

**ALLYSON ROCHA ALVES**

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM  
ÁREAS DE VEGETAÇÃO DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE FLORESTA,  
PERNAMBUCO**

**RECIFE  
Pernambuco-Brasil  
2011**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM  
ÁREAS DE VEGETAÇÃO DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE FLORESTA,  
PERNAMBUCO**

**ALLYSON ROCHA ALVES**

**RECIFE  
Pernambuco-Brasil  
2011**

**ALLYSON ROCHA ALVES**

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM  
ÁREAS DE VEGETAÇÃO DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE FLORESTA,  
PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de concentração: Manejo Florestal.

**ORIENTADOR:**

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira

**CO-ORIENTADORES**

Prof. Dr. José Antônio Aleixo da Silva

Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Júnior

**RECIFE  
Pernambuco-Brasil  
2011**

Ficha catalográfica

A474q Alves, Allyson Rocha  
Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em  
áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta, Pernambuco / Allyson  
Rocha Alves. – 2011.  
116 f.: il.

Orientador: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.  
Tese (Doutorado em Ciências Florestais) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento  
de Engenharia Florestais, Recife, 2011.  
Referências.

1. Biomassa 2. Nutriente 3. Manejo florestal  
4. Engenharia florestal I. Ferreira, Rinaldo Luiz Caraciolo,  
orientador II. Título

CDD 634.9

**ALLYSON ROCHA ALVES**

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM  
ÁREAS DE VEGETAÇÃO DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE FLORESTA,  
PERNAMBUCO**

Aprovado em 12 de Julho de 2011

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rômulo Simões Cesar Menezes  
(Universidade Federal de Pernambuco/DEN)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE)

---

Prof. Dr. Mário de Andrade Lira  
(Instituto Agrônômico de Pernambuco/IPA)

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE)

---

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira  
(Orientador/UFRPE)

**RECIFE  
Pernambuco-Brasil  
2011**

*“Os sonhos trazem saúde para a emoção, equipam o frágil para ser autor da sua história, renovam as forças do ansioso, animam os deprimidos, transformam os inseguros em seres humanos de raro valor. Os sonhos fazem os tímidos terem golpes de ousadia e os derrotados serem construtores de oportunidades.”*

*(Augusto Cury, 2005)*

*À memória dos meus avós,  
Antônia Ribeiro Rocha e  
Genival Fidelis Rocha,*

*Aos meus pais,  
Alécio Clementino Alves e  
Maria José Rocha Alves,  
pelo amor, apoio, incentivo e companhia  
durante todos os momentos de minha  
existência,*

*e*

*Aos meus irmãos, esposa e filhas*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela oportunidade que me deu de poder estar vivo e agradecer a todos os amigos e familiares que colaboraram com tudo que aconteceu e está acontecendo na minha vida;

Aos meus pais, **Alécio e Maria** pelos esforços a mim concedidos, sendo estes essenciais ao alcance de meus objetivos. Muito obrigado Pai e Mãe, por seu amor, pela educação e carinho, pela compreensão, por me conduzirem em seus princípios;

A **minha família** como um todo, desde minha avó até meus irmãos, que me deram força e incentivo para continuar durante toda essa jornada acadêmica;

A minha esposa **Aluska** e minhas filhas **Stephany e Sthella** pelo companheirismo, compreensão e amor, elementos que foram parte do combustível utilizado nesta caminhada;

Ao meu amigo e orientador **Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira**, pela amizade, compreensão, educação, paciência e acolhimento;

Aos meus co-orientadores **José Antônio Aleixo da Silva e José Carlos Batista Dubeux Júnior** por estar sempre disponível para me auxiliar;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela nobre contribuição na minha formação acadêmica em especial ao professor **Marco Antônio Amaral Passos** pela amizade e apoio dado durante todo tempo que estive em Recife.

A todos os funcionários da UFRPE, pela disponibilidade e apoio durante estes anos de convivência, e em especial à **Douglas** pela grande ajuda e amizade;

Aos meus amigos de república, **Allan Cauê, Eriberto Vagner, Juninho e Chicão**, pela amizade, paciência e companheirismo durante este período de convivência;

A minha **turma de Doutorado**, pela união nos estudos, estímulo e a alegria em todos os momentos;



Aos meus amigos do Programa, em especial, **Frederico, Tarcisio, Well, Zé Ferraz, Romário, Séfora, David, Alan**, pela amizade e companheirismo durante este trajeto.

A **Agrimex S. A.** por ceder a área para o experimento;

Ao **laboratório de Química orgânica** do Departamento de Agronomia da UFPI/CPCE pela liberação dos materiais e do espaço para realização das leituras das minhas análises e aos professores **Josy** e **Sammy** que me acompanharam durante essas análises;

Aos **estagiários** do Laboratório de química, pela ajuda e paciência durante todo o desenvolvimento da minha pesquisa, em especial a **Genilda, Gabriel, Leonardo, Leovandes, Nairany, Welliton**.

A todos os **amigos professores** da UFPI campus Bom Jesus-PI, pela amizade, ajuda e força que me deram durante o desenvolvimento da minha tese, em especial aos professores **Ítalo, Josy, Sammy** e **Ernani** que ajudaram diretamente nas análises dos dados.

A TODOS, MEU MUITO OBRIGADO.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

**ALLYSON ROCHA ALVES**, filho de Alécio Clementino Alves e Maria José Rocha Alves, nasceu no dia 27 de novembro de 1982, em Campina Grande, Estado da Paraíba.

Em dezembro de 2000, concluiu o ensino médio na escola, Academia de Comércio Epitácio Pessoa na cidade de João Pessoa(PB).

Em Junho de 2001, ingressou no curso de Engenharia Florestal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal da Paraíba, em Patos (PB), sendo bolsista PIBIC/CNPq durante um período de três anos e meio. No início de 2006 concluiu seu curso de graduação.

Em março de 2006, ingressou no Mestrado em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife (PE), defendendo sua dissertação em fevereiro de 2008 e obtendo o título de *Magister Scientiae* em Ciências Florestais na área de Silvicultura.

Em março de 2008, ingressou no Doutorado em Ciências Florestais na mesma instituição, defendendo sua tese em julho de 2011 e obtendo o título de Doutor e Ciências Florestais na área de Manejo Florestal.

Atualmente é professor efetivo do curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Piauí/UFPI na área de Manejo Florestal.

# SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	I
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	II
<b>RESUMO</b>	III
<b>ABSTRACT</b>	IV
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	4
2.1. Caracterização do Bioma Caatinga	4
2.2. Quantificação de biomassa em ecossistemas florestais	7
2.3. Quantificação de biomassa na Caatinga	12
2.4. Ciclagem de nutrientes	13
2.5. Importância do conhecimento das espécies no manejo florestal	16
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	18
3.1. Caracterização da área de estudo	18
3.1.1. Área experimental	18
3.1.2. Característica da vegetação e clima	21
3.1.3. Aspectos geoambientais da região	21
3.2. Amostragem para escolha das espécies	22
3.2.1. Inventário florestal	22
3.2.2. Quantificação da biomassa da parte aérea	23
3.2.3. Pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea	25
3.2.4. Determinação da concentração, conteúdo e coeficiente de utilização biológica (CUB) de nutrientes e carbono	26
3.2.5. Determinação da biomassa seca de componentes da parte aérea	27
3.2.6. Estimativa do estoque de serapilheira acumulada	28
3.2.7. Caracterização física e química do solo da área em estudo	29
3.3. Análise estatística	31

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	32
4.1. Quantificação de biomassa e carbono	32
4.2. Teores de nutrientes na biomassa da parte aérea	44
4.3. Distribuição de conteúdo de nutrientes	50
4.4. Coeficiente de utilização biológica (CUB)	56
4.5. Acumúlo de serapilheira no solo	63
4.6. Teores de nutrientes na serapilheira	65
4.7. Distribuição dos nutrientes na floresta	68
4.8. Análises multivariadas	69
<b>5. CONCLUSÕES</b>	78
<b>6. RECOMENDAÇÕES</b>	79
<b>7.REFERÊNCIAS</b>	80

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Listagem das cinco espécies de maior valor de importância encontradas no inventário florestal realizado na área 1, e estimativa dos parâmetros fitossociológicos.	22
<b>Tabela 2.</b> Listagem das cinco espécies de maior valor de importância encontradas no inventário florestal realizado na área 2, e estimativa dos parâmetros fitossociológicos.	22
<b>Tabela 3.</b> Número de classes de circunferência e suas amplitudes utilizadas no estudo em uma área de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil.	24
<b>Tabela 4.</b> Caracterização química das amostras de solo coletada em duas áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta-PE. (Área I: vegetação em regeneração após 22 anos de corte raso; Área II: vegetação preservada).	30
<b>Tabela 5.</b> Caracterização física das amostras de solo coletadas em duas áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta-PE, (Área I: vegetação em regeneração após 22 anos de corte raso; Área II: vegetação preservada).	30
<b>Tabela 6.</b> Intervalo de confiança para as características das áreas, quanto ao número de árvores, de fustes e área basal, por hectare, altura e diâmetro médio das árvores, CAP e CNB médio e número de árvores por classe nas duas áreas de Caatinga em Floresta, PE (Área I: vegetação em regeneração após 22 anos de corte raso; Área II: vegetação Preservada).	32
<b>Tabela 7.</b> Valores médios estimados de área seccional na base ( $gB$ , $cm^2$ ), área seccional no peito ( $gP$ , $cm^2$ ), altura total ( $HT$ , m), altura comercial ( $HC$ , m), área de projeção da copa ( $APC$ , $m^2$ ), biomassa da parte aérea ( $B$ , kg), conteúdo de carbono ( $C$ , kg) e volume ( $Vol$ , $m^3$ ) das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.	33
<b>Tabela 8.</b> Valores médios estimados de área seccional na base ( $gB$ , $cm^2$ ), área seccional no peito ( $gP$ , $cm^2$ ), altura total ( $HT$ , m), altura comercial ( $HC$ , m), área de projeção da copa ( $APC$ , $m^2$ ), biomassa total da parte aérea ( $B$ , kg) e conteúdo de carbono ( $C$ , kg) das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE.	36

<b>Tabela 9.</b>	Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm <sup>2</sup> ), área seccional no peito (gP, cm <sup>2</sup> ), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m <sup>2</sup> ), biomassa total da parte aérea (B, kg) e conteúdo de carbono (C, kg) das espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de caatinga no município de Floresta-PE.	38
<b>Tabela 10.</b>	Estimativa de biomassa e carbono na parte aérea dos componentes analisados das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.	40
<b>Tabela 11.</b>	Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectares pelos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância na área em regeneração no município de Floresta-PE.	42
<b>Tabela 12.</b>	Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare pelos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância na área preservada no município de Floresta-PE.	45
<b>Tabela 13.</b>	Estimativa do volume médio por árvores por classes das cinco espécies de maior valor de importância encontradas em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.	44
<b>Tabela 14.</b>	Teores médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE.	46
<b>Tabela 15.</b>	Teores médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de Caatinga no município de Floresta-PE.	48
<b>Tabela 16.</b>	Teores médios de nutrientes na biomassa da parte aérea acima do solo nos componentes das árvores das espécies de maior valor de importância em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.	49
<b>Tabela 17.</b>	Conteúdos médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE.	51
<b>Tabela 18.</b>	Conteúdo médio dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de caatinga no município de Floresta-PE.	53
<b>Tabela 19.</b>	Conteúdo médio dos nutrientes das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE, conforme as classes de CAP.	55

