vitalidade de fustes para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	Classe I	Classe II	Classe III	Total
<i>Anadenanthera colubrina</i>	70,92	5,61	-	76,53
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	6,63	0,51	-	7,14
<i>Poincianella pyramidalis</i>	336,74	273,47	3,57	613,78
<i>Aspidosperma pyriformis</i>	205,61	45,92	-	251,53
<i>Mimosa tenuiflora</i>	185,71	133,16	8,16	327,04
<i>Erythroxylum pungens</i>	42,35	11,74	0,51	54,59
<i>Combretum</i> sp.	267,35	108,67	7,14	383,16
<i>Bauhinia cheilantha</i>	43,37	29,08	0,51	72,96
<i>Pseudobombax marginatum</i>	1,02	-	-	1,02
<i>Commiphora leptophloeos</i>	9,69	-	-	9,69
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	38,27	-	-	38,27
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	0,51	-	-	0,51
<i>Croton blanchetianus</i>	708,67	63,78	4,59	777,04
<i>Cynophalla flexuosa</i>	1,53	1,53	-	3,06
<i>Lantana camara</i>	6,63	1,53	-	8,16
<i>Libidibia ferrea</i>	2,55	-	-	2,55
<i>Ziziphus joazeiro</i>	3,57	-	-	3,57

Continua...

Conclusão

Tabela 9 – Vitalidade de fustes para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	Classe I	Classe II	Classe III	Total
Morta	-	-	90,31	90,31
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	162,25	39,29	-	201,53
<i>Mimosa acutistipula</i>	-	1,02	-	1,02
<i>Amburana cearenses</i>	1,02	-	-	1,02
<i>Jatropha mollissima</i>	13,78	1,02	-	14,8
<i>Senna spectabilis</i>	0,51	-	-	0,51
Total	2108,67	716,33	114,80	2939,80

Classe I - Fuste Sadio; Classe II - Fuste doente ou muito atacado por insetos ou patógenos; Classe III - Fuste morto.

Fonte: (SOUZA, 2012)

4.5.2 Qualidade de Fuste

Na análise de qualidade de fuste, apenas as espécies: *A. colubrina*, *P. pyramidalis*, *A. pyriformis*, *M. tenuiflora*, *Combretum* sp., *H. impetiginosus*, *L. bahiensis*, *C. Blanchetianus* e *M. ophthalmocentra* apresentaram fustes retilíneos e sem bifurcação até 2,5 metros de altura (Tabela 10).

As espécies *C. blanchetianus*, *P. pyramidalis*, *Combretum* sp., *M. tenuiflora* e *A. pyriformis* apresentaram a maior porcentagem de fustes que possuem bifurcação abaixo de 2,5 metros de altura, 87,78%, 96,33%, 83,25%, 88,15%, 94,51%, respectivamente (Tabela 10).

A densidade de fustes da classe I não foi superior à densidade de fustes da classe II, e o somatório das mesmas não foi superior à densidade de fustes da classe III. Esta possui um total de 89,40% fustes muito tortos, com defeitos graves (oco, rachado, podre), ou com bifurcações até 2,5 metros de altura (Tabela 10). Estes resultados mostram um baixo potencial de utilização das espécies lenhosas da área de estudo para fins mais nobres como móveis e madeira para serraria.

Se 71,73% da densidade dos fustes apresentam-se saudáveis e 89,40% dos fustes apresentam uma qualidade de fuste classe III, deduz-se que a maioria apresentou apenas com bifurcação abaixo de 2,5 metros ou que são fustes muito tortos.

Tabela 10 – Qualidade de fuste para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	Classe I	Classe II	Classe III	Total
<i>Anadenanthera colubrina</i>	12,76	25,00	38,78	76,53
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	-	-	7,14	7,14
<i>Poincianella pyramidalis</i>	3,57	18,88	589,29	611,74
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	3,57	10,20	237,25	251,02
<i>Mimosa tenuiflora</i>	4,59	33,67	284,69	322,96
<i>Erythroxylum pungens</i>	-	1,02	52,55	53,57
<i>Combretum sp.</i>	4,59	59,18	316,84	380,61
<i>Bauhinia cheilantha</i>	-	5,61	67,35	72,96
<i>Pseudobombax marginatum</i>	-	-	1,02	1,02
<i>Commiphora leptophloeos</i>	-	-	9,69	9,69
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	0,51	6,63	31,12	38,27
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	0,51	-	-	0,51
<i>Croton blanchetianus</i>	20,41	73,98	678,06	772,45
<i>Cynophalla flexuosa</i>	-	0,51	2,55	3,06
<i>Lantana camara</i>	-	-	8,16	8,16
<i>Libidibia ferrea</i>	-	-	2,55	2,55
<i>Ziziphus joazeiro</i>	-	0,50	3,06	3,57
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	3,06	11,70	186,74	201,53
<i>Mimosa acutistipula</i>	-	-	1,02	1,02
<i>Amburana cearenses</i>	-	-	1,02	1,02
<i>Jatropha mollissima</i>	-	-	14,80	14,80
<i>Senna spectabilis</i>	-	-	0,51	0,51
Total	53,57	246,94	2534,18	2834,69

Classe I - Totalmente reto, sem bifurcação até 2,5m; **Classe II** - Ligeiramente torto ou com poucos defeitos, sem bifurcações até 2,5m; **Classe III** - Muito torto, com defeitos graves (oco, rachado, podre), ou com bifurcações até 2,5m.

(Fonte: SOUZA, 2012)

4.5.3 Altura de Bifurcação

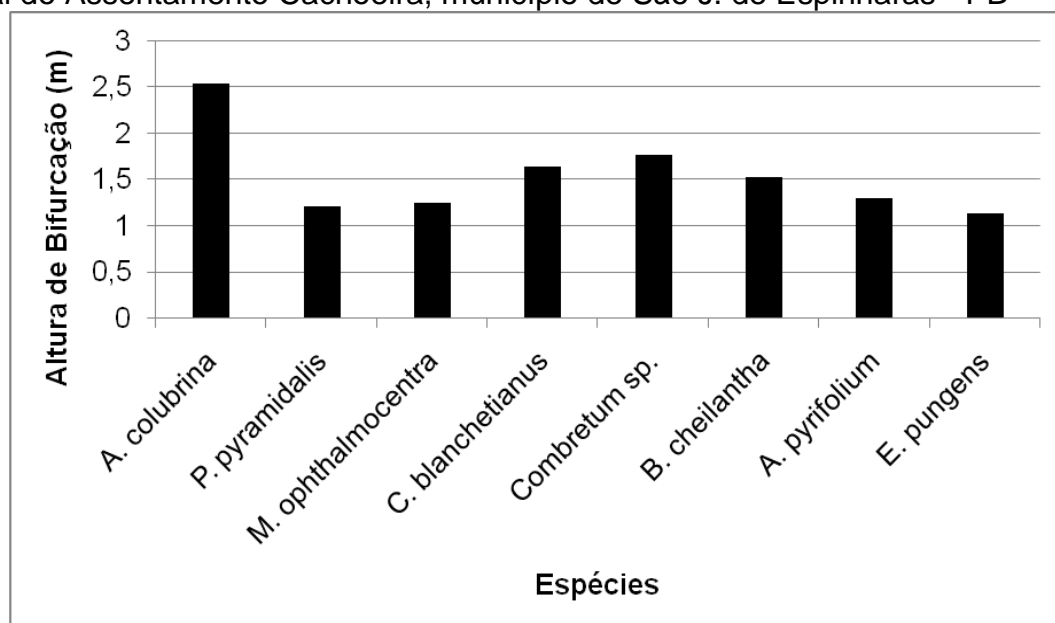
A média de altura de bifurcação de fuste para vinte e duas espécies florestais da vegetação de caatinga, na área de estudo, é de 1,62 metros (Tabela 11).

As espécies que apresentaram, na amostragem do inventário, um número superior a cem fustes, possuem altura média de bifurcação de fuste acima 1,10 metros de altura (Figura 10).

A espécie que obteve maior média de altura de bifurcação por fuste foi *A. colubrina*. Das espécies que apresentaram mais de dez fustes, *L. camara* obteve a menor altura média de bifurcação por fuste (Tabela 11).

As espécies *A. colubrina*, *P. pyramidalis*, *H. impetiginosus*, *M. ophthalmocentra*, *M. tenuiflora*, *C. blanchetianus*, *Combretum sp.*, *B. cheilantha*, *J. mollissima*, *A. Pyrifolium* e *E. pungens* apresentaram boas estimativas para os seus intervalos de confiança, estimados a uma probabilidade de 95% (Tabela 11).

Figura 10 – Altura de bifurcação de fustes para espécies de caatinga, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB



Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 11 – Altura de bifurcação média de fustes para espécies de caatinga, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB

Nome Científico	Nº Ind	S	Intervalo de confiança para altura média de bifurcação (m) P = 95%	E (%)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	150	0,93379	2,54 ± 0,1494	5,88
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	14	0,47347	1,34 ± 0,2733	20,40
<i>Senna spectabilis</i>	1	-	2,30 ± E	-
<i>Poincianella pyramidalis</i>	1202	0,58551	1,21 ± 0,0331	2,74
<i>Lantana camara</i>	16	0,55614	1,04 ± 0,2961	28,48
<i>Amburana cearenses</i>	2	0,77782	1,25 ± 6,9905	559,24
<i>Pseudobombax marginatum</i>	2	0,21213	1,65 ± 1,9065	115,54
<i>Cynophalla flexuosa</i>	6	0,43243	1,85 ± 0,4537	24,52
<i>Commiphora leptophloeos</i>	19	0,44043	1,12 ± 0,2122	18,95
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	75	0,79661	1,89 ± 0,1835	9,71
<i>Ziziphus joazeiro</i>	7	0,45774	1,84 ± 0,4239	23,04
<i>Libidibia ferrea</i>	5	0,26833	1,88 ± 0,3336	17,74

Continua...

Conclusão

Tabela 11 – Altura de bifurcação média de fustes para espécies de caatinga, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas – PB

Nome Científico	Nº Ind	S	Intervalo de confiança para altura média de bifurcação (m) P = 95%	E (%)
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	395	0,69156	1,25 ± 0,0682	5,46
<i>Mimosa tenuiflora</i>	64	0,78414	1,51 ± 0,1959	12,98
<i>Mimosa acutistipula</i>	2	0,21213	0,85 ± 1,9065	224,29
<i>Croton blanchetianus</i>	1517	0,76948	1,64 ± 0,0387	2,36
<i>Combretum</i> sp.	748	0,76529	1,77 ± 0,0548	3,10
<i>Bauhinia cheilantha</i>	143	0,54832	1,53 ± 0,0899	5,87
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	1	-	3,5 ± E	-
<i>Jatropha mollissima</i>	29	0,44128	1,30 ± 0,1680	12,92
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	493	0,63917	1,30 ± 0,0564	4,34
<i>Erythroxylum pungens</i>	107	0,44812	1,14 ± 0,0860	7,54

Nº Ind - número de indivíduos do inventário; S - Desvio Padrão; E - Erro de Amostragem.

Fonte: (SOUZA, 2012)

4.5.4 Posição de Dossel

Apenas as espécies *A. colubrina*, *P. pyramidalis*, *M. tenuiflora*, *Combretum* sp., *C. Blanchetianus* e *M. ophthalmocentra* apresentaram o maior número de fustes presentes na classe dominante do dossel da floresta. Estas espécies fazem parte do estrato superior da estrutura vertical na área de caatinga estudada (Tabela 12).

A classe oprimida apresentou o maior número de indivíduos, com uma porcentagem de 65,17% dos fustes, a classe intermediária apresentou 19,84% dos fustes, e a classe dominante, 14,99% dos fustes (Tabela 12).

Tabela 12 – Posição de dossel de fustes para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas – PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	Classe I	Classe II	Classe III	Total
<i>Anadenanthera colubrina</i>	53,57	8,67	14,29	76,53
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	4,08	0,51	2,55	7,14
<i>Poincianella pyramidalis</i>	78,07	131,63	404,08	613,78
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	32,14	35,71	183,67	251,53

Continua...

Conclusão

Tabela 12 – Posição de dossel de fustes para espécies de caatinga, distribuídos por densidade, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas – PB, considerando fustes que bifurcam a partir da altura de medição do diâmetro a 0,3 m do solo como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	Classe I	Classe II	Classe III	Total
<i>Mimosa tenuiflora</i>	82,65	100,00	144,39	327,04
<i>Erythroxylum pungens</i>	1,02	4,08	49,49	54,59
<i>Combretum</i> sp.	61,74	62,25	259,18	383,16
<i>Bauhinia cheilantha</i>	2,55	10,71	59,69	72,96
<i>Pseudobombax marginatum</i>	-	-	1,02	1,02
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,51	1,53	7,65	9,69
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	14,80	6,63	16,84	38,27
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	0,51	-	-	0,51
<i>Croton blanchetianus</i>	46,94	130,61	599,49	777,04
<i>Cynophalla flexuosa</i>	0,51	-	2,55	3,06
<i>Lantana camara</i>	0,51	-	7,65	8,16
<i>Libidibia ferrea</i>	1,02	-	1,53	2,55
<i>Ziziphus joazeiro</i>	2,55	0,51	0,51	3,57
Morta	-	1,53	88,78	90,31
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	56,12	88,27	57,14	201,53
<i>Mimosa acutistipula</i>	1,02	-	-	1,02
<i>Amburana cearenses</i>	0,51	-	0,51	1,02
<i>Jatropha mollissima</i>	-	0,51	14,29	14,80
<i>Senna spectabilis</i>	-	-	0,51	0,51
Total	440,82	583,16	1915,82	2939,80

Classe I - Dominante - 10% das árvores + altas da parcela; Classe II - Intermediária - Nível médio das árvores da parcela; Classe III - Oprimida - Localizada debaixo de outras copas da parcela.

Fonte: (SOUZA, 2012)

4.6 Modelos Volumétricos

4.6.1 Espécies Cubadas

Foram cubados 225 fustes de 10 espécies florestais da caatinga (Tabela 13).

Tabela 13 – Distribuição das espécies cubadas em classes diamétricas, tomando como base $D_{(0,3m)}$ de altura do solo, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São José de Espinharas - PB

Espécie	Classes de Diâmetros ^(0,3 m)								Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>A. colubrina</i>	-	2	-	-	1	4	8	4	19
<i>A. pyrifolium</i>	2	9	15	10	7	2	3	-	48

Continua...

Conclusão

Tabela 13 – Distribuição das espécies cubadas em classes diamétricas, tomando como base $D_{(0,3m)}$ de altura do solo, na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São José de Espinharas – PB

Espécie	Classe de $D_{(0,3m)}$								Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>B. cheilantha</i>	5	4	-	-	-	-	-	-	9
<i>Combretum sp.</i>	5	2	-	-	-	-	-	-	7
<i>C. blanchetianus</i>	13	22	-	-	-	-	-	-	35
<i>E. pungens</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>H. impetiginosus</i>	-	1	-	1	2	-	-	-	4
<i>M. ophthalmocentra</i>	2	1	1	-	-	-	-	-	4
<i>M. tenuiflora</i>	1	12	9	4	2	-	-	-	28
<i>P. pyramidalis</i>	6	9	13	23	13	6	-	-	72
Total	34	63	38	38	25	12	11	4	225

$D_{0,3(m)}$ - Diâmetro a 0,3 metros de altura do solo.

Fonte: (SOUZA, 2012)

4.6.2 Estimativas dos Parâmetros

Para estimativa do volume de fuste, os seis modelos volumétricos ajustados apresentaram boas estimativas para o (R^2 ajustado), com valores entre 0,962 e 0,984 (Tabelas 14 e 16).

Em relação ao erro-padrão residual, os primeiros quatro modelos lineares apresentaram-se próximos:

Os modelos Schumacher e Hall (1933) e Spurr, na forma logaritimizada, com a opção para as estimativas de volume com a variável independente diâmetro na base a (0,3m) de altura (Modelos I e II), apresentaram uma diferença entre os erros padrão residual de 8,97%. Os mesmos modelos utilizados para as estimativas de volume com a variável independente Diâmetro Equivalente (DEq) (Modelos III e IV) apresentaram uma diferença entre os erros padrão residuais de 4,78% (Tabela 15).

O modelo de Schumacher e Hall (1933), na forma logaritimizada, com as opções para as estimativas de volume com as variáveis independentes diâmetro na base a (0,3m) de altura e Diâmetro Equivalente (DEq) (Modelos I e III), apresentaram uma diferença entre os erros padrão residuais de 9,01% (Tabela 14). As mesmas variáveis independentes utilizadas para o modelo de Spurr, na forma logaritimizada, apresentaram uma diferença entre os erros padrão residuais de 4,75% (Tabela 14).

O modelo de Schumacher e Hall (1933), na forma não-linear, com opções para as estimativas de volume com as variáveis independentes diâmetro na base a (0,3m) de altura e Diâmetro Equivalente (DEq) (Modelos V e VI), apresentaram uma diferença entre os erros padrão residuais de 4,43% (Tabela 15).

Tabela 14 – Estimativas dos parâmetros, R² ajustado e erro padrão residual (EPR), da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB

	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV	Modelo V	Modelo VI
R² Aj.	0,983203	0,982253	0,9763655	0,96256	0,982953	0,984422
EPR	0,02552	0,027811	0,02782	0,02655	0,02333	0,022335

Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 15 – Estimativas das diferenças entre os erros padrão residuais (EPR) em porcentagem para os modelos estudados na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB

MODELOS	MODELOS					
	III	II	IV	I	V	VI
	EPR					
VI	24,53%	24,49%	18,85%	14,23%	4,43%	-
V	19,25%	19,20%	13,8%	9,39%	-	-
I	9,01%	8,97%	4,04%	-	-	-
IV	4,78%	4,75%	-	-	-	-
II	0,035%	-	-	-	-	-

Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 16 – Estimativas das diferenças entre os R² ajustados em porcentagem para os modelos estudados na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB

MODELOS	MODELOS					
	VI	I	V	II	III	IV
	R² Aj.					
IV	2,27%	2,14%	2,12%	2,05%	1,43%	-
III	0,83%	0,70%	0,67%	0,60%	-	-
II	0,22%	0,10%	0,07%	-	-	-
V	0,15%	0,03%	-	-	-	-
I	0,12%	-	-	-	-	-

Fonte: (SOUZA, 2012)

Os resultados obtidos apresentaram-se semelhantes para valores absolutos de R² ajustado e erro padrão residual (Tabela 14). Porém, quando comparadas

percentualmente, as diferenças variam, para o erro padrão residual, de 0,035% a 24,59%. Por esses critérios, a escolha da melhor equação recai sobre a equação VI.

Em relação à distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total: os modelos Schumacher e Hall (1933) Modelo I e Spurr Modelo II, na forma logaritmizada, com a opção para a variável independente diâmetro na base a (0,3m) de altura (Figura 11a e 11b), apresentaram, para o modelo I, resíduos positivos iguais ou inferiores a 32,1% e resíduos negativos iguais ou superiores a 23,56% e, para modelo II, apresentaram resíduos positivos iguais ou inferiores a 29,93% e resíduos negativos iguais ou superiores a 23,78%.

Por outro lado, 86,22% de fustes do Modelo I (Figura 11a) e 84% de fustes do Modelo II (Figura 11b) apresentaram estimativas de distribuição gráfica dos resíduos percentuais inferiores a 20% (Tabela 17).

Para a distribuição dos resíduos percentuais, quando das estimativas de volume total, os modelos de Schumacher e Hall (1933) Modelo III e Spurr Modelo IV, na forma logaritmizada, com a opção para a variável independente diâmetro equivalente DEq, (Figura 12c e 12d), apresentaram, para o modelo III, resíduos positivos iguais ou inferiores a 37,72% e resíduos negativos iguais ou superiores a 36,36%. Para o modelo IV, apresentaram resíduos positivos iguais ou inferiores a 36,12% e resíduos negativos iguais ou superiores a 35,58%.

Cerca de 88,88% de fustes do Modelo III (Figura 12c) e 89,23% de fustes do Modelo IV (Figura 12d) apresentaram estimativas de distribuição gráfica dos resíduos percentuais inferiores a 20% (Tabela 17).

Os modelos não-lineares de Schumacher e Hall (1933), com a opção para a variável independente diâmetro equivalente DEq (Modelo V) e diâmetro na base a (0,3m) de altura (Figura 13e e 13f), apresentaram, para o modelo V, resíduos positivos iguais ou inferiores a 68,85% e resíduos negativos iguais ou superiores a 34,07%. Para o modelo VI, apresentaram resíduos positivos iguais ou inferiores a 62,24% e resíduos negativos iguais ou superiores a 21,68%.

Os modelos não lineares V e VI apresentaram as piores distribuições de resíduos, nos seus respectivos gráficos. Porém, o modelo não-linear, com a variável independente diâmetro equivalente Modelo V (Figura 13e), apresentou apenas cinco fustes com resíduos superiores a 40%.

Nas três primeiras classes diamétricas, foi coletada uma maior massa de dados, devido à existência de uma maior quantidade de fustes distribuídos nessas classes em florestas nativas.

As estimativa de fustes através de regressão presentes nas classes diamétricas iniciais possuem maior tendência ao erro. Segundo Guimarães; Leite (1996), equações volumétricas baseadas em número menor a 100 árvores, apresentam altas probabilidades de fornecer estimativas volumétricas tendenciosas.

Em resumo, os modelos I, II, III e IV apresentaram resíduos uniformemente distribuídos sem nenhuma tendência clara de sub ou super estimação. Os modelos não lineares V e VI, com a opção para a variável independente diâmetro equivalente e diâmetro na base a (0,3m) de altura (Tabela 18), apresentaram distribuição gráfica dos resíduos com tendência de superestimação dos volumes, notadamente nas primeiras classes diamétricas.

Tabela 17 – Caracterização da distribuição gráfica dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB

Eq	Resíduos Percentuais		Nº de fustes que apresentam resíduos < que 20%	%	Resíduos < que 20%, separados pelo sinal algébrico	
	Mínimo	Máximo			-	+
I	-23,56	32,09	194	86,22	103	91
II	-23,78	29,93	189	84	101	88
III	-36,36	37,72	200	88,88	92	108
IV	-35,58	36,12	201	89,23	93	108
V	-34,07	68,85	171	76	87	84
VI	-21,68	62,24	163	72,44	65	98

Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 18 – Caracterização da distribuição gráfica dos resíduos percentuais totais para as estimativas de volume total, por classe diamétrica da Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB

Eq	Classes Diamétricas (cm)																Total	Média total dos resíduos %		
	2,5		7,5		12,5		17,5		22,5		27,5		32,5		37,5				RES	RES
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+				
I	15	19	36	27	22	16	22	16	14	11	5	7	1	10	1	3	116	109	-9,50	11,81
II	14	20	36	27	22	16	22	16	14	11	4	8	2	9	-	4	114	111	-9,83	11,81
III	11	23	31	32	20	18	22	16	7	18	3	9	8	3	2	2	104	121	-10,25	10,36
IV	11	23	32	31	20	18	23	15	7	18	3	9	7	4	2	2	105	120	-10,27	10,57
V	5	29	26	37	22	16	21	17	12	13	6	6	6	5	2	2	100	125	-10,59	15,71
VI	1	33	51	12	11	27	17	21	14	11	5	7	6	5	2	2	67	158	-8,29	18,28
Total	34	63	38	38	25	12	11	4	225											

Fonte: (SOUZA, 2012)

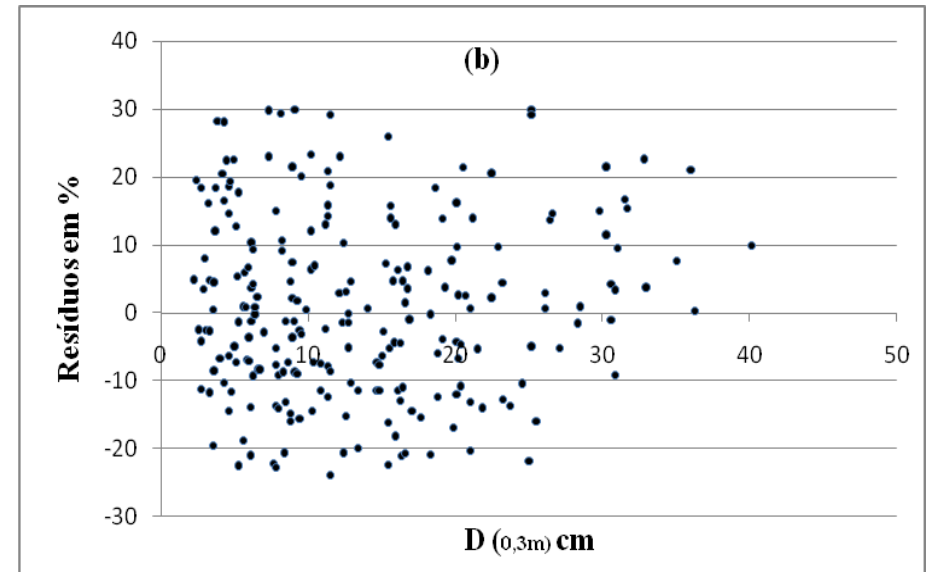
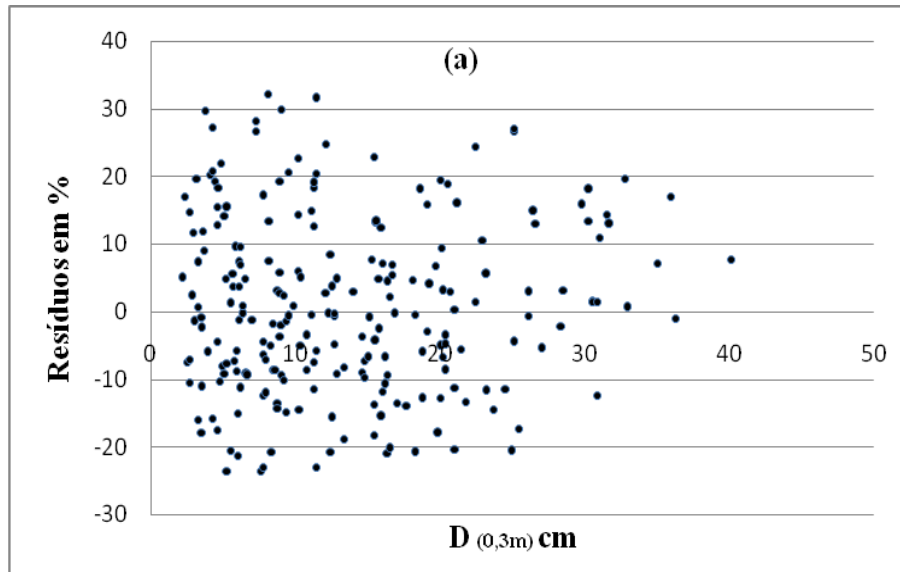
Tabela 19 – Equações para estimativa de volume total de lenha das espécies estudadas, com coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado)

	Equação	(R^2 Ajustado)
1	$\text{Ln}(Vt_j) = -9,759636427966628 + 2,076507841267833 \cdot \text{Ln}(D_{(0,3m)}) + 0,900209471681524 \cdot \text{Ln}(Ht_j)$	0,9832
2	$\text{Ln}(Vt_j) = -9,909647463676896 + 1,021064647448868 \cdot \text{Ln}(D_{(0,3m)}^2 \cdot Ht_j)$	0,9822
3	$\text{Ln}(Vt_j) = -9,593402231938304 + 2,044167991731528 \cdot \text{Ln}(DEq_j) + 0,9453114959132389 \cdot \text{Ln}(Ht_j)$	0,9763
4	$\text{Ln}(Vt_j) = -9,679267072736142 + 1,012646004747566 \cdot \text{Ln}(DEq_j^2 \cdot Ht_j)$	0,9625
5	$Vt_j = 0,0000445895955929254 \cdot (DEq_j^{1,852756766877287}) \cdot (Ht_j^{1,409739765278039})$	0,9829
6	$Vt_j = 0,00008868651563072178 \cdot (D_{(0,3m)}^{1,957072874247556}) \cdot (Ht_j^{0,870555587121518})$	0,9844

Ln - Logaritmo niperiano; Vt_j - Volume total; $D_{(0,3m)}$ - Diâmetro a trinta centímetros do solo; Ht_j - Altura total do maior fuste; DEq_j - Diâmetro equivalente para fustes medidos a 1,3 metros de altura.

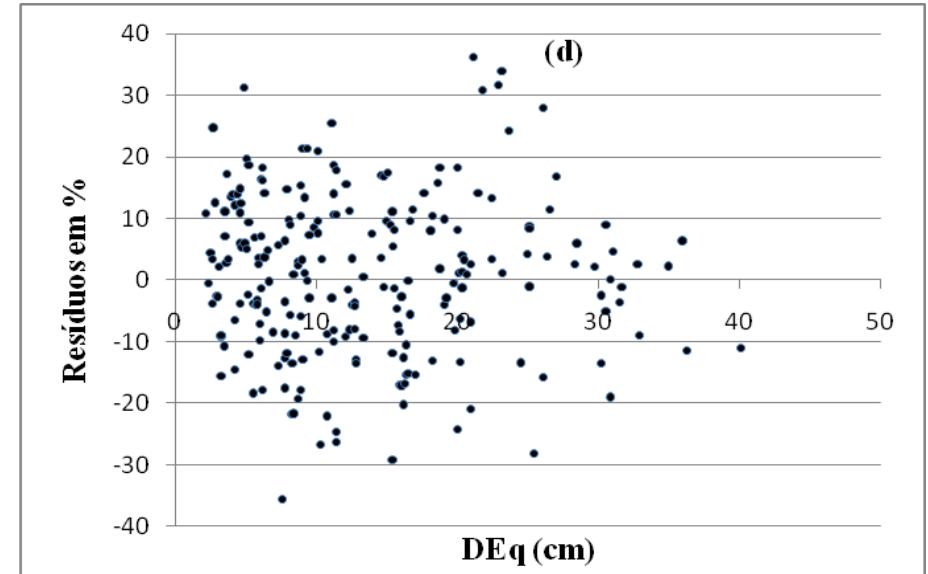
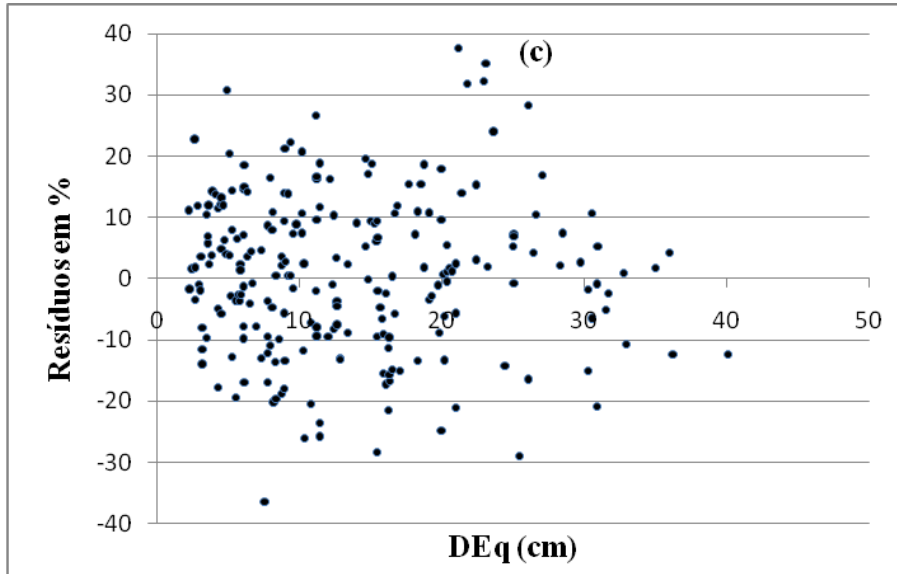
Fonte: (SOUZA, 2012)

Figura 11 – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, em ordem crescente de diâmetro (0,3m), onde (a) com a equação 1 e (b) com a equação 2



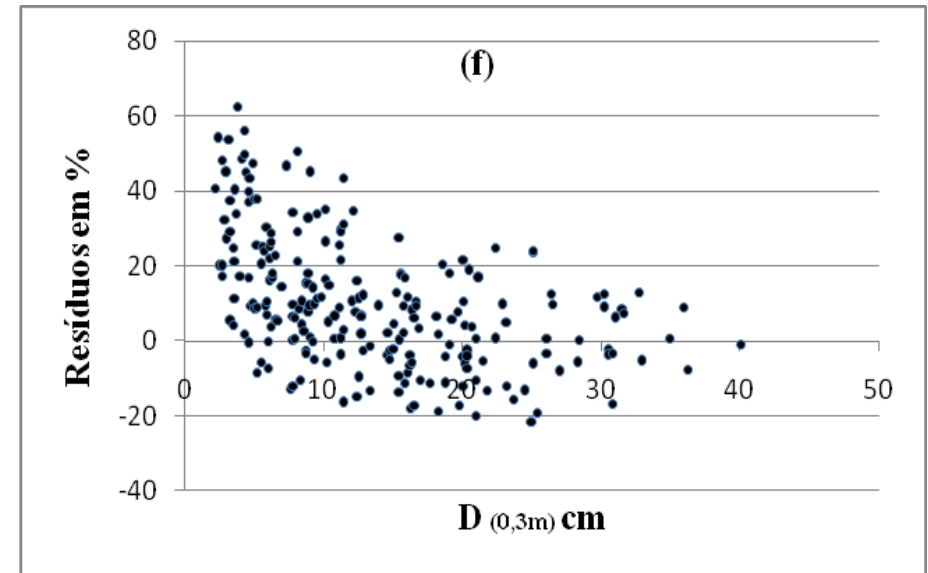
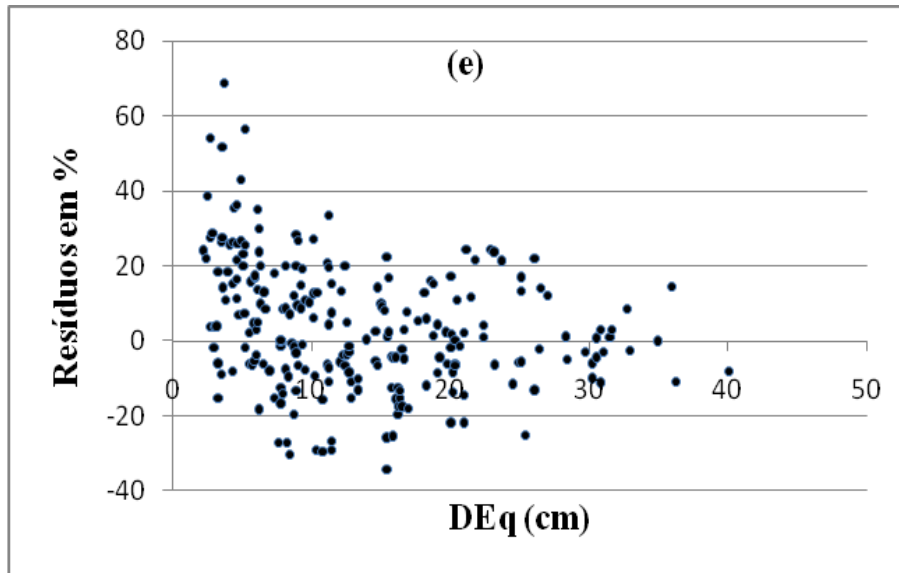
Fonte: (SOUZA, 2012)

Figura 12 – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, em ordem crescente de diâmetro (0,3m), onde (c) com a equação 3 e (d) com a equação 4



Fonte: (SOUZA, 2012)

Figura 13 – Distribuição dos resíduos percentuais para as estimativas de volume total, em ordem crescente de diâmetro (0,3m), onde (e) com a equação 5 e (f) com a equação 6



Fonte: (SOUZA, 2012)

4.7 Fator de Forma

O fator de forma com casca obtido com os dados da cubagem de 10 espécies da caatinga: *A. colubrina*, *A. pyrifolium*, *B. cheilantha*, *Cmbretum sp.*, *C. blanchetianus*, *E. pungens*, *H. impetiginosus*, *M. ophthalmocentra*, *M. tenuiflora*, *P. Pyramidalis*, que obteve 252 fustes abatidos, produziu um fator médio igual a 0,871, valor este próximo de Silva (2005), Zakia; Pareyn; Riegelhaupt (1992) e Ferraz (2011) 0,82; 0,9 e 1,06; respectivamente.

Analisando o fator de forma por espécies das que obtiveram maior número de fustes: *A. colubrina* obteve 0,93; a *P. Pyramidalis*, 0,873; *M. Tenuiflora*, 0,867; *C. Blanchetianus*, 0,845 e *A. Pyrifolium*, 0,893.

O fator de forma distribuído por classe diamétrica obteve as seguintes estimativas: Classe I - (0-5) cm - 0,80, Classe II - (5-10) cm - 0,869, Classe III - (10-15) cm - 0,89, Classe IV - (15-20) cm - 0,91, Classe V - (20-25) cm - 0,864, Classe VI - (25-30) cm - 0,863, Classe VII - (30-35) cm - 0,938, Classe VIII - (35-40) cm - 0,857.

As classes diamétricas III e IV apresentaram, valores de fator de forma mais próximos do valor utilizado na caatinga, que é 0,9.

Silva (2005) propôs, para a sua área de estudo, o uso de dois valores de fator de forma, o primeiro para fustes com diâmetro menor que 20 cm ao nível do solo (classes 1 a 4), e o segundo fator de forma para fustes com diâmetro maior ou igual a 20 cm ao nível do solo (classes 5 a 7).

Neste trabalho, foram encontrados, para a área de estudo, duas estimativas de fator de forma para o cálculo de volume individual de fuste:

D 0,3m de altura < 5 cm (classe 1), o fator de forma médio igual 0,80.

D 0,3m de altura ≥ 5 cm (classes 2 a 8), o fator de forma médio igual a 0,885.

Para a área de estudo, sugere-se o uso de dois fatores de forma para o cálculo de volume individual de fustes. Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados em estudos anteriores.

5 CONCLUSÕES

A espécie *Luetzelburgia bahiensis*, listada neste trabalho, não consta em registros anteriores. Não há enciclopédias sobre sua ocorrência na vegetação da Paraíba.

Em relação à densidade de fustes de espécies arbóreas lenhosas, as espécies *Poincianella pyramidalis*, *Croton blanchetianus* e *Combretum* sp., na área de estudo, são superiores às demais espécies.

A regeneração apresenta riqueza de espécies próxima à riqueza florística das plantas lenhosas, a mesma foi inferior no levantamento florístico em apenas duas espécies.

Para a regeneração, a densidade de indivíduos das espécies: *Croton blanchetianus*, *Combretum* sp. e *Poincianella pyramidalis* supera todas as demais espécies em número de indivíduos.

A vegetação da caatinga apresentou fustes com alto grau de vitalidade.

Os modelos lineares de Schumacher e Hall (1933) e Spurr, na forma logaritmizada, com as opções para as variáveis independentes: diâmetro na base a (0,3m) de altura e diâmetro equivalente, apresentaram bons desempenhos para estimativas de volume de fustes da caatinga.

REFERÊNCIAS

- ALCOFORADO-FILHO, F.G.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.17, n.2, p.287-303, 2003.
- ALMEIDA NETO, J. X.; ANDRADE, A. P.; LACERDA, A. V.; FELIX, L. P.; ALCÂNTARA BRUNO, R. L. Composição Florística, Estrutura e Análise Populacional do Feijão-Bravo (*Capparis flexuosa* L.) no Semiárido Paraibano, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoro, v.22, n.4, p. 187-194, 2009.
- ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A.; PEREIRA, I. M. Avaliação da regeneração natural da recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Revista Cerne**, Lavras, v.12, n.4, p.360-372, 2006.
- ALVES, L. de. S.; HOLANDA, A. C. de; WANDERLEY, J. A. C; SOUSA, J. da. S; ALMEIDA, P. G. de. Regeneração natural de uma área de caatinga situada no município de Pombal - PB - Brasil. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.2, p. 152–168, 2010.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de.; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da Caatinga: Uma Investigação Ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p. 126-135, 2009.
- ALVES, J. J. A. Geologia da Caatinga no Semiárido do Nordeste Brasileiro. **Revista de Climatologia e Estudos de Paisagem**, Rio Claro, v.2, n.1, p.58-71, 2007.
- ALVES JUNIOR, F. T.; BRANDÃO, C. F. L. E. S.; ROCHA, K. D. da.; SILVA, J. T. da.; MARANGONM, L. C.; FERREIRA, R. L. C. Estrutura diamétrica e hipsométrica do componente arbóreo de um fragmento de mata atlântica, Recife-PE. **Revista Cerne**, Lavras, v.13, n.1, p. 83-95, 2007.
- ALVES JUNIOR, F. T. **Estrutura, Biomassa e Volumetria de uma Área de Caatinga, Floresta-PE**. 2010. 151f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- AMORIM, I. L. de.; SAMPAIO, E. V. de. S. B.; ARAÚJO, E. de. L. Fenologia de Espécies Lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 491-499, 2009.
- AMORIM, I. L. de.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. de. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.19, n.3, p.615-623, 2005.
- ANDRADE, L. A. de.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas Fitofisionomias de Caatinga, com Diferentes Históricos de uso, no

Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p. 253-262, 2005.

ANDRADE, M. V. M. de.; ANDRADE, A. P. de.; SILVA, D. S. da.; ALCÂNTARA BRUNO, R. L. de. Levantamento Florístico e Estrutura Fitossociológica do Estrato Herbáceo e Subarbustivo em Áreas de Caatinga no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.229-237, 2009.

ANDRADE, R. L. de.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de Serrapilheira em Área de Caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha - PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.223-230, 2008.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.141, p. 399-436, 2011.

ARAÚJO, L. V. C. de. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semiárido paraibano**. 2007. 121f. Tese (Doutor em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

ARAÚJO, L. V. C. de.; LEITE, J. A. N.; PAES, J. B. Estimativa da Produção de Biomassa de um Povoamento de Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. com Cinco Anos de Idade. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 1, n. 4, p. 347-352, 2004.

BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A.; ANDRADE, A. P. de.; SALCEDO, I. H. Regeneração Natural da Jurema Preta em Áreas Sob Pastejo de Bovinos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n.3, p. 228-235, 2006.

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**, Piracicaba, n.65, p.162-175, 2004.

BORGES, L. F. R.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D. de.; MELLO, J. M. de.; ACERBI JUNIOR, F. W.; FREITAS, G. D. de. Inventário de Fragmentos Florestais Nativos e Propostas para seu Manejo e o da Paisagem. **Revista Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.22-38, 2004.

BELTRÃO, B. A.; MORAIS, F. de.; MASCARENHAS, J. de. C.; MIRANDA, J. L. F. de.; SOUZA JUNIOR, L. C. de.; MENDES, V. A. **Diagnóstico do município de São José de Espinharas, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 23 p. Disponível em:< <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/SAOJ182.pdf>>. Acesso em: 21 de Março de 2011.

CABACINHA, C. D. **Um método para a realização do inventário florestal suprimindo a cubagem rigorosa**. 2003. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal**: perguntas e respostas. 3. ed. Viçosa: UFV. 2009. 548 p.

CAMPOS, J. C. de.; LANDGRAF, P. R. C. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.143-151, 2001.

CHAMBERS, J.Q. *et al.* Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 152, p.73-84, 2001.

CHICHORRO, 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**, Viçosa, v.27, n.6, p.799-809, 2003.

COELHO, D. J. da S.; SOUZA, A. L. de.; SOARES, C. P. B.; MEIRA NETO, J. A. A.; LEITO, H. G. Alteração estrutural de áreas de florestas exploradas convencionalmente em planos de manejo, nos domínios de floresta Atlântica, Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.5, p. 867-877, 2007.

COLPINI, C.; TRAVAGIN, D. P.; SOARES, T. S.; SILVA, V. S. M. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casca de árvores individuais em uma Floresta Ombrófila Aberta na região noroeste de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, v.39, n.1, p. 97-104, 2009.

COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 961-974, 2009.

COUTO, H. T. Z. do; VETTORAZZO, S. C. Seleção de equações de volume e peso seco comercial para *Pinus taeda*. **Revista Cerne**, Lavras, v.5, n.1, P.069-080, 1999.

DINIZ FILHO, E. T.; SOBRINHO, F. E.; SILVA, F. N. da.; MARACAJÁ, P. B.; MAIA, S. S. S. Caracterização e Uso de Solos em Região Semi-Árida do Médio Oeste do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p 111-120, 2009.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; NASCIMENTO, C. E. S. Inventário e Sociabilidade de Espécies Arbóreas e Arbustivas da Caatinga na Região de Petrolina, PE, **Brasil Florestal**, Brasília, v.21, n.74, p.37-43, 2002.

Embrapa solos. **Solos do Nordeste**. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba – Escala: 1: 500.000: Embrapa – 1972. Disponível em: < <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pb>>. Acesso em 27 de fevereiro de 2012.

FABRICANTE, J. R; ANDRADE, L. A. de. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no seridó paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.11, n.3, p.341-349, 2007.

FERRAZ, J. S. F. **Análise da Vegetação de Caatinga Arbustivo-Arbórea em Floresta, PE, como Subsídio ao Manejo Florestal**. 2011, 131f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

FERREIRA, C. A.; MARTINS, E. G.; SILVA, H. D. da. Equações para cálculo do volume e peso de compartimentos aéreos de árvores de *Grevillea robusta* (Cunn.) aos oito anos de idade. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n.49, p.31-45, 2004.

FERREIRA, J. C. S.; SILVA, J. A. A. da.; MIGUEL, E. P.; ENCINAS, J. I.; TAVARES, J. A. Eficiência relativa de modelos volumétricos com e sem a variável altura da árvore. **Revista ACTA Tecnológica**, São Luís, v.6, n.1, p.89-102, 2011.

FERNANDES, N. P.; JARDIM, F. C. S.; HIGUCHI, N. Tabelas de volume para a floresta de terra firme da estação experimental de silvicultura tropical. **Acta Amazonica**, Manaus, v.13, n.3-4, p.537-545, 1983.

FINOL, U.H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estrutural de las selvas virgenes tropicales. **R. For**, Venez., v.14, n.21, p.29-42, 1971.

FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. B. Dinâmica Estrutural Arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul, SC. **Revista Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.196-212, 2004.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. de. M.; SCOLFORO, J. R. Tamanho de parcela e suficiência amostral para estudo de regeneração natural em floresta de várzea na Amazônia. **Revista Cerne**, Lavras, v.7, n.2, p.01-011, 2001.

GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L. de. S.; CALEGÁRIO, N.; LANA, G. C. Fitossociologia de Duas Fitocenoses de Floresta Ombrófila Aberta no Município de Codó, Estado do Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p.465-477, 2007.

GUEDES, R. da. S. **Caracterização fitossociológica da vegetação lenhosa e diversidade, abundância e variação sazonal de visitantes florais em um fragmento de caatinga no semiárido paraibano**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB.

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

HIGUCHI, P.; REIS, M. das. G. F.; REIS, G. G. dos.; PINHEIRO, A. L. C. T. da. S.; OLIVEIRA, C. H. R. de. Composição Florística da Regeneração Natural de Espécies Arbóreas ao Longo de Oito Anos em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.6, p.893-904, 2006.

IBGE Cidades. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 21 de Março de 2011.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; RIBEIRO, G. S.; IMAÑA, C. R. Estrutura Diamétrica de um Trecho de Floresta Estacional Semidecidual na Área do Ecomuseu do Cerrado, Goiás. **Revista Cerne**, Lavras, v.15, n.2, p. 155-165, 2009.

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

MACHADO, S. do. A.; CONCEIÇÃO, M. B. da.; FIGUEIREDO, D. J. de. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. **Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba, v.4, n.2, p.185-196, 2002.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. E. S. Regeneração Natural em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.183-191, 2008.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; LINS, C. F.; BRANDÃO, S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Cerne**, Lavras, v.13, n.2, p.208-221, 2007.

Mata Nativa 2: Manual do Usuário. Viçosa: Cientec, 2006. 295p.

MIGUEL, E. P.; CANZI, L. F.; RUFINO, R. F.; SANTOS, G. A. dos. Ajuste de modelo volumétrico e desenvolvimento de fator de forma para plantios de *Eucalyptus grandis* localizados no município de Rio Verde, **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, vol.6, n.11; p.1-13, 2010.

MMA-IBAMA. MONITORAMENTO DO BIOMA CAATINGA 2002 a 2008. Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite. Acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA. Centro de Sensoriamento Remoto do Ibama - CSR, Agência Brasileira de Cooperação - ABC e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, **Relatório Técnico**, p.1-58, 2010.

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

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Regeneração Natural em Sub-Bosque de Povoamentos Homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., Implantados em Áreas mineradas, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.3, p.297-307, 2000.

NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; MARCO JÚNIOR, P. de.; SOUZA, A. L. de.; OLIVEIRA FILHO, T. de. Dinâmica da estrutura diamétrica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque de povoamento puro de *Mimosa scabrella* (Bentham), em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.1, p.35-46, 2005.

OLIVEIRA, M. L. R. de.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L. de.; LEITE, H. G. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.2, p.213-225, 2005.

OLIVEIRA, P. T. B. de.; MELO TROVÃO, D. M. de.; CARVALHO BRITO, E. C. D. de.; SOUZA, B. C. de.; FERREIRA, L. M. R. Florística e Fitossociologia de Quatro Remanescentes Vegetacionais em Áreas de Serra no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.169-178, 2009.

PAUPITZ, J. MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DA CAATINGA E DESAFIOS. In: Ministério do Meio Ambiente.; Secretaria de Biodiversidade e Florestas.; Programa Nacional de Florestas. (Ed). **Curso para organização de assistência técnica sobre Manejo Florestal Sustentável de uso múltiplo da caatinga**. Patos, Paraíba: MMA/PNUD/GEF/BRA/02/G31, 2009. p 27.

PESSOA, M. de. F.; GUERRA, A. M. N. de. M.; MARACAJÁ, P. B.; LIRA, J. F. B. de.; DINIZ FILHO, E. T. Estudo da Cobertura Vegetal em Ambientes da Caatinga com Diferentes Formas de Manejo no Assentamento Moacir Lucena, Apodi - RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n. 3, p.40-48, 2008.

RAMALHO, C. I.; ANDRADE, A. P. de.; FÉLIX, L. P.; LACERDA, A. V. de.; MARACAJÁ, P. B. Flora arbóreo-arbustiva em áreas de caatinga no semiárido baiano, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p.182-190, 2009.

RANGEL, M. S.; CALEGÁRIO, N.; MELLO, A. A. DE.; LEMOS, P. C. Melhoria na Precisão da Prescrição de Manejo para Floresta Natural. **Revista Cerne**, Lavras, v.12, n.2, p.145-156, 2006.

REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes**. Recife: Associação de Plantas do Nordeste; Brasília: MMA,PNF,PNE. 2005. 28 p.

RIBEIRO, C. A. S.; SILVA, J. A. A. da.; FERREIRA, R. L. C.; MEUNIER, I. M. J.; FERRAZ, I. Seleção de Modelos Volumétricos para Leucena no agreste do Estado de Pernambuco. **Brasil Florestal**, Brasília, n.72, p. 36-45, 2001.

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C. C.; SILVA, A. C. B. L. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Revista Hoehnea**, Água Funda, v.35, n.2, p.209-217, 2008.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.73-80, 2007.

RUFINI, A. L.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de.; MELLO, J. M. de. Equações volumétricas para o cerrado *sensu stricto*, em Minas Gerais. **Revista Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2010.

SAMPAIO, E. V. S. B. *et al.* Tree biomass estimation in regenerating areas of tropical dry vegetation in northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1135-1140, 2010.

SANTANA, J. A. da. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.6, n.2, p.232-242, 2006.

SANTANA, J. A. da. S.; PIMENTA, A. S.; SOUTO, J. S.; ALMEIDA, F. V. de.; PACHECO, M. V. Levantamento florístico e associação de espécies na caatinga da estação ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte - RN, Brasil. **Revista Verde**, Mossoró, v.4, n.4, p.83 - 89, 2009a.

SANTANA, J. A. da. S.; VILAR, F. C. R.; SOUTO, P. C.; ANDRADE, L. A. Acúmulo de Serapilheira em Plantios Puros e em Fragmento de Mata Atlântica na Floresta Nacional de Nísia Floresta-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p.59-66, 2009b.

SANTOS, L. A. F. dos.; LIMA, J. P. C. de.; MELLO FILHO, J. A. de. Corredor Ecológico de Regeneração Natural na Floresta Nacional "Mário Xavier", em Seropédica, RJ. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.6, n.1, p.106-117, 1999.

SANTOS, R. M. dos; VIEIRA, F. de. A. Análise estrutural do componente arbóreo de três áreas de Cerrado em diferentes estágios de conservação no município de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.4, p.399-408, 2005.

SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M. de.; LIMA, C. S. de. A. Obtenção de relações quantitativas para estimativa de volume do fuste em floresta estacional semidecídua Montana. **Revista Cerne**, Lavras, v.1, n.1, p.123-134, 1994.

SILVA, A. P. N. da.; MOURA, G. B. de. A.; GIONGO, P. R.; SILVA, A. O. da. Dinâmica Espaço-Temporal da Vegetação no Semi-Árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.195-205, 2009.

SILVA, E. F. da. **Caracterização edáfica e fitossociológica em áreas de ocorrência natural de candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip.)**. 2001. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

SILVA, J. A., **Fitossociologia e relações alométricas em caatinga nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. 2005. 93f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, J. A. A. da.; MACHADO, S. A.; BORDERS, B. E.; BAILEY, R. L. Aumento da precisão de modelos volumétricos através do uso da transformação de Box e Cox. **Revista Cerne**, Lavras, v.1, n.1, p.13-16, 1994.

SILVA, J. A. A. da.; MACHADO, S. A.; MEUNIER, I. M. J.; FERREIRA, R. L. C. Modelagem volumétrica de *Pinus elliottii* Engelm., no Planalto do estado de santa Catarina. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n.1, p.91-96, 2000.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de.; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Floresta**. Viçosa: UFV, 2006. 276 p.

SOUZA, R. F. de.; BARBOSA, M. P.; SOUSA JÚNIOR, S. P. de.; NERY, A. R.; LIMA, A. N. de. Estudo da Evolução Espaço-Temporal da Cobertura Vegetal do Município de Boa Vista-PB, Utilizando Geoprocessamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.22-30, 2008.

SOUZA, A. L. de.; LEITE, H. G. **Regulação da produção em florestas inequidâneas**. Viçosa, UFV, 1993. 147p.

SOUZA, A. L. de.; OLIVEIRA, M. L. R. de.; SILVA, E. F. da; COELHO, D. J. da S. Caracterização fitossociológica em áreas de ocorrência natural de candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.4, p. 667-677, 2007.

SOUZA, D. R. de.; SOUZA, A. L. de.; GAMA, J. R. V.; LEITE, H. G. Emprego de análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequidâneas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.59-63, 2003.

SOUZA, P. A. de.; VENTURIN, N.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Revista Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.56-67, 2006.

SOUZA, P. F. de. **Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas - PB**. 2012. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2012. 97p.:il.

THAINES, F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de.; THAINES, A. A. R. Equações para estimativa de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, AM. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, v.30, n.64, p.283-289, 2010.

THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R.; FING, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p.319-327, 2006.

UBIALLI, J. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. do. A.; ARCE, J. E. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos em uma floresta ecotonal na região norte matogrossense. **Revista Floresta**, Curitiba, v.39, n.3, p.511-523, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG. Departamento de Ciências Atmosféricas. **Precipitação mensal - estado da Paraíba**. Disponível em: <<http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/chuvapb.htm>>. Acesso em: 24 maio de 2011.

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 volume para oito espécies lenhosas nativas do Seridó-RN**, Cap. 04, vol. I. Natal: PNUD/FAO/IBAMA BRA 87/007, 1992.

APÊNDICES:

Tabela 4 – Distribuição da estrutura vertical em três classes de altura através da densidade de fustes ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou abaixo de 0,3 m de altura como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	H < 3,05	3,05 ≤ H < 5,71	H ≥ 5,71	Total	PSA	PSR
<i>Poincianella pyramidalis</i>	127,04	419,39	67,35	613,78	98531,72	20,68
<i>Croton blanchetianus</i>	104,08	651,02	21,43	777,04	144651,30	30,36
<i>Mimosa tenuiflora</i>	36,74	218,37	71,94	327,04	51011,97	10,71
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	106,12	121,43	23,98	251,53	32590,14	6,84
<i>Combretum sp.</i>	83,67	254,08	45,41	383,16	60241,31	12,64
Morta	31,63	56,63	2,04	90,31	13858,50	2,91
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	3,57	149,49	48,47	201,53	33680,65	7,07
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2,04	23,47	51,02	76,53	6973,30	1,46
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	2,55	22,45	13,27	38,27	5392,03	1,13
<i>Bauhinia cheilantha</i>	13,78	57,14	2,04	72,96	12963,28	2,72
<i>Erythroxylum pungens</i>	10,71	43,37	0,51	54,59	9814,46	2,06
<i>Jatropha mollissima</i>	11,22	3,57	-	14,80	1387,81	0,29
<i>Commiphora leptophloeos</i>	3,57	5,61	0,51	9,69	1409,27	0,30
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	0,51	3,57	3,06	7,14	898,78	0,19
<i>Lantana camara</i>	3,06	5,10	-	8,16	1253,61	0,26
<i>Ziziphus Joazeiro</i>	-	1,53	2,04	3,57	399,81	0,08
<i>Libidibia ferrea</i>	-	2,04	0,51	2,55	451,47	0,09
<i>Amburana cearenses</i>	-	0,51	0,51	1,02	126,99	0,03
<i>Cynophalla flexuosa</i>	-	3,06	-	3,06	648,96	0,14
<i>Pseudobombax marginatum</i>	1,02	-	-	1,02	57,34	0,01
<i>Mimosa acutistipula</i>	-	-	1,02	1,02	37,67	0,01
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	-	-	0,51	0,51	18,83	-
<i>Senna spectabilis</i>	-	0,51	-	0,51	108,16	0,02
Total	541,33	2042,35	355,61	2939,80	476507,36	100,00

H - Altura de fuste, PSA - Posição Sociológica Absoluta, PSR - Posição Sociológica Relativa.

Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 5 – Distribuição da regeneração por meio da densidade ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 m de altura como sendo uma única planta

Nome Científico	FA	FR	C 1 R	C 2 R	DA	DR	CAT	CRT	RNR
<i>Croton blanchetianus</i>	52,08	13,89	600	1308,33	1908,33	39,62	130,82	39,45	30,99
<i>Poincianella pyramidalis</i>	58,33	15,56	108,33	491,67	600,00	12,46	44,83	13,52	13,85
<i>Combretum sp.</i>	54,17	14,44	175	441,67	616,67	12,8	43,15	13,01	13,42
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	45,83	12,22	141,67	141,67	283,33	5,88	17	5,13	7,74
<i>Mimosa tenuiflora</i>	31,25	8,33	66,67	241,67	308,33	6,4	22,53	6,79	7,17
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	29,17	7,78	83,33	200	283,33	5,88	19,69	5,94	6,53
<i>Anadenanthera colubrina</i>	25	6,67	116,67	50	166,67	3,46	8,46	2,55	4,23
<i>Bauhinia cheilantha</i>	12,5	3,33	75	141,67	216,67	4,5	14,54	4,38	4,07
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	16,67	4,44	58,33	75	133,33	2,77	8,38	2,53	3,25
<i>Erythroxylum pungens</i>	12,5	3,33	25	108,33	133,33	2,77	9,92	2,99	3,03
<i>Libidibia ferrea</i>	8,33	2,22	8,33	33,33	41,67	0,87	3,08	0,93	1,34
<i>Amburana cearenses</i>	8,33	2,22	16,67	25	41,67	0,87	2,69	0,81	1,3
<i>Lantana camara</i>	4,17	1,11	-	16,67	16,67	0,35	1,38	0,42	0,63
<i>Ziziphus Joazeiro</i>	4,17	1,11	-	16,67	16,67	0,35	1,38	0,42	0,63
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,17	0,69	0,21	0,31
<i>Commiphora leptophloeos</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,17	0,69	0,21	0,31
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,17	0,69	0,21	0,31
<i>Cynophalla flexuosa</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,17	0,69	0,21	0,31
<i>Mimosa acutistipula</i>	2,08	0,56	8,33	-	8,33	0,17	0,31	0,09	0,27
<i>Mimosa sp.</i>	2,08	0,56	-	8,333	8,33	0,17	0,69	0,21	0,31
Total	374,98	100	1483,33	3333,33	4816,67	100	331,61	100	100

APÊNDICE B

FA - Frequência Absoluta, FR - Frequência Relativa, CIR - Classe de regeneração de altura de 0,5 até 1,0m, CII - Classe regeneração de altura acima de 1,0m, até CAP = 6,0cm, DA - Densidade Absoluta DR - Densidade Relativa, CAT - Classe absoluta de tamanho da regeneração da i-ésima espécie, CRT - Classe relativa de tamanho da regeneração da i-ésima espécie, RNR - Regeneração natural relativo da i-ésima espécie.

Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 6 – Distribuição da regeneração por meio da densidade ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 m de altura como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	FA	FR	C I	C II	DA	DR	CAT	CRT	RNR
<i>Croton blanchetianus</i>	52,08	13,89	950	2550	3500	40,46	246,62	41,48	31,94
<i>Combretum</i> sp.	54,17	14,44	550	958,33	1508,33	17,44	99,85	16,79	16,22
<i>Poincianella pyramidalis</i>	58,33	15,56	150	766,67	916,67	10,6	69,12	11,63	12,6
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	45,83	12,22	275	275	550	6,36	33	5,55	8,04
<i>Mimosa tenuiflora</i>	31,25	8,33	166,67	366,67	533,33	6,17	36,58	6,15	6,88
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	29,17	7,78	83,33	250	333,33	3,85	23,82	4,01	5,21
<i>Bauhinia cheilantha</i>	12,5	3,33	191,67	333,33	525	6,07	34,74	5,84	5,08
<i>Anadenanthera colubrina</i>	25	6,67	133,33	91,67	225	2,6	12,55	2,11	3,79
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	16,67	4,44	116,67	75	191,67	2,22	10,55	1,77	2,81
<i>Erythroxylum pungens</i>	12,5	3,33	25	141,67	166,67	1,93	12,67	2,13	2,46
<i>Libidibia ferrea</i>	8,33	2,22	8,33	33,33	41,67	0,48	3,07	0,52	1,07
<i>Amburana cearensis</i>	8,33	2,22	16,67	25	41,67	0,48	2,69	0,45	1,05
<i>Lantana camara</i>	4,17	1,11	-	33,33	33,33	0,39	2,76	0,46	0,65
<i>Ziziphus Joazeiro</i>	4,17	1,11	-	33,33	33,33	0,39	2,76	0,46	0,65
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,1	0,69	0,12	0,26
<i>Commiphora leptophloeos</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,1	0,69	0,12	0,26
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,1	0,69	0,12	0,26
<i>Cynophalla flexuosa</i>	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,1	0,69	0,12	0,26
<i>Mimosa acutistipula</i>	2,08	0,56	8,33	-	8,33	0,1	0,31	0,05	0,24
<i>Mimosa</i> sp.	2,08	0,56	-	8,33	8,33	0,1	0,69	0,12	0,26
Total	375	100	2675	5975	8650	100	594,54	100	100

FA - Frequência Absoluta, FR - Frequência Relativa, CI - Classe de altura de 0,5 até 1,0m, CII - Classe de altura acima de 1,0m, até CAP = 6,0cm DA - Densidade Absoluta DR - Densidade Relativa, CAT - Classe absoluta de tamanho da regeneração da i-ésima espécie, CRT - Classe relativa de tamanho da regeneração da i-ésima espécie, RNR – Regeneração natural relativo da i-ésima espécie.

Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 7 – Distribuição da estrutura diamétrica por meio da densidade ($N \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. De Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 m de altura como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	Total
<i>Anadenanthera colubrina</i>	21,43	31,63	13,27	5,10	2,04	1,02	1,02	-	1,02	76,53
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	2,55	1,53	2,04	-	-	0,51	0,51	-	-	7,14
<i>Poincianella pyramidalis</i>	233,67	226,53	94,39	44,90	12,76	0,51	-	1,02	-	613,78
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	95,92	106,12	37,25	9,69	1,53	1,02	-	-	-	251,53
<i>Mimosa tenuiflora</i>	123,98	142,86	50,00	9,18	1,02	-	-	-	-	327,04
<i>Erythroxylum pungens</i>	33,16	19,39	1,53	0,51	-	-	-	-	-	54,59
<i>Combretum sp.</i>	317,86	62,25	3,06	-	-	-	-	-	-	383,16
<i>Bauhinia cheilantha</i>	66,33	6,63	-	-	-	-	-	-	-	72,96
<i>Pseudobombax marginatum</i>	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02
<i>Commiphora leptophloeos</i>	5,10	1,02	2,04	1,02	0,51	-	-	-	-	9,69
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	15,31	15,82	6,12	1,02	-	-	-	-	-	38,27
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	-	-	0,51	-	-	-	-	-	-	0,51
<i>Croton blanchetianus</i>	679,59	96,43	1,02	-	-	-	-	-	-	777,04
<i>Cynophalla flexuosa</i>	3,06	-	-	-	-	-	-	-	-	3,06
<i>Lantana camara</i>	7,65	0,51	-	-	-	-	-	-	-	8,16
<i>Libidibia ferrea</i>	1,02	1,53	-	-	-	-	-	-	-	2,55
<i>Ziziphus joazeiro</i>	0,51	0,51	2,55	-	-	-	-	-	-	3,57
Morta	18,37	46,43	20,41	3,57	0,51	0,51	-	0,51	-	90,31
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	130,10	65,31	5,61	-	-	0,51	-	-	-	201,53
<i>Mimosa acutistipula</i>	-	0,51	0,51	-	-	-	-	-	-	1,02
<i>Amburana cearensis</i>	0,51	-	-	0,51	-	-	-	-	-	1,02
<i>Jatropha mollissima</i>	9,18	5,61	-	-	-	-	-	-	-	14,80
<i>Senna spectabilis</i>	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	0,51
Total	1766,84	830,61	240,31	75,51	18,37	4,08	1,53	1,53	1,02	2939,80

Fonte: (SOUZA, 2012)

Tabela 8 – Distribuição da estrutura diamétrica por meio da dominância ($m^2 \cdot ha^{-1}$), na Reserva Legal do Assentamento Cachoeira, município de São J. de Espinharas - PB, considerando fustes que bifurcam igual ou a baixo de 0,3 metros de altura, como sendo indivíduos diferentes

Nome Científico	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	Total
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,02	0,14	0,18	0,12	0,08	0,07	0,09	-	0,15	0,84
<i>Myracrodrum urundeuva</i>	0,00	0,01	0,03	-	-	0,03	0,04	-	-	0,10
<i>Poincianella pyramidalis</i>	0,26	0,94	1,12	1,04	0,49	0,04	-	0,1	-	3,99
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	0,12	0,45	0,42	0,24	0,05	0,06	-	-	-	1,34
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,13	0,64	0,58	0,22	0,03	-	-	-	-	1,60
<i>Erythroxylum pungens</i>	0,04	0,07	0,02	0,01	-	-	-	-	-	0,13
<i>Combretum</i> sp.	0,30	0,20	0,03	-	-	-	-	-	-	0,53
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,05	0,02	-	-	-	-	-	-	-	0,08
<i>Pseudobombax marginatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	-	-	-	-	0,08
<i>Luetzelburgia bahiensis</i>	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Croton blanchetianus</i>	0,60	0,27	0,01	-	-	-	-	-	-	0,88
<i>Cynophalla flexuosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lantana camara</i>	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Libidibia ferrea</i>	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Ziziphus joazeiro</i>	-	0,01	0,03	-	-	-	-	-	-	0,04
Morta	0,02	0,19	0,23	0,08	0,03	0,03	-	0,06	-	0,62
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,12	0,22	0,06	-	-	0,03	-	-	-	0,44
<i>Mimosa acutistipula</i>	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Amburana cearenses</i>	0,00	-	-	0,02	-	-	-	-	-	0,02
<i>Jatropha mollissima</i>	0,01	0,02	-	-	-	-	-	-	-	0,03
<i>Senna spectabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1,73	3,25	2,80	1,76	0,7	0,25	0,12	0,16	0,15	10,92

Fonte: (SOUZA, 2012)