



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO E SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS-PB

ITARAGIL VENÂNCIO MARINHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE REMANESCENTES DE CAATINGA DESTINADOS
AO MANEJO FLORESTAL NOS ESTADOS DA PARAÍBA
E RIO GRANDE DO NORTE**

PATOS, PARAÍBA, BRASIL

2011

ITARAGIL VENÂNCIO MARINHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE REMANESCENTES DE CAATINGA DESTINADOS
AO MANEJO FLORESTAL NOS ESTADOS DA PARAÍBA
E RIO GRANDE DO NORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS – Área de concentração Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais.

Orientadora: Profa. Dra. Assíria Maria Ferreira da Nóbrega.

PATOS, PARAÍBA, BRASIL

2011

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA
SETORIAL DO CAMPUS DE PATOS – UFCG

M338a

Marinho, Itaragil Venâncio.

2011

Análise comparativa de remanescentes de caatinga destinados ao manejo florestal nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte /Itaragil Venâncio Marinho. – Patos – PB: UFCG, UPGEF, 2011.

83p.

Inclui bibliografia

Orientador: Assíria Maria Ferreira da Nóbrega

Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde Tecnologia Rural.

1 –Manejo Florestal – Dissertação. 2 – Fitossociologia. 3 – Caatinga – crédito de carbono I - Título

CDU: 630*2

CDU: 616-089.23: 619

ITARAGIL VENÂNCIO MARINHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE REMANESCENTES DE CAATINGA DESTINADOS
AO MANEJO FLORESTAL NOS ESTADOS DA PARAÍBA
E RIO GRANDE DO NORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS – Área de concentração Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais.

Aprovada em 02 de maio de 2011.

Profa. Assíria Maria Ferreira da Nóbrega Lúcio, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
(Orientadora)

Prof. Josuel Arcanjo da Silva, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
(1º Examinador)

Prof. Lúcio Valério Coutinho de Araújo, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
(2º Examinador)

PATOS, PARAÍBA, BRASIL

2011

*Aos meus pais, Francisco e Inácia
Marinho, e à minha esposa, Evânia
Marinho, meus portos seguros,*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, força divina da nossa existência.

Aos meus pais e aos meus familiares, à minha esposa e aos seus familiares, pelo incentivo, pelo apoio, pela confiança, pela amizade, por tudo.

À professora Dra. Assíria Maria Ferreira da Nóbrega Lúcio, pela orientação, pela confiança, pelo apoio, pelo incentivo, pela amizade e ensinamentos.

Aos professores, Dr. Juarez Benigno Paes (UFES) e Dr. Ednaldo Queiroga de Lima (UFCG), pelo aceite inicial de orientação, pelo apoio, pela amizade e ensinamentos.

À EMATER/PB, pela concessão de licença para cursar o mestrado.

À UFCG e ao PPGCF, pela oportunidade de cursar o mestrado.

À ONG SOS Sertão, por disponibilizar os Planos de Manejo Florestal das áreas de estudo e propiciar as condições para realização deste trabalho.

Aos meus amigos: Andrey Ferreira, Antônio Tércio, Felipe Carlos e Isaias Ezequiel, pela colaboração na coleta das informações de campo, pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos: Gregório Santana, Heric Santos e Quenida Menezes, pela amizade, pelo apoio e companheirismo vivenciados na Argentina.

À professora Dra. Maria de Fátima de Araújo Lucena (UFCG) e aos estagiários do herbário: Mayara, Cleide e Cícero, pelas identificações botânicas.

Aos professores examinadores Dr. Lúcio Valério Coutinho de Araújo e Dr. Josuel Arcanjo da Silva, pelas valiosas sugestões e contribuição para o trabalho.

Ao Sr. Diogo Bezerra e a sua mãe, Márcia Bezerra, proprietários do Sítio Barrentas, pela concessão da área de estudo.

Aos Srs. Francisco Hipólito (Chico), Raimundo Ferreira, Carlos Bezerra (Caito), Carlos Estevam Mosca e sua esposa, e à Sra. Ivaneide Pereira da Cruz, pelo apoio e colaboração na realização dos trabalhos em Acari/RN.

Ao Sr. Robson Cardoso, Marcos e sua esposa, Vânia, e aos demais agricultores familiares do assentamento Passagem Rasa, pela concessão da área de estudo, pelo apoio e colaboração na realização dos trabalhos em Sumé/PB.

A todos os meus colegas de turma do Mestrado, pela amizade e convivência.

Aos professores e funcionários da UFCG – Campus de Patos, e a todos aqueles, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

MARINHO, I. V. **Análise comparativa de remanescentes de caatinga destinados ao manejo florestal nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.** 2011. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

Os recursos florestais da caatinga são responsáveis, na maior parte, pelo suprimento do consumo de bioenergéticos sólidos no Nordeste do Brasil, sendo a lenha o produto mais explorado. A exploração florestal sustentável da caatinga para obtenção de benefícios ambientais, econômicos e sociais está regulamentada em lei e é permitida mediante Plano de Manejo Florestal, que pode fornecer informações para subsidiar estudos científicos e melhores análises sobre o ecossistema florestal onde são implementados. Com objetivo de analisar a composição florística, as similaridades fitoecológicas, o rendimento lenhoso e alguns benefícios ambientais, econômicos e sociais que a implementação de Planos de Manejo Florestal pode proporcionar, foram selecionadas duas áreas de estudo, localizadas em propriedades rurais, sendo uma em Barrentas, no Seridó Potiguar (Depressão Sertaneja), e outra em Passagem Rasa, no Cariri Paraibano (Planalto da Borborema). A amostragem da vegetação foi realizada em parcelas de árvores adultas com 400 m², distribuídas aleatoriamente nas áreas de estudo, sendo mensurados os indivíduos arbustivos arbóreos com diâmetro à altura do peito maior que seis centímetros, sendo anotado nome popular, diâmetro e altura total. No interior de cada parcela, foi lançada uma subparcela para contagem dos indivíduos regenerantes. Foi analisada a composição e diversidade florística, a distribuição paramétrica e volumetria das áreas de estudo, bem como a volumetria aplicada ao manejo florestal, os benefícios ambientais, econômicos e sociais do manejo florestal. Foram encontrados, nas parcelas de árvores adultas, 1.418 indivíduos, distribuídos em cinco famílias, 11 gêneros e 11 espécies florestais em Barrentas, e, em Passagem Rasa, foram 1.565 indivíduos, distribuídos em 10 famílias, 20 gêneros e 26 espécies. Na regeneração natural, foram encontrados 398 indivíduos, distribuídos em cinco famílias, 10 gêneros e 12 espécies em Barrentas, e, em Passagem Rasa, foram 680 indivíduos, distribuídos em cinco famílias, 10 gêneros e 11 espécies. Os remanescentes florestais apresentam baixa homogeneidade florística, apesar de os índices de diversidade ecológica apresentarem resultados similares. Fabaceae e Euphorbiaceae foram as famílias com maior número de espécies nas áreas de estudo, sendo encontradas três espécies com status de ameaçadas de extinção em Passagem Rasa. *Poincianella pyramidalis* foi a espécie que apresentou maior valor de importância nas áreas de estudo no estrato de árvores adultas, e *Croton blanchetianus*, na regeneração natural. Passagem Rasa apresentou maiores valores de área basal e volumetria que Barrentas, sendo estimado um estoque de 19,7 mil toneladas de carbono equivalente nas áreas de estudo. A análise econômica da implementação de Planos de Manejo Florestal revelou avaliação negativa para um cenário de mercado pessimista para Barrentas. Para Passagem Rasa, a avaliação foi positiva independente do cenário de mercado. Análises sociais comprovam que a exploração sustentável e legalizada de lenha pode promover a ocupação de mão-de-obra rural ociosa, bem como gerar e promover a distribuição renda extra no meio rural.

Palavras-chave: fitossociologia, análise socioeconômica, estoques de carbono equivalente.

ABSTRACT

MARINHO, I. V. **Comparative analyses of caatinga remnants intended for forest management in Paraíba and Rio Grande do Norte States.** 2011. 83 p. Dissertation (M.Sc. in Forest Science) – Health Center and Rural Technology, Federal University of Campina Grande.

The caatinga's forest resources are mostly responsible for the supply of solid bioenergy consumption in the Northeast of Brazil, and firewood stands out as the most exploited product. Sustainable forest exploitation of caatinga aiming at the obtainment of environmental, economic and social benefits is regulated by law and is permitted through a Forest Management Plan, which can provide information to support scientific studies and better analyses on forest ecosystem where they are implemented. Aiming to analyze the floristic composition, the phytoecological similarities, firewood yield, some environmental, economic and social benefits, provided by the implementation of sustainable Forest Management Plans, two areas for studies were selected which are located in rural properties in Barrentas in the Seridó Potiguar (Backland Depression) and Passagem Rasa in the Cariri Paraibano (Borborema Plateau). Vegetation sampling was carried out in parcels of adult trees with 400 m², randomly distributed in the study areas, being measured the shrub and tree individuals with diameter at breast height higher than six centimeters, with popular name, diameter and height being written down. Within each parcel it was created a sub-plot in order to count regenerating individuals. The composition and floristic diversity, parametric and volumetric distribution of areas of study were analyzed, as well as the volumetry applied to forest management and its environmental, economic and social benefits. 1,418 individuals were found in the parcels of adult trees distributed into five families, 11 genres and 11 forest species in Barrentas. 1,565 individuals were found in Passagem Rasa distributed into 10 families, 20 genres and 26 species. In natural regeneration, 398 individuals were found distributed into five families, 10 genres and 12 species in Barrentas and 680 individuals were found in Passagem Rasa distributed into five families, 10 genres and 11 species. The forest remnants showed low floristic homogeneity, although the ecological diversity rates produce similar results. Fabaceae and Euphorbiaceae were the families with the largest number of species found in the areas of study, though three pound species were regarded as endangered ones in Passagem Rasa. *Poincianella pyramidalis* was the found species with the higher value of importance in the areas of study in the stratum of adult trees and *Croton blanchetianus* in natural regeneration. Passagem Rasa presented higher basal area and volumetry than Barrentas, being estimated an equivalent stock of 19.7 thousand tons of carbon in the areas of study. Economic analysis of the implementation of Forest Management Plans revealed a negative evaluation for a pessimistic market scenario in Barrentas. In Passagem Rasa, the evaluation was positive regardless the market scenario. Social analyses show that sustainable and legalized firewood exploitation can promote the occupation of idle labor force as well as generate and promote extra income distribution in rural areas.

Keywords: phytosociology, socioeconomic analysis, carbon equivalent stocks.

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Localização dos municípios onde estão inseridas as áreas de estudo selecionadas	21
FIGURA 2 – Imagem de satélite de Barrentas e da Área Selecionada para Estudo (ASE)	22
FIGURA 3 – Imagem de satélite de Passagem Rasa e da Área Selecionada para Estudo (ASE)	22
FIGURA 4 – Curva coletora para a amostragem em Barrentas	38
FIGURA 5 – Curva coletora para a amostragem em Passagem Rasa	38
FIGURA 6 – Número de espécies por famílias em Barrentas	42
FIGURA 7 – Número de espécies por famílias em Passagem Rasa	42
FIGURA 8 – Número de indivíduos amostrados, por espécies, em Barrentas	43
FIGURA 9 – Número de indivíduos amostrados, por espécies, em Passagem Rasa	43
FIGURA 10 – Valor de importância das espécies em Barrentas	46
FIGURA 11 – Valor de importância das espécies em Passagem Rasa	46
FIGURA 12 – Estrutura vertical da floresta em Barrentas, distribuição da Posição Sociológica Relativa (PSR%), por espécie	48
FIGURA 13 – Estrutura vertical da floresta em Passagem Rasa, distribuição da Posição Sociológica Relativa (PSR%), por espécie	48
FIGURA 14 – Percentual de indivíduos segundo as classes de altura em Barrentas	49
FIGURA 15 – Percentual de indivíduos segundo as classes de altura em Passagem Rasa	49
FIGURA 16 – Estrutura vertical da regeneração natural, valores percentuais dos parâmetros Classe Relativa de Tamanho de Regeneração Natural (CRT) e Regeneração Natural Relativa (RNR), em Barrentas	54
FIGURA 17 – Estrutura vertical da regeneração natural, valores percentuais dos parâmetros Classe Relativa de Tamanho de Regeneração Natural (CRT) e Regeneração Natural Relativa (RNR), em Passagem Rasa	55
FIGURA 18 – Percentual de indivíduos na regeneração natural em Barrentas, segundo o tipo de rebrota	56
FIGURA 19 – Percentual de indivíduos na regeneração natural em Passagem Rasa, segundo o tipo de rebrota	56
FIGURA 20 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Barrentas	58
FIGURA 21 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Passagem Rasa	58
FIGURA 22 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Qualidade de Fuste (QF), em Barrentas	59

FIGURA 23 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Qualidade de Fuste (QF), em Passagem Rasa	59
FIGURA 24 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Vitalidade de Fuste (VF), em Barrentas	60
FIGURA 25 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Vitalidade de Fuste (VF), em Passagem Rasa	60
FIGURA 26 – Distribuição da Área Basal ($m^2.ha^{-1}$) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Barrentas	61
FIGURA 27 – Distribuição da Área Basal ($m^2.ha^{-1}$) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Passagem Rasa.....	62
FIGURA 28 – Distribuição do Volume Real ($m^3.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes), em Barrentas	64
FIGURA 29 – Distribuição do Volume Real ($m^3.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes), em Passagem Rasa	65
FIGURA 30 – Valores quantitativos da Área Seleccionada para o Estudo (ASE), das Áreas de Preservação Permanente (APP) e da área de Reserva Legal (RL), em Barrentas e Passagem Rasa.....	68
FIGURA 31 – Valoração econômica da dinâmica de tCO_2e para as áreas de estudo.....	70
FIGURA 32 – Análise econômica do Rendimento Atualizado para os cenários de mercado pessimista (RAp) e otimista (RAo).....	71

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Informações das propriedades rurais com Plano de Manejo Florestal e áreas de caatinga selecionadas para o estudo	23
TABELA 2 – Variáveis utilizadas para classificação e mensuração dos indivíduos nas subparcelas de regeneração natural	26
TABELA 3 – Relação florística das famílias/espécies encontrados nas parcelas amostrais de árvores adultas em Barrentas (B) e em Passagem Rasa (PR), com informações sobre o Hábito (A = arbóreo, Ab = arbustivo), e Status de Conservação (N = não ameaçada, S = ameaçada)	39
TABELA 4 – Média dos índices de diversidade ecológica para as parcelas amostrais de árvores adultas nas áreas de estudo.....	44
TABELA 5 – Estrutura horizontal da área de caatinga em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), valores dos parâmetros Densidades Absoluta (DA) e Relativa (DR), Frequência Relativa (FR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI%), por espécies	44
TABELA 6 – Relação florística de famílias/espécies encontradas nas subparcelas de regeneração natural em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), com informações sobre o Hábito (A = Arbóreo, Ab = Arbustivo, C = Cacto, H = Herbáceo), e Status de Conservação (N = não ameaçada, S = ameaçada)	50
TABELA 7 – Relação florística das famílias/espécies encontrados no estrato Regenerante (R) e no estrato de Árvores Adultas (A) nas áreas de estudo.....	52
TABELA 8 – Média dos índices de diversidade ecológica para as subparcelas de regeneração natural nas áreas de estudo	54
TABELA 9 – Classes de tamanho da regeneração natural, valores dos parâmetros Densidade Relativa (DR), por Classe de Altura e Tipo de Rebrotas, para as subparcelas de regeneração natural em Barrentas (B) e Passagem Rasa (P)	57
TABELA 10 – Distribuição das estimativas volumétricas da área de caatinga em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), valores dos parâmetros Número de Fustes (N), Densidade Absoluta (DA), Área Basal (AB) e Volume Real (VR), por espécies	62
TABELA 11 – Médias das estimativas dos parâmetros de Densidade Absoluta (DA), Área Basal (AB) e Volume Real (VR) dos fustes das parcelas amostrais de árvores adultas nas áreas de estudo.....	66
TABELA 12 – Médias das estimativas dos parâmetros de Volume Real (VR, m ³ .ha ⁻¹), das parcelas amostrais de árvores adultas, comparadas com a metodologia proposta por Silva (2005) (VR – S).....	66
TABELA 13 – Estimativas dos parâmetros de Volume Empilhado (VE), Área Selecionada para Estudo (ASE) e Volume Empilhado Total (VET), para as áreas de estudo	66

TABELA 14 – Estimativas calculadas para as Áreas de Estudo (ASE), valores dos parâmetros Volume Empilhado de lenha (VE), Estimativas de biomassa de lenha seca (E_t) e Estoques de tCO_2e por hectare (C_t) e total por ASE (C_{t}).....	69
TABELA 15 – Estimativas econômicas para as Áreas Selecionadas para Estudo (ASE), valores dos parâmetros Custos de Elaboração e Assistência Técnica (CEA), Custos de Implantação Total (CIT), Custos de Exploração (CEX) e Receitas para os cenários de mercado pessimista e otimista.....	71
TABELA 16 – Análise social da implementação de Planos de Manejo Florestal nas Áreas Selecionadas para Estudo (ASE), valores dos parâmetros da capacidade de geração de Renda, considerando a taxa anual de desconto do VPL obtido no cenário de mercado otimista	72

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Diversidade, Similaridade e Composição Florística da Caatinga	16
2.2 Manejo Florestal da Caatinga	17
2.3 Estoques de Carbono na Caatinga	18
2.4 Potencial Socioeconômico Florestal da Caatinga	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Caracterização das Áreas de Estudo	21
3.2 Amostragem da Vegetação	24
3.3 Análises	26
3.3.1 Fitossociologia e Diversidade Florística	26
3.3.2 Distribuição Paramétrica e Volumetria	27
3.3.2.1 Volumetria Aplicada ao Manejo Florestal	28
3.3.3 Benefícios Ambientais do Manejo Florestal	29
3.3.4 Benefícios Econômicos do Manejo Florestal	31
3.3.5 Benefícios Sociais do Manejo Florestal	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Suficiência Amostral	38
4.2 Composição e Diversidade Florística	39
4.2.1 Estrutura Horizontal	44
4.2.2 Análise de Similaridade	47
4.2.3 Estrutura Vertical	47
4.2.4 Regeneração Natural	50
4.3 Distribuição Paramétrica e Volumetria	57
4.3.1 Distribuição da Densidade	57

4.3.2 Distribuição da Área Basal	61
4.3.3 Distribuição do Volume	64
4.3.3.1 Volumetria Aplicada ao Manejo Florestal	66
4.4 Benefícios Ambientais do Manejo Florestal	67
4.5 Benefícios Econômicos do Manejo Florestal	70
4.6 Benefícios Sociais do Manejo Florestal	72
5 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS	76
ANEXO A: Planta do imóvel rural Barrentas (escala modificada não definida)	84
ANEXO B: Planta do imóvel rural Passagem Rasa (escala modificada não definida)	85

1 INTRODUÇÃO

O bioma caatinga, o principal ecossistema existente na região semiárida do Nordeste brasileiro, vem sendo degradado desde o início da colonização. Apesar disso, apresenta uma grande biodiversidade, com espécies de portes e arranjos fitossociológicos variados que o tornam bastante complexo, pouco se conhecendo sobre a sua dinâmica (ARAÚJO, 2007).

Os recursos florestais da caatinga são responsáveis, na maior parte, pelo suprimento do consumo de bioenergéticos sólidos no Nordeste do Brasil, sendo a lenha o produto florestal madeireiro mais explorado na Caatinga para produção de energia.

Entretanto, essa exploração tem levado a uma baixa diversidade florística do componente arbustivo arbóreo (ARAÚJO, 2007; FABRICANTE; ANDRADE, 2007) e consequente degradação ambiental (BARBOSA *et al.*, 2007; CUNHA *et al.*, 2008). Mesmo assim, a caatinga apresenta um alto poder de resiliência, podendo recuperar sua diversidade florística após abandono das atividades antrópicas, como observaram Andrade *et al.* (2007), e Santana e Souto (2006), podendo haver progressão no processo de sucessão (ARAÚJO, 2007).

Graças ao alto poder de resiliência da caatinga, com francas possibilidades de recuperação do processo de sucessão ecológica, e dada a maior concentração dos indivíduos do componente arbustivo arbóreo nas classes de menor diâmetro, é que se aplicam técnicas de manejo florestal para exploração de lenha, podendo, ainda, a vegetação fornecer outros produtos madeireiros e não madeireiros.

A maioria dos indivíduos florestais do componente arbustivo e arbóreo, na caatinga, concentra-se nas classes de menor diâmetro (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005; SILVA, 2005; QUEIROZ *et al.*, 2006; SANTANA; SOUTO, 2006; ARAÚJO, 2007; PESSOA *et al.*, 2008; RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008; DANTAS *et al.*, 2010), formando estimativas volumétricas que sugerem seu uso para lenha, conforme observado em estudos de manejo florestal na caatinga (XAVIER; PAES; LIRA FILHO, 2005; MELO; CATARINA, 2008).

A exploração florestal sustentável da caatinga, para obtenção de benefícios ambientais, econômicos e sociais, está regulamentada em lei e é permitida mediante a aprovação e acompanhamento, pelo poder público, de Plano de Manejo Florestal.

Os Planos de Manejo Florestal, devido à quantidade de informações técnico-científicas que proporcionam, permitem subsidiar estudos científicos e melhores análises sobre o ecossistema florestal onde são implementados, oferecendo suporte para o

entendimento dos processos de sucessão florestal e do comportamento natural das espécies florestais nos ambientes naturais ou antropizados, bem como dos demais processos que geram informações valiosas sobre os serviços ambientais das florestas.

A exploração legal e sustentável da caatinga fornece meios para a ocupação e remuneração de mão-de-obra rural ociosa, gerando benefícios econômicos para a cadeia produtiva da lenha, e as informações de Planos de Manejo Florestal permitem a quantificação de variáveis que possibilitam a análise da produção florestal, importante fator para averiguação da viabilidade econômica do Manejo Florestal.

Além disso, a lenha oriunda de áreas manejadas oportuniza ao mercado consumidor de produtos florestais bioenergéticos de origem renovável, evitando a conversão de áreas florestais e a consequente liberação de gás carbônico. Por outro lado, as quantificações de biomassa florestal dos inventários florestais necessários para a elaboração de Planos de Manejo permitem quantificar os estoques de carbono das áreas manejadas e, com isso, as retiradas desse estoque após a exploração de lenha, possibilitando quantificar possíveis créditos de carbono que podem ser comercializados em mercados específicos, gerando novamente, benefícios ambientais e econômicos, incentivando a conservação florestal.

Igualmente, estudos florísticos e fitossociológicos das florestas são essenciais para a conservação da diversidade, pois fornecem o conhecimento do estado atual dos fragmentos. Além disso, a obtenção e padronização dos atributos de diferentes ambientes florísticos e fisionômicos são atividades básicas para a conservação e preservação, possibilitando a proposição de modelos mais adequados de manejo de florestas (OLIVEIRA; AMARAL, 2004). Esses estudos são bases para o conhecimento das relações entre comunidades de plantas e fatores ambientais ao longo das variações de latitude, longitude, altitude, classes de solos, gradientes de fertilidade e de umidade dos solos (SILVA JÚNIOR, 2005).

Dessa forma, este estudo objetivou analisar a composição florística, as similaridades fitoecológicas, o rendimento lenhoso e alguns benefícios ambientais, econômicos e sociais, que implementação de Planos de Manejo Florestal Sustentáveis pode proporcionar às áreas de estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diversidade, Similaridade e Composição Florística da Caatinga

A Caatinga pode apresentar áreas similares e alta homogeneidade florística, quando localizadas em unidades geomorfológicas semelhantes (SILVA, 2005; CÓRDULA; QUEIROZ; ALVES, 2010), independente da fisionomia (RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008).

Porém, pouca similaridade florística pode ser observada em áreas de caatinga que estejam distantes geograficamente entre si (RAMALHO *et al.*, 2009), e mesmo variações do relevo, pedregosidade, textura e profundidade do solo podem influir na heterogeneidade ambiental e repartição da flora, inclusive promovendo distinção de espécies em cada ambiente específico (SOUZA; RODAL, 2010).

Áreas de caatinga com vegetação já alterada ou degradada, em comparação com áreas mais preservadas em uma mesma microrregião, podem possuir um conjunto comum de espécies dominantes (BARBOSA *et al.*, 2007), mas podem apresentar riqueza e diversidade de famílias e espécies florestais diferentes (ANDRADE *et al.*, 2009).

Em levantamentos da vegetação de caatinga, Fabaceae e Euphorbiaceae se apresentam como as famílias com o maior número de espécies (RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008; ANDRADE *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2009; RAMALHO *et al.*, 2009; DANTAS *et al.*, 2010; GUEDES, 2010; PINHEIRO; RODAL; ALVES, 2010), tendo *Poincianella pyramidalis* como uma das ou como a espécie de maior valor de importância.

A maior densidade de indivíduos florestais na caatinga arbustiva arbórea ocorre nas classes de menor diâmetro, que tendem a ser menores que 10 centímetros (RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008; CALIXTO JÚNIOR, 2009; CAVALCANTI; RODAL, 2010; GUEDES, 2010). No caso da caatinga tipicamente arbórea, o diâmetro médio da vegetação apresenta propensões a valores maiores (RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008).

Quanto à distribuição de indivíduos na caatinga por classes de altura, a maior concentração ocorre num estrato de altura média próxima ou inferior a cinco metros (RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008; CALIXTO JÚNIOR, 2009; DANTAS *et al.*, 2010; GUEDES, 2010). *Amburana cearensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Cnidocolus quercifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, e *Ziziphus joazeiro* foram as espécies citadas com as maiores alturas observadas em estudos de caatinga.

Ainda pouco estudada, a regeneração natural da caatinga apresenta baixa diversidade ecológica, onde espécies do gênero *Croton* se destacam em valor de importância e abundância (FABRICANTE; ANDRADE, 2007; CAVALCANTI; RODAL, 2010) com alta dispersão espacial (ALVES *et al.*, 2010). Nem todas as espécies encontradas no estrato de árvores adultas são encontradas no estrato de árvores regenerantes, havendo famílias e espécies que ocorrem exclusivamente no estrato regenerante (ANDRADE *et al.*, 2007; CAVALCANTI; RODAL, 2010).

2.2 Manejo Florestal da Caatinga

Dos biomas brasileiros, a Caatinga possui a terceira maior área de florestas naturais com quase 47 milhões de hectares (pouco menos de 54% de sua área total original estimada), e um volume de madeira estimado em cerca de 2,4 milhões de metros cúbicos (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2009 e 2010; BRASIL, 2010).

A biomassa florestal é a quarta principal fonte energética do Brasil, estando atrás apenas do óleo diesel, da eletricidade, e do bagaço de cana (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2009).

O uso sustentável dos recursos florestais da Caatinga, através do manejo florestal, parece ser uma opção imediata para suprir a necessidade de biomassa energética no Nordeste e apresenta vantagens ambientais, sociais e econômicas frente à alternativa de utilizar biomassa florestal oriunda de plantios (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010).

Na caatinga, predominam indivíduos de pequenas dimensões diamétricas, com concentração de volume nas classes de menor diâmetro (SILVA, 2005). Independentemente da avaliação por espécies, áreas de caatinga destinadas ao manejo florestal apresentam um estoque madeireiro com indicações de aproveitamento imediato para fins energéticos (lenha, carvão), ou utilização em construções rurais rústicas ou para contenção animal (cercas, ripados), apresentando, ainda, volume considerável de árvores mortas (XAVIER; PAES; LIRA FILHO, 2005).

A aplicação do manejo florestal permite conhecer o estoque de biomassa das florestas, seu potencial para produção de energia e de liberação de gás carbônico através da queima da biomassa, sendo elemento importante no entendimento dos processos envolvidos nas mudanças climáticas globais (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2009).

Dentre as estratégias indicadas para impulsionar o manejo florestal, algumas medidas como a promoção da isenção de taxas, pagamentos de serviços ambientais e incentivos fiscais,

tanto para o proprietário das florestas como para o consumidor de produtos florestais (PAREYN, 2010), podem permitir a sustentabilidade produtiva e geração de renda complementar, evitando processos de degradação e reduzindo os riscos de desertificação, com impacto direto na viabilidade das propriedades rurais e manutenção do homem no campo.

Estudos sobre a biodiversidade em áreas de manejo florestal, na caatinga, demonstraram haver tendência de manutenção a aumento do número de espécies florestais em áreas manejadas, não havendo influência marcante sobre a composição florística ou a dominância de espécies (RIEGELHAUPT; PAREYN; GARIGLIO 2010), podendo o Manejo Florestal da Caatinga desempenhar papel importante como modelo de uso sustentável do bioma.

2.3 Estoques de Carbono na Caatinga

O estoque de carbono é utilizado na estimativa da quantidade de gás carbônico (CO₂) que é liberada para a atmosfera durante o processo de queima da biomassa (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2009). As áreas de floresta, além da biodiversidade que apresentam, promovem serviços ecológicos de fixação e estocagem de carbono com maior intensidade (VILAR, 2009), e o manejo florestal já é uma categoria de projeto indicada a receber incentivos financeiros para mitigar os efeitos das emissões antrópicas de CO₂ (BARKER *et al.*, 2007; BOND *et al.*, 2009).

Um dos aspectos mais relevantes nos estudos de estoque de carbono em ecossistemas florestais é a variável biomassa. Esta pode ser determinada por métodos diretos, em que se tomam amostras que são fracionadas de acordo com os compartimentos das árvores (fuste, galhos, folhas, raízes), em que também se determinam os teores de carbono, sendo este um método que demanda recursos financeiros e exaustiva análise de dados (SANQUETTA *et al.*, 2006).

Métodos indiretos para determinação de biomassa e carbono geram, após a aplicação de modelos matemáticos em informações oriundas de inventário florestal, estimativas aproximadas da quantidade de biomassa e carbono, porém de forma mais rápida e com custos menores (SANQUETTA *et al.*, 2006; SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2009). Essas estimativas enquadram-se nas metodologias simplificadas para contabilizar os reservatórios de carbono e de biomassa de projetos florestais (CENTRO, 2008), que podem ser considerados importantes parâmetros para a valoração econômica dos serviços ambientais prestados em propriedades rurais (VILAR, 2009).

A biomassa da parte aérea de plantas arbustivas e arbóreas da caatinga pode ser estimada usando equações de potência (processo não destrutivo ou indireto), a partir dos diâmetros do caule ao nível do solo ou do peito, sem a necessidade das estimativas de altura (SILVA; SAMPAIO, 2008). Estudos sobre a quantidade de biomassa e estimativas do estoque de carbono, por métodos não destrutivos, fornecem subsídios para a elaboração de projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (RIBEIRO *et al.*, 2010).

Na Caatinga, o mercado de carbono pode servir como alternativa de uso múltiplo da vegetação (SILVA, 2005). O mercado de carbono, ou o comércio de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), foi proposto a partir do Protocolo de Kyoto e tem se mostrado uma alternativa que levou as nações a buscarem meios para amenizar os efeitos das mudanças climáticas, através do desenvolvimento sustentável, incluindo a implementação de tecnologias limpas, acesso a produtos e serviços socialmente justos e ecologicamente corretos, uso racional da água e energia, dentre outros fatores como os projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que enfatizam o desenvolvimento social, incentivando atividades econômicas focadas na resolução dos problemas ambientais (VÁSQUEZ; BARROS; SILVA, 2009).

2.4 Potencial Socioeconômico Florestal da Caatinga

A exploração da caatinga para geração de benefícios econômicos diretos como a venda de lenha e/ou carvão, ou mesmo estacas e moirões, gera uma esperança de obtenção de valores relativamente baixos com a aplicação do manejo sustentável, considerando a baixa produtividade lenhosa da vegetação em alguns sítios, mas esses valores podem ser aumentados com atividades complementares ao manejo florestal sustentável da caatinga (XAVIER; PAES; LIRA FILHO, 2005; MELO; CATARINA, 2008).

A exploração da caatinga, mediante o manejo florestal, pode gerar benefícios econômicos adicionais, principalmente no período seco, quando a agricultura não é praticada (MELO; CATARINA, 2008), e durante todo o ciclo de corte previsto no Plano de Manejo Florestal, promovendo a ocupação de mão-de-obra rural ociosa, diversificação da produção, melhor utilização da terra, conservação da paisagem florestal e dos recursos naturais da propriedade rural, além de promover uma valorização econômica, entre duas a 10 vezes, o do preço médio da terra (MARINHO *et al.*, 2009).

A execução de Planos de Manejo Florestal pode melhorar as condições básicas de qualidade ambiental nos imóveis rurais, proporcionando melhoria nas condições sociais e

econômicas (MELO NETO *et al.*; 2009), representando uma alternativa viável no meio rural (SILVA; SOARES; PAREYN, 2008), em que as estimativas econômicas da exploração sustentável da caatinga representam um aumento no rendimento econômico de famílias envolvidas com a prática do manejo florestal (MELO; CATARINA, 2008).

Outras atividades desenvolvidas no meio rural podem e/ou devem ser incorporadas ao processo de manejo florestal, como a integração com plantas forrageiras, culturas agrícolas, criação extensiva de animais, produção de mel, com objetivo de essas práticas proporcionarem maior rendimento por área, agregando maior valor ao ambiente (MELO; CATARINA, 2008).

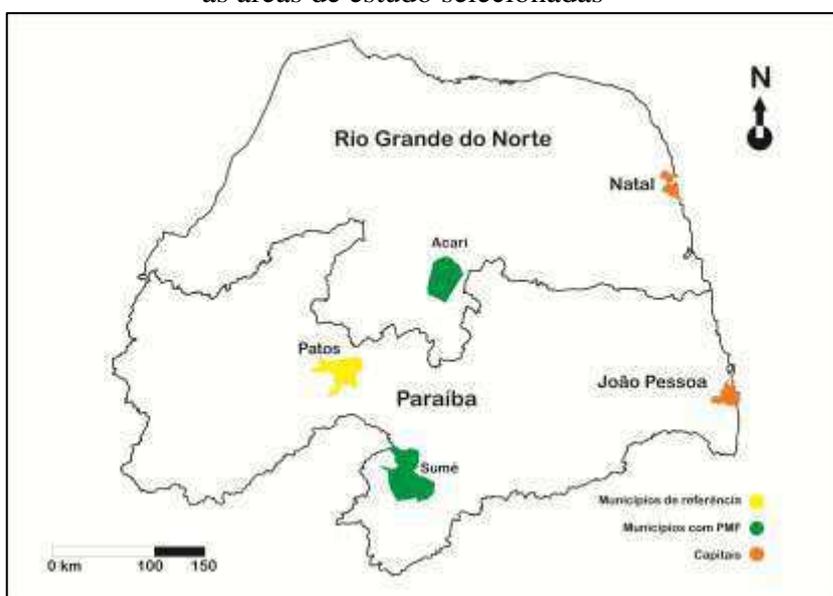
A capacidade de suporte da mata nativa para exploração de produtos comerciais (lenha, carvão, estacas e mourões) para obtenção de um rendimento de um salário mínimo ao mês para sustento de uma família, aponta para a necessidade de se conhecer o potencial madeireiro da caatinga, podendo áreas florestais não possibilitarem uma exploração imediata, sendo recomendada sua recuperação ou enriquecimento (FRANCELINO; FERNANDES FILHO; RESENDE, 2005). Já áreas de caatinga de maior densidade e maior rendimento volumétrico, caso fosse aplicado o Plano de Manejo Florestal, poderiam proporcionar rendimentos econômicos consideráveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização das Áreas de Estudo

As Áreas Seleccionadas para Estudo (ASE) fazem parte de levantamentos realizados para a implementação de Planos de Manejo Florestal (PMF) da caatinga, localizadas em propriedades rurais nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte (**FIGURAS 1, 2 e 3**).

FIGURA 1 – Localização dos municípios onde estão inseridas as áreas de estudo seleccionadas



Fonte: Marinho (2011).

Os PMF's das áreas de estudos estão sendo implementados pela Organização Sertaneja dos Amigos da Natureza (SOS Sertão, Organização Não-Governamental, com sede em Patos-PB), com apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) na propriedade rural denominada "Barrentas", e da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) e do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), em uma área de assentamento denominada "Passagem Rasa".

Estes remanescentes foram seleccionados em função do seu porte e potencial em fornecer bioenergéticos florestais (lenha) em áreas já definidas em PMF em implementação nas propriedades rurais (**TABELA 1**). A seleção das áreas específicas de estudo foi realizada com auxílio das plantas planialtimétricas georreferenciadas e mapas das propriedades rurais (**ANEXOS A e B**).

FIGURA 2 – Imagem de satélite de Barrentas e da Área Seleccionada para Estudo (ASE)



Fonte: Google Earth (2011).

FIGURA 3 – Imagem de satélite de Passagem Rasa e da Área Seleccionada para Estudo (ASE)



Fonte: Google Earth (2011).

A ASE de Passagem Rasa é menor que sua Área de Manejo Florestal (AMF). Essa escolha se deveu à constatação da existência de dois estratos florestais na AMF do tipo arbustivo arbóreo (um estrato aberto e outro fechado), optando-se pelo estudo do estrato fechado.

A propriedade rural denominada “Barrentas” está localizada a cerca de 20 km da sede do município de Acari, Estado do Rio Grande do Norte, entre as coordenadas geográficas 6° 20’ 30” S e 36° 42’ 30” W, na mesorregião Central Potiguar, microrregião do

Seridó Oriental, na Depressão Sertaneja, apresentando relevo plano a suave-ondulado, cuja variação de altitudes fica entre 250 – 300 metros, e ondulações formando vales em “V” abertos. Apresenta Luvisolos Crômicos, rasos, com fases pedregosas (horizontes cascalhentos), susceptíveis à erosão e com bom nível de drenagem, ricos em nutrientes, mas com uso restrito para agricultura (IBGE, 2001, 2006; BEZERRA JÚNIOR; SILVA, 2007). O clima da região é o Tropical da Zona Equatorial, também conhecido como quente e semiárido, com estação chuvosa se atrasando para o outono, e médias pluviométricas anuais entre 400 mm a 600 mm, com período seco de 7 a 8 meses e temperaturas médias quentes, maiores que 18 °C em todos os meses do ano, médias, das máximas, em torno dos 33 °C e, das mínimas, de 22 °C (IBGE, 2002; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005). A vegetação regional compreende a Savana Estépica Arborizada ou Caatinga, com estratos arbóreo (de árvores baixas providas de acúleos ou espinhos) e gramíneo-lenhoso periódico, com diversas cactáceas e bromélias (com destaque para *Pilosocereus gounellei*), e acentuado nível de endemismo (IBGE, 2004). Destacam-se os gêneros *Aspidosperma*, *Croton*, *Mimosa* e *Spondias*, entre outros. Na região, as áreas de caatinga são antropizadas, com predominância de caatinga arbustiva arbórea aberta (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005).

TABELA 1 – Informações das propriedades rurais com Plano de Manejo Florestal e áreas de caatinga selecionadas para o estudo. (1) Detentores: os que detêm a posse da propriedade rural. (2) APR: Área da Propriedade Rural, em hectares. (3) AMF: Área de Manejo Florestal, em hectares. (4) ASE: Área Selecionada para Estudo, em hectares

Propriedade	Município/UF	Detentores ¹	APR ²	AMF ³	ASE ⁴
TOTAL		17	1.817,90	405,45	295,50
Barrentas	Acari/RN	1	880,02	129,07	129,07
Passagem Rasa I e II	Sumé/PB	16	937,88	276,38	166,42

Fonte: Marinho *et al.* (2009) e Organização (2008, 2009).

A ASE de Barrentas apresenta uma vegetação nativa que, há mais de 30 anos, tem sido deixada como um tipo de reserva florestal da propriedade rural, com uso apenas para pastejo de animais de criação e retirada esporádica de produtos madeireiros para construções rurais (estacas e mourões para cercas).

O imóvel rural “Passagem Rasa” situa-se às coordenadas geográficas 7° 34’ 30” S e 36° 53’ 20” W, no município de Sumé, microrregião do Cariri Paraibano, estando a cerca de 10 km de distância da sede municipal. O relevo regional é conhecido por Planalto da Borborema (IBGE, 2006), com altitudes variando em torno dos 600 metros (plano a suave-

ondulado e ondulado), tendo uma pequena faixa serrana ao norte, cuja altitude chega aos 690 metros (SUPERINTENDÊNCIA, 2004), onde se encontram Neossolos Litólicos, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e Luvisolos Crômicos (IBGE, 2001; SUPERINTENDÊNCIA, 2004). O clima da região é o Tropical da Zona Equatorial, também conhecido como semiárido quente, com chuvas de verão, que apresenta uma grande irregularidade no regime pluviométrico, que depende das massas de ar vindas do litoral (Massa Equatorial Atlântica) e do oeste (Massa Equatorial Continental), com chuvas que caem tão somente por 2 a 3 meses, podendo apresentar até 11 meses de seca, com a média pluviométrica anual de 471,4 mm, e as temperaturas médias máximas ficam em torno dos 25 °C e as temperaturas médias mínimas, em torno dos 21 °C (IBGE, 2002; SUPERINTENDÊNCIA, 2004). A vegetação regional compreende a Savana Estépica Arborizada (IBGE, 2004), distinguindo-se dois estratos de caatinga, o arbustivo arbóreo aberto e o arbustivo arbóreo fechado, com sub-bosque gramíneo-lenhoso periódico, com diversas cactáceas e bromélias (com destaque para *Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*), e acentuado nível de endemismo. Destacam-se os gêneros *Aspidosperma*, *Croton*, *Mimosa* e *Poincianella*, entre outros.

A ASE de Passagem Rasa apresenta uma vegetação nativa que não vem sendo explorada há cerca de 20 anos, sendo utilizada apenas para pastejo de animais de criação e retirada esporádica de produtos madeireiros para construções rurais (estacas e mourões para cercas), apesar de apresentar áreas com vestígios de desmatamentos.

3.2 Amostragem da Vegetação

Foram alocadas parcelas de 20 m x 20 m (para amostragem de árvores adultas), distribuídas aleatoriamente nas ASE para realização do levantamento florístico (COMITÊ, 2005) no período de 05 a 29.08.2010. Foram anotadas as coordenadas geográficas (latitude e longitude com *datum* WGS84) de cada parcela amostral, tomando-se um ponto em uma das extremidades da parcela com auxílio de aparelho de geoposicionamento do tipo “navegação” (GPS), marca *Garmin*, modelo *GPSmap 60CSx*, com precisão aproximada de três metros e oscilação de dois metros (3 ± 2 m).

Foram considerados mensuráveis, nas parcelas de árvores adultas, todos os fustes dos indivíduos do estrato arbustivo e arbóreo inseridos nas parcelas com Circunferência a Altura do Peito (CAP, medida tomada no fuste das árvores e arbustos a 1,30 m da superfície do solo) maior ou igual a seis centímetros ($CAP \geq 6$ cm, conforme recomendações de COMITÊ,

2005), medida essa tomada com fita métrica graduada em centímetros, adotando-se uma aproximação de 0,5 cm.

Dos indivíduos mensurados, foram registrados: nome popular, CAP, Altura Total (medida tomada do nível do solo ao ápice das árvores/arbustos, com auxílio de vara graduada em metros, adotando-se uma aproximação de 0,50 metros), estado fitossanitário dos fustes (codificado como “1” para sadio, “2” para doente, e “3” para morto) e qualidade dos fustes (codificado como “1” para retilíneo, “2” para torto não bifurcado até 2,5 m de altura, e “3” de tortuoso e/ou bifurcado antes de 2,5 m de altura), seguindo as recomendações do Comitê Técnico Científico da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (COMITÊ, 2005).

As espécies dos indivíduos florestais foram identificadas *in loco* pelo registro dos nomes populares, com coleta de material botânico para herborização e posterior identificação e confirmação dos nomes científicos. As identificações foram realizadas por comparações com material depositado no Herbário da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos-PB (onde o material herborizado foi depositado), consultas à literatura especializada (LORENZI, 2002a, 2002b; MAIA, 2004; SAMPAIO *et al.*, 2005; GAMARRA-ROJAS *et al.*, 2010; SIQUEIRA FILHO *et al.*, 2009; FORZZA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010) e a especialistas. Para a nomenclatura dos nomes científicos, foi adotado o sistema de classificação APG II (2003), incluindo informações sobre o hábito de cada espécie.

No interior das parcelas amostrais, foi lançada uma subparcela de 5 m x 5 m na extremidade onde foram tomadas as coordenadas geográficas, para avaliação da regeneração natural, sendo considerados regenerantes os indivíduos que apresentarem CAP menor que seis centímetros ($CAP < 6$ cm) e altura total igual ou superior a 0,50 metros (COMITÊ, 2005).

Os indivíduos florestais mensurados nas parcelas de regeneração natural (plantas de espécies lenhosas subarbustivas, arbustivas e arbóreas) foram quantificados de acordo com a classificação em altura (aferida com auxílio de vara graduada em metros com aproximação de 0,50 metros) e qualificados pelo tipo de regeneração (**TABELA 2**). As espécies dos indivíduos mensurados foram identificadas conforme a metodologia citada para as parcelas de árvores adultas.

Para análise do status de conservação das espécies (tanto das encontradas nas parcelas de árvores adultas como das encontradas nas parcelas de regeneração natural), foi consultada a lista vermelha de espécies ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2010) e a lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2008b).

TABELA 2 – Variáveis utilizadas para classificação e mensuração dos indivíduos nas subparcelas de regeneração natural

Classes	Altura Inferior (m)	Altura Superior (m)	Tipo de Rebrotas	
			Código	Descrição
C1	0,5	1,0	1	Por semente
C2	1,0	> 1,0	2	Por raiz ou toco

Fonte: Adaptado de Comitê (2005).

3.3 Análises

3.3.1 Fitossociologia e Diversidade Florística

Foram analisados os parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal, que incluíram a densidade, a frequência, a dominância e os índices do valor de importância de cada espécie amostrada (FELFILI; REZENDE, 2003; CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS, 2006), sendo analisados, para as áreas de estudo, os resultados obtidos a partir das informações amostrais dos indivíduos florestais processadas com o uso do programa computacional MATA NATIVA 2, versão 2.10 (CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS, 2006). A suficiência amostral foi verificada pela Curva Coletora.

A diversidade florística foi analisada com base na distribuição dos indivíduos em espécies e famílias e nos índices de diversidade ecológica de Shannon-Weaver (H'), equabilidade de Pielou (J') e dominância de Simpson (C) (MAGURRAN, 1988; BROWER; ZARR, 1984; citados por CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS, 2006). As médias dos índices de diversidade, para as duas áreas de estudo, foram comparadas pelo teste de Tukey, com uso do programa computacional de assistência estatística Assistat, versão beta 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Com relação à existência de similaridade entre as áreas estudadas, foi aplicado o teste de similaridade entre comunidades de Jaccard (MAGURRAN, 1988 citado por CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS, 2006).

A importância ecológica das espécies amostradas nas áreas de estudo foi analisada através dos parâmetros da estrutura vertical, considerando a posição sociológica das espécies no povoamento em três estratos verticais, de acordo com as alturas observadas, e a distribuição do número de indivíduos em classes de altura, adotando-se uma amplitude de um metro.

A análise da regeneração natural foi realizada com uso da mesma metodologia utilizada para árvores adultas, porém considerando as informações coletadas nas subparcelas de regeneração natural, com descrição das Classes Absolutas e Relativas de Tamanho da Regeneração Natural (FINOL, 1971 citado por CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS, 2006).

3.3.2 Distribuição Paramétrica e Volumetria

A estrutura paramétrica foi caracterizada por meio das distribuições do número de fustes encontrados nas parcelas amostrais de árvores adultas, da área basal ocupada pelos fustes e do volume, por hectare, por espécie e por classe diamétrica, adotando-se uma amplitude diamétrica de cinco centímetros (SILVA, 2005; SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2009).

A capacidade das áreas de estudo em fornecer bioenergéticos florestais foi verificada com a análise do rendimento volumétrico lenhoso da vegetação, através do cálculo do volume cilíndrico (com casca) das árvores e arbustos mensurados nas parcelas de árvores adultas, utilizando as expressões:

$$VC_{c/c} = \frac{\pi * (DAP^2) * H}{40000}$$

$$VR = VC_{c/c} * ff$$

Onde:

$VC_{c/c}$ = volume cilíndrico da árvore com casca (m³);

π = “pi” (3,1416...);

DAP = diâmetro a altura do peito, em centímetros (cm), obtido a partir do CAP

($DAP = CAP / \pi$);

H = altura, do inglês *height* (em metros);

40.000 = fator de conversão quadrática de centímetros para metros;

VR = volume real (em metros cúbicos – m³);

ff = fator de forma (0,9 adimensional) (ZAKIA; PAREYN; RIEGELHAUPT, 1988).

O cálculo final das estimativas volumétricas foi realizado considerando o rendimento médio encontrado para as unidades amostrais de 400 m² e sua estrapolação para a unidade de área considerada (hectare).

As médias das estimativas dos parâmetros de densidade absoluta, área basal e volume real, por parcelas amostrais das duas áreas de estudo, foram comparadas pelo teste de Tukey, com uso do programa computacional de assistência estatística Assistat, versão beta 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2009).

A volumetria média obtida para as parcelas amostrais de árvores adultas das duas áreas de estudo foi comparada pelo teste de Tukey, com uso do programa computacional de assistência estatística Assistat, versão beta 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2009), com a volumetria calculada a partir da equação de ajuste volumétrico proposta por Silva (2005):

$$\text{Ln}(Vt_j) = -10,23110545 + 2,0119544 \times \text{Ln}(DEq_j) + 1,2827287 \times \text{Ln}(Ht_j)$$

Onde:

Vt_j = volume total com casca, em metros cúbico (m³);

DEq_j = diâmetro equivalente, em centímetros (cm);

Ht_j = altura total do maior fuste, em metros (m);

Ln = logaritmo neperiano.

3.3.2.1 Volumetria Aplicada ao Manejo Florestal

A volumetria aplicada ao manejo florestal refere-se à estimativa dos volumes empilhados (medida utilizada para a lenha), obtida a partir da aplicação da fórmula seguinte:

$$VE = VR * fe$$

Onde:

VE = volume empilhado (em estéreos – st);

VR = volume real (em m³);

fe = fator de empilhamento (3,41 adimensional) (ZAKIA; PAREYN; RIEGELHAUPT, 1988).

O total volumétrico considerado (VET, Volume Empilhado Total, em estéreos – st) foi obtido pela multiplicação direta da ASE (**TABELA 1**) pela estimativa calculada por unidade de área.

3.3.3 Benefícios Ambientais do Manejo Florestal

Além dos estudos fitossociológicos e volumétricos da floresta, os Planos de Manejo Florestal proporcionam benefícios ambientais a uma propriedade rural, como a conservação da floresta no ambiente produtivo rural, evitando sua conversão por desmatamentos ou sua degradação para usos agrícolas/pecuários.

Aliado ao processo administrativo obrigatório para solicitação da exploração florestal de um Plano de Manejo Florestal, a averbação das áreas de Reserva Legal (RL) e o mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP), com vistas a cumprir a legislação vigente (BRASIL, 1965, 1989, 2008a), a manutenção da cobertura e paisagem florestal na propriedade rural é garantida com a implementação de Planos de Manejo Florestal.

Dessa forma, foi analisado qual o percentual das áreas de manejo (que correspondem às ASE), RL e APP, em relação à área total de cada imóvel rural e qual o ganho ambiental que a implementação dos PMF proporciona, em nível de propriedade rural, como garantia da manutenção dos serviços ambientais das florestas. Essas informações foram obtidas com base nas plantas planialtimétricas e mapas georreferenciados dos imóveis rurais (**ANEXOS A e B**).

Emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros Gases de Efeito Estufa (GEE) ocorrem com a destruição deliberada da floresta por desmatamento ou degradação através da conversão em áreas agrícolas/pecuárias (FEARNSIDE, 2008).

O manejo florestal pode promover a manutenção dos estoques de carbono e outros GEE, já que o crescimento da floresta promoverá ao longo do ciclo de corte das áreas exploradas nova absorção desses gases.

Assim, uma estimativa da quantidade de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) contido nos estoques florestais considerados nas ASE foi realizada, tendo por base as estimativas dos volumes empilhados de lenha. Foi utilizada uma metodologia adaptada para projetos de Florestamento e Reflorestamento de pequena escala sob o MDL, para remoções líquidas inferiores a 16 mil toneladas de CO₂e (metodologia simplificada de linha de base para atividades de projeto “A/R”, do inglês *Aforestation/Reforestation*) (CENTRO, 2008), sendo proposta a aplicação da equação que segue:

Estimativas de CO₂e para a biomassa florestal (lenha) de um PMF

$$C_t = (E_t * 0,5) * A_i * \left(\frac{44}{12}\right)$$

Onde:

C_t = estoques de carbono dentro das fronteiras do projeto no tempo t , em toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e);

E_t = estimativa de biomassa (lenha) no tempo t , proporcionado pelo PMF, em toneladas de matéria seca por hectare (t.ms.ha⁻¹);

A_i = área do projeto (definida pela ASE) para o estrato i , em hectares (ha);

0,5 = constante aceita como a fração de carbono na biomassa (lenha) seca (CENTRO, 2008);

44/12 = razão do peso molecular do CO₂ (CENTRO, 2008).

Uma estimativa da biomassa (lenha) seca foi realizada para encontrar a quantidade de CO₂e contido nos estoques florestais considerados nos PMF, propondo-se para isso a seguinte equação:

Estimativas de biomassa seca (lenha) de um PMF

$$E_t = (VE_i * 0,328) * 0,75$$

Onde:

E_t = estimativa de biomassa (lenha) no tempo t , proporcionado pelo PMF, em toneladas de matéria seca por hectare (t.ms.ha⁻¹);

VE_i = volume empilhado de lenha por unidade de área estimado no PMF para o estrato i , em estéreos por hectare (st.ha⁻¹);

0,328 = peso do estéreo de lenha (SUPERINTENDÊNCIA, 2004) em toneladas (t);

0,75 = constante de dedução da umidade da lenha (a lenha utilizada no Brasil apresenta umidade próxima a 25%, segundo EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2008).

Não foi considerado o estoque de carbono abaixo do solo (raízes) nem da copa, galhos e ramos finos das árvores, uma vez que a proposta de manejo florestal não admite a

remoção da biomassa abaixo do solo e mantém os restos vegetais na área explorada, não havendo remoção de carbono, mas uma manutenção do seu ciclo.

A metodologia simplificada adaptada proposta neste estudo visa dar entendimento do potencial que os PMF podem alcançar com os avanços no entendimento da metodologia de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), incentivando a conservação e preservação da floresta por meio de estímulos econômicos para sequestrar ou reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) (BOND *et al.*, 2009).

Foi apurado o valor da tonelada de CO₂e com uso da equação proposta:

Cálculo do Valor Proposto da tCO₂e de um PMF com exploração de lenha

$$P_t = p * \left[\left(\frac{1}{0,328} \right) * 0,75 * 0,5 \right]$$

Onde:

P_t = estimativa de preço da tCO₂e no tempo t , em Reais (R\$);

p = preço líquido do produto lenha, em Reais, por estéreo (R\$.st⁻¹);

0,328 = peso do estéreo de lenha (SUPERINTENDÊNCIA, 2004) em toneladas (t);

0,75 = constante de dedução da umidade da lenha (a lenha utilizada no Brasil apresenta umidade próxima a 25% segundo EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2008);

0,5 = constante aceita como a fração de carbono na biomassa (lenha) seca (BOND *et al.*, 2009).

Foi utilizado o valor líquido do estéreo de lenha proposto a R\$ 8,00 para valoração da tCO₂e, analisando o potencial econômico total e anual de cada PMF, caso fosse objeto de incentivo financeiro.

3.3.4 Benefícios Econômicos do Manejo Florestal

Outro benefício que o Manejo Florestal proporciona, além dos ambientais, refere-se à capacidade de geração de renda extra no meio rural. Neste estudo, foi proposta uma análise econômica do estoque florestal das ASE, utilizando-se a ferramenta de previsão da viabilidade de venda dos produtos florestais com dois cenários de mercado: “o pessimista” e “o otimista”

(adaptado de BORDEAUX-RÊGO *et al.*, 2006), aplicando-se preços praticados regionalmente para o produto lenha, tomando-se por base o mês de março de 2010 e o salário mínimo vigente na época no país, no valor de R\$ 510,00 (BRASIL, 2009b). Não foram considerados custos com impostos.

Entenda-se “cenário de mercado pessimista” como aquele em que os produtos lenhosos/madeireiros oriundos dos PMF competem diretamente com produtos florestais de origem ilegal ou de desmatamentos, considerando uma alta oferta, pouca procura e preços baixos.

No caso do “cenário de mercado otimista”, entenda-se aquele em que há pouca ou nenhuma competição com a demanda de produtos florestais lenhosos/madeireiros de outras fontes, a procura é alta e o preço de mercado atinge níveis mais elevados.

A análise econômica proposta neste estudo estima os custos com a execução de uma possível exploração florestal na modalidade manejo, em que o Plano de Manejo Florestal (PMF) teria seus custos de implementação divididos em: Custos de Elaboração e Assistência Técnica (CEA), Custos de Implantação (CI), e Custos de Exploração (CEX).

Os Custos de Elaboração e Assistência Técnica (CEA) de um PMF podem ser fixados tomando-se por base o custo de elaboração do Plano, ao valor proposto de R\$ 62,00.ha⁻¹ (sessenta e dois reais por hectare), e os custos com assistência técnica estimados sobre o valor proposto de R\$ 4,00.st⁻¹ (quatro reais por estéreo de lenha estimados na produção), válidos a partir do 2º ano de execução do PMF.

Os Custos de Implantação (CI) do projeto referem-se aos custos com mão-de-obra para delimitação do perímetro de cada Unidade de Produção Anual (UPA) e demais marcações necessárias à identificação da Área de Manejo Florestal (AMF), considerando o comprimento perimetral das UPA's e a quantidade de homens-dia (hd) necessários (propõe-se uma necessidade de cerca de 8,0 hd para cada mil metros, ao valor proposto de R\$30,00.hd⁻¹), propondo-se, para o cálculo, a expressão a seguir:

Custos Anuais de Implantação de um PMF

$$CI_a = \left(\frac{\sum CP_i}{125} \right) * P_{hd}$$

Onde:

CI_a = Custos de Implantação anuais de um PMF, em Reais (R\$);

$\sum CP_i$ = somatório dos Comprimentos Perimetrais das i -ésimas UPAs, em metros (m);

125 = fator de conversão da quantidade de homens-dia necessários para abertura do perímetro de uma UPA (a base de 1000 m.8 hd^{-1});

p_{hd} = preço da diária de um homem-dia, em Reais (R\$).

Os custos totais de implantação de um PMF serão definitivamente estimados com o somatório dos custos de implantação de cada UPA, acrescentados do valor proposto de três (3) salários mínimos para cobrir outras despesas de implantação (placas indicativas, registros cartoriais, taxas do órgão ambiental), propondo-se, para cálculo, a expressão que segue:

Custos Totais de Implantação de um PMF

$$CI_T = \left(\sum CI_a \right) + (3 * sm)$$

Onde:

CI_T = Custos de Implantação Totais de um PMF, em Reais (R\$);

$\sum CI_a$ = somatório dos Custos de Implantação anuais das UPAs, em Reais (R\$);

sm = valor nominal de um salário mínimo vigente na época de implantação do PMF, em Reais (R\$).

A sugestão de acrescentar o valor de três salários mínimos aos CI de um PMF (valor referente à aquisição de placas indicativas, registros cartoriais, taxas do órgão ambiental) não se refere a um valor fixo, uma vez que estes custos são variáveis em função de suas especificidades (por exemplo: o tipo e o material da placa indicativa implicam diretamente o seu custo; os registros cartoriais são definidos em função do preço da terra declarado em escritura; as taxas do órgão ambiental são diferenciadas por Estado da Federação).

Para os Custos de Exploração (CEX), propõe-se que sejam compostos pela mão-de-obra necessária para a exploração madeireira, em torno de R\$ 8,00. st^{-1} (oito reais por estéreo de lenha), incluindo o corte e o baldeio (empilhamento) da lenha para carregamento. Não foram considerados os custos com transporte/frete dos produtos florestais até o consumidor final, haja vista interessar apenas a valoração econômica dos produtos florestais (no caso específico, a lenha) com preços na propriedade rural.

Foram então definidos os CEX de cada PMF após a apuração do resultado da aplicação da equação proposta:

Custos de Exploração de um PMF, para o Produto Lenha

$$CEX = VT * pc$$

Onde:

CEX = Custos de Exploração do PMF, em Reais (R\$);

VT = Volume Total de lenha estimado no PMF, em estéreos (st);

pc = preço de corte de um estéreo de lenha, em Reais (R\$.st⁻¹).

Para a avaliação da Viabilidade Econômica de cada PMF (considerando que cada ASE teria um PMF), foi utilizado o cálculo financeiro do Valor Presente Líquido (VPL), que é a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa projetados (Receita Anual estimada) e o valor de investimentos no projeto (custos totais do PMF) (SILVA; FONTES, 2005; BORDEAUX-RÊGO *et al.*, 2006).

As Receitas Anuais foram estimadas pela razão do volume de lenha passível de exploração em cada ASE para um ciclo de corte de 15 anos (BRASIL, 2009a), multiplicado por valores propostos para a venda do estéreo de lenha, em cenário de mercado pessimista (sendo proposto o valor R\$ 13,00) e de mercado otimista (valor proposto de R\$ 18,50).

Assim, os Rendimentos Líquidos (Receitas menos Custos) foram atualizados, de acordo com a exploração total estimada em cada ASE, capitalizado a uma taxa anual de juros de 5,00% ao ano (a.a.), 6,75% a.a., 7,25% a.a. e 8,5% a.a., que são as taxas de juros do financiamento rural para o setor praticado para Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (BANCO DO NORDESTE DO BRASIL, 2010), sendo considerado viável economicamente o projeto que apresente um VPL positivo, ou seja, o projeto tem condições de gerar benefícios econômicos e remunerar positivamente o empreendedor.

Foi utilizada a seguinte fórmula do VPL (SILVA; FONTES, 2005), sendo os cálculos efetuados em planilha eletrônica:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido, em Reais (R\$);

R_j = valor atual das Receitas;

C_j = valor atual dos Custos;

i = taxa de juros;

j = período em que as receitas ou custos ocorrem;

n = número de períodos ou duração do projeto.

3.3.5 Benefícios Sociais do Manejo Florestal

Para ser sustentável, o Manejo Florestal deve atender ao “tripé da sustentabilidade” e ser ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo. Para isso, uma análise social simplificada da implementação dos PMF também foi proposta neste estudo, sendo analisado como os custos de exploração da lenha tornar-se-ão receitas para trabalhadores rurais, já que a exploração de lenha oportuniza a ocupação da mão-de-obra ociosa, gerando mais uma fonte de renda e sustento na propriedade rural.

Considerando que um trabalhador rural (homem-dia = hd) corta cerca de quatro metros de lenha por dia (1 hd = 4 st, valor proposto neste estudo), pode-se estimar a necessidade anual de mão-de-obra para a exploração de lenha em um PMF, considerando que a atividade será sazonal e ocorrerá em oito (8) meses do ano, ou seja, não existiria exploração florestal de lenha no período chuvoso. A quantidade de mão-de-obra total e anual que um PMF pode absorver com sua execução (com a exploração de lenha) é expressa pela resolução da equação proposta:

Mão-de-obra demandada por um PMF

$$DM_T = \frac{VT}{q}$$

Onde:

DM_T = Demanda Total de mão-de-obra de um PMF, em homens-dia (hd);

VT = Volume Total de lenha estimado no PMF, em estéreos (st);

q = quantidade estimada de lenha que um homem-dia consegue cortar (4 st.hd⁻¹).

Outro benefício socioeconômico que um PMF pode proporcionar está ligado a sua capacidade de distribuir riquezas ou rendimentos monetários aos seus detentores através da exploração dos produtos florestais.

Neste estudo, foi calculada a renda total, anual e mensal que os PMF proporcionarão igualmente para seus detentores, de acordo com o VPL estimado em cenário de mercado otimista, utilizando-se as seguintes equações propostas para as estimativas:

Renda Total Gerada por um PMF

$$R = \frac{VPL}{n_d}$$

Onde:

R = Renda gerada por um PMF, em Reais (R\$);

VPL = Valor Presente Líquido, em Reais (R\$);

n_d = número de detentores do PMF.

Renda Anual Gerada por um PMF

$$Ra = \left(\frac{VPL}{n_d} \right) \div n_a$$

Onde:

Ra = Renda anual gerada por um PMF, em Reais (R\$);

VPL = Valor Presente Líquido, em Reais (R\$);

n_d = número de detentores do PMF;

n_a = número de anos do ciclo de corte.

Renda Mensal Gerada por um PMF

$$Rm = \left(\frac{VPL}{n_d} \right) \div (n_a \times per)$$

Onde:

Rm = Renda mensal gerada por um PMF, em Reais (R\$);

VPL = Valor Presente Líquido, em Reais (R\$);

n_d = número de detentores do PMF;

n_a = número de anos do ciclo de corte;

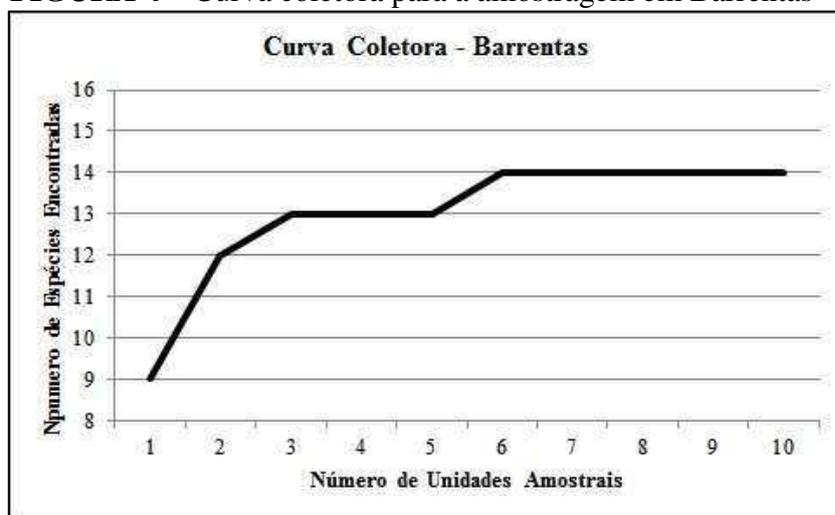
per = período de tempo considerado, em meses, ou o número de meses de exploração florestal anualmente considerado (em torno de oito meses).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Suficiência Amostral

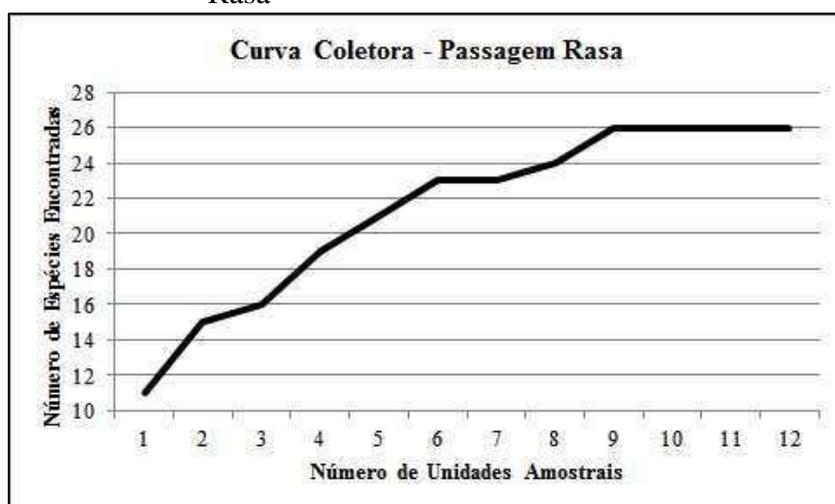
As curvas coletoras obtidas (**FIGURAS 4 e 5**) demonstram que o levantamento realizado em Barrentas e em Passagem Rasa foi satisfatório, indicando que a área amostrada em Barrentas (4.000 m²) e em Passagem Rasa (4.800 m²) foi suficiente para representar a quantidade de espécies nas áreas estudadas.

FIGURA 4 – Curva coletora para a amostragem em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 5 – Curva coletora para a amostragem em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

Nos trabalhos realizados em área de caatinga, foi obtida suficiência amostral com 4.000 m² (SANTANA; SOUTO, 2006), com 8.000 e 8.500 m² (ARAÚJO, 2007) e 1.920 e 2.135 m² (CALIXTO JÚNIOR, 2009).

Araújo *et al.* (2010) amostraram 9.000 m² de área para três áreas de estudo, porém verificaram suficiência amostral a partir de 4.200 m². Dantas *et al.* (2010) amostraram 10.000 m² de área, verificando suficiência amostral, através da curva coletora, aos 7.680 m². Guedes (2010) obteve suficiência amostral com 3.600 m² de área amostrada em uma área de caatinga na Depressão Sertaneja.

4.2 Composição e Diversidade Florística

A composição florística em Barrentas foi representada por 1.418 indivíduos, pertencentes a cinco famílias, 11 gêneros e 11 espécies identificadas. Em Passagem Rasa, foi representada por 1.565 indivíduos, de 10 famílias, 20 gêneros e 26 espécies (TABELA 3).

TABELA 3 – Relação florística das famílias/espécies encontrados nas parcelas amostrais de árvores adultas em Barrentas (B) e em Passagem Rasa (PR), com informações sobre o Hábito (A = arbóreo, Ab = arbustivo), e Status de Conservação (N = não ameaçada, S = ameaçada)

(continua)

Famílias/Espécies	Nome Popular	Local		Hábito	Status
		B	PR		
Anacardiaceae					
<i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemao	Aroeira	-	X	A	S ¹
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. var. <i>brasiliensis</i>	Braúna	-	X	A	S ¹
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbuzeiro	X	-	A	N
Apocynaceae					
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	X	X	A	N
Boraginaceae					
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	Moleque duro	-	X	Ab	N
Burséraceae					
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Imburana	X	X	A	N
Capparaceae					
<i>Capparis yco</i> (Mart.) Eichler	Icó	-	X	A	N
Combretaceae					
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	-	X	Ab	N

TABELA 3 – Relação florística das famílias/espécies encontrados nas parcelas amostrais de árvores adultas em Barrentas (B) e em Passagem Rasa (PR), com informações sobre o Hábito (A = arbóreo, Ab = arbustivo), e Status de Conservação (N = não ameaçada, S = ameaçada)

(conclusão)

Famílias/Espécies	Nome Popular	Local		Hábito	Status	
		B	PR			
Euphorbiaceae						
<i>Acalypha multicaulis</i> Müll. Arg.	Catinga branca	-	X	Ab	N	
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Faveleira	X	-	A	N	
<i>Croton sp</i>	M. caroçudo	-	X	Ab	N	
<i>Croton argyrophyllus</i> Kunth. in Humb.	M. branco	-	X	Ab	N	
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	X	X	Ab	N	
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão bravo	X	X	Ab	N	
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Maniçoba	-	X	A	N	
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Burra leiteira	-	X	A	N	
Fabaceae						
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	Cumarú	-	X	A	S ²	
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	A. vermelho	X	-	A	N	
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) D. Dietr.	Mororó	-	X	A	N	
<i>Mimosa adenophylla</i> Taub. var. <i>mitis</i> Barneby	J. amorosa	X	-	Ab	N	
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	J. de imbirá	-	X	Ab	N	
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta	X	X	A	N	
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M. P. Lima & H. C. Lima	A. monjolo	-	X	A	N	
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema branca	X	X	A	N	
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P. Queiroz	Catingueira	X	X	A	N	
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S. Irwin & Barneby var. <i>macranthera</i>	Pau são João	-	X	A	N	
Lauraceae						
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.	Canela de veado	-	X	Ab	N	
Malpighiaceae						
	Desconhecida	Desc.	-	X	Ab	-
Indeterminada						
	Indeterminada 1	I.1	-	X	A	-
	Indeterminada 2	I.2	-	X	A	-

Fonte: Marinho (2011).

Nota 1: Status de conservação segundo a lista do Anexo I de Brasil (2008b).

Nota 2: Status de conservação segundo a lista do Anexo I de Brasil (2008b) e “*The IUCN Red List of Threatened Species*” (IUCN, 2010).

O número de famílias, gêneros e espécies em Barrentas foi inferior ao encontrado por Amorim, Sampaio e Araújo (2005), que encontram 15 espécies, 15 gêneros e 10 famílias; por Santana *et al.* (2009), que encontram 22 espécies, 20 gêneros e 12 famílias; e por Silva (2005), que encontrou 21 espécies, 21 gêneros e 14 famílias; estudos estes realizados em áreas de caatinga no Seridó Potiguar.

Em Passagem Rasa, foi encontrado menor número de famílias, gêneros e espécies do que o estudo realizado por Oliveira *et al.* (2009), em quatro áreas serranas do Cariri Paraibano, que encontraram de 13 a 17 famílias, de 21 a 34 gêneros e de 29 a 37 espécies.

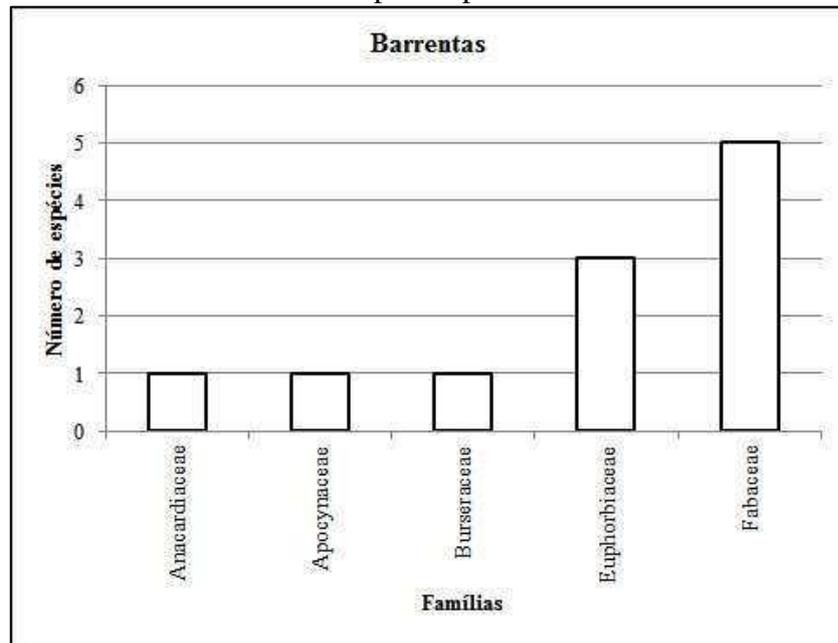
Em Barrentas, para as espécies *Anadenanthera colubrina* e *Spondias tuberosa*, foi amostrado apenas um indivíduo, enquanto que, em Passagem Rasa, foram *Cordia leucocephala*, *Capparis yco*, *Mimosa tenuiflora*, *Schinopsis brasiliensis* e *Senna macranthera*. Martins (1991) considera espécies raras aquelas com um único indivíduo amostrado, demonstrando que estas espécies podem estar ameaçadas nos sítios onde ocorrem.

Das espécies identificadas nas áreas de estudo, *Amburana cearensis*, *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis* constam na lista de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2008b) e *Amburana cearensis* no IUCN (2010).

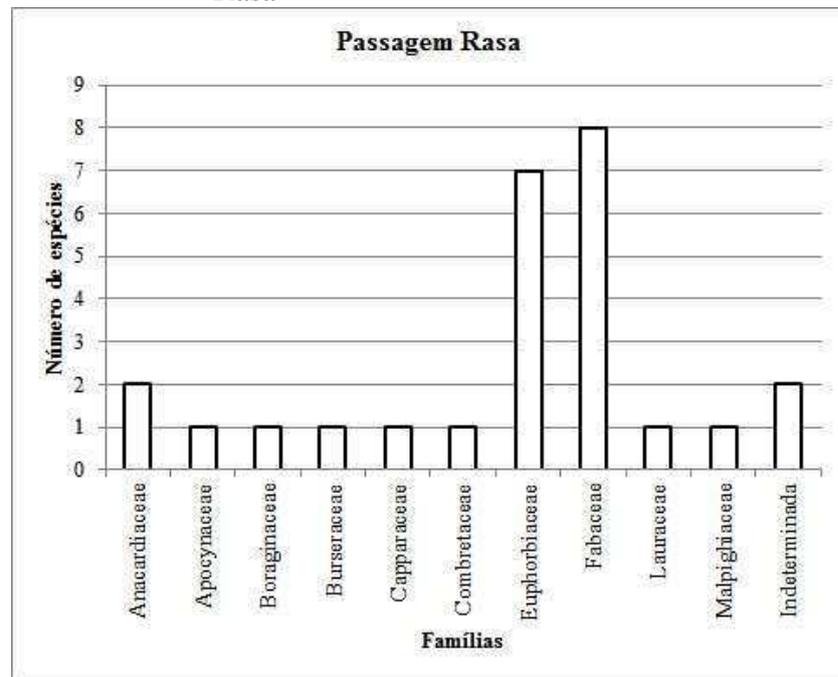
As famílias Fabaceae e Euphorbiaceae apresentaram maior diversidade florística nas áreas de estudo (**FIGURAS 6 e 7**), conforme constataram outros autores em estudos semelhantes (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005; SILVA, 2005; SANTANA; SOUTO, 2006; ARAÚJO, 2007; BARBOSA *et al.*, 2007; SANTOS; SANTOS, 2008; ANDRADE *et al.*, 2009; CALIXTO JÚNIOR, 2009; SANTANA *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2009; GUEDES, 2010; PINHEIRO; RODAL; ALVES, 2010).

Em Barrentas, a família Fabaceae foi representada por cinco espécies e Euphorbiaceae, por três espécies. Em Passagem Rasa, Fabaceae foi representada por oito espécies, Euphorbiaceae, por sete e Anacardiaceae, por duas. As demais famílias apresentaram apenas uma espécie nas duas áreas de estudo.

Poincianella pyramidalis, *Croton blanchetianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium* apresentaram os maiores números de indivíduos amostrados em Barrentas (**FIGURAS 8 e 9**), com 40,27%, 21,79%, 15,09% e 13,68% dos indivíduos encontrados, respectivamente, e, em Passagem Rasa, foram *Croton blanchetianus*, *Acalypha multicaulis*, *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium*, com 33,10 %, 24,79%, 22,49% e 5,94%.

FIGURA 6 – Número de espécies por famílias em Barrentas

Fonte: Marinho (2011).

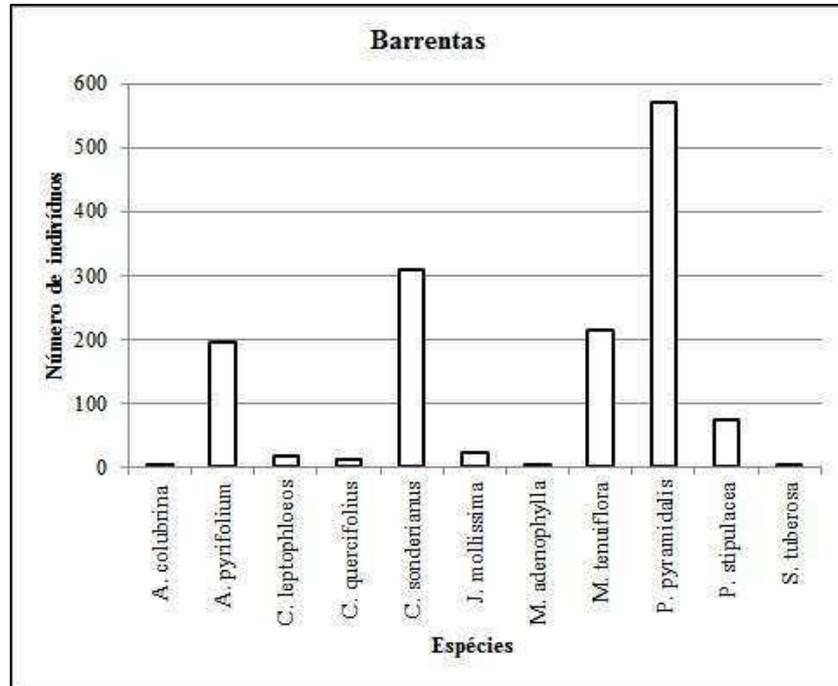
FIGURA 7 – Número de espécies por famílias em Passagem Rasa

Fonte: Marinho (2011).

Os índices de diversidade ecológica das áreas estudadas demonstraram similaridade ecológica entre as mesmas. O valor da Equabilidade (J') obtido para as áreas de estudo indicou uma distribuição homogênea de indivíduos por espécie (**TABELA 4**), o que

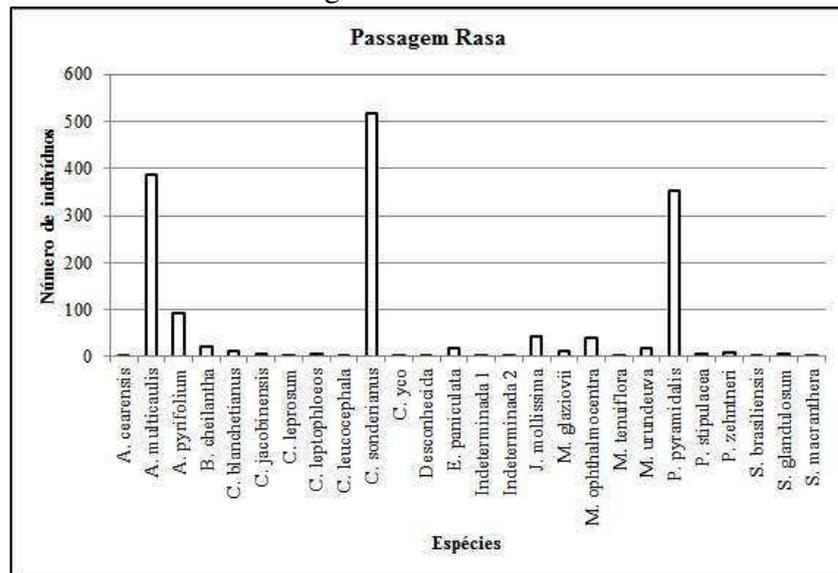
influenciou o valor de diversidade obtido. Esse valor de Equabilidade reflete a abundância de *Croton*, *Acalypha* e *Poincianella* em Passagem Rasa.

FIGURA 8 – Número de indivíduos amostrados, por espécies, em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 9 – Número de indivíduos amostrados, por espécies, em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

TABELA 4 – Média dos índices de diversidade ecológica para as parcelas amostrais de árvores adultas nas áreas de estudo

Índices de Diversidade Ecológica	Área de Estudo	
	Barrentas	Passagem Rasa
Diversidade de Shannon-Weaver (H')	1,41a	1,50a
Equabilidade de Pielou (J')	0,74a	0,66b
Índice de dominância de Simpson (C)	0,69a	0,69a

Fonte: Marinho (2011).

Nota: Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey, $p = 0,05$).

Em outros estudos em áreas de caatinga, foram encontrados índices de diversidade ligeiramente superiores aos índices gerais das áreas de estudo em Barrentas ($H' = 1,59$) e Passagem Rasa ($H' = 1,83$), onde Silva (2005) encontrou valores de Shannon-Weaver (H') de 2,24 e de 2,45 em duas áreas; Araújo (2007) encontrou o valor de 2,37; Calixto Júnior (2009), de 2,52; Oliveira *et al.* (2009), de 2,35 a 2,93, em quatro áreas, e Guedes (2010), de 2,54.

4.2.1 Estrutura Horizontal

A densidade encontrada neste estudo (**TABELA 5**) foi de 3.545 indivíduos por hectare (ind.ha^{-1}) em Barrentas, valor aproximado ao encontrado por Amorim, Sampaio e Araújo (2005) e por Fabricante e Andrade (2007) (3.130 a 3.250 ind.ha^{-1}), porém os valores deste estudo foram inferiores aos encontrados por Santana e Souto (2006) e por Santana *et al.* (2009) (4.080 ind.ha^{-1}). Em Passagem Rasa, a densidade foi de 3.260 ind.ha^{-1} , valor aproximado ao encontrado por Barbosa *et al.* (2007) e por Oliveira *et al.* (2009) (entre 3.010 e 4.540 ind.ha^{-1}).

TABELA 5 – Estrutura horizontal da área de caatinga em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), valores dos parâmetros Densidades Absoluta (DA) e Relativa (DR), Frequência Relativa (FR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI%), por espécies

Espécies	(continua)									
	DA		DR		FR		DoR		VI%	
	B	PR	B	PR	B	PR	B	PR	B	PR
<i>Acalypha multicaulis</i>	-	808	-	24,79	-	8,33	-	4,60	--	12,58
<i>Amburana cearensis</i>	-	8	-	0,26	-	2,50	-	2,25	-	1,67
<i>Anadenanthera colubrina</i>	3	-	0,07	-	1,47	-	0,02	-	0,52	-
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	485	194	13,68	5,94	14,71	9,17	8,47	9,27	12,29	8,13

TABELA 5 – Estrutura horizontal da área de caatinga em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), valores dos parâmetros Densidades Absoluta (DA) e Relativa (DR), Frequência Relativa (FR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI%), por espécies

(conclusão)

Espécies	DA		DR		FR		DoR		VI%	
	B	PR	B	PR	B	PR	B	PR	B	PR
<i>Bauhinia cheilantha</i>	-	48	-	1,47	-	6,67	-	1,08	-	3,07
<i>Capparis yco</i>	-	2	-	0,06	-	0,83	-	0,43	-	0,44
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	30	-	0,85	-	4,41	-	6,57	-	3,94	-
<i>Combretum leprosum</i>	-	6	-	0,19	-	1,67	-	0,02	-	0,63
<i>Commiphora leptophloeos</i>	40	13	1,13	0,38	10,29	2,50	3,36	5,44	4,93	2,78
<i>Cordia leucocephala</i>	-	2	-	0,06	-	0,83	-	0,00	-	0,30
<i>Croton</i> sp	-	25	-	0,77	-	2,50	-	0,08	-	1,12
<i>Croton argyrophyllus</i>	-	13	-	0,38	-	0,83	-	0,05	-	0,42
<i>Croton blanchetianus</i>	773	1079	21,79	33,10	14,71	9,17	5,09	5,91	13,86	16,06
<i>Endlicheria paniculata</i>	-	35	-	1,09	-	1,67	-	0,22	-	0,99
<i>Jatropha mollissima</i>	55	90	1,55	2,75	11,76	9,17	1,25	0,89	4,86	4,27
<i>Manihot glaziovii</i>	-	23	-	0,70	-	5,00	-	1,18	-	2,29
<i>Mimosa adenophylla</i>	8	-	0,21	-	1,47	-	0,04	-	0,57	-
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	-	85	-	2,62	-	9,17	-	3,21	-	5,00
<i>Mimosa tenuiflora</i>	535	2	15,09	0,06	13,24	0,83	21,52	0,27	16,62	0,39
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	-	38	-	1,15	-	5,83	-	5,14	-	4,04
<i>Parapiptadenia zehntneri</i>	-	21	-	0,64	-	4,17	-	2,29	-	2,37
<i>Piptadenia stipulacea</i>	188	13	5,29	0,38	11,76	2,50	3,27	0,57	6,77	1,15
<i>Poincianella pyramidalis</i>	1428	733	40,27	22,49	14,71	10,00	47,64	54,40	34,21	28,96
<i>Sapium glandulosum</i>	-	13	-	0,38	-	2,50	-	0,48	-	1,12
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	-	2	-	0,06	-	0,83	-	2,11	-	1,00
<i>Senna macranthera</i>	-	2	-	0,06	-	0,83	-	0,02	-	0,30
<i>Spondias tuberosa</i>	3	-	0,07	-	1,47	-	2,77	-	1,44	-
Desconhecida	-	2	-	0,06	-	0,83	-	0,02	-	0,31
Indeterminada 1	-	2	-	0,06	-	0,83	-	0,02	-	0,31
Indeterminada 2	-	2	-	0,06	-	0,83	-	0,02	-	0,31

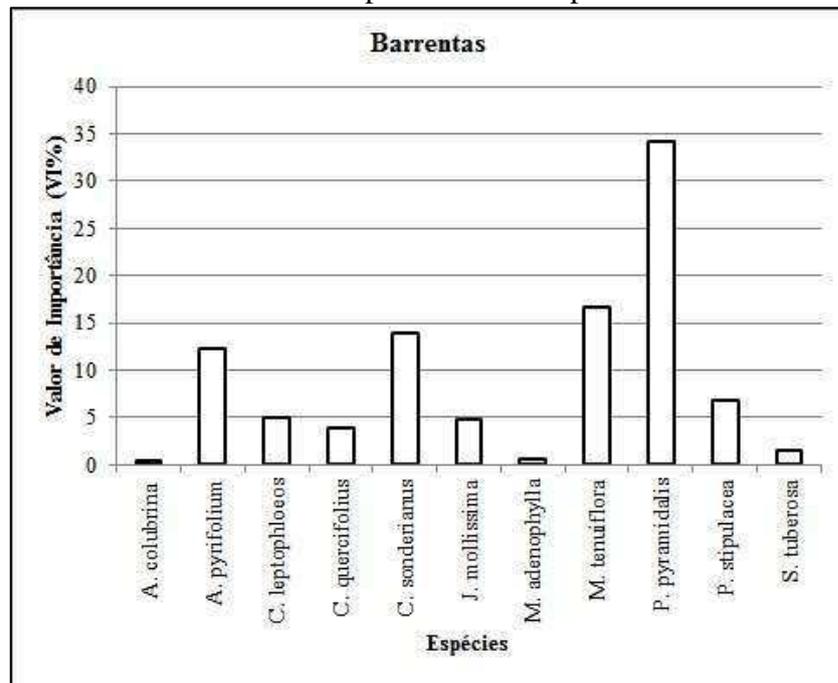
Fonte: Marinho (2011).

Nota: Os valores apresentados foram calculados para cada área de estudo individualmente, não representando uma análise conjunta das espécies.

A análise dos parâmetros fitossociológicos mostrou que as espécies *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora*, *Croton blanchetianus* e *Aspidosperma pyrifolium* apresentaram os maiores Valores de Importância (VI) em Barrentas (totalizando 76,98%),

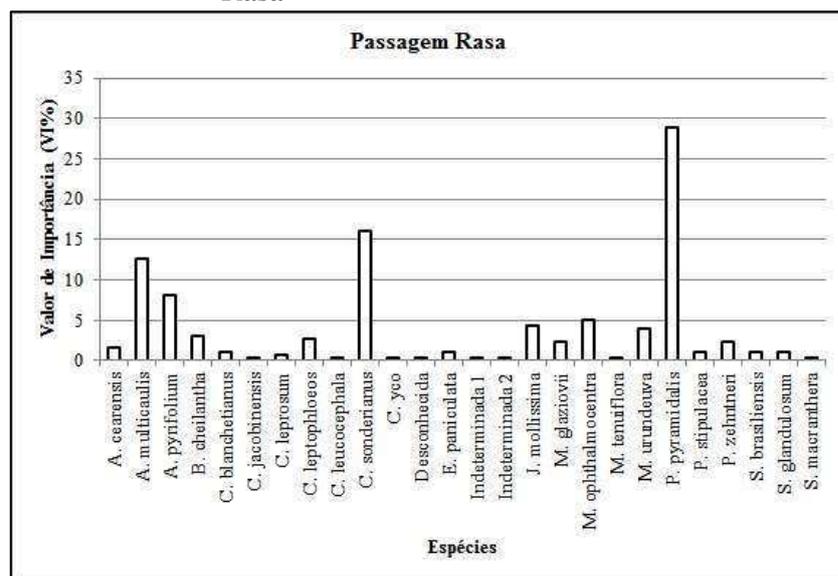
enquanto que, em Passagem Rasa (**FIGURAS 10 e 11**), foram *Poincianella pyramidalis*, *Croton blanchetianus*, *Acalypha multicaulis* e *Aspidosperma pyriforme* (com 65,73% do VI), demonstrando que estas espécies apresentam maior distribuição e número de indivíduos nas áreas estudadas.

FIGURA 10 – Valor de importância das espécies em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 11 – Valor de importância das espécies em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

Poincianella pyramidalis, *Croton blanchetianus* e *Aspidosperma pyrifolium*, citadas neste estudo, também apresentaram maior VI nos levantamentos fitossociológicos realizados em áreas de caatinga por Santana *et al.* (2009) e Oliveira *et al.* (2009).

4.2.2 Análise de Similaridade

A similaridade florística, entre as áreas de estudo, estimada pelo índice de Jaccard, foi igual a 0,16, revelando baixa homogeneidade florística entre a caatinga encontrada na Depressão Sertaneja (Barrentas) e a do Planalto da Borborema (Passagem Rasa).

No índice de Jaccard, a similaridade é máxima quando o valor é igual a um e inexistente quando for igual a zero. Em geral, acima de 0,5, Jaccard indica alta similaridade (MAGURRAN, 1988 citado por CALIXTO JÚNIOR, 2009).

Silva (2005) comenta que maiores similaridades são obtidas em levantamentos florestais realizados num mesmo estrato ou em regiões próximas. Pinheiro, Rodal e Alves (2010) verificaram uma baixa similaridade em áreas de caatinga quando compararam áreas sobre solos cristalinos e áreas sobre solos sedimentares, embora o estudo tenha sido efetuado numa mesma região de relevo (Depressão Sertaneja).

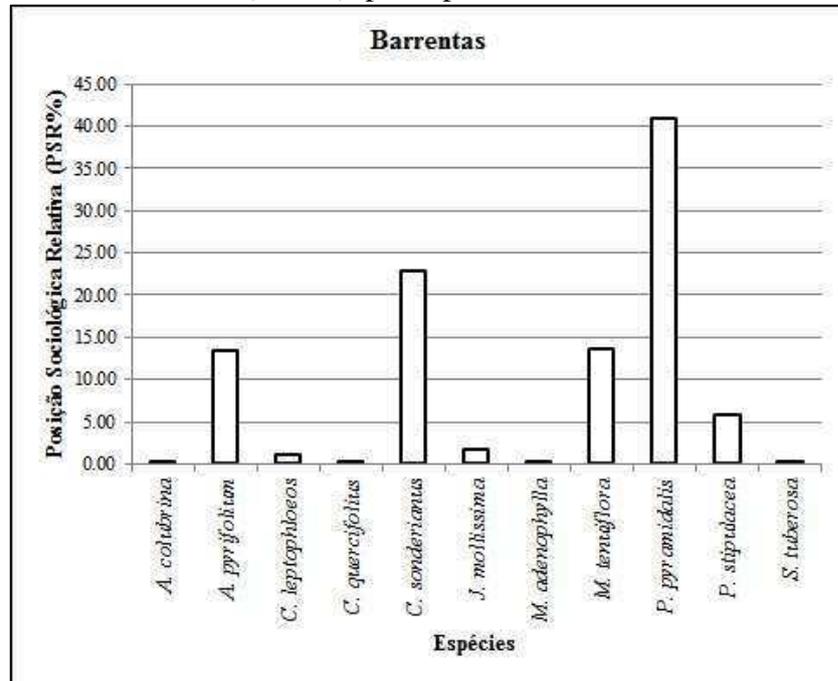
4.2.3 Estrutura Vertical

A estrutura vertical das áreas estudadas (**FIGURAS 12 e 13**) permitiu verificar que as espécies *Poincianella pyramidalis*, *Croton blanchetianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium*, em Barrentas, e *Croton blanchetianus*, *Acalypha multicaulis*, *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium*, em Passagem Rasa, representam, respectivamente, 90,95% e 87,23% da Posição Sociológica Relativa (segundo a altura observada nas parcelas de árvores adultas).

A caatinga, em Barrentas, apresentou uma altura média de 3,2 metros, com uma altura máxima observada de 6,5 m, enquanto que, em Passagem Rasa, a altura média foi de 3,6 m e a máxima de 11,5 m. A maioria dos indivíduos florestais, em ambas as áreas, encontram-se no estrato intermediário de altura, com 72,71% dos indivíduos, em Barrentas, e 76,04%, em Passagem Rasa (**FIGURAS 14 e 15**), sendo que *Poincianella pyramidalis* e *Mimosa tenuiflora* foram as espécies que apresentaram maior número de indivíduos (83,50%) no estrato superior em Barrentas. Já em Passagem Rasa, *Poincianella pyramidalis* foi a espécie com maior número de indivíduos no estrato superior (59,09%), sendo que *Manihot*

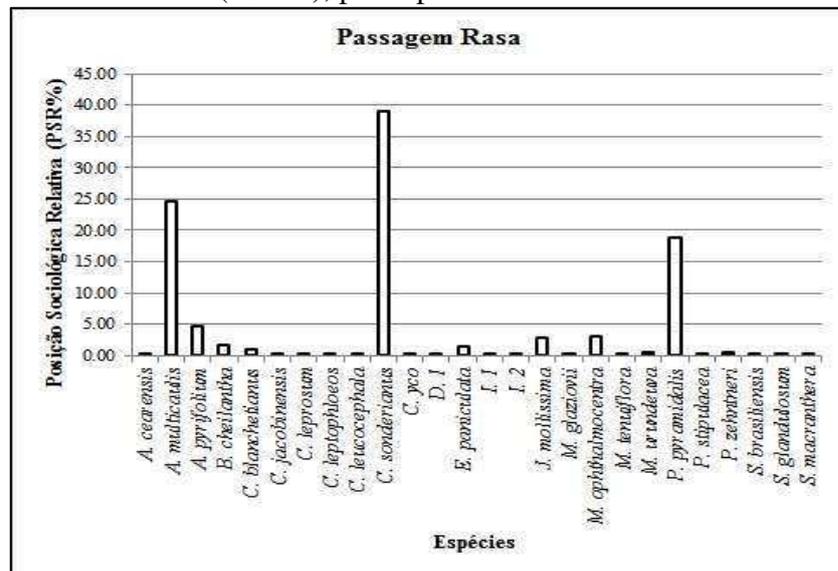
glaziovii, *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis* foram as únicas espécies com indivíduos mensurados acima dos 8,0 m de altura total.

FIGURA 12 – Estrutura vertical da floresta em Barrentas, distribuição da Posição Sociológica Relativa (PSR%), por espécie



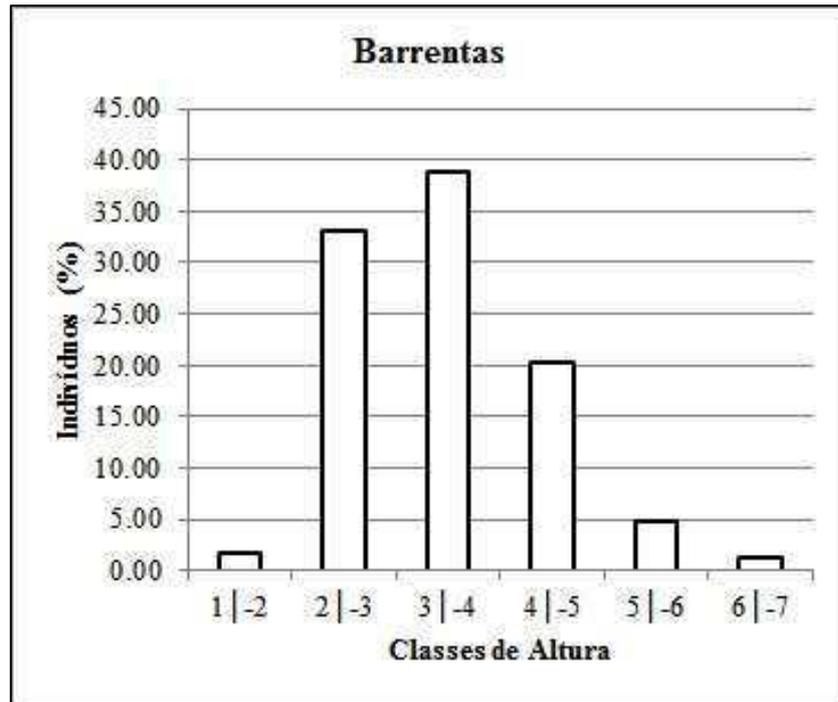
Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 13 – Estrutura vertical da floresta em Passagem Rasa, distribuição da Posição Sociológica Relativa (PSR%), por espécie



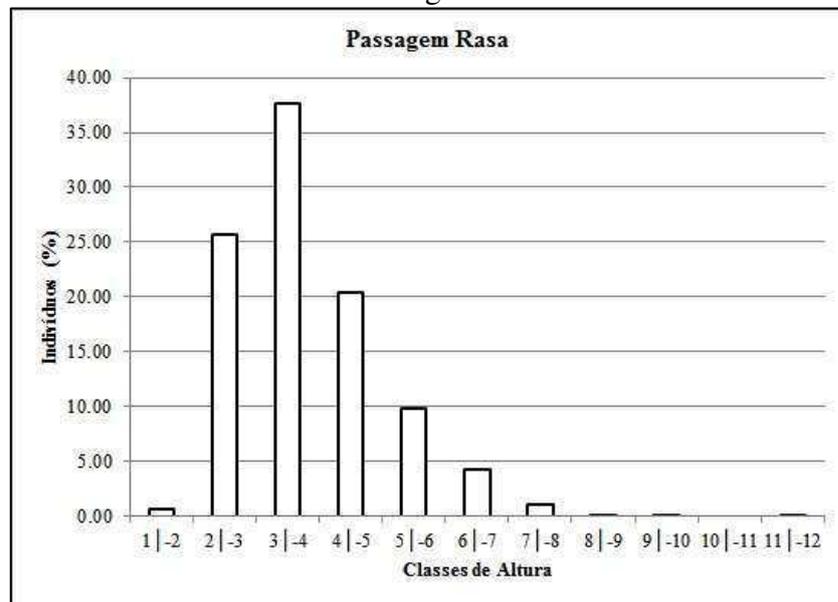
Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 14 – Percentual de indivíduos segundo as classes de altura em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 15 – Percentual de indivíduos segundo as classes de altura em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

Santana e Souto (2006) encontraram uma distribuição percentual dos indivíduos por classes de altura com maior concentração nas classes inferiores, num total de 84% dos indivíduos até 3,0 m de altura no Seridó Potiguar, quantitativo semelhante ao encontrado por

Fabricante e Andrade (2007) em estudo da caatinga no Seridó Paraibano (84,46% dos indivíduos com altura até 3,0 m), enquanto que, no atual estudo, na área de Barrentas (Seridó Potiguar), esse percentual foi de 54,94%.

Em estudo da vegetação de caatinga na Reserva Particular do Patrimônio Natural Almas (município de Sumé-PB), Barbosa *et al.* (2007) encontraram uma altura média de 3,1 m, condizente com o levantado neste estudo para Passagem Rasa (também em Sumé-PB).

Rodal, Martins e Sampaio (2008) encontraram uma altura média entre 3,4 m e 3,9 m para a caatinga arbustiva arbórea, em Pernambuco, e de 4,4 m a 5,5 m para a caatinga arbórea, tendo *Poincianella pyramidalis* como a espécie mais frequente nas áreas estudadas, fato que também se comprova no atual estudo.

4.2.4 Regeneração Natural

A composição da regeneração natural, em Barrentas, foi representada por 398 indivíduos, pertencentes a cinco famílias, 10 gêneros, e 12 espécies. Em Passagem Rasa, foi representada por 680 indivíduos de cinco famílias, 10 gêneros, e 11 espécies (TABELA 6).

TABELA 6 – Relação florística de famílias/espécies encontradas nas subparcelas de regeneração natural em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), com informações sobre o Hábito (A = Arbóreo, Ab = Arbustivo, C = Cacto, H = Herbáceo), e Status de Conservação (N = não ameaçada, S = ameaçada)

(continua)

Famílias/Espécies	Nome popular	Local		Hábito	Status
		B	PR		
Apocynaceae					
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Pereiro	X	X	A	N
Boraginaceae					
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	Moleque duro	-	X	Ab	N
Cactaceae					
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C.Weber) Byles & G.D.Rowley subsp. <i>gounellei</i>	Xique xique	X	-	C	N
Euphorbiaceae					
<i>Acalypha multicaulis</i> Müll. Arg.	Catinga branca	-	X	Ab	N
<i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl	Faveleira	X	-	A	N
<i>Croton</i> sp	M. caroçudo	-	X	Ab	N
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	X	X	Ab	N
<i>Croton campestris</i> A.St.-Hil.	Velame	X	-	Ab	N
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão bravo	X	X	Ab	N

TABELA 6 – Relação florística de famílias/espécies encontradas nas subparcelas de regeneração natural em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), com informações sobre o Hábito (A = Arbóreo, Ab = Arbustivo, C = Cacto, H = Herbáceo), e Status de Conservação (N = não ameaçada, S = ameaçada)

(conclusão)

Famílias/Espécies	Nome popular	Local		Hábito	Status
		B	PR		
Euphorbiaceae					
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Burra leiteira	-	X	A	N
Fabaceae					
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) D. Dietr.	Mororó	-	X	A	N
<i>Mimosa adenophylla</i> Taub. var. <i>mitis</i> Barneby	J. amorosa	X	-	Ab	N
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	J. de imbirá	-	X	Ab	N
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta	X	-	A	N
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema branca	X	-	A	N
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P. Queiroz	Catingueira	X	X	A	N
<i>Senna uniflora</i> (P. Mill.) H.S.Irwin & Barneby	Malva branca	X	-	H	N
Lauraceae					
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.	Canela de veado	-	X	A	N
Malvaceae					
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malva	X	-	H	N

Fonte: Marinho (2011).

Nota 1: Status de conservação verificado segundo a lista do Anexo I de Brasil (2008b) e “*The IUCN Red List of Threatened Species*” (IUCN, 2010).

Nota 2: Os valores apresentados foram calculados para cada área de estudo individualmente, não representando uma análise conjunta das espécies.

As famílias Euphorbiaceae e Fabaceae foram as mais representativas do estrato regenerante nas duas áreas, assim como para o estrato de árvores adultas. *Croton campestris*, *Pilosocereus gounellei*, *Senna uniflora* e *Sida cordifolia* (essas duas últimas do estrato herbáceo) encontradas no estrato regenerante na área de Barrentas, não foram encontradas no estrato de árvores adultas.

Em Barrentas, houve acréscimo de uma espécie no estrato adulto em relação ao estrato regenerante, com diminuição de um gênero. Em Passagem Rasa, houve diminuição para cinco famílias, 10 gêneros e 11 espécies.

Nenhuma das espécies encontradas na Regeneração Natural das áreas de estudo encontra-se com status de ameaçada de extinção.

Em Barrentas, *Anadenanthera colubrina*, *Commiphora leptophloeos* e *Spondias tuberosa*, encontradas no estrato de árvores adultas, não foram encontradas no estrato

TABELA 7 – Relação florística das famílias/espécies encontrados no estrato Regenerante (R) e no estrato de Árvores Adultas (A) nas áreas de estudo

(conclusão)

Famílias/Espécies	Barrentas		Passagem Rasa	
	R	A	R	A
Fabaceae				
<i>Bauhinia cheilantha</i>	-	-	X	X
<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	X	-	-
<i>Mimosa adenophylla</i>	X	X	-	-
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	-	-	X	X
<i>Mimosa tenuiflora</i>	X	X	-	X
<i>Parapiptadenia zehntneri</i>	-	-	-	X
<i>Piptadenia stipulacea</i>	X	X	-	X
<i>Poincianella pyramidalis</i>	X	X	X	X
<i>Senna macranthera</i>	-	-	-	X
<i>Senna uniflora</i>	X	-	-	-
Lauraceae				
<i>Endlicheria paniculata</i>	-	-	X	X
Malpighiaceae				
Desconhecida	-	-	-	X
Malvaceae				
<i>Sida cordifolia</i>	X	-	-	-
Indeterminada				
Indeterminada 1	-	-	-	X
Indeterminada 2	-	-	-	X

Fonte: Marinho (2011).

Em ambas as áreas, *Commiphora leptophloeos*, encontrada no estrato de árvores adultas, não foi encontrada no estrato regenerante. *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton blanchetianus*, *Jatropha molissima* e *Poincianella pyramidalis* aparecem nos dois estratos nas áreas estudadas.

Os índices de diversidade ecológica para o estrato regenerante das áreas de estudo (**TABELA 8**) demonstram similaridade ecológica entre as mesmas, não havendo diferenças estatísticas entre as médias dos índices verificados para as subparcelas de regeneração natural.

O estrato regenerante, em Barrentas, apresentou uma densidade de 15.920 ind.ha⁻¹, enquanto que, em Passagem Rasa, a densidade foi de 22.667 ind.ha⁻¹ (**FIGURAS 16 e 17**). Silva (2005) constatou uma densidade de 8.740 ind.ha⁻¹ em estudo da regeneração natural da caatinga, no Seridó Potiguar, e de 11.485 ind.ha⁻¹ em área do Sertão Paraibano. Já Fabricante

e Andrade (2007) encontraram uma baixa densidade no estrato regenerante da caatinga no Seridó Paraibano, de apenas 2.822 ind.ha⁻¹. Cavalcanti e Rodal (2010) encontraram até 15.125 ind.ha⁻¹ no estrato regenerante em áreas de caatinga no Sertão Potiguar, enquanto que Alves *et al.* (2010) encontraram uma densidade de 4.272 ind.ha⁻¹ em uma área de caatinga no Sertão Paraibano, valor bem abaixo dos encontrados neste estudo.

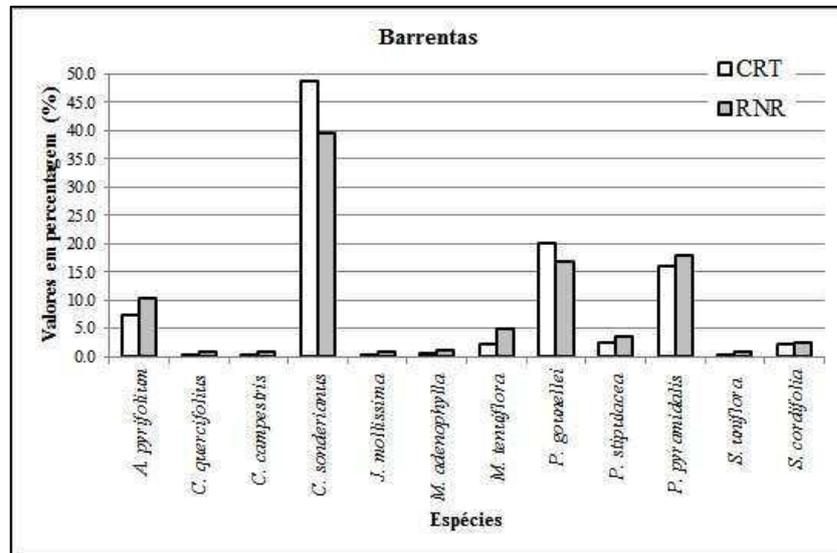
TABELA 8 – Média dos índices de diversidade ecológica para as subparcelas de regeneração natural nas áreas de estudo

Índices de Diversidade Ecológica	Área de Estudo	
	Barrentas	Passagem Rasa
Diversidade de Shannon-Weaver (H')	1,14a	1,18a
Equabilidade de Pielou (J')	0,77a	0,84a
Índice de dominância de Simpson (C)	0,61a	0,70a

Fonte: Marinho (2011).

Nota: Foi adotado um nível de significância de 0,05 para cálculo dos índices de diversidade; médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey, p = 0,05).

FIGURA 16 – Estrutura vertical da regeneração natural, valores percentuais dos parâmetros Classe Relativa de Tamanho de Regeneração Natural (CRT) e Regeneração Natural Relativa (RNR), em Barrentas

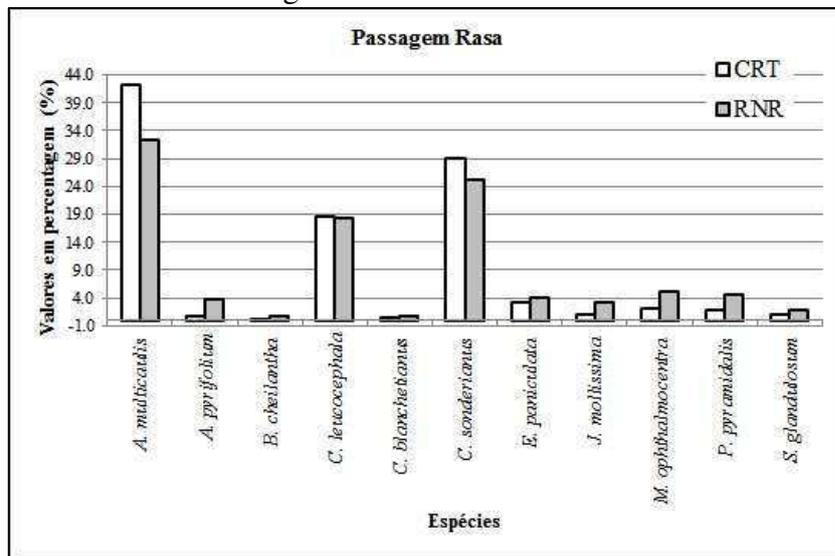


Fonte: Marinho (2011).

Croton blanchetianus, *Pilosocereus gounellei*, *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyriformis*, foram as espécies com maior Valor de Importância e as mais representativas do estrato regenerante em Barrentas, chegando a 91,46% da densidade de

indivíduos. Em Passagem Rasa, *Acalypha multicaulis*, *Croton blanchetianus*, *Cordia leucocephala* e *Mimosa ophthalmocentra* representaram 83,61% da densidade de indivíduos no estrato regenerante, sendo também as espécies com maior Valor de Importância no estrato regenerante.

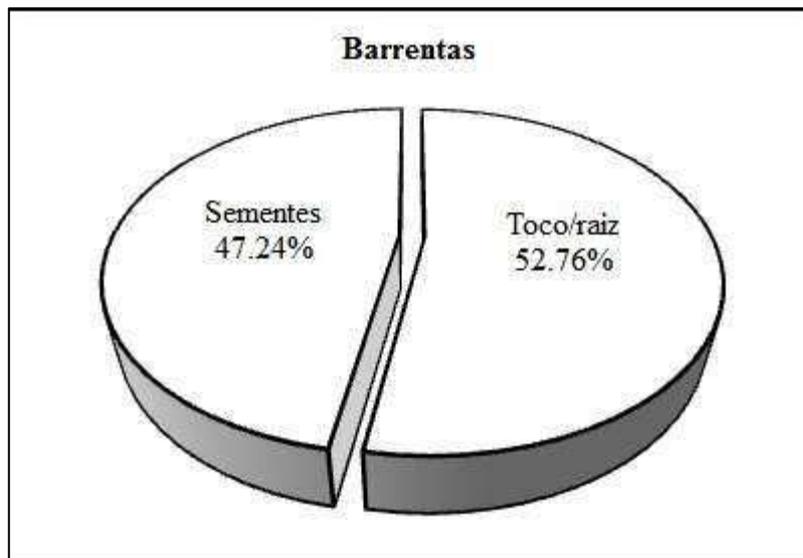
FIGURA 17 – Estrutura vertical da regeneração natural, valores percentuais dos parâmetros Classe Relativa de Tamanho de Regeneração Natural (CRT) e Regeneração Natural Relativa (RNR), em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

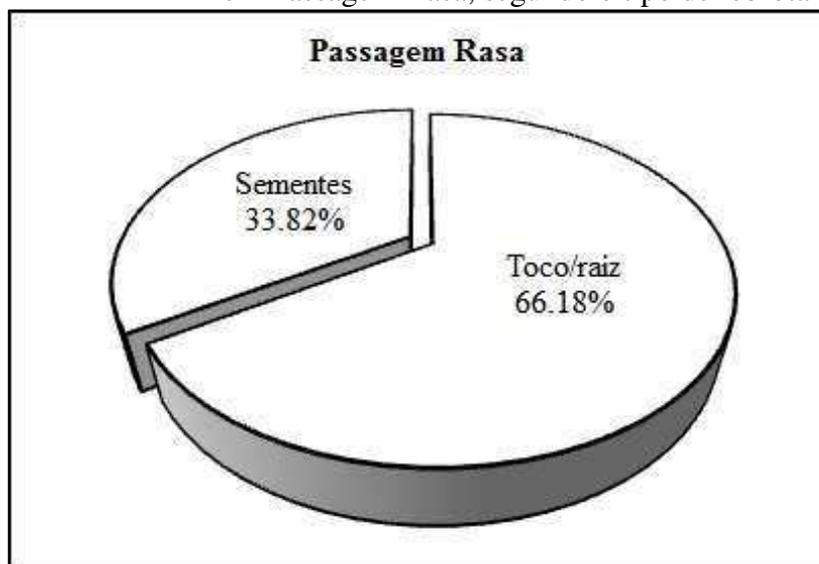
A maior regeneração natural é oriunda de rebrota nas duas áreas de estudo (**FIGURAS 18 e 19**), sendo verificado, em Barrentas, que 52,76% dos indivíduos regenerantes eram oriundos de rebrota (toco ou raiz) e, em Passagem Rasa, foram 66,18%, mas que também há regeneração por sementes (**TABELA 9**), indicando haver ou ter havido pressão antrópica e/ou animal nessas áreas, sendo constatado que as duas áreas são utilizadas para pastejo de animais de criação (asininos, bovinos, caprinos, equinos, muares e ovinos).

FIGURA 18 – Percentual de indivíduos na regeneração natural em Barrentas, segundo o tipo de rebrota



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 19 – Percentual de indivíduos na regeneração natural em Passagem Rasa, segundo o tipo de rebrota



Fonte: Marinho (2011).

TABELA 9 – Classes de tamanho da regeneração natural, valores dos parâmetros Densidade Relativa (DR), por Classe de Altura e Tipo de Rebrota, para as subparcelas de regeneração natural em Barrentas (B) e Passagem Rasa (P)

Espécies/Classes	Regeneração por sementes				Regeneração de toco/raiz			
	Classe 1		Classe 2		Classe 1		Classe 2	
	B	P	B	P	B	P	B	P
<i>Acalypha multicaulis</i>	-	23,01	-	22,22	-	25,42	-	50,90
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	18,60	3,54	6,20	2,56	4,55	0,00	7,98	0,00
<i>Bauhinia cheilantha</i>	-	0,88	-	0,00	-	0,00	-	0,00
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	2,33	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
<i>Cordia leucocephala</i>	-	30,09	-	13,68	-	42,37	-	17,65
<i>Croton</i> sp	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,51
<i>Croton campestris</i>	0,00	-	0,00	-	4,55	-	0,00	-
<i>Croton blanchetianus</i>	32,56	29,22	13,10	36,75	81,80	5,08	76,06	27,88
<i>Endlicheria paniculata</i>	-	4,42	-	8,55	-	0,00	-	1,79
<i>Jatropha mollissima</i>	0,00	0,88	0,69	3,42	0,00	0,00	0,00	0,26
<i>Mimosa adenophylla</i>	0,00	-	1,38	-	0,00	-	0,00	-
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	-	2,65	-	9,40	-	0,00	-	0,00
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,00	-	3,45	-	0,00	-	1,60	-
<i>Pilosocereus gounellei</i>	2,33	-	42,76	-	0,00	-	3,72	-
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,00	-	2,76	-	4,55	-	2,13	-
<i>Poincianella pyramidalis</i>	32,56	5,31	24,83	3,42	4,55	0,00	8,51	1,01
<i>Sapium glandulosum</i>	-	0,00	-	0,00	-	27,13	-	0,00
<i>Senna uniflora</i>	2,32	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
<i>Sida cordifolia</i>	9,30	-	4,83	-	0,00	-	0,00	-

Fonte: Marinho (2011).

Nota: Os valores apresentados foram calculados para cada área de estudo individualmente, não representando uma análise conjunta das espécies.

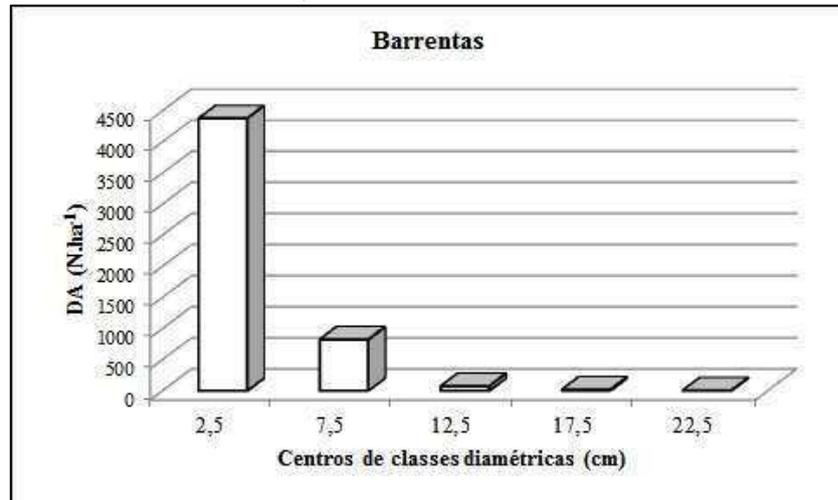
4.3 Distribuição Paramétrica e Volumetria

4.3.1 Distribuição da Densidade

Foi encontrada uma densidade de 5.300 fustes.ha⁻¹, em Barrentas, e de 4.175 fuste.ha⁻¹ em Passagem Rasa, demonstrando, assim, a existência de bifurcação nos indivíduos florestais da caatinga, uma vez que a densidade de indivíduos, em Barrentas, foi de 3.545 ind.ha⁻¹ e de 3.260 ind.ha⁻¹ em Passagem Rasa, ou seja, cerca de 50% os indivíduos, em Barrentas, e de 28%, em Passagem Rasa, apresentaram mais de um fuste.

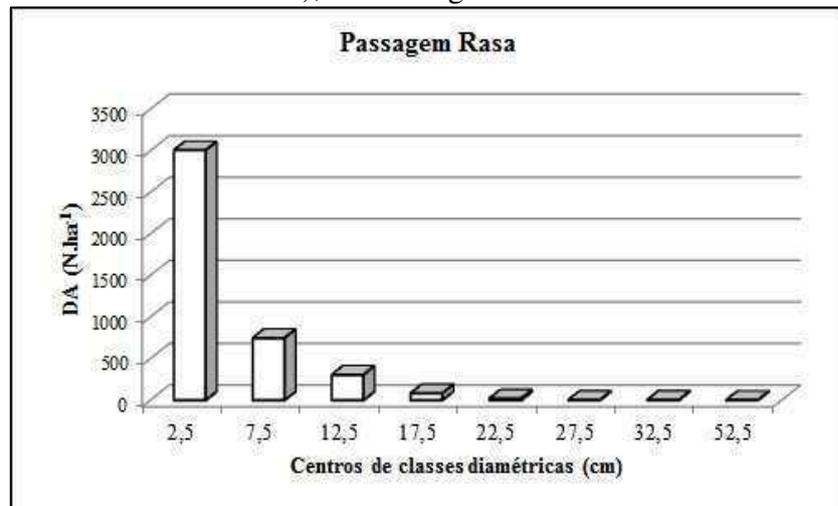
A distribuição diamétrica da densidade das duas áreas de estudo (**FIGURAS 20 e 21**) seguiu a tendência de “J” invertido, típico das florestas inequiâneas (naturais).

FIGURA 20 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 21 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Passagem Rasa



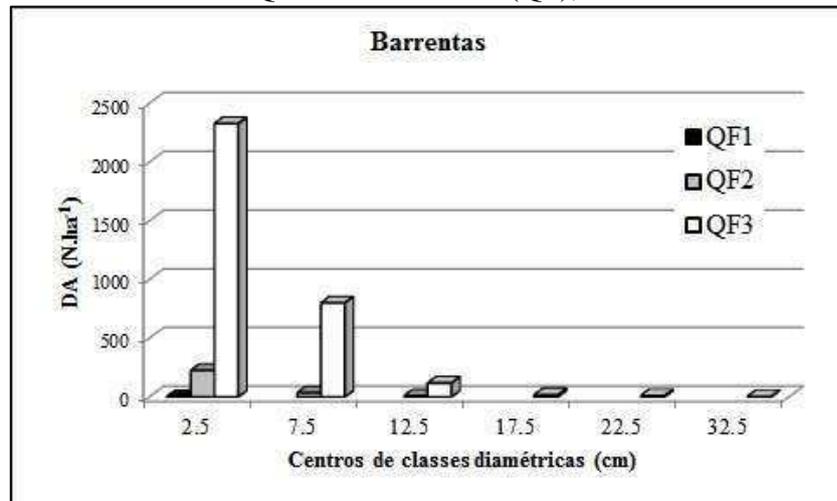
Fonte: Marinho (2011).

Foi observada uma concentração de 98,16% da densidade absoluta de fustes nas duas primeiras classes diamétricas, em Barrentas, e de 89,92% em Passagem Rasa. Fato semelhante também foi encontrado em outros estudos na caatinga (SILVA 2005; XAVIER; PAES; LIRA FILHO, 2005; PEGADO *et al.*, 2006; SANTANA; SOUTO, 2006; ARAÚJO,

2007; FABRICANTE; ANDRADE, 2007; RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008; CALIXTO JÚNIOR, 2009; DANTAS *et al.*, 2010; GUEDES, 2010).

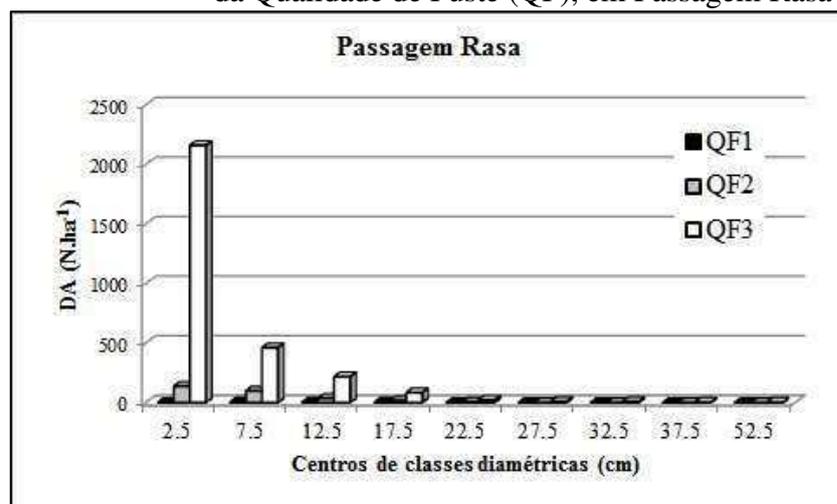
Uma análise qualitativa dos fustes dos indivíduos florestais de árvores adultas revela que a maior densidade era de fustes tortuosos, com defeitos ou bifurcados (**FIGURAS 22 e 23**), representando 92,38% da densidade, em Barrentas, e 90,86% em Passagem Rasa.

FIGURA 22 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Qualidade de Fuste (QF), em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

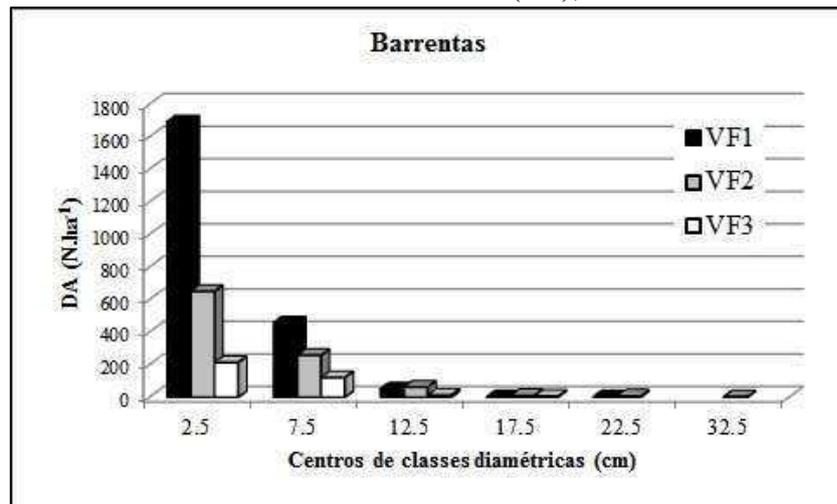
FIGURA 23 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N.ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Qualidade de Fuste (QF), em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

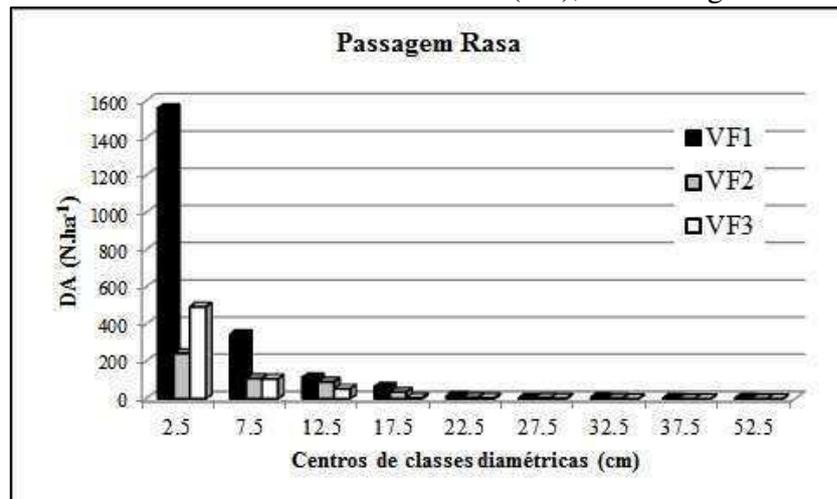
Na análise qualitativa da vitalidade dos fustes (**FIGURAS 24 e 25**), foi constatado que 62,20% da densidade de indivíduos estimada apresentava fustes sadios, 27,93%, fustes doentes e 9,87%, fustes mortos, em Barrentas. Em Passagem Rasa, esses valores foram de 64,66% para fustes sadios, 15,02% para fustes doentes e 20,32% para fustes mortos.

FIGURA 24 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N \cdot ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Vitalidade de Fuste (VF), em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 25 – Distribuição da Densidade Absoluta ($N \cdot ha^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes, em cm), da Vitalidade de Fuste (VF), em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

As espécies com maior expressão na densidade de indivíduos com fuste morto foram *Poincianella pyramidalis*, *Croton blanchetianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma*

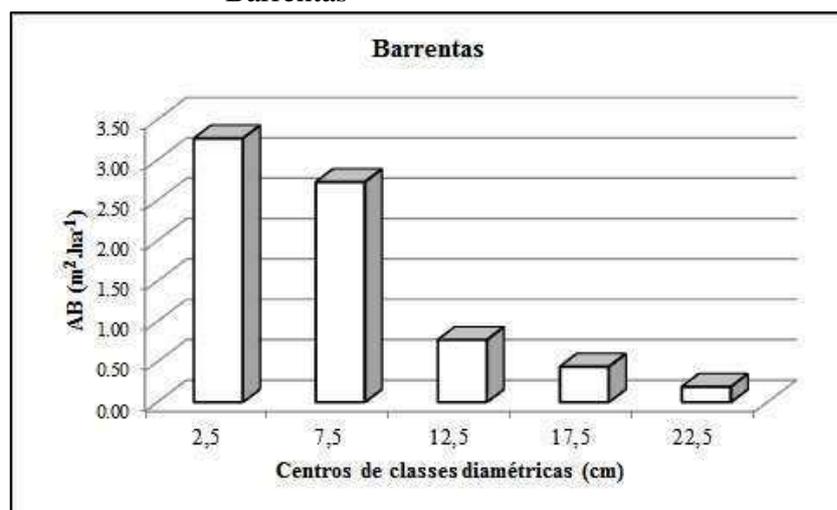
pyrifolium em Barrentas, enquanto que, em Passagem Rasa, foram *Acalypha multicaulis*, *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Myracrodruon urundeuva*.

Em estudos de caatinga, Silva (2005) encontrou uma densidade de 17,01% de indivíduos mortos, e Guedes (2010) encontrou uma densidade de 7,09%, enquanto que Araújo (2007) encontrou uma densidade média de 24%, com *Croton blanchetianus* como a espécie com maior contribuição na densidade de indivíduos mortos do estrato florestal, espécie que também foi citada neste estudo como uma das que apresentaram maior densidade de indivíduos com fuste morto.

4.3.2 Distribuição da Área Basal

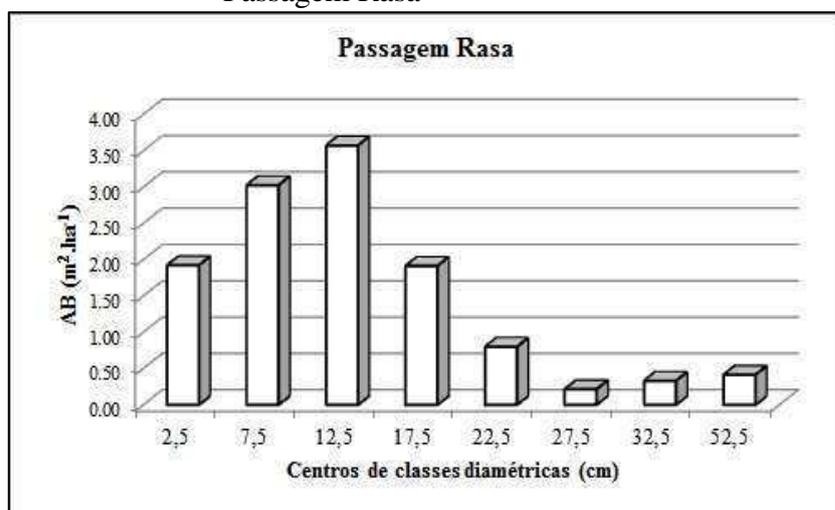
As áreas basais dos fustes, em Barrentas e Passagem Rasa, foram, respectivamente, de 7,40 m².ha⁻¹ e de 12,19 m².ha⁻¹. Em Barrentas, os maiores valores de áreas basais se concentraram nas classes de Diâmetro a Altura do Peito (DAP) até 10 cm, com maior expressão na primeira classe diamétrica (DAP até 5 cm). Em Passagem Rasa, observa-se que o porte da vegetação é maior que em Barrentas, e a concentração da distribuição da área basal se desloca até a quarta classe diamétrica (DAP até 20 cm), com maior concentração na terceira classe (DAP entre 10 e 15 cm) (FIGURAS 26 e 27).

FIGURA 26 – Distribuição da Área Basal (m².ha⁻¹) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Barrentas



Fonte: Marinho (2011).

FIGURA 27 – Distribuição da Área Basal ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) dos fustes, por classes diamétricas (centro das classes), em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

O DAP médio, em Barrentas, foi de 3,69 cm, com um máximo de 23,87 cm, mensurado em *Spondias tuberosa*. Em Passagem Rasa, o DAP médio foi de 4,66 cm, com um máximo de 50,29 cm, mensurado em *Poincianella pyramidalis*.

Poincianella pyramidalis se destaca como a espécie com maior participação na área basal nas duas áreas de estudo (TABELA 10), representando 47,64% da área basal estimada, em Barrentas, e 54,40% em Passagem Rasa. Em Barrentas, *Mimosa tenuiflora* também apresenta notória participação na área basal (21,62%).

TABELA 10 – Distribuição das estimativas volumétricas da área de caatinga em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), valores dos parâmetros Número de Fustes (N), Densidade Absoluta (DA), Área Basal (AB) e Volume Real (VR), por espécies

(continua)

Espécies	N		DA		AB		VR*	
	B	PR	B	PR	B	PR	B	PR
<i>Acalypha multicaulis</i>	-	509	-	1060	-	0,56	-	1,37
<i>Amburana cearensis</i>	-	8	-	17	-	0,27	-	1,60
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	-	3	-	0,00	-	0,00	-
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	286	132	715	275	0,63	1,11	1,75	5,21
<i>Bauhinia cheilantha</i>	-	32	-	67	-	0,15	-	0,54
<i>Capparis yco</i>	-	1	-	2	-	0,05	-	0,31
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	20	-	50	-	0,48	-	2,53	-
<i>Combretum leprosum</i>	-	4	-	8	-	0,00	-	0,01

TABELA 10 – Distribuição das estimativas volumétricas da área de caatinga em Barrentas (B) e Passagem Rasa (PR), valores dos parâmetros Número de Fustes (N), Densidade Absoluta (DA), Área Basal (AB) e Volume Real (VR), por espécies

(conclusão)

Espécies	N		DA		AB		VR*	
	B	PR	B	PR	B	PR	B	PR
<i>Commiphora leptophloeos</i>	23	13	58	27	0,25	0,66	0,88	3,72
<i>Croton argyrophyllus</i>	-	7	-	15	-	0,01	-	0,03
<i>Cordia leucocephala</i>	-	1	-	2	-	0,00	-	0,00
<i>Croton</i> sp	-	12	-	25	-	0,01	-	0,03
<i>Croton blanchetianus</i>	337	572	843	1192	0,38	0,72	0,95	2,20
<i>Endlicheria paniculata</i>	-	20	-	42	-	0,03	-	0,09
<i>Jatropha mollissima</i>	30	50	75	104	0,10	0,11	0,26	0,35
<i>Manihot glaziovii</i>	-	12	-	25	-	0,14	-	0,84
<i>Mimosa adenophylla</i>	3	-	8	-	0,00	-	0,01	-
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	-	69	-	144	-	0,39	-	1,36
<i>Mimosa tenuiflora</i>	349	1	873	2	1,60	0,03	6,16	0,12
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	-	22	-	46	-	0,63	-	3,69
<i>Parapiptadenia zehntneri</i>	-	10	-	21	-	0,28	-	1,31
<i>Piptadenia stipulacea</i>	128	8	320	17	0,25	0,07	0,87	0,31
<i>Poincianella pyramidalis</i>	939	507	2348	1056	3,53	6,63	12,95	29,78
<i>Sapium glandulosum</i>	-	8	-	17	-	0,06	-	0,30
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	-	2	-	4	-	0,26	-	2,66
<i>Senna macranthera</i>	-	1	-	2	-	0,00	-	0,01
<i>Spondias tuberosa</i>	4	-	10	-	0,20	-	1,01	-
Desconhecida	-	1	-	2	-	0,00	-	0,01
Indeterminada 1	-	1	-	2	-	0,00	-	0,01
Indeterminada 2	-	1	-	2	-	0,00	-	0,03

Fonte: Marinho (2011).

(*) VR: Volume Real, em metros cúbicos por hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$).

Nota: Valores zerados não são representativos ao nível de arredondamento considerado.

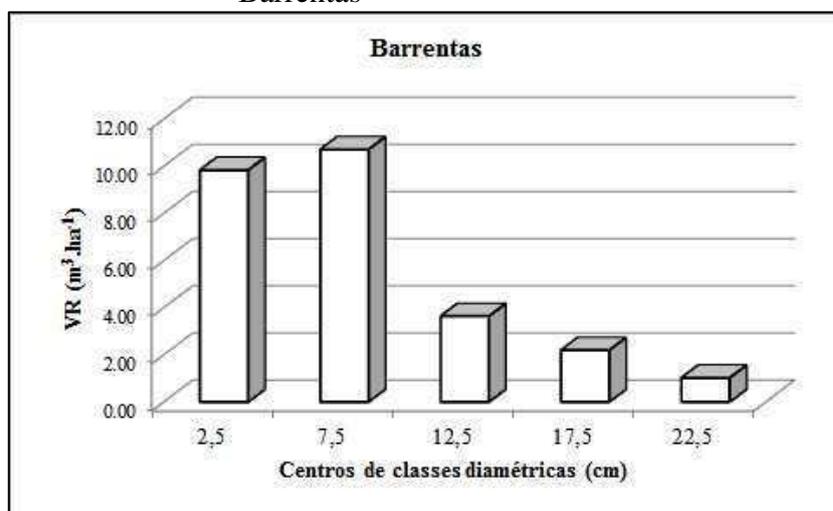
Santana e Souto (2006) estimaram um valor de $10,50 m^2 \cdot ha^{-1}$, com *Poincianella pyramidalis* como a espécie de maior colaboração para a formação da estimativa de área basal em área de caatinga no Seridó Potiguar, valor próximo ao estimado por Silva (2005), que foi de $7,80 m^2 \cdot ha^{-1}$ (também no Seridó Potiguar) e que também teve *Poincianella pyramidalis* como a espécie de maior colaboração para a formação da estimativa de área basal.

Em estudo da vegetação de caatinga em Serras no Cariri Paraibano, Oliveira *et al.* (2009) estimaram valores de área basal entre 20,77 e 33,19 $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Barbosa *et al.* (2007) estimaram a área basal total da vegetação de caatinga em uma área no município de Sumé-PB (Cariri Paraibano) em 16,93 $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Em ambos os estudos, *Poincianella pyramidalis* foi a espécie que mais contribuiu para a formação desses valores.

4.3.3 Distribuição do Volume

Os volumes estimados em Barrentas e Passagem Rasa foram, respectivamente, de 27,37 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ e de 55,88 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$. Em Barrentas, as maiores estimativas volumétricas, acompanhando o observado para área basal, concentraram-se até 15 cm de DAP, com maior expressão na segunda classe diamétrica (DAP entre cinco e 10 cm). Em Passagem Rasa, a distribuição volumétrica se concentra até a quinta classe diamétrica (DAP até 25 cm), com maior expressão na terceira classe de DAP (entre 10 e 15 cm) (**FIGURAS 28 e 29**).

FIGURA 28 – Distribuição do Volume Real ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes), em Barrentas

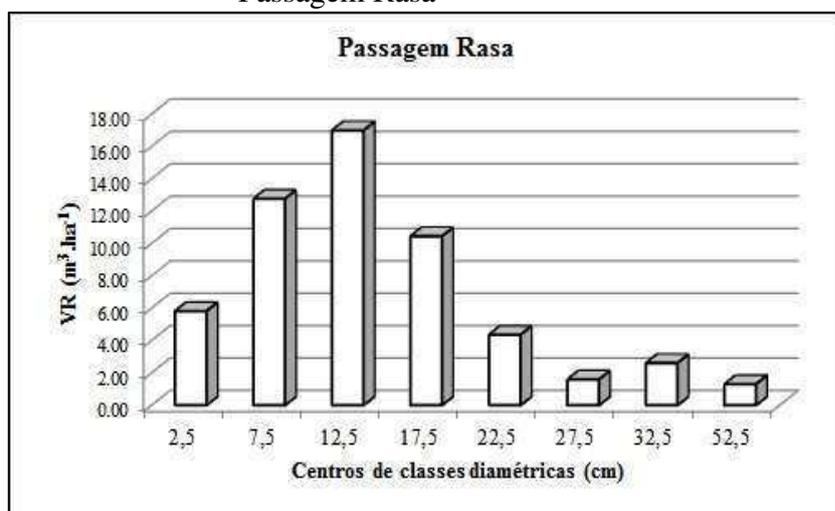


Fonte: Marinho (2011).

Volumetria aproximada foi estimada por Silva (2005) em área de caatinga no Seridó Potiguar (22,95 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$), que também apontou *Poincianella pyramidalis* e *Mimosa tenuiflora* entre as espécies de maior contribuição para a formação da estimativa volumétrica. Já Xavier, Paes e Lira Filho (2005) estimaram volumes de 17,00 e de 20,51 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ para duas áreas de

caatinga no Sertão Paraibano, destacando *Mimosa tenuiflora* como uma das espécies com maior volumetria.

FIGURA 29 – Distribuição do Volume Real ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), por classes diamétricas (centro das classes), em Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

Novamente, *Poincianella pyramidalis* se destaca como a espécie com maior participação volumétrica nas duas áreas de estudo, representando 47,31% do volume estimado, em Barrentas, e 53,29% em Passagem Rasa (**TABELA 10**). Em Barrentas, *Mimosa tenuiflora* também apresenta notória participação volumétrica (22,51%), perfazendo junto com *Poincianella pyramidalis* 69,82% do volume total estimado.

A análise estatística das médias, por parcela amostral, da densidade absoluta de fustes nas duas áreas (**TABELA 11**) demonstra não haver diferença significativa entre as mesmas neste parâmetro. Porém, para os parâmetros área basal e volume real dos fustes, verifica-se diferença estatística significativa, indicando que, em termos de porte, a área de caatinga estudada em Passagem Rasa (arbustiva arbórea fechada) é diferente da encontrada em Barrentas (arbustiva arbórea aberta).

Ao se comparar a volumetria estimada para as áreas de estudo com a volumetria calculada a partir da equação de ajuste volumétrico para a caatinga proposta por Silva (2005), não se verificam diferenças estatísticas significativas entre os dois métodos (**TABELA 12**), apesar da equação proposta por Silva (2005) apresentar resultados ligeiramente inferiores aos calculados pela metodologia adotada neste estudo.

TABELA 11 – Médias das estimativas dos parâmetros de Densidade Absoluta (DA), Área Basal (AB) e Volume Real (VR) dos fustes das parcelas amostrais de árvores adultas nas áreas de estudo

Parâmetro	Área de Estudo	
	Barrentas	Passagem Rasa
DA	5300a	4175a
AB	7,40a	12,19b
VR	27,37a	55,88b

Fonte: Marinho (2011).

Nota 1: Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey, $p = 0,05$).

Nota 2: DA ($N.ha^{-1}$); AB ($m^2.ha^{-1}$); VR ($m^3.ha^{-1}$).

TABELA 12 – Médias das estimativas dos parâmetros de Volume Real (VR, $m^3.ha^{-1}$), das parcelas amostrais de árvores adultas, comparadas com a metodologia proposta por Silva (2005) (VR - S)

Barrentas		Passagem Rasa	
VR	VR - S	VR	VR - S
27,37a	21,61a	55,88b	47,34b

Fonte: Marinho (2011).

Nota: Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey, $p = 0,05$).

4.3.3.1 Volumetria Aplicada ao Manejo Florestal

O volume médio de lenha estimado nas ASE (**TABELA 13**) foi de $89,89 \text{ st.ha}^{-1}$ (estéreo por hectare) em Barrentas, gerando um volume total estimado de 11,6 mil st, e, em Passagem Rasa, foi de $162,40 \text{ st.ha}^{-1}$ e um total de 27,0 mil st.

TABELA 13 – Estimativas dos parâmetros de Volume Empilhado (VE), Área Seleccionada para Estudo (ASE) e Volume Empilhado Total (VET), para as áreas de estudo

Barrentas			Passagem Rasa		
VE	ASE	VET	VE	ASE	VET
89,89	129,07	11.602,79	162,40	166,42	27.028,13

Fonte: Marinho (2011).

Nota: Unidades adotadas para VE ($st.ha^{-1}$, estéreo por hectare), ASE (ha, hectares), e VET (st, estéreo).

Para as estimativas volumétricas de lenha, não foram computados, nos cálculos, os valores mensurados das espécies identificadas com status de ameaçadas de extinção (e que não podem ser exploradas) e as frutíferas (a exemplo de *Spondias tuberosa*).

Xavier, Paes e Lira Filho (2005) estimaram um volume de lenha de 69,72 st.ha⁻¹ em uma área de caatinga no Sertão Paraibano (Depressão Sertaneja). Já Melo e Catarina (2008) estimaram valores entre 11,75 st.ha⁻¹ e 118,78 st.ha⁻¹ em áreas de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, sendo que os valores mais baixos de volumetria foram obtidos em áreas de baixa densidade florestal.

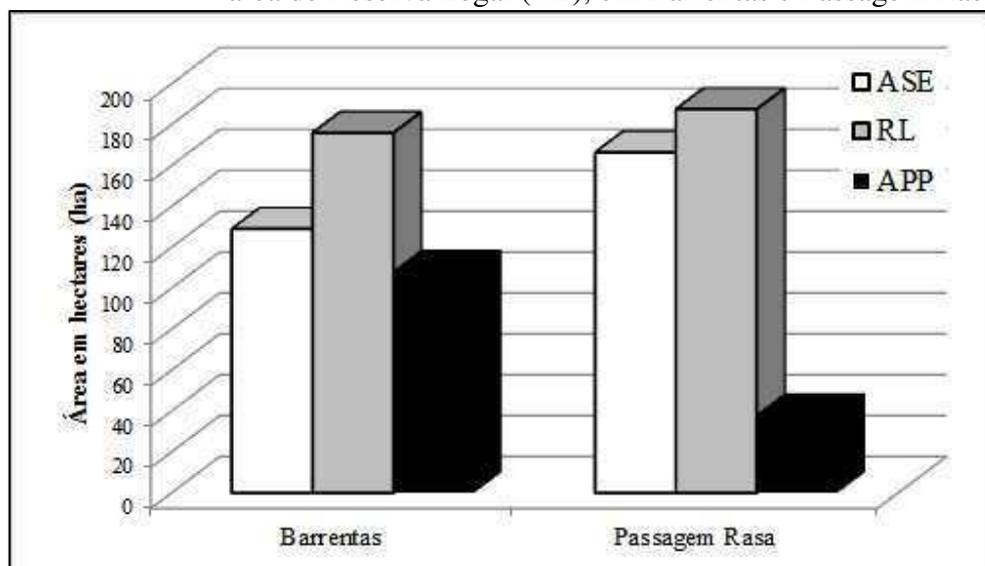
As estimativas do volume de lenha, para a caatinga arbustiva arbórea fechada do Planalto da Borborema (Passagem Rasa), apresentaram valores que superam em pouco mais de 130% a volumetria estimada para a área da Depressão Sertaneja (Barrentas) para o caso da caatinga arbustiva arbórea aberta estudada.

4.4 Benefícios Ambientais do Manejo Florestal

Em Barrentas, a ASE corresponde a 14,67% (129,07 hectares – ha) da Área Total da Propriedade Rural (APR) e, em Passagem Rasa, a 17,74% (166,42 ha). Quando somadas as Áreas de Preservação Permanente (APP), que, em Barrentas, correspondem a 12,37% da APR (108,87 ha), mais a área destinada à Reserva Legal (RL), com 20,00% (176,03 ha), chega-se a 47,04% da área da propriedade rural em Barrentas e, em Passagem Rasa, seriam 41,86%, sendo 4,12% de APP (38,64 ha) e 20,00% de RL (187,58 ha) (**FIGURA 30**), exigidos em lei para cumprimento da legislação (BRASIL, 1965, 1989, 2008a) para conservação e preservação da cobertura florestal.

A existência de legislação (BRASIL, 1965, 1989, 2008a) que obriga os proprietários rurais a manterem cobertura florestal nas APP e RL, por si só, não garante seu cumprimento, de modo que Jacovine *et al.* (2008), ao quantificarem as APP e áreas de RL, em imóveis rurais na Zona da Mata mineira, detectaram um déficit florestal para atender aos requisitos da legislação, já que a vegetação nativa da região se resumia a pequenos fragmentos localizados no topo de morros, e que as APPs representariam (em média) 41% da área dos imóveis rurais pesquisados e que, junto com a regularização da RL, haveria uma ocupação em torno de 43,75% da área total dos imóveis rurais, mas que apenas 21,09% do total de APP e RL estariam de acordo com a lei.

FIGURA 30 – Valores quantitativos da Área Seleccionada para o Estudo (ASE), das Áreas de Preservação Permanente (APP) e da área de Reserva Legal (RL), em Barrentas e Passagem Rasa



Fonte: Marinho (2011).

Quanto às estimativas da quantidade, em toneladas de carbono equivalente (tCO_2e), das ASE (**TABELA 14**), segundo os critérios adotados para a situação de estoque florestal e para produção de lenha através da aplicação das técnicas de manejo florestal, verificou-se que, em Barrentas, existe um estoque de 5,4 mil tCO_2e e, em Passagem Rasa, de 14,3 mil tCO_2e . No caso da exploração das ASE por meio do manejo florestal, seriam retiradas, ao longo do ciclo de corte adotado, 5,2 mil tCO_2e , em Barrentas, e 12,2 mil tCO_2e em Passagem Rasa.

Em estudo da biomassa seca de algumas espécies arbóreas de uso múltiplo na região semiárida do Nordeste brasileiro, em plantios de oito (8) anos de idade, Drumond *et al.* (2008) encontraram valores entre 21,62 e 51,64 toneladas por hectare ($t.ha^{-1}$) para a parte aérea total (folhas e galhos – copa, casca e lenho – tronco), sendo que, para o componente tronco, os valores ficaram entre 12,4 e 36,3 $t.ha^{-1}$. Os valores de biomassa seca total, estimados por métodos indiretos para as ASE, apresentam estimativas condizentes com as encontradas pelos pesquisadores citados através do método direto, uma vez que as ASE possuem uma vegetação florestal mais madura (com mais de 20 anos, segundo informações dos detentores das propriedades rurais), pressupondo a validação das informações obtidas para as ASE.

Barros (2009) estudou a fixação de carbono no fuste de algumas espécies florestais da caatinga (*Anadenanthera colubrina*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Mimosa tenuiflora* e outras) em plantios com 6,5 anos de idade, estimando valores que variaram de 15,35 a 23,89 $t.ha^{-1}$ para as três espécies citadas. Almeida, Campelo Júnior e Finger (2010), ao determinarem o

estoque de carbono em *Tectona grandis*, aos 5,5 anos de plantio, encontraram um valor de 22,15 t.ha⁻¹ no fuste das árvores. O teor de carbono, em dois fragmentos de floresta natural de Mata Atlântica, foi estimado por Cunha *et al.* (2009), revelando valores de 47,2 e 48,4 t.ha⁻¹ no fuste das árvores (lenho + casca). Nestes estudos, foi utilizado o método destrutivo para quantificação dos teores de carbono, sendo que, se aplicada a constante 44/12, referente ao peso molecular do CO₂ para transformação dos resultados em CO₂e (segundo a metodologia adotada de CENTRO, 2008), validam-se os valores estimados por métodos indiretos para as ASE (Barrentas e Passagem Rasa), percebendo-se que a Mata Atlântica supera em mais de 100% os valores estimados para a Caatinga.

TABELA 14 – Estimativas calculadas para as Áreas de Estudo (ASE), valores dos parâmetros Volume Empilhado de lenha (VE), Estimativas de biomassa de lenha seca (E_t) e Estoques de tCO₂e por hectare (C_t) e total por ASE (C_tt)

Estoque Florestal				
ASE	VE	E _t	C _t	C _t t
Barrentas	93,34	22,96	42,10	5.433,46
Passagem Rasa	190,57	46,88	85,95	14.303,68
Manejo Florestal				
ASE	VE	E _t	C _t	C _t t
Barrentas	89,89	22,11	40,54	5.232,86
Passagem Rasa	162,40	39,95	73,24	12.189,69

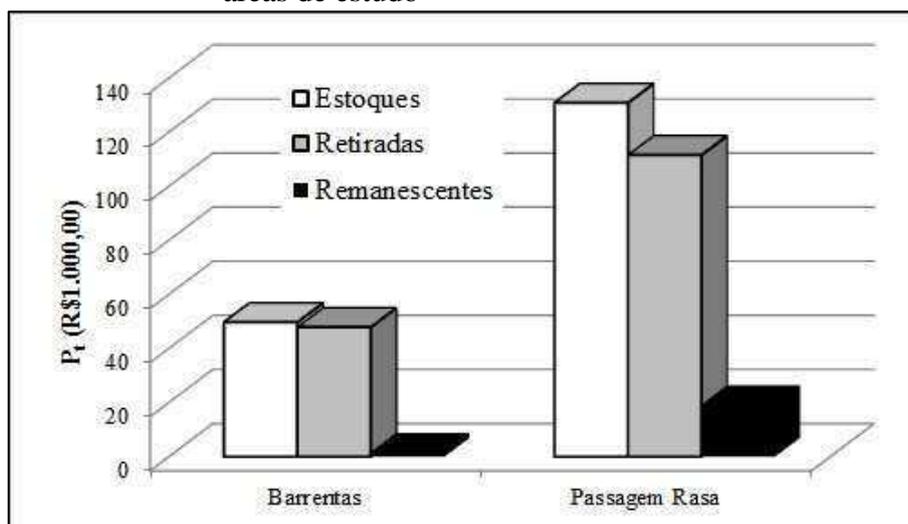
Fonte: Marinho (2011).

Nota: O estoque florestal refere-se ao total estimado de lenha nas ASE, com base na volumetria encontrada para os fustes de todas as espécies florestais, e o quantitativo estimado para manejo florestal está baseado nas estimativas volumétricas de lenha, desconsiderando a volumetria das espécies ameaçadas de extinção e das frutíferas. VE em estéreos por hectare (st.ha⁻¹). E_t, em toneladas de matéria seca por hectare (t.ms.ha⁻¹). C_t e C_tt, em toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e).

Silva *et al.* (2008) projetaram, por métodos indiretos, entre 187,22 a 267,68 tCO₂e.ha⁻¹, em povoamentos de eucaliptos com até 60 meses de idade (considerando os fustes das árvores com casca), enquanto que Paixão *et al.* (2006) estimaram uma receita de US\$ 711,30.ha⁻¹ para cada tonelada de carbono estocada em povoamentos de eucalipto.

Com a exploração da ASE na modalidade Manejo Florestal, em Barrentas e Passagem Rasa, respectivamente, R\$ 47,9 mil e R\$ 111,5 mil em tCO₂e seriam retirados para possível negociação em mercado de carbono, restando um remanescente de R\$ 1,8 mil e de R\$ 19,3 mil nas áreas de estudo (**FIGURA 31**).

FIGURA 31 – Valoração econômica da dinâmica de tCO₂e para as áreas de estudo



Fonte: Marinho (2011).

A valoração econômica proposta para a tCO₂e, neste estudo, sugere o preço de R\$ 9,1463.tCO₂e⁻¹, sendo que em Barrentas, estima-se um estoque monetário de CO₂e em torno de R\$ 49,7 mil na ASE (o que representa R\$ 385,03.ha⁻¹) e, em Passagem Rasa, de R\$ 130,8 mil (representando R\$ 786,10.ha⁻¹).

4.5 Benefícios Econômicos do Manejo Florestal

O objetivo principal de um Plano de Manejo Florestal, em resumo, é a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais (BRASIL, 2006a 2006b).

Considerando a existência de demanda do mercado consumidor de lenha, foi realizada uma análise econômica com base nos custos e receitas da exploração lenhosa nas ASE mediante o manejo florestal (**TABELA 15**) para, através da análise do VPL, verificar a viabilidade econômica da implementação de Planos de Manejo Florestal nas ASE e a existência de benefícios econômicos com a exploração de lenha.

A análise econômica do VPL, para as duas ASE (**FIGURA 32**), demonstra que houve avaliação negativa para o cenário de mercado pessimista em Barrentas, o que não justificaria a implementação de um Plano de Manejo Florestal (PMF).

Em caso de cenário otimista, a implementação de um PMF, em Barrentas, seria justificável do ponto de vista econômico. Já em Passagem Rasa, o PMF obteria avaliação

econômica positiva, independente do cenário de mercado analisado, embora o cenário pessimista aponte retornos econômicos menos favoráveis.

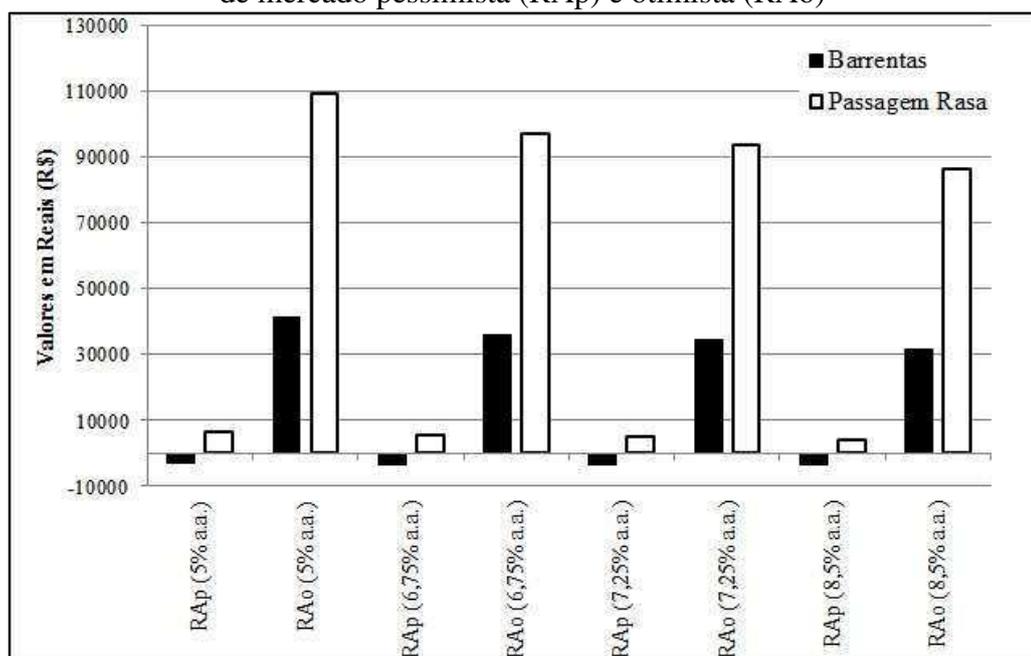
TABELA 15 – Estimativas econômicas para as Áreas Seleccionadas para Estudo (ASE), valores dos parâmetros Custos de Elaboração e Assistência Técnica (CEA), Custos de Implantação Total (CI_T), Custos de Exploração (CEX) e Receitas para os cenários de mercado pessimista e otimista

Local	CEA	CI _T	CEX	Receitas	
				Pessimista	Otimista
Barrentas	52.849,56	6.586,64	92.822,32	150.836,28	214.651,62
Passagem Rasa	112.753,41	10.550,00	216.225,07	351.365,74	500.020,48

Fonte: Marinho (2011).

Nota: Valores em Reais (R\$).

FIGURA 32 – Análise econômica do Rendimento Atualizado para os cenários de mercado pessimista (RAp) e otimista (RAo)



Fonte: Marinho (2011).

Uma possível remuneração de créditos de carbono pode melhorar economicamente a exploração lenhosa na caatinga, aumentando a competitividade dos PMF e melhorando os preços propostos para o produto lenha. Dessa forma, o preço proposto para a quantidade de tCO₂e contida no volume madeireiro destinado ao manejo florestal poderia ser comercializado por empresas consumidoras de lenha (em mercados que aceitassem mecanismos de mitigação

na forma proposta), que adquirissem lenha de manejo das ASE e repassassem os valores obtidos com o comércio de carbono aos detentores de Planos de Manejo Florestal das ASE.

4.6 Benefícios Sociais do Manejo Florestal

Como um dos objetivos de um Plano de Manejo Florestal é a administração da floresta para obtenção de benefícios sociais (BRASIL, 2006a, 2006b), foi verificado o quantitativo de mão-de-obra que a exploração florestal nas ASE demandaria. Em Barrentas, foi estimada uma demanda de 2.901 homens-dia (hd) para exploração de lenha ao longo do ciclo de corte do PMF (15 anos) e, em Passagem Rasa, de 6.757 hd.

Foi analisada a capacidade de geração de renda aos detentores dos PMF com base no VPL obtido no cenário de mercado otimista (TABELA 16), considerando a exploração lenhosa durante oito meses ao ano.

TABELA 16 – Análise social da implementação de Planos de Manejo Florestal nas Áreas Seleccionadas para Estudo (ASE), valores dos parâmetros da capacidade de geração de Renda, considerando a taxa anual de desconto do VPL obtido no cenário de mercado otimista

Renda	Taxas de desconto	Valores de VPL		
		Total	Anual	Mensal
Barrentas	5% a.a.	41.148,49	2.743,23	342,90
Passagem Rasa		6.840,60	456,04	57,01
Barrentas	6,75% a.a.	36.003,27	2.400,22	300,03
Passagem Rasa		6.064,55	404,30	50,54
Barrentas	7,25% a.a.	34.692,05	2.312,80	289,10
Passagem Rasa		5.866,46	391,10	48,89
Barrentas	8,5% a.a.	31.682,12	2.112,14	264,02
Passagem Rasa		5.411,16	360,74	45,09

Fonte: Marinho (2011).

Nota: Para as estimativas de renda, o VPL estimado foi distribuído igualmente entre os detentores dos PMF (um detentor em Barrentas e 16 em Passagem Rasa). Valores de Renda/VPL em Reais (R\$).

A menor renda estimada para os detentores de Passagem Rasa, em relação a Barrentas (TABELA 16), está diretamente relacionada à sua distribuição pelo número de detentores (um em Barrentas e 16 em Passagem Rasa), sendo que, caso a renda em Passagem Rasa fosse dividida para um único detentor, esta seria, em média, 2,7 vezes maior que a renda estimada para Barrentas.

Como Passagem Rasa é um assentamento da Reforma Agrária, os detentores, que são trabalhadores rurais, podem aumentar a renda individual participando diretamente da exploração florestal no corte de lenha e/ou aproveitamento de outros produtos florestais.

Dessa forma, a exploração lenhosa da caatinga nas ASE mediante o manejo florestal atende ao preceito legal da obtenção de benefícios sociais, gerando renda no meio rural aos detentores dos PMF e demandando mão-de-obra para a exploração lenhosa.

A exploração florestal da caatinga pode gerar outros benefícios sociais além dos demonstrados neste estudo, podendo se destacar: a capacidade de remunerar Assistência Técnica necessária para elaboração do Plano de Manejo Florestal e acompanhamento da exploração durante todo o ciclo de corte; capacidade para pagamento de financiamento da atividade, conforme demonstrado na análise do VPL; geração de renda complementar as atividades rurais com garantia de demanda por mão-de-obra rural para a exploração florestal.

5 CONCLUSÕES

Os remanescentes de caatinga, em Barrentas (Seridó Potiguar, Depressão Sertaneja) e em Passagem Rasa (Cariri Paraibano, Planalto da Borborema), apresentam baixa homogeneidade florística, com maior diversidade em Passagem Rasa.

As famílias Fabaceae e Euphorbiaceae foram as mais representativas nas áreas estudadas, tendo três espécies com status de ameaçadas de extinção em Passagem Rasa.

Poincianella pyramidalis, *Mimosa tenuiflora*, *Croton blanchetianus* e *Aspidosperma pyriforme* apresentaram os maiores Valores de Importância, em Barrentas, e *Poincianella pyramidalis*, *Croton blanchetianus*, *Acalypha multicaulis* e *Aspidosperma pyriforme*, em Passagem Rasa.

A maior concentração de indivíduos foi observada no estrato intermediário de altura nas áreas de estudo.

O estrato regenerante, em Passagem Rasa, apresentou menor riqueza de famílias, gêneros e espécies, em comparação com a composição florística do estrato de árvores adultas, com índices de diversidade ecológica, apresentando similaridade entre as áreas de estudo.

As espécies com maior Valor de Importância no estrato regenerante, em Barrentas, foram *Croton blanchetianus*, *Pilosocereus gounellei*, *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyriforme* e, em Passagem Rasa, foram *Acalypha multicaulis*, *Croton blanchetianus*, *Cordia leucocephala* e *Mimosa ophthalmocentra*.

A maior regeneração natural foi oriunda de rebrota (de toco/raiz) nas áreas de estudo, havendo também regeneração por sementes.

As classes diamétricas de menor diâmetro apresentaram as maiores concentrações de fustes nas áreas estudadas, com maior densidade de indivíduos com fustes tortuosos, com defeitos ou bifurcados, indicando o potencial de uso dessas áreas para aproveitamento de lenha.

A área basal e o volume estimado, em Passagem Rasa, foram maiores que em Barrentas, tendo *Poincianella pyramidalis* como a espécie de maior contribuição para formação desses valores.

A implementação de Planos de Manejo Florestal proporciona a regularização ambiental dos imóveis rurais, o que tornaria quase a metade das áreas das duas propriedades objetos de regularização legal para conservação e preservação da cobertura florestal.

O estoque estimado de carbono equivalente foi de 19,7 mil toneladas, sendo que 17,4 mil toneladas poderiam ser negociadas em mercados de carbono para mitigação de gases de efeito estufa, através da implementação de Planos de Manejo Florestal nas áreas de estudo.

A análise econômica do VPL, para exploração florestal mediante o manejo, demonstrou avaliação negativa para o cenário de mercado pessimista em Barrentas, não justificando a implementação de um Plano de Manejo Florestal, a não ser no caso de cenário de mercado otimista, em que essa avaliação seria positiva. Em Passagem Rasa, a avaliação foi positiva, independente do cenário de mercado.

Análises sociais comprovam que a exploração sustentável e legalizada de lenha pode promover a ocupação de mão-de-obra rural ociosa, bem como gerar e promover a distribuição de renda extra no meio rural entre detentores de Planos de Manejo Florestal.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, Governo do Estado do Rio Grande do Norte. **Programa de Desenvolvimento Sustentável e Convivência com o Semi-Árido Potiguar: Relatório de Avaliação Ambiental.** Natal, ECSAM – TC/BR: 2005. 132 p.
- ALMEIDA, E. M.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; FINGER, Z. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* L. F.) em diferentes idades. **Ciência Florestal.** Santa Maria, v. 20, n. 4, 2010. p. 559-568.
- ALVES, L. S. *et al.* Regeneração natural em uma área de caatinga situada no município de Pombal-PB. **Revista Verde.** [online] Mossoró, v. 5, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga no Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica.** São Paulo, v. 19, n. 3, 2005. p. 615-623.
- ANDRADE, L. A. *et al.* Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, v. 2, n. 2, 2007. p. 135-142.
- ANDRADE, M. V. M. *et al.* Levantamento Florístico e Estrutura Fitossociológica do Estrato Herbáceo e Subarbustivo em Áreas de Caatinga no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga.** Mossoró, v. 22, n. 1, 2009. p. 229-237.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society,** v. 141, n. 4, 2003. p. 399-436.
- ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. (ed). **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 434 p.
- ARAÚJO, L. V. C. **Composição Florística, Fitossociologia e Influência dos Solos na Estrutura da Vegetação em uma Área de Caatinga no Semi-árido Paraibano.** 2007. 111 p. Tese (Doutorado em Agronomia)–Universidade Federal da Paraíba.
- ARAÚJO, K. D. *et al.* Levantamento Florístico do Estrato Arbustivo-Arbóreo em Áreas de Caatinga no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga.** Mossoró, v. 23, n. 1, 2010. p. 63-70.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE):** programação regional. Banco do Nordeste do Brasil. – Fortaleza : Banco do Nordeste do Brasil, 2010. 150p.
- BARBOSA, M. R. V. *et al.* Vegetação e flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis.** Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, 2007. p. 313-322.

BARKER, T. *et al.* **Mudança do Clima 2007: Mitigação da Mudança do Clima.** Contribuição do Grupo de Trabalho III ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Bancoc: Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, 2007. 42 p. Portal: <<http://www.ipcc.ch>>

BARROS, B. C. **Volúmetria, calorimetria e fixação de carbono em florestas plantadas com espécies exóticas e nativas no Polo Gesseiro do Araripe, PE.** 2009. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)– Universidade Federal Rural de Pernambuco.

BEZERRA JÚNIOR, J. G. O.; SILVA, N. M. Caracterização Geoambiental da Microrregião do Seridó Oriental do Rio Grande do Norte. **Holos.** Natal, v. 2, 2007. p. 78-91. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/102/104>>. Acesso em 11 dez. 2008.

BOND, I. *et al.* 2009. **Incentives to sustain forest ecosystem services: A review and lessons for REDD.** Natural Resource Issues N^o. 16. International Institute for Environment and Development, London, UK, with CIFOR, Bogor, Indonesia, and World Resources Institute, Washington D. C., USA. 47 p.

BORDEAUX-RÊGO, R. *et al.* **Viabilidade econômico-financeira de projetos.** Rio de Janeiro : Editora FGV, 2006. 164 p. (Gerenciamento de projetos)

BRASIL. Lei n^o. 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial da União.** Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 16 set. 1965. p. 9529. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>. Acesso em 10 abr. 2010.

_____. Lei n^o. 7.803, de 18 de julho de 1989. **Diário Oficial da União.** Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 20 jul. 1989. p. 012025. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7803.htm>. Acesso em 10 abr. 2010.

_____. Lei n^o. 11.284, de 02 de março de 2006. **Diário Oficial da União.** Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 03 mar. 2006. p. 1. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm>. Acesso em 10 abr. 2010.

_____. Decreto n^o. 5.975, de 30 de novembro de 2006. **Diário Oficial da União.** Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 1^o dez. 2006. p. 1. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5975.htm>. Acesso em 10 abr. 2010.

_____. Decreto n^o. 6.514, de 22 de julho de 2008. **Diário Oficial da União.** Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 23 jul. 2008. p. 1. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm>. Acesso em 10 abr. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n^o. 06 de 23 de setembro de 2008. **Diário Oficial da União.** Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 24 set. 2008. p. 75. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?data=24/09/2008&jornal=1&pagina=75&totalArquivos=104>>. Acesso em 23 mar. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n°. 01 de 25 de junho de 2009. **Diário Oficial da União**. Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 26 jun. 2009. p. 93.

Disponível em:

<<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?data=26/06/2009&jornal=1&pagina=93&totalArquivos=184>>. Acesso em 23 mar. 2010.

_____. Medida Provisória n°. 474, de 23 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**. Brasília: Imprensa Nacional, D. O. U. 24 dez. 2009. p. 1. Disponível em:

<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Mpv/474.htm>. Acesso em 10 abr. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Monitoramento do bioma Caatinga: 2002 a 2008**. Brasília: Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/IBAMA, 2010. 58 p. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatrio_tcnico_caatinga_72.pdf>. Acesso em 13 abr. 2010.

CALIXTO JÚNIOR, J. T. **Análise Estrutural de duas Fitofisionomias de Caatinga em Diferentes Estados de Conservação no Semiárido Pernambucano**. 2009. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)–Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

CAVALCANTI, A. D. C.; RODAL, M. J. N. Efeito de borda e dinâmica de plantas lenhosas em áreas de caatinga em Carnaubais, RN. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 23, n. 2, 2010. p. 41-50.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. Brasília: CGEE, 2008. 276 p.

CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS. **Mata Nativa 2: manual do usuário**. Viçosa: CIENTEC, 2006. 295 p.

COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 21 p. Portal: <<http://rmfc.cnip.org.br>>.

CÓRDULA, E.; QUEIROZ, L. P.; ALVES, M. Diversidade e distribuição de Leguminosae em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco - Brasil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 23, n. 3, 2010. p. 33-40.

CUNHA, A. B. *et al.* Consumo da lenha na calcinação da gipsita e impactos ambientais no pólo gesseiro da mesorregião do Araripe-PE. **Revista de Biologia e Farmácia**. Campina Grande, v. 2, n. 1, 2008. p. 1-21.

CUNHA, G. M. *et al.* Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da Mata Atlântica na região norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n. 5, 2009. p. 1175-1185.

DANTAS, J. G. *et al.* Estrutura do componente arbustivo/arbóreo de uma área de caatinga situada no município de Pombal-PB. **Revista Verde**. [online] Mossoró, v. 5, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>

DRUMOND, M. A. *et al.* Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semi-árido brasileiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, 2008. p. 665-669.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Balanco Energético Nacional: ano base 2007**. Rio de Janeiro, EPE: 2008. 244 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Balanco Energético Nacional: ano base 2008**. Rio de Janeiro, EPE: 2009. 274 p.

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

FEARNSIDE, P. M. Amazon Forest Maintenance as a Source of Environmental Services. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 80, n. 1, 2008. p. 101-114.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia**. Brasília: UnB, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p. (Comunicações Técnicas Florestais)

FORZZA, R.C. (coord.) *et al.* **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Portal: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>

FRANCELINO, M. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; RESENDE, M. Elaboração de um sistema de classificação da capacidade de suporte em ambiente semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 09, n. 1, 2005. p. 83-91.

GAMARRA-ROJAS, C. F. L. *et al.* (Eds.). **Banco de Dados de Plantas do Nordeste**. Checklist das Plantas do Nordeste (versão 1.5). Disponível em: <<http://www.cnip.org.br/bdnp/>>. Acesso em 25 abr 2010.

GOOGLE EARTH. Versão 6.1.0.4857 (beta), Google Inc., 2011. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em 15 abr 2011.

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

IBAMA. Instrução Normativa nº. 3, de 04 de maio de 2001. **Diário Oficial da União**. Brasília: Imprensa Nacional, D.O.U. 07 mai. 2001. p. 1.

IBGE. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais>. Acesso em: 08 abril 2003.

_____. **Mapa de clima do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais>. Acesso em: 24 junho 2003.

_____. **Mapa de vegetação do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais >. Acesso em: 20 maio 2004.

_____. **Mapa de unidades de relevo do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais >. Acesso em: 07 junho 2006.

_____. **Mapa de unidades de relevo do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais >. Acesso em: 07 junho 2006.

IUCN. **Red List of Threatened Species.** International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Version 2010.1. Portal <www.iucnredlist.org>

JACOVINE, L. A. G. *et al.* Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do rio Pomba-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, 2008. p. 269-278.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. v. 1, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

_____._____. 2. ed. v. 2, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

MAIA, G. N. **Caatinga:** árvores e arbustos e suas utilidades. 1. ed. São Paulo, D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.

MARINHO, I. V. *et al.* Aplicación de la gestión forestal social em el Caatinga Paraibana, Brasil. *In:* CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, XIII., 2009, Buenos Aires. **Resúmenes...** Buenos Aires: Departamento Forestal, FAO, 2009. 1 CD-ROM.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila.** 1991. 246 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade de Campinas.

MELO NETO, J. A. *et al.* Importância do manejo florestal na Caatinga para comunidades rurais beneficiadas pelo Programa Nacional de Crédito Fundiário. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE FLORESTAS ENERGÉTICAS. 1., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EMBRAPA Florestas, Sociedade de Investigações Florestais, 2009. CD-ROM.

MELO, R. R; CATARINA, T. Alternativas e caracterização da Caatinga em assentamentos rurais no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, v. 3, n. 2, 2008. p. 126-131.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 1, 2004. p. 21-34.

OLIVEIRA, P. T. B. *et al.* Florística e Fitossociologia de Quatro Remanescentes Vegetacionais em Áreas de Serra no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 22, n. 4, 2009. p. 169-178.

ORGANIZAÇÃO SERTANEJA DOS AMIGOS DA NATUREZA. **Relatório Final da Assistência Técnica e Extensão Florestal**: projeto para elaboração e implementação de oito (8) Planos de Manejo Florestais Sustentáveis da Caatinga em Assentamentos Humanos Rurais no Estado da Paraíba. Patos: SOS Sertão, 2008. 25 p.

ORGANIZAÇÃO SERTANEJA DOS AMIGOS DA NATUREZA. **Produto 1**: relatório parcial de atividades do projeto Sustentabilidade Bioenergética Florestal para as Cerâmicas do Vale Carnaúba/RN. Patos, 2009. 16 p.

PAIXÃO, F. A. *et al.* Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, 2006. p. 411-420.

PAREYN, F. G. C. Os recursos florestais nativos e a sua gestão no Estado de Pernambuco – o papel do manejo florestal sustentável. *In*: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

PEGADO, C. M. A. *et al.* Efeitos da invasão biológica de algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. São Paulo, v. 20, n. 4, 2006. p. 887-898.

PESSOA, M. F. *et al.* 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, 2008. p. 40-48.

PINHEIRO, K.; RODAL, M. J. N.; ALVES, M. Floristic Composition of Different Soil Types in a Semi-arid Region of Brazil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 23, n. 2, 2010. p. 68-77.

QUEIROZ, J. A. *et al.* Análise da estrutura fitossociológica da Serra do Monte, Boqueirão, Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Campina Grande, v. 6, n. 1, 2006, p. 251-259.

RAMALHO, C. I. *et al.* Flora arbóreo-arbustiva em áreas de caatinga no semi-árido baiano, Brasil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 22, n. 3, 2009. p. 182-190.

RIBEIRO, S. C. *et al.* Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, 2010. p. 495-504.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética e o manejo florestal da caatinga. *In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C.; GARIGLIO, M. A. A O manejo florestal como ferramenta para o uso sustentável da caatinga. *In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). **Balanco Energético do Rio Grande do Norte 2006:** ano base 2005. Secretaria Extraordinária de Energia e Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Rio Grande do Norte, 2006. 103 p. (Série Informações Energéticas, 1)

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 21, n. 3, 2008. p. 192-205.

SAMPAIO, E. V. S. B. *et al.* (Eds.). **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 331 p.

SANTANA, J. A. 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, 2006. p. 232-242.

SANTANA, J. A. S. *et al.* Levantamento Florístico e Associação de Espécies na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN-Brasil. **Revista Verde**. [online] Mossoró, v. 4, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>

SANTOS, A. M. M.; SANTOS, B. A. S. Are the vegetation structure and composition of the shrubby Caatinga free from edge influence? **Acta Botânica Brasilica**. São Paulo, v. 22, n. 4, 2008. p. 1077-1084.

SANQUETTA, C. R. *et al.* Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em florestas plantadas. *In: SANQUETTA, C. R.; ZILLOTTO, M. A.; CORTE, A. P. D. (Eds.). Carbono: Desenvolvimento Tecnológico, Aplicação e Mercado Global*. Curitiba: Multigraphic, 2006. 474 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, Ministério do Meio Ambiente. **Termo de Referência (TdR):** contratação de serviços de assistência técnica e extensão florestal a Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) em Projetos de Assentamento (PA) localizados na Caatinga de Pernambuco. Brasília, 2008. 73 p.

_____. **Florestas do Brasil em Resumo:** dados de 2005 – 2009. Brasília, 2009. 120 p.

_____. **Florestas do Brasil em resumo:** dados de 2005 – 2010. Brasília: SFB, 2010. 152 p.

SILVA, J. A. **Fitossociologia e relações alométricas em caatinga nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte**. 2005. 81 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, 2005. p. 931-936.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. *In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE*. 7., 2009, Reno. **Abstracts...** Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Portal: <www.assistat.com>

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, 2005. p. 147-158.

SILVA, J. P. F.; SOARES, D. G.; PAREYN, F. G. C. Manejo Florestal da Caatinga: uma alternativa de desenvolvimento sustentável em projetos de assentamentos rurais do semi-árido em Pernambuco. *In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Estatística Florestal da Caatinga*. v. 1, Natal: 2008. p. 6-17.

SILVA, R. F. *et al.* Projeção do estoque de carbono e análise da geração de créditos em povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, 2008. p. 979-992.

SILVA, J. S. *et al.* Sinopse das espécies de *Croton* L. (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. São Paulo, v. 24, n. 2, 2010. p. 441-453.

SIQUEIRA FILHO, J. A. *et al.* **Guia de Campo de Árvores da Caatinga**. Petrolina: Editora e Gráfica Franciscana Ltda, 2009. 64 p.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 276 p. (segunda reimpressão)

SOUZA, J. A. N.; RODAL, M. J. N. Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de Caatinga no rio Pajeú, Floresta/Pernambuco-Brasil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 23, n. 4, 2010. p. 54-62.

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

VÁSQUEZ, S. F.; BARROS, J. D. S.; SILVA, M. F. P. Protocolo de Kyoto e mercado de carbono. **Revista Verde**. [online] Mossoró, v. 4, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>

VILAR, M. B. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais**. 2009. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa.

XAVIER, E. P. L.; PAES, J. B.; LIRA FILHO, J. A. Potencial madeireiro de duas microrregiões do Estado da Paraíba. **Biomassa & Energia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 103-112, 2005.

ZAKIA, M. J. B; PAREYN, F. G. C.; RIEGELHAUPT, E. Equações de Peso e Volume para Oito Espécies Lenhosas Nativas do Seridó-RN. *In: Plano de Manejo Florestal para a Região do Seridó-RN*. cap. 4, v. 1, Natal: Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007, 1988.

ANEXO B: Planta do imóvel rural Passagem Rasa (escala modificada não definida)