- Tabela 20.** Conteúdo médio de nutrientes na biomassa da parte aérea acima do solo nos componentes das árvores das espécies de maior valor de importância em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE. 57
- Tabela 21.** Coeficiente de utilização biológica (CUB) dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE. 59
- Tabela 22.** Coeficiente de utilização biológica (CUB) dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de caatinga no município de Floresta-PE. 60
- Tabela 23.** Serapilheira acumulada ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), das frações folha, galhos, estrutura reprodutiva e miscelânea em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE, no período chuvoso. 63
- Tabela 24.** Serapilheira acumulada ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), das frações folha, galhos, estrutura reprodutiva e miscelânea em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE, no período seco. 64
- Tabela 25.** Teores médios de nutrientes na serapilheira acumulada em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE, em duas estações estudadas. 65
- Tabela 26.** Distribuição dos conteúdos de nutrientes disponível na serapilheira e na biomassa acima do solo e sua distribuição relativa em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta,PE. 66
- Tabela 27.** Distribuição dos teores de nutrientes disponível na serapilheira e na biomassa acima do solo e sua distribuição relativa em uma área de vegetação de caatinga preservada no município de Floresta,PE. 68
- Tabela 28.** Distribuição dos conteúdos de nutrientes disponível na serapilheira e na biomassa acima do solo e sua distribuição relativa em uma área de Caatinga preservada no município de Floresta,PE. 69

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Localização geográfica do município de Floresta, PE.	18
<b>Figura 2.</b> Croqui da fazenda Itapemirim e localização das duas áreas estudadas no município de Floresta, PE	19
<b>Figura 3.</b> Temperatura média (C°) e Precipitação (mm) ocorrida entre os anos de 2004 e 2008 em duas áreas de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil. Fonte: INPE/CPTEC	20
<b>Figura 4.</b> Temperatura média (°C) e precipitação (mm) ocorrida durante o período de estudo em duas áreas de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil. Fonte: INPE/CPTEC	21
<b>Figura 5.</b> Desenho esquemático da disposição das parcelas em campo.	23
<b>Figura 6</b> Imagem do corte da árvore amostrada e separação dos galhos e folhas em uma área de caatinga no município de Floresta- PE, Brasil.	25
<b>Figura 7.</b> Imagem do processo de pesagem dos componentes fuste e folhas realizada no campo em uma área de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil.	26
<b>Figura 8.</b> Imagem do molde vazado utilizado para coleta da serapilheira em uma área de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil.	28
<b>Figura 9.</b> Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período chuvoso, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - <i>Poincianella bracteosa</i> ; Mo - <i>Mimosa ophthalmocentra</i> ; Jm - <i>Jatropha mollissima</i> ; Pm - <i>Pityrocarpa moniliformis</i> ; Tg - <i>Thiloa glaucocarpa</i> , C1, C2, C3, C4 e C5 – classes de CAP e PM – ponto médio.	71
<b>Figura 10.</b> Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período seco, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - <i>Poincianella bracteosa</i> ; Mo - <i>Mimosa ophthalmocentra</i> ; Jm - <i>Jatropha mollissima</i> ; Pm - <i>Pityrocarpa moniliformis</i> ; Tg - <i>Thiloa glaucocarpa</i> , C1, C2, C3, C4 e C5 – classes de CAP e PM – ponto médio.	73



**Figura 11.** Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período chuvoso, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - *Poincianella bracteosa*; Mo - *Mimosa ophthalmocentra*; Ap - *Aspidosperma pyriformium*; Cp - *Cnidoscolus quercifolius*; Ac - *Anadenanthera colubrina*. C1, C2, C3, C4 e C5 – Classes de CAP.

74

**Figura 12.** Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período seco, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - *Poincianella bracteosa*; Mo - *Mimosa ophthalmocentra*; Ap - *Aspidosperma pyriformium*; Cp - *Cnidoscolus quercifolius*; Ac - *Anadenanthera colubrina*. C1, C2, C3, C4 e C5 – Classes de CAP.

76

## RESUMO

O desenvolvimento e a auto-sustentabilidade de florestas nativas tropicais sobre o solo, geralmente de baixa fertilidade, sempre questionaram os pesquisadores que perceberam, ali, um sistema altamente complexo, com suas bases apoiadas na ciclagem de nutrientes e na diversidade florística. Neste contexto e se buscando entender melhor as relações entre a vegetação florestal e a serapilheira em dois remanescentes de Caatinga no sertão de Pernambuco objetivou-se neste trabalho estimar a biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância; determinar os teores de nutrientes minerais nos componentes da parte aérea das espécies de maior valor de importância e avaliar a eficiência no uso de nutrientes; a exportação de nutrientes pela colheita da biomassa acima do solo na floresta; estoque de serapilheira de diferentes espécies arbóreas nativas; quantidade de nutrientes devolvidos para o solo da floresta através da serapilheira. A pesquisa foi realizada na fazenda Itapemirim no município de Floresta-PE, onde foram utilizadas duas áreas de vegetação de caatinga dentro da fazenda apresentando características bem distintas, uma em estágio de regeneração (área 1) e outra preservada (área 2). Na amostragem foi feito um inventário inicial lançando-se 40 parcelas de 400m<sup>2</sup> em cada área, tendo como nível de inclusão CAP  $\geq 6,0$  cm. Para análise da biomassa as cinco espécies de maior valor de importância (VI) de cada área foram divididas em cinco classes de circunferência, a escolha dos indivíduos foi de forma aleatória e cada planta escolhida teve medido sua circunferência a altura do peito e na base, área de projeção da copa, altura total e altura comercial. No processo de pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea as árvores escolhidas foram derrubadas e em seguida foram pesados todos seus componentes e retirado uma amostra entorno de 100g para realização das análises químicas. Na estimativa do estoque de serapilheira nas áreas foram feitas coletas no período seco e no período chuvoso, utilizando-se de um molde vazado de 0,5 m lançado aleatoriamente dentro de cada parcela. Os solos das áreas foram caracterizados físico e quimicamente utilizando amostras de solo na profundidade de 0-20,0 cm no centro de cada área. Nesse estudo observou-se que o levantamento inicial nas duas áreas a *Poincianella bracteosa* e a *Mimosa ophthalmocentra* foram às espécies com maior número de indivíduos, no estudo da biomassa total acima do solo foi estimado valores de 13,2 t ha<sup>-1</sup> na área 1 e 29,6 t ha<sup>-1</sup> na área 2, e que o componente galho foi o de maior contribuição na biomassa total, no teor de nutrientes encontrados na biomassa total nas duas áreas seguiu uma mesma sequência: N > Ca > K > Mg > P > S, sendo o N o nutriente mais acumulado no componente folha, e o Ca nos componentes lenhosos em ambas as áreas, já os nutrientes que apresentaram as maiores

eficiência de utilização nas plantas estudadas em ambas as áreas foram o S e P. No estudo do estoque de serapilheira a área 2 apresentou maior acúmulo de serapilheira do que a área 1, e com relação as estações, no período seco a fração folha foi maior e no período chuvoso a fração galho foi mais representante em ambas as áreas, os teores de nutrientes na serapilheira diferiram entre as estações, no período seco a sequência foi a seguinte:  $N > Ca > S > K > Mg > P$ , e no período chuvoso foi  $N > Ca > K > S > P > Mg$ . Com isso, pode-se concluir que o nível de degradação em que uma área se encontra pode influenciar diretamente na produção de biomassa, na deposição, estoque e decomposição de serapilheira e consecutivamente na ciclagem de nutrientes, fazendo com que esse ambiente demore mais para se recuperar.

Palavras-chave: biomassa, nutriente e manejo florestal

## **ABSTRACT**

The development and self-sustainability of native tropical forests on the ground, usually of low fertility, have always questioned the researchers who realized that, there, was a highly complex system, with their bases resting on nutrient cycling and floristic diversity. In this context and seeking for a better understanding on the relationships between vegetation and forest litter in two Caatinga remnants in Pernambuco State, we have aimed, with this work, to estimate the biomass of aboveground of very important species; to determine the concentration of mineral nutrients in components of the aerial parts of species of greatest importance and to evaluate the efficiency of nutrient use; the nutrient exportation by the biomass left on the ground harvest, in the forest; stock of litter from different native tree species, amount of nutrients returned to forest soil through litter. The survey was conducted on the farm Itapemirim in the town of Floresta-PE, where we used two areas of savanna vegetation within the farm which presented very different characteristics, one that has cleared 20 years before (area 1) and a preserved area (area 2). As for the sampling, an initial inventory was done by the use of 40 plots of 400m<sup>2</sup> area, having as its inclusion level (CBH)  $\geq 6.0$  cm. To analyze the biomass, five species of highest importance value of biomass (VI) in each area were divided into five classes of circumference, the choice of subjects was done randomly and each plant selected had its circumference at breast height and base height measured, crown projection area, total height and commercial height. In the process of weighing and sampling of the compounds of aboveground, the chosen trees were dropped and after that all their components were weighed and a sample around 100g was taken to perform chemical analysis. As for estimating the stock of litter in the areas collection were made during the dry and the rainy season, using a leaked mold of 0.5 m released randomly within each plot. The soils of the areas were characterized using physical and chemical soil samples at a depth of 0 to 20.0 cm in the center of each area. In this study, it was possible to observe that the initial survey in two areas *Poincianella bracteosa* and *Mimosa ophtalmocentra* were the species with the highest number of individuals in the study of total biomass above ground having estimated values 13.2 t ha<sup>-1</sup> in area 1 and 26.9 t ha<sup>-1</sup> in area 2, and that the branches component was the highest contribution to total biomass, the concentration of nutrients found in the total biomass in both areas followed the same sequence: N > Ca > K > Mg > P > S, being N the nutrient most accumulated in the leaf, and Ca in woody components in both areas, and the nutrients that had the highest utilization efficiency in plants studied in both areas were the S and P. In the study of litter stock in area 2 showed a greater accumulation if compared to area 1, and concerning the seasons, in the dry period leaf fraction was higher

and in rainy season the branch fraction was more representative in both areas, the litter nutrient concentrations differed between seasons, during the dry season the sequence was the following: N > Ca > S > K > Mg > P, and during the rainy season it was N > Ca > K > S > P > Mg. Thus, one can conclude that the level of degradation in the area can directly influence on biomass production, deposition, storage and decomposition of litter and in nutrient cycling, consecutively, making it longer this environment recovery.

Keywords: biomass, nutrient e forest management

## INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma formação florestal que ocupa uma área de 826.411,23 Km<sup>2</sup> e é um bioma exclusivamente brasileiro. Isso significa que grande parte do patrimônio biológico dessa região não é encontrada em nenhum outro lugar do mundo, além do Nordeste do Brasil (IBAMA, 2010). Entretanto, a Caatinga ainda tem sido colocada em segundo plano quando se discutem políticas para o estudo e a conservação da biodiversidade do país (Silva et. al., 2004), apesar de ela ser a vegetação predominante na região Nordeste, cobrindo 54,53 % dos 1.548.672 km<sup>2</sup> da área da região (IBGE, 2005).

Essa vegetação constitui-se na expressão sintética dos elementos físicos e climáticos, uma vegetação singular cujos elementos florísticos expressam uma morfologia, anatomia e mecanismo fisiológico convenientes para resistir ao ambiente xérico, caracterizado por regiões que expressa uma condição de sobrevivência ligada a um ambiente seco, ecologicamente com deficiência hídrica, cuja água disponível às plantas procede unicamente do curto período da estação chuvosa, já que seus solos são incapazes de acumular água (SOUTO, 2006).

A importância de se quantificar a biomassa e avaliar a ciclagem de nutrientes em áreas de Caatinga é elevada em razão, também, da estrutura florística com alto grau de variabilidade, devido grande extensão territorial, aos tipos de clima e solo e a multiplicidade nas formas de relevo do semiárido, que se traduz em diferentes paisagens como os vales úmidos, as chapadas sedimentares e as amplas superfícies pediplanadas.

Apesar de sua importância, a Caatinga vem sendo sistematicamente devastada, já que, há muitos séculos, a mesma continua sendo utilizada para áreas com pecuária intensiva, agricultura nas partes mais úmidas, retirada de lenha e madeira e para outros fins de menor interesse sócio-econômico. Este tipo de exploração em um ambiente tão pouco conhecido e complexo poderá levar a um processo irreversível de degradação (SILVA et. al., 2004).

Uma das alternativas para esse problema é o manejo adequado da biomassa da vegetação da caatinga como recurso florestal e com a presença animal em sistemas silvipastoris, que se assemelha a situação real do produtor rural que utiliza essa vegetação para obtenção de lenha e madeira, associada

à produção animal. Segundo Sampaio e Menezes (2002), as proporções de caatingas menos antropizadas são relativamente altas, mas reconhece-se que em quase todas são colocados animais para pastar, durante alguma época do ano.

O manejo inadequado da caatinga, ao longo do tempo, tem levado algumas áreas à desertificação. Neste sentido, Lira et al. (2006), caracterizando os principais problemas dos sistemas de produção nos diferentes ecossistemas brasileiros, mencionaram que o risco predominante da vegetação nativa é a desertificação.

A degradação acelerada que os ecossistemas vêm sofrendo, principalmente em decorrência da atividade antrópica, gera a necessidade de se desenvolver programas de conservação e recuperação ambiental. Para tanto, deve ser bem conhecida a dinâmica das interações solo-vegetação nesses ecossistemas (BORÉM e RAMOS, 2002).

Com isso, diversos estudos comprovam que a manutenção dos ecossistemas florestais depende da ciclagem de nutrientes pela produção e decomposição da serapilheira. Portanto, a velocidade com que esses nutrientes presentes no solo e na serapilheira vão ser reciclados vai influenciar diretamente na produtividade primária da floresta (SOUTO et al., 2009).

A quantidade de serapilheira depositada e acumulada pode variar dentro de um mesmo tipo de vegetação, dependendo dos graus de perturbação das áreas (ARAÚJO et al., 2006). Por outro lado, Schumacher et al. (2003) relataram que o estudo da ciclagem de nutrientes em florestas é de fundamental importância, possibilitando a previsão de situações que poderiam ser críticas a médio e longo prazo, tanto em relação à produtividade, como em relação às características do solo.

Outro fator importante que se pode destacar é a acumulação de biomassa, afetada por fatores ambientais e fatores da própria planta que afetam a fotossíntese e a respiração, como por exemplo, fatores ambientais: luz, temperatura, concentração de CO<sub>2</sub> do ar, umidade e fertilidade do solo e doenças, e os fatores interno: idade, estrutura e disposição das folhas, distribuição e comportamento dos estômatos, teor de clorofila, e acumulação de hidratos de carbono (BARICHELLO et al., 2005).

Para estudos mais confiáveis de biomassa, é necessária, ao menos numa primeira abordagem, a execução de uma amostragem destrutiva, na qual é analisada a produção dos diversos componentes da árvore (tronco, galhos, folhas, flores, frutos, etc), sendo que a separação e a especificação desses componentes variam de acordo com o tipo de floresta e os objetivos a serem alcançados (SOCHER et al., 2008).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar e comparar duas áreas distintas de Caatinga no município de Floresta-PE, de diferentes históricos, com relação à, estimativa de biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância; determinar a concentração e o conteúdo dos nutrientes minerais nos componentes da parte aérea das árvores de espécies de maior valor de importância e avaliar a eficiência no uso de nutrientes; exportação de nutrientes pela colheita da biomassa acima do solo na floresta; estoque de serapilheira de diferentes espécies arbóreas nativas; quantidade de nutrientes devolvidos para o solo da floresta através da serapilheira.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Caracterização do Bioma Caatinga

A região Nordeste do Brasil possui 1.548.672 km<sup>2</sup> de área e cerca de 48,85 milhões de habitantes (IBGE, 2004) e é extremamente heterogênea nos aspectos climáticos e edáficos, apresentando como resultado, ampla variedade de biomas, sendo a caatinga o mais extenso deles, "Ocupando uma área de aproximadamente 826.411,23 km<sup>2</sup>, dos quais 81.141 km<sup>2</sup> situam-se em Pernambuco (IBAMA, 2010). A caatinga, segundo Ab'Saber (1999) e Queiroz (2009), é constituída por espécies vegetais dotadas de longa história de adaptação ao calor e a irregularidade do regime de chuvas, normalmente possuindo porte baixo, dossel descontínuo, folhas miúdas e indivíduos com muitas ramificações, geralmente com presença de espinhos ou acúleos para conter os efeitos de uma evapotranspiração muito intensa".

Apesar da significativa extensão, importância sócio-econômica e ser um bioma com ocorrência restrita ao território nacional, a caatinga é o menos protegido dentre os biomas brasileiros, com menos de 2 % de sua área estando sob a forma de unidades de conservação de proteção integral (TABARELLI et al., 2000). Além da reduzida área sob proteção e das restritivas condições climáticas, o impacto da atividade humana sobre o bioma é descontrolado, danoso, intenso e considerável, aumentando os níveis de sua degradação. Castelletti et al. (2003) afirmaram que, ao se considerar a largura de 7 km como zona de impacto de estrada válida para toda a Caatinga, a área total alterada pelo homem seria de mais de 332.000 km<sup>2</sup> ou 45,32 % da região, sendo superada apenas pelos biomas Floresta Atlântica e Cerrado.

Recentemente, a Caatinga foi reconhecida como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, conforme estudo coordenado pela Conservação Internacional. Grandes regiões naturais são ecossistemas que abrigam, pelo menos, 70% de sua cobertura vegetal original e ocupam áreas superiores a 100.000 km<sup>2</sup> e, desta forma, são consideradas estratégicas no contexto das grandes mudanças globais (GIL 2002). De forma mais específica, a conservação da Caatinga é importante para manutenção dos padrões regionais e globais do clima, da disponibilidade de água potável, de solos agricultáveis e de parte importante da biodiversidade do planeta (MMA, 2002).

Apesar de sua importância, a Caatinga vem sendo degradada e suas alterações tiveram início com o processo de colonização do Brasil, inicialmente como consequência da pecuária bovina, associada às práticas agrícolas rudimentares. Ao longo do tempo, outras formas de uso da terra foram sendo adotadas, tais como a diversificação da agricultura e da pecuária, extração de lenha para produção de carvão e atividades de caça (ZANETTI, 1994).

O desmatamento indiscriminado da Caatinga para a formação de novas lavouras, retirada de madeira para benfeitorias, lenha e carvão e queimadas sucessivas com manejo inadequado do solo têm contribuído, juntamente com as secas prolongadas, para comprometer o frágil equilíbrio ecológico dessa região (ALBUQUERQUE et al., 2001).

A vegetação de Caatinga, apesar da sua grande diversidade de espécies nativas com potencial forrageiro, sendo boa parte caducifolia ou anual. Muitas dessas espécies podem ser consumidas pelos animais, porém, vêm sendo utilizadas de forma empírica pelos criadores, sem o devido conhecimento do seu potencial produtivo, e com pouca ou nenhuma preocupação ambiental (SILVA et al., 2004).

A Caatinga apresenta inúmeras tipologias, que se manifestam como produtos da evolução, traduzidas em adaptações e mecanismos de resistência ou tolerância às adversidades climáticas (PEREIRA, 2000). Autores como DUQUE (1980) e FIGUEIREDO (1983) caracterizam-nas como formações xerófilas, lenhosas, decíduas, em geral espinhosas, com presença de plantas suculentas e estrato herbáceo estacional, além de uma ampla variação florística.

Botanicamente, a caatinga é constituída por um complexo vegetacional muito rico em espécies lenhosas caducifolias e herbáceas anuais, em sua grande maioria. A maior dificuldade na classificação das caatingas está relacionada com a variação de sua fisionomia, resultante da interação principal de solo e clima, além da interferência antrópica. Atualmente, a vegetação é predominantemente arbóreo-arbustiva e arbustiva pouco densa. Florestas de caatingas altas são agora escassas, pequenas e fragmentadas (PRADO, 2003).

Para essas inúmeras tipologias da caatinga, existe unanimidade entre autores em reconhecer a heterogeneidade florística e fisionômica da caatinga,

atribuída à variação do clima e ao solo, agindo em conjunto, o papel causal no estabelecimento dos tipos de caatinga (SANTOS et al. 1992).

Com relação à geomorfologia, predomina no semiárido brasileiro (Caatinga) um relevo com altitudes com menos de 500 m, entre superfícies que atingem cotas de 800 a 1.100 m na serra da Borborema, no Araripe e em Ibiapaba, chegando a 1.200 m na Chapada Diamantina (AB'SÁBER, 2003). Nas depressões interplanálticas (depressão sertaneja), ocorre a paisagem típica do semiárido nordestino, sendo caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, com relevo suave ondulado, e cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (SILVA et al., 1993).

O relevo da região semi-árida de Pernambuco, em sua maioria, apresenta-se como sendo suave ondulado e as altitudes variam entre 300 e 500 m. A geologia da região assume papel importante na formação dos solos, sendo que os materiais originários, com maior predominância, são gnaisses, granitos, migmatitos e xistos (SILVA et al., 1993). Os solos variam muito em função do material de origem, havendo ocorrência com destaque das seguintes ordens: Luvisolos, Latossolos, Argissolos, Planossolos, Cambissolos, Vertissolos e Neossolos (JACOMINE, 1996). Devido a isto, torna-se difícil fazer generalizações sobre a fertilidade dos solos, embora se possa destacar a deficiência generalizada em fósforo e nitrogênio (SAMPAIO et al., 1995). O uso de fertilizantes minerais é uma prática pouco comum na região, devido às irregularidades das chuvas sendo a agricultura itinerante a mais praticada (SAMPAIO et al., 1995).

A insuficiência hídrica é uma característica marcante dos solos sob fisionomia de Caatinga em que as espécies vegetais estão condicionadas (TROVÃO et al., 2004). De acordo com Lepsch (2002), a vegetação é do tipo Caatinga em suas diversas formas, é constituído de arbustos e árvores, que refletem as condições de clima existentes, com chuvas irregulares concentradas em somente quatro meses do ano e ar muito seco e quente. A água é escassa, tanto por causa das poucas chuvas, como também pela razão dos solos serem muito rasos ou salinos, e que, por isso, armazenam pouca água. Devido a essas condições, essa vegetação tem um alto grau de adaptação à seca e, caracteristicamente, apresenta grande número de

cactáceas, que possuem abundância de espinhos, perda de folhas o que representa uma defesa contra a perda de água dos vegetais.

O clima da caatinga é semiárido, com elevado potencial de evapotranspiração, em torno de 1.500 a 2.000 mm por ano, do que a precipitação variando de 300 a 1000 mm por ano, concentrada em três a quatro meses consecutivos (MMA, 2010). O regime de chuva caracteriza-se pela torrencialidade e pelas irregularidades espaciais e temporais. Predominam chuvas de verão, com quatro meses principais de precipitações relacionadas a “chuvas de trovoadas”, distribuídas no período que se estende de novembro a março, ocorrendo, por vezes, chuvas intensas (120 a 130 mm) num período de 24 horas. As taxas de evaporação são altas, a insolação é forte e a umidade relativa é baixa. Verifica-se predomínio de período seco de 6 a 8 meses, podendo atingir até 11 meses secos nas zonas de aridez mais acentuada. Além da variação anual, a irregularidade se faz notar na variação da precipitação de ano para ano, resultando em severas secas periódicas.

O clima predominante nas regiões semiáridas do Brasil apresentam, em sua grande maioria, um clima do tipo BSh segundo a classificação de Köppen, ou seja, semiárido muito quente, de posição subequatorial a tropical. Em algumas áreas, verifica-se a ocorrência dos tipos climáticos Aw, Bsw'h e As' segundo a classificação de Köppen, com pluviometria variando entre 650 a 1200 mm ou pouco mais. Prevaecem temperaturas médias anuais de 24 a 26°C (JACOMINE, 1996).

## **2.2. Quantificação de biomassa em ecossistemas florestais**

O termo biomassa quer dizer a massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. Já o termo biomassa florestal significa toda a biomassa existente na floresta ou apenas na sua fração arbórea, e, em se tratando de biomassa de origem vegetal, vem sendo empregado o termo fitomassa florestal ou fitomassa arbórea (SANQUETTA, 2004).

O estudo da biomassa de uma floresta natural ou artificial é feita através de estimativas e não determinação, pois não é possível a determinação de grandes áreas florestais (SANQUETTA, 2004). Então, para a realização desse estudo, o método indireto é preferencialmente utilizado porque facilita o trabalho de campo e diminui o custo de coleta de dados, para isso, utiliza-se

modelos de regressão, lineares ou não lineares, cujas variáveis independentes são as características diretamente mensuráveis das árvores amostradas (diâmetro, altura, etc) e as variáveis dependentes, são representadas pelo peso de matéria seca dos componentes ou pela quantidade de carbono (SOARES et al., 2006).

Para estudos confiáveis de biomassa, é necessária, ao menos numa primeira abordagem, a execução de uma amostragem destrutiva, na qual são analisados os diversos componentes da árvore, sendo que a separação e a especificação desses componentes variam de acordo com o tipo de floresta e os objetivos a serem alcançados (SOCHER et al., 2008).

A medição da biomassa é uma avaliação essencial na avaliação da exploração racional dos ecossistemas, em virtude da aplicação na análise da produtividade, conversão de energia e da ciclagem de nutrientes, podendo ser usado como indicador dos impactos ambientais potenciais da permanência das árvores e da exploração florestal sobre os nutrientes do sítio.

As pesquisas realizadas com quantificação da biomassa florestal têm diversos objetivos, dentre os quais podemos destacar a quantificação do balanço exportação, ciclagem dos nutrientes dos componentes arbóreos, como base de informação para estudos de seqüestro de carbono ou exploração para uso econômico. Através desses estudos são geradas informações importantes para a tomada de decisões no manejo dos recursos florestais. O interesse na completa utilização da árvore e de seus produtos, o uso dos resíduos da manufatura de produtos florestais, a quantificação de material combustível em relação ao potencial de incêndio de uma floresta e outras abordagens aumentam a importância dos estudos de biomassa (CLARK e CLARK, 2004).

A estimativa da biomassa é uma medida útil para comparar os atributos estruturais e funcionais dos ecossistemas florestais em uma ampla gama de condições do ambiente. Para isso, têm sido utilizadas parcelas permanentes para estudos ecológicos que avaliam a biomassa nos ecossistemas naturais, em que são utilizados, para estimar a biomassa acima do solo, medidas de diâmetro, altura, peso do material vegetal das árvores e densidade da madeira (MANI e PARTHASARATHY, 2007).

Muitos fatores podem influenciar a biomassa em florestas tropicais, entre os quais o: tipo de solo, os nutrientes no solo, o clima, o regime de perturbação

no ambiente, a posição topográfica, a paisagem e os impactos humanos. A variação dos fatores ambientais, como topografia, hidrologia e características edáficas, com a disponibilidade de nutrientes no solo, pode também complicar as tentativas de estudos da biomassa acima do solo (CUMMINGS et al., 2002).

De acordo com Drumond et al., (2008), o estudo da biomassa é uma ferramenta muito importante na avaliação de um ecossistema florestal, quanto à sua conversão de energia e ciclagem de nutrientes, absorção e armazenagem de energia solar, possibilitando conclusões para uma exploração mais racional do ambiente. Para isso, é importante avaliar a produção e distribuição de biomassa das espécies arbóreas de uso múltiplo, visando aumentar a disponibilidade de madeira e forragem na região, e que, indiretamente, contribuam com a preservação das espécies nativas.

O acúmulo de biomassa pode ser afetado por fatores do ambiente e fatores da própria planta, entre os quais os que afetam a fotossíntese e a respiração. Os principais fatores são luminosidade, temperatura, concentração de CO<sub>2</sub> do ar, conteúdo de água, fertilidade do solo e doenças, além dos fatores internos, como idade, estrutura e disposição das folhas, distribuição e comportamento dos estômatos, teor de clorofila, e acumulação de hidratos de carbono (BARICHELLO et al., 2005).

Um estudo desenvolvido por Vogel et al. (2006) mostrou que a estimativa da biomassa de uma floresta nativa pode variar muito com o tipo de floresta e o local onde se encontra. Uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, teve alta variação nos valores estimados, e acredita-se que esta variação tenha sido em decorrência da grande heterogeneidade de espécies, tamanhos dos indivíduos e densidade da madeira das espécies.

Como expressa produtividade, a acumulação da biomassa é diferente em cada local onde ela é determinada, refletindo uma variação que é causada por diversos fatores inerentes à própria planta e ao ambiente.

Em ecossistemas florestais, segundo Gonçalves et al. (2004), antes do fechamento de copas, a prioridade de alocação é para a expansão da área foliar e desenvolvimento do sistema radicular (principalmente raízes finas), ao passo que, depois que o auto-sombreamento impõe uma área foliar máxima, o acúmulo de nutrientes ocorre com mais intensidade no tronco. Segundo o

mesmo autor, é nessa fase que o acúmulo de resíduos na serapilheira atinge o máximo.

Segundo Ladeira et al. (2001), à medida que aumenta a densidade populacional, a biomassa total por unidade de área aumenta até ser limitada pela capacidade máxima de produção do sítio, com tendência decrescente com a idade do povoamento, ao passo que a produção de biomassa total por indivíduo diminui, mas há elevação da alocação de fotoassimilados no tronco.

As pesquisas realizadas para a quantificação da biomassa em ecossistemas florestais servem como base para o conhecimento do estoque de biomassa e da dinâmica de nutrientes na floresta, permitindo o manejo dos ecossistemas de forma sustentada (VOGEL et al., 2006). Segundo Higuchi et al. (2006), a estimativa da biomassa é importante nas questões ligadas ao manejo florestal e as mudanças climáticas. No manejo florestal, a biomassa está relacionada com os estoques de macro e micronutrientes da vegetação, que são obtidos pelo produto da massa pelas concentrações de cada mineral. No caso das mudanças climáticas, é usada para estimar os estoques de carbono, que, por sua vez, são utilizados para estimar a quantidade de CO<sub>2</sub> que é liberada na atmosfera durante o processo de queimadas.

A biomassa florestal em sua grande parte é constituída por carbono, e para poder compreender melhor o comportamento, movimentação e captura deste carbono contido na atmosfera pelas formações florestais se fazem necessários estudos mais detalhados sobre o assunto, pois a quantidade de carbono a ser fixado varia em função das espécies e da densidade populacional de cada comunidade vegetal que compõe a biomassa (SOARES et al., 2005; THOMPSON, 2009).

As comunidades florestais apresentam uma grande capacidade de armazenar carbono durante o processo de produção de biomassa, e tem recebido atenção crescente (HOSOKAWA et al., 1998), bem como, a quantificação da biomassa, principalmente, na medida em que ela se relaciona diretamente com a fixação do CO<sub>2</sub> atmosférico, agindo em consequência como redutora das emissões de dióxido de carbono, um dos grandes responsáveis pelo aumento do efeito estufa (COUTO et al., 2004).

Em se tratando de florestas naturais, o padrão de distribuição da biomassa pode ser bem distinto, quando comparado com povoamentos

florestais (SOCHER et al., 2008). Watzlawick et al., (2002) realizaram um estudo em Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro (PR), onde, em valores médios para três estágios de regeneração (inicial intermediário e avançado), encontraram a seguinte distribuição de biomassa: 43,3% de madeira, 41,7% de galho vivo, 9,8% de casca, 2,9% de folhas e acículas, 1,5% de galho morto e 0,8% de miscelânea.

Vogel et al. (2006) averiguaram que, na estimativa de biomassa de espécies de uma Floresta Estacional Decidual, no Rio Grande do Sul, os galhos corresponderam a 48,8% da biomassa acima do solo, seguidos da madeira do fuste com 43%, 5,4% para a casca do fuste e 2,4% para as folhas. A média da produção total da biomassa acima do solo ficou estimada em 210 t. ha<sup>-1</sup>.

Em florestas temperadas, como na região de Solling na Alemanha, a estimativa de biomassa acima do solo em uma floresta de *Fagus sylvatica* com 120 anos de idade, foi de 313 t. ha<sup>-1</sup> (Otto, 1994). Na Ásia, a biomassa média das florestas tropicais nas regiões Sul e Sudoeste foram estimadas em, aproximadamente, 225 t. ha<sup>-1</sup> (Brown et al., 1991). Porém, no Brasil, em uma Floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza-RS, Brun (2004) encontrou biomassa total de 186,25 t. ha<sup>-1</sup>, composta por 77,6% de biomassa acima do solo e 22,4% pelas raízes.

### **2.2.1. Quantificação de biomassa na Caatinga**

A vegetação da Caatinga possui uma produção de biomassa considerada baixa em relação aos outros biomas. De maneira geral, isso ocorre em função da elevada temperatura e baixa umidade relativa do ar e precipitação, que promovem com isso, grandes perdas por evapotranspiração. Quando as perdas são mais elevadas que a capacidade de absorção de água pelas raízes e de condução nos caules, os tecidos fotossintetizantes se desidratam e os estômatos se fecham. Com isto, as perdas de água são reduzidas e também a entrada de CO<sub>2</sub> e a produção de biomassa (MENEZES e SAMPAIO, 2000).

Nesse bioma, existem espécies nativas que apresentam um bom potencial para a produção de carvão vegetal e podem ser consideradas aptas à produção sustentável de biomassa para geração de energia, como é o caso da



espécie *Mimosa tenuiflora*. No entanto, sabe-se que algumas espécies exóticas possuem alto potencial de biomassa, mas não se têm dados concretos sobre a sua produção nas condições do semiárido brasileiro, embora com gênero *Leucaena* suporte condições de estresse hídrico como as que ocorrem no bioma Caatinga, além de se apresentarem como forrageiras (OLIVEIRA et al., 2006).

Silva (1998) estudando a biomassa de várias espécies da Caatinga encontrou uma ampla variação de biomassa em função do porte das árvores e da vegetação, de 2 até 156 t. ha<sup>-1</sup>, com 60% dos locais com menos de 20 t. ha<sup>-1</sup> de biomassa total.

Segundo Tiessen et al. (1998), a biomassa em áreas de vegetação de caatinga varia em torno de 5 a 10 t. ha<sup>-1</sup>, em locais mais abertos, e de 50 a 100 t ha<sup>-1</sup>, em formações florestais mais densas. A produção total de matéria seca é próxima de 3 a 5 t ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, em média, com máxima possível de 15 a 20 t ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A produção de folheto é em torno de 3 a 4 t ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, metade da qual é normalmente decomposta e a outra metade é consumida anualmente pelos animais. Pouco se sabe sobre a produção de raízes e uma estimativa muito preliminar do estoque constante é de 8 a 12 t ha<sup>-1</sup>.

Amorim et al.,(2005) em estudo realizado na Estação Ecológica do Seridó, no Rio Grande do Norte, utilizou as equações alométricas determinadas por Silva (1998) e encontrou uma biomassa média de 25 t.ha<sup>-1</sup>. Já na mesma região, usando uma metodologia distinta, Costa et al.(2002) em 16 locais com diferentes níveis de degradação, foram estimadas biomassas variando de 2 a 45 t.ha<sup>-1</sup>.

Em um estudo desenvolvido por Drumond et al., (2008), que avaliou a produção e distribuição de biomassa de algumas espécies arbóreas introduzida de uso múltiplo potências para a Caatinga com uma espécie nativa da região de alto potencial de produção de biomassa no município de Petrolina, PE, observou-se que a biomassa nos diferentes componentes arbóreos das espécies foi distribuída na seguinte ordem: folha<casca<galho<raiz<lenho e a produção de biomassa total foi superior em *Caesalpinia velutina* (51,6 kg ha<sup>-1</sup>), seguida por *Leucaena diversifolia* (36,6 kg ha<sup>-1</sup>), *Ateleia herbert-smithii* (26,4 kg ha<sup>-1</sup>), *Caesalpinia coriaria* (23,0 kg ha<sup>-1</sup>) e *Mimosa tenuiflora* (21,6 kg ha<sup>-1</sup>). A matéria seca foliar, foi maior em *Caesalpinia velutina* (3,7 kg ha<sup>-1</sup>), vindo em

seguida *Ateleia herbert-smithii* (2,8 kg ha<sup>-1</sup>) e *Caesalpinia coriaria* (2,2 kg ha<sup>-1</sup>), *Leucaena diversifolia* (2,0 kg ha<sup>-1</sup>) e *Mimosa tenuiflora* (1,3 kg ha<sup>-1</sup>), representando, respectivamente, 7,2; 10,7; 9,5; 5,3; e 6,3% da biomassa total.

Já Silva e Sampaio (2008), estudaram a biomassa da parte aérea de nove espécies de Caatinga coletadas em duas regiões situadas na Depressão Sertaneja, Santa Luz, BA e Petrolina, PE, ambas com as mesmas condições climáticas. As espécies foram divididas em dois grupos, o primeiro, com as espécies de menor porte com DAP > 5 até 17,5 cm, inclui as espécies *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton sonderianus* e *Jatropha mollissima* e o segundo grupo com DAP > 5 até 30 cm inclui *Anadenanthera macrocarpa*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Maytenus rigida*, *Mimosa hostilis*, *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis glabra*. Observou-se que, nas espécies de menor porte, a biomassa da parte aérea, do menor diâmetro para o maior, variou de 3 a 63 kg, e nas espécies de maior porte a variação foi de 4 a 454 kg por árvore.

Moura et al.,(2006) realizou um estudo para avaliar a distribuição de biomassa e nutrientes em um plantio de *Mimosa caesalpiniaefolia*, em dois povoamentos com solo e topografia similares, sendo o povoamento I com 8 anos e o povoamento II com 11 anos de idade. Foi observado que a biomassa total encontrada foi de 66,22 e 80,78 t ha<sup>-1</sup>, nos povoamentos I e II, respectivamente. A ordem de concentrações de nutrientes analisados nos dois povoamentos, para todos os componentes da parte aérea, de modo geral obedeceu a seguinte seqüência: N > Ca > K > Mg > S > P. No entanto, ocorreu mudança entre K e Ca nas folhas e entre P e S nos galhos e no fuste.

### **2.3. Ciclagem de nutrientes**

Os ciclos biogeoquímicos em florestas integram os diferentes processos globais de transferência dos elementos químicos que ocorrem na biosfera. Alguns desses elementos químicos são reconhecidos como nutrientes e circulam na natureza por meio dos ciclos gasosos e geológicos (ODUM, 1988). Os compartimentos e/ou sistemas inorgânico e ou orgânico são interligados nesses processos de movimentação. Os organismos fotossintetizantes sintetizam a biomassa a partir de nutrientes inorgânicos dissolvidos e do dióxido de carbono, com base na captação de energia solar. Esta matéria orgânica é consumida pelos animais formando a base de uma cadeia

alimentar. A matéria orgânica morta de origem vegetal e animal é decomposta e mineralizada por microorganismos, tanto no solo como na água e nos sedimentos, e os nutrientes mineralizados tornam-se novamente disponíveis no ambiente, passíveis, portanto, de serem utilizados novamente na reação de fotossíntese.

No processo de ciclagem, ocorre a transferência de nutrientes entre compartimentos, o que envolve uma série de processos dentro de um ou mais ciclos naturais. Os modelos conceituais que descrevem esses processos são complexos e, invariavelmente, envolvem três sistemas fundamentais de movimentação nutrientes: planta, animal e solo. Esses modelos são estruturados com indicação do tempo, da área e dos limites desses sistemas (SOUTO et al., 2009).

O estudo da dinâmica da ciclagem de nutrientes de um determinado ecossistema envolve a medição da quantidade e da velocidade de transferência de um dado elemento químico de um compartimento para outro, que são variáveis dependentes do nutriente, que se diferenciam em volatilidade, solubilidade em água, potencial eletroquímico ou reatividade química (ALVES et al., 2006).

A ciclagem de nutrientes refere-se à transferência dos minerais acumulados na biomassa vegetal para o solo, adicionados, principalmente, através da queda de resíduos da parte aérea que irá formar a serapilheira e de sua posterior decomposição, sendo reabsorvidos pela planta ou por outros organismos do sistema (BARBOSA, 2003).

Diversos estudos comprovam que a manutenção dos ecossistemas florestais depende da ciclagem de nutrientes via produção e decomposição da serapilheira, sendo este o mais importante processo de transferência de nutrientes do material vegetal e/ou animal presente na superfície do solo. Portanto, a velocidade com que esses nutrientes presentes no solo vão ser reciclados obterá diretamente a produtividade primária da floresta (SOUTO, 2006).

Para Souza e Davide (2001), o processo de ciclagem é de grande importância não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também para o estabelecimento de práticas de manejo florestal visando à recuperação de áreas degradadas e da recuperação da produtividade do sítio

degradado. No entanto, de maior relevância do que a simples acumulação quantitativa é o processo de mineralização do material orgânico, responsável pela liberação de nutrientes para o solo.

Os aspectos relacionados ao fluxo de deposição de serapilheira, as interações do processo com parâmetros climáticos e edáficos e a ciclagem de nutrientes das espécies mais importantes da caatinga não foram ainda estudados, apesar da importância do assunto, principalmente no que se refere à melhoria das condições físicas do solo, como a melhoria da estrutura, retenção de água, aumento da aeração e redução do processo erosivo (SANTANA, 2005).

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais através da serapilheira é fundamental para o conhecimento da estrutura e do funcionamento de ecossistemas florestais. Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção de serapilheira, sendo este considerado o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (PAGANO e DURIGAN, 2000).

A ciclagem de nutrientes vem sendo amplamente estudada em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, permitindo-se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes. Contudo, esses estudos no bioma Caatinga ainda são pouco consistentes. O conhecimento sobre a produção e decomposição da serapilheira e o modelo de liberação de nutrientes é importante para se compreender o processo de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais e essas informações em áreas de Caatinga são bastante escassas ou não são publicadas (SOUTO, 2006).

Das variáveis climáticas, a precipitação e a temperatura são as que exercem maior influência na formação da serapilheira. Assim, pode-se concluir que o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores determinantes da quantidade e qualidade do material que cai no solo, determinando a heterogeneidade e a taxa de decomposição do material depositado na superfície do solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

De acordo com César (1991) a qualidade do sítio florestal é a soma total de todos os fatores que afetam a capacidade produtiva do local, incluindo os fatores climáticos, edáficos e biológicos, sendo que o estudo qualitativo e

quantitativo da serapilheira é importante para a compreensão do funcionamento dos ecossistemas florestais.

Um ecossistema é basicamente um sistema processador de energia e regenerador de nutrientes que tem duas partes principais, uma biótica e outra abiótica. A parte biótica consiste de todos os organismos vivos na área, a comunidade. A parte abiótica envolve o ambiente físico com os quais os organismos vivos interagem. As partes bióticas e abióticas trocam energia e materiais. Em termos simples, todos os ecossistemas consistem de três componentes básicos: os produtores, os consumidores (incluindo decompositores) e a matéria inorgânica e orgânica (SMITH, 1996).

O padrão de ciclagem de nutrientes nos trópicos úmidos é diferente do padrão de áreas secas ou temperadas. Nas regiões secas ou frias, uma grande parcela da matéria orgânica e dos nutrientes permanece em sedimentos no solo, enquanto que, nos trópicos úmidos, uma percentagem muito maior está sendo reciclada dentro das estruturas orgânicas do sistema. Além disso, a taxa de ciclagem, ou seja, a velocidade com que os nutrientes se movimentam entre e dentro dos compartimentos, é muito mais rápida numa floresta tropical do que em uma temperada (ODUM, 1988).

#### **2.4. Importância do conhecimento da vegetação para o manejo florestal**

Nas florestas nativas, devido à complexidade de sua composição, gerada pelo grande número de espécies com diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, poucas são as informações de como as plantas crescem, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sujeitas a regime de manejo. Um dos importantes pontos a serem abordados para estas florestas é a definição do ciclo de corte, e também o conhecimento de como o número de árvores por classe de diâmetro evolui ao longo do tempo. Naturalmente, muitos outros pontos são extremamente relevantes para que as florestas naturais possam ter uso sustentável como, por exemplo: suscetibilidade das espécies florestais à exploração; a economia do manejo sustentado; uma maior eficiência no processo de beneficiamento e aproveitamento da madeira, racionalização das técnicas de exploração e transporte, dentre outras (SCOLFORO, 1995).

No Nordeste, onde o setor florestal gera cerca de 170 mil empregos diretos e 500 mil indiretos, além de contribuir com 15% da renda global dos produtores, destaca-se pela sua produção de lenha, uma vez que 35% do seu parque industrial e 70% dos domicílios têm a lenha como sua fonte de energia primária, (CAMPELLO et al., 2000). O produto florestal desempenha papel fundamental na economia informal, sendo uma das únicas alternativas econômicas para a geração de renda das famílias rurais nos períodos de estiagens (MOURA et al., 2006)

No estado de Pernambuco, o desmatamento e a degradação dos recursos naturais vêm se acelerando nas últimas décadas. Segundo Silva et al, Solange e Pareyn (1998), o consumo de energéticos florestais (lenha e carvão vegetal) no Estado é em torno de 12 milhões st/ano, sendo o setor residencial responsável por 73,5% desse consumo, e o industrial/comercial por 26,5% cerca de 3,1 milhões st/ano. Atualmente estima-se que o consumo industrial e comercial de Pernambuco é cerca de quatro milhões de st/ano (1,33 milhões de m<sup>3</sup>/ano), principalmente devido ao alto consumo do pólo gesseiro do Araripe (MMA, 2010). Nota-se que esta estimativa refere-se apenas ao consumo de lenha e carvão, não estando, portanto, computados a exportação destes produtos para outros estados, nem a utilização da vegetação para fins não-energéticos (toras, mourões, etc.).

Para implantar o manejo florestal em bases sustentadas, é fundamental conhecer a estrutura, a dinâmica e as espécies que formam a vegetação da área a ser manejada. Além disto, é necessário conhecer os procedimentos de amostragem, que possam representar bem a área.

Por fim, a degradação acelerada que os ecossistemas vêm sofrendo, em decorrência da atividade antrópica, gera a necessidade de se desenvolver programas de conservação, recuperação e manejo florestal das florestais remanescentes. Para tanto, deve ser bem conhecida a dinâmica das interações solo-vegetação nesses ecossistemas, por meio de estudos de biomassa vegetal, serapilheira e fertilidade do solo, para, entender o comportamento da ciclagem de nutrientes no ambiente (BORÉM e RAMOS, 2002).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização das áreas de estudo

A pesquisa foi realizada na fazenda Itapemirim, de propriedade da Agrimex Agroindustrial Excelsior S.A., localizada no município de Floresta, Pernambuco com 5.695,65 ha de área total, com vegetação de Caatinga predominante, situada a 8°30'49" Latitude Sul e 37°57'44" Longitude Oeste (Figura 1). O município de Floresta está inserido na mesorregião do São Francisco Pernambucano e microrregião de Itaparica (8°36' Latitude Sul e 38°34' Longitude Oeste), com uma área de 3675 km<sup>2</sup>, e está localizado a 434 km a Oeste da cidade de Recife, o acesso é feito pelas rodovias BR-232, BR-110 e PE-360 (EMBRAPA, 2007).

Foram pesquisadas duas áreas de vegetação de Caatinga com características bem distintas e com aproximadamente 60 ha cada. A primeira (Área 1) está localizada próxima a PE-360, possuindo uma vegetação em estágio de regeneração, desmatada por corte raso há vinte e dois anos com a utilização de correntões, e durante esses anos a área foi abandonada e utilizada para pastoreio de animais principalmente caprino e bovino. Enquanto que a segunda (Área 2), situada mais no interior da fazenda, e tem como característica uma vegetação considerada pela comunidade preservada, sendo talvez retirados produtos florestais apenas para usos domésticos (Figura 2).

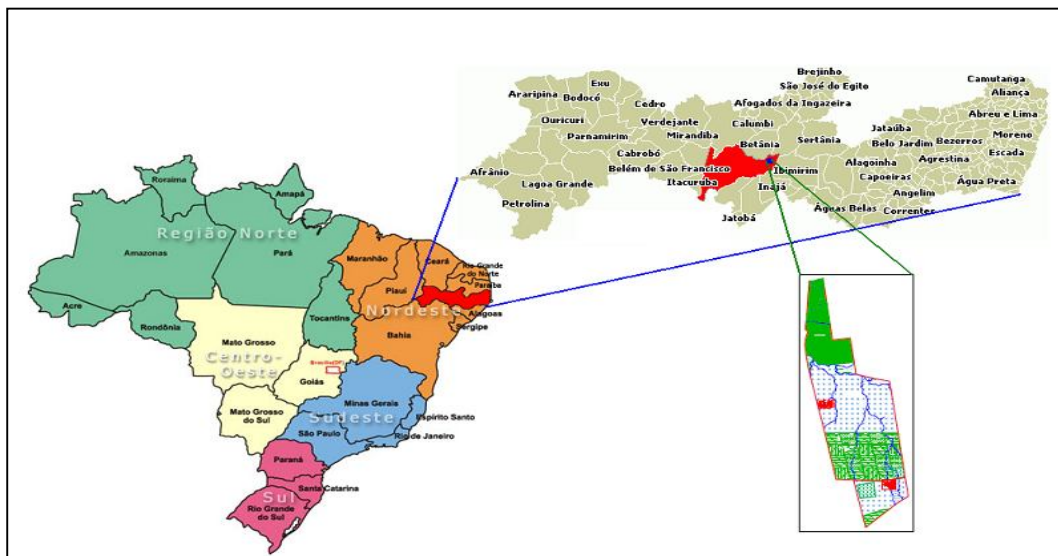
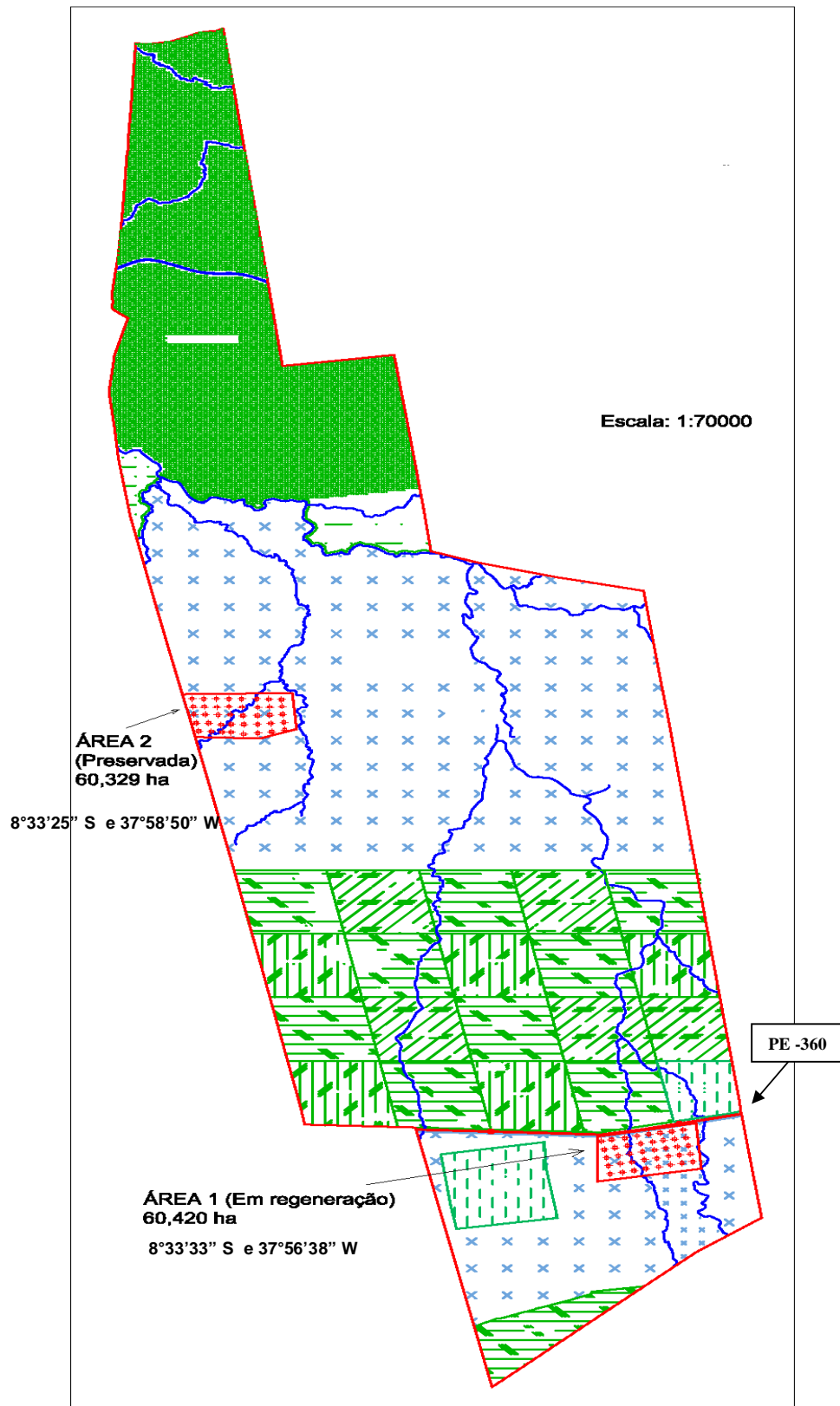


Figura 1. Localização geográfica do município de Floresta, PE.



**Figura 2.** Croqui da fazenda Itapemirim e localização das duas áreas estudadas no município de Floresta, PE



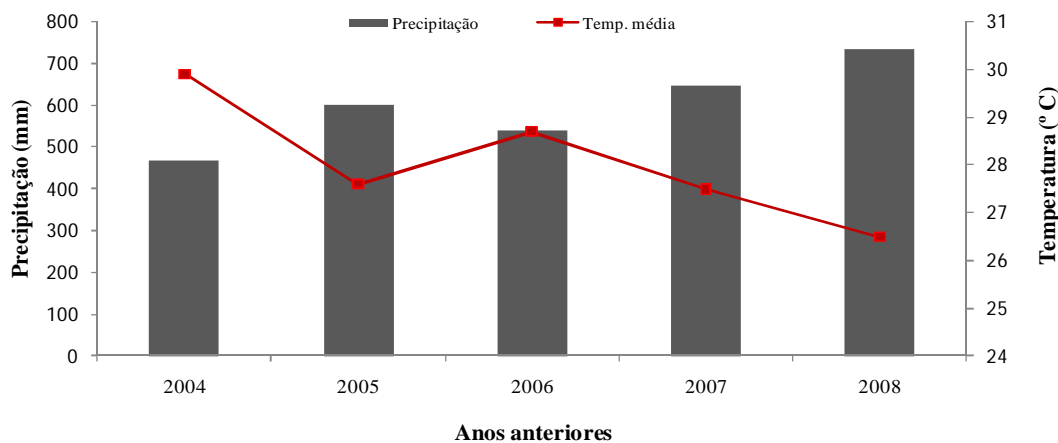
### 3.1.2. Característica da vegetação e clima

A vegetação predominante da região onde estão localizadas as áreas estudadas é classificada pelo IBGE (1992) como Savana Estépica arborizada, composta de espécies vegetais com condições de sobrevivência ligadas a um ambiente com deficiência hídrica, em que a disponibilidade de água ocorre unicamente em um curto período de tempo na estação chuvosa.

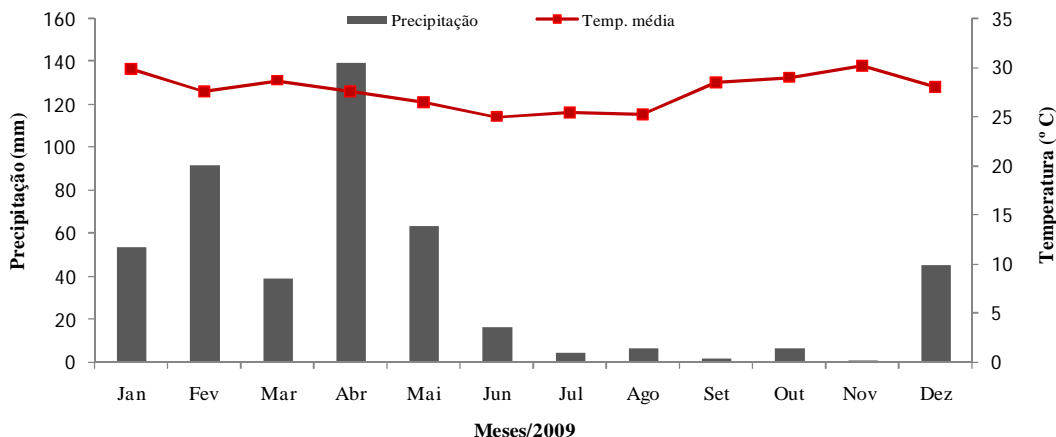
O clima, segundo o sistema internacional de classificação de Köppen, é do tipo Bsw'h, muito quente, semiárido, tipo estepe, marcado por uma estação seca e outra chuvosa. Pela classificação de Gaussen, é 4aTh, tropical quente, de seca acentuada, com índice xerotérmico entre 150 e 200 e 7 a 8 meses secos (JACOMINE et al., 1973).

A temperatura média anual é de 26,5°C e as médias anuais das precipitações pluviométricas são da ordem de 623 mm, com período de chuva concentrado de janeiro a maio, sendo os meses mais chuvosos março e abril. A evapotranspiração potencial apresenta média anual de 1646 mm, com déficit hídrico anual em torno de 1023 mm e índice de aridez de 0,38 (EMBRAPA, 2007).

Na Figura 3, podem ser observados os dados de temperatura média (°C) e precipitação (mm) ocorrida entre os anos de 2004 e 2008 nas áreas estudadas, e na Figura 4, observam-se os valores de temperatura média (°C) e precipitação (mm) ocorrida durante todo o período estudado, mostrando semelhança com os dados anteriormente citados pela EMBRAPA (2007).



**Figura 3.** Temperatura média (C°) e Precipitação (mm) ocorrida entre os anos de 2004 e 2008 em duas áreas de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil. Fonte: INPE/CPTEC



**Figura 4.** Temperatura média (°C) e precipitação (mm) ocorrida durante o período de estudo em duas áreas de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil. Fonte: INPE/CPTEC

### 3.1.3. Aspectos geoambientais da região

O município de Floresta está inserido na Depressão Sertaneja, conhecida como Depressão Periférica do Rio São Francisco, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave ondulado, cortada por vales estreitos com vertentes dissecadas, com pontuações formadas por elevações residuais, cristas e/ou outeiros, que testemunham os intensos ciclos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino (JATOBÁ, 2003).

Os solos da região são classificados como Luvisolos Crômico pouco profundos, textura superficial arenosa a média. Nas vertentes dos vales predominam os solos cascalhentos, porém mais férteis (EMBRAPA, 2007).

A área de estudo caracteriza-se por vegetação de caatinga hiperxerófila. Cerca de 37,1% da população do município de Floresta ocupa a zona rural, tendo como principal atividade a exploração da pecuária extensiva, com expressivo rebanho caprino e ovino (CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA, 2004).

## 3.2. Amostragem para escolha das espécies

### 3.2.1. Inventário Florestal

As espécies utilizadas nesse estudo foram selecionadas usando como base as informações obtidas em um inventário florestal realizado nas áreas estudadas, desenvolvido por Ferraz (2011) na área 1 (Tabela 1) e por Alves Júnior (2010) na área 2 (Tabela 2). Sendo selecionadas para o estudo as cinco espécies de maior valor de importância em cada área.

**Tabela 1.** Listagem das cinco espécies de maior valor de importância encontradas no inventário florestal realizado na área 1, e estimativa dos parâmetros fitossociológicos.

NOME VULGAR	N/ha	DR%	FR%	DoR%	VI %
<i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) L.P.Queiroz	308	43,2	19,5	48,7	37,1
<i>Mimosa ophtalmocentra</i> Mart. ex Benth.	93	11,9	8,0	11,8	21,1
<i>Jatropha mollissima</i> .	52	6,6	13,5	6,3	8,9
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth) Luckow & Jobson	61	7,8	2,5	5,4	5,3
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	30	3,8	7,0	1,1	2,4
<b>Total geral</b>	<b>544</b>	<b>73,3</b>	<b>50,5</b>	<b>73,3</b>	<b>74,8</b>

Fonte: Ferraz (2011)

**Tabela 2.** Listagem das cinco espécies de maior valor de importância encontradas no inventário florestal realizado na área 2, e estimativa dos parâmetros fitossociológicos.

NOME VULGAR	N/ha	DR%	FR%	DoR%	VI %
<i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) L.P.Queiroz	644	45,9	11,0	45,9	34,3
<i>Mimosa ophtalmocentra</i> Mart. ex Benth.	206	14,6	10,7	10,5	11,9
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	78	5,6	7,1	6,6	6,4
<i>Cnidocolus quercifolius</i> (Mull. Arg.) Pax. & Hoffm.	41	2,9	6,8	6,8	5,6
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul.	63	4,5	7,2	4,4	5,3
<b>Total geral</b>	<b>1032</b>	<b>73,5</b>	<b>42,8</b>	<b>74,2</b>	<b>63,5</b>

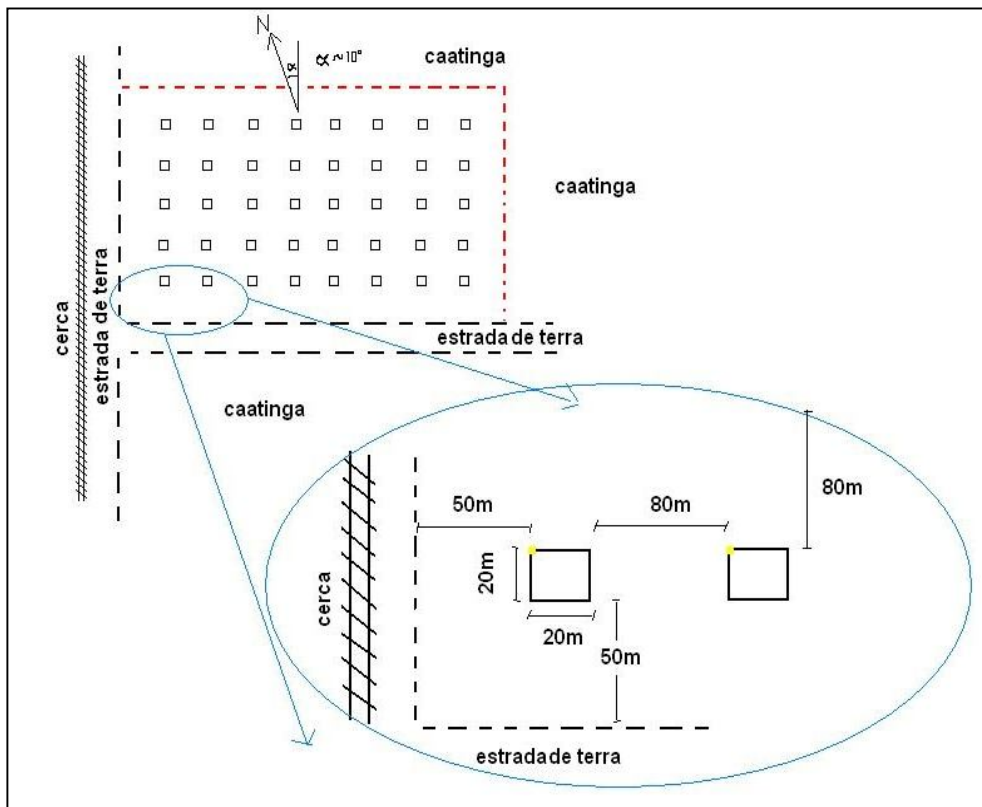
Fonte: Alves Júnior (2010)

Nesse inventário florestal foram utilizadas 80 parcelas de 20 x 20 m (400 m<sup>2</sup>), distanciadas entre si 80 m, com 50 m da bordadura, sendo alocadas 40 parcelas em cada área num total de 1,6 ha de área amostrada, tendo como nível de inclusão os indivíduos vivos com circunferência a 1,30 m do solo (CAP) maior ou igual a 6,0 cm (seis centímetros) (Figura 5).

Com os dados de campo, foram calculados todos os parâmetros fitossociológicos das estruturas horizontal e vertical, como também as estimativas paramétricas de distribuição diamétrica, área seccional por hectare

e por espécies e volume por espécie e por área. De posse desses resultados foram selecionadas as cinco espécies de maior valor de importância para a estimativa da biomassa, para esses cálculos foi utilizado o software Mata Nativa 3.0.

Os indivíduos mensurados foram identificados no local em nível de nome vulgar, coletando-se material botânico para posterior identificação no herbário Sérgio Tavares do Departamento de Ciência Florestal da UFRPE. Para identificação taxonômica, as exsicatas foram enviadas a especialistas e a separação das espécies por família foi realizada de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group II (APGII, 2003).



**Figura 5.** Desenho esquemático da disposição das parcelas em campo.

### 3.2.2. Quantificação da biomassa da parte aérea

A análise da quantificação da biomassa da parte aérea foi realizada com base na estrutura diamétrica encontrada no inventário florestal nas duas áreas avaliadas. As cinco espécies de maior valor de importância foram divididas em cinco classes de circunferência, a partir da circunferência mínima na altura do

peito de 6 cm, estabelecido como o padrão para amostragem de caatinga (RMFC, 2005), e prosseguindo com intervalos de 6 cm, até a circunferência representativa de 30 cm, encontrado na área (Tabela 3). Foram abatidas três árvores representativas da circunferência média de cada classe, para análise da produção de biomassa da parte aérea, totalizando 15 indivíduos de cada espécie e 75 árvores em cada área.

**Tabela 3.** Número de classes de circunferência e suas amplitudes utilizadas no estudo em uma área de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil.

<b>Classes</b>	<b>Amplitude de classes</b>
1	6,0 – 12,0
2	12,1 – 18,0
3	18,1 – 24,0
4	24,1 – 30,0
5	> 30

A escolha dos indivíduos foi feita de forma aleatória, evitando-se plantas parcialmente cortadas, queimadas ou tombadas e de forma a cobrir a classe de diâmetro previsto. Cada planta escolhida teve medida sua circunferência à altura do peito (CAP) a 1,30 m e ao nível do solo 0,30 m e os diâmetros ortogonais da projeção da copa. As circunferências foram convertidos em diâmetros à altura do peito (DAP) e ao nível do solo (DNB), assumindo uma forma circular, e a área de projeção da copa (APC) foi medida de uma extremidade a outra da copa. Em seguida, as árvores foram cortadas e tiveram altura total (HT) e a altura do tronco comercial (HC) medidos. Em seguida, foram separadas em diferentes partes: 1) fuste; 2) galhos grosso acima de 6 cm de circunferência; 3) galhos finos abaixo de 6 cm de circunferência e 4) folhas. Como algumas espécies da Caatinga são decíduas, as medidas foram feitas na segunda metade da estação das chuvas, quando as copas estavam bem folhadas (Figura 6). As massas de cada parte foram determinadas e amostradas para posterior determinação dos teores de umidade (a  $\pm 65$  °C) e dos nutrientes (SILVA e SAMPAIO, 2008).



**Figura 6.** Imagem do corte da árvore amostrada e separação dos galhos e folhas em uma área de caatinga no município de Floresta- PE, Brasil.

### **3.2.3. Pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea**

No processo de pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea foram utilizadas as árvores escolhidas para amostra, essas árvores foram derrubadas e em seguida foram desfolhadas e suas folhas inicialmente ensacadas e pesadas. Posteriormente, elas foram colocadas sobre uma lona, misturadas e, em seguida, retirou-se uma amostra de folha variando entre 100 e 200 g.

Depois de desfolhadas, cada árvore foi desgalhada e os seus galhos foram pesados. Dos galhos localizados em diferentes posições da copa, foram retirados pedaços aleatórios, de modo a formar uma amostra homogênea composta, de cerca de 100 g.

Após as medições para a cubagem rigorosa de cada árvore amostrada, foi retirada uma amostra representativa da casca, estimando-se para o restante

da mesma, e foi retirada uma amostra composta de casca de aproximadamente 100 g.

Nas amostras de folhas, galhos e casca foram determinados os seus pesos secos. No laboratório, as amostras úmidas foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, para secar, à temperatura de 70°C, até a estabilização do seu peso seco e, em seguida, foram pesadas e moídas para serem analisadas segundo a metodologia descrita por (MOURA et al., 2006).

Para amostragem do fuste, foi coletada uma pequena tora do fuste de aproximadamente 20 cm de comprimento. Os toretes de cada árvore-amostral foram numerados, identificando-se a classe de circunferência à qual eles pertenciam. Uma amostra de pó de serra, com aproximadamente 50 g, foi retirado do torete amostrado de cada árvore com a finalidade de realizar as análises químicas.



**Figura 7.** Imagem do processo de pesagem dos componentes fuste e folhas realizada no campo em uma área de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil.

#### **3.2.4. Determinação da concentração, conteúdo e coeficiente de utilização biológica (CUB) de nutrientes e carbono.**

As determinações dos macronutrientes nas folhas, galhos, cascas e fuste foram realizados segundo a metodologia descrita por (SILVA, 2009). Os extratos da matéria seca para análise de P, K, S, Ca e Mg foram obtidas através da digestão úmida usando-se HNO<sub>3</sub>:HCl na proporção (2:1) e o N foi obtido através da digestão sulfúrica usadas na extração de matéria seca. Os teores de fósforo (P) foram analisados por colorimetria com UV-Vis em 420 nm. O potássio (K) foi determinado pela técnica de fotometria de emissão de chama. O enxofre (S) foi quantificado pelo o método de turbidimetria, usando-

se o espectrofotômetro no mesmo comprimento de onda. A determinação de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foi realizada através da quelatometria do EDTA e o (N) foi determinado pelo método de semi-micro-Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1999).

A determinação do conteúdo de nutrientes nos componentes das árvores amostradas foi obtida multiplicando-se as concentrações médias dos nutrientes encontrados nos componentes pelos respectivos valores médios de biomassa seca.

O coeficiente de utilização biológica foi calculado dividindo-se os valores médios de kg de biomassa seca dos componentes pelo kg de nutriente utilizado (BARROS et al., 1986).

O conteúdo de nutrientes na biomassa aérea total foi considerado como indicativo da eficiência de absorção e a razão biomassa/contéudo de nutrientes representou a eficiência na utilização de nutrientes (MOLICA, 1992).

Para a conversão de biomassa em carbono foi aplicada a expressão: Carbono = Biomassa x 0,5 (SOARES et al., 2005).

As análises químicas do material vegetal foram realizadas no laboratório de química orgânica do Departamento de Agronomia da UFPI no campus Bom Jesus-PI.

### **3.2.5. Determinação da biomassa seca de componentes da parte aérea**

Para cada componente da parte aérea das árvores amostradas, o peso total e peso de amostras úmidas, obtidos no campo, foram usados para obtenção do peso da biomassa seca, usando-se a expressão abaixo (SOARES, 2006).

$$BS = \frac{Pu(c) \times Ps(a)}{Pu(a)}$$

Em que:

BS = biomassa total (kg)

Pu (c) = peso úmido total no campo (kg)

Ps (a) = Peso seco da amostra (kg)

Pu (a) = Peso úmido da amostra (kg)



### 3.2.6. Estimativa do estoque de serapilheira acumulada

A serapilheira acumulada na superfície do solo foi estimada nas duas áreas em duas estações do ano, uma coleta no verão (período de estiagem) e outra no inverno (período de chuva), utilizando-se, para isso, três amostras por parcela. Cada amostra foi retirada com auxílio de uma moldura de madeira de 0,5 m x 0,5 m (Figura 8), lançado aleatoriamente dentro de cada parcela. A serapilheira circunscrita na moldura foi coletada e colocada em sacos devidamente etiquetados, sendo separada nos seguintes constituintes: folhas (incluindo folíolos + pecíolos), estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes), galhos (correspondente às partes lenhosas arbóreas de todas as dimensões + cascas) e miscelânea (material vegetal que não pode ser determinado e material de origem animal). Essas frações foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas, e mantidas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, até peso constante, e pesado em balança de precisão (0,01 g). Neste estudo foi obtido um valor médio anual de serapilheira acumulada no solo, observando-se variação de acordo com a época do ano em (kg. ha<sup>-1</sup>) para o solo florestal da Caatinga.



**Figura 8.** Imagem do molde vazado utilizado para coleta da serapilheira em uma área de caatinga no município de Floresta-PE, Brasil.

De posse de todos os valores de peso de matéria seca (serapilheira), esses foram organizados em planilhas, utilizando-se o software *Excel for Windows* para os demais cálculos, sendo apresentados os resultados para a

floresta como um todo em cada área, por estação e para cada fração dentro de cada estação, observando-se com isso, a variação do estoque de serapilheira em cada época do ano.

Para análise química desse material, as determinações dos macronutrientes na serapilheira foram realizadas segundo a metodologia descrita por Silva (2009). Os extratos da matéria seca para análise de P, K, S, Ca e Mg foram obtidas através da digestão úmida usando-se  $\text{HNO}_3:\text{HCl}$  na proporção (2:1) e o N foi obtido através da digestão sulfúrica usada na extração de matéria seca. Os teores de fósforo (P) foram analisados por colorimetria com UV-Vis em 420 nm. O potássio (K) foi determinado pela técnica de fotometria de emissão de chama. O enxofre (S) foi quantificado pelo o método de turbidimetria, usando-se o espectrofotômetro no mesmo comprimento de onda. A determinação de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foi realizada através da quelatometria do EDTA e o (N) usando o método de semi-micro-Kjeldahl segundo a metodologia descrita por MALAVOLTA et al., (1999).

Essas análises foram realizadas no laboratório de química orgânica do Departamento de Agronomia da UFPI no campus Bom Jesus-PI.

### **3.2.7. Caracterização física e química do solo das áreas estudadas**

No que concerne à caracterização física e química do solo das áreas estudadas, foi realizada uma coleta de solo na profundidade de 0-20 cm, no centro de cada área, que em seguida, foram colocadas para secar ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura, para posteriormente, caracterização química e fisicamente (Tabelas 4 e 5), segundo a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

As análises químicas consistiram na medida do pH (em água e em KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); determinações do complexo sortivo:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , extraídos com solução de acetato de amônio 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0, sendo  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  determinados por espectrofotometria de absorção atômica e  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  determinados por fotometria de chama;  $\text{H}^+$  +  $\text{Al}^{3+}$  (extraídos com solução de acetato de cálcio 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0 e determinados por titulação com NaOH 0,0606 mol L<sup>-1</sup>); P disponível extraído com solução de HCl 0,025 mol L<sup>-1</sup> +  $\text{NH}_4\text{F}$  0,03 mol L<sup>-1</sup> (Bray e Kurtz, 1945) e determinado por colorimetria (Braga e

Defelipo, 1974); C orgânico (determinado por oxidação via úmida com dicromato de potássio) e N total, determinado pelo método de Kjeldhal.

Essas análises químicas foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Agronomia da UFRPE.

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Agronomia da UFRPE, seguindo a metodologia descrita pela (EMBRAPA,1997).

**Tabela 4.** Caracterização química das amostras de solo coletada em duas áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta-PE. (Área I: vegetação em regeneração após 22 anos de corte raso; Área II: vegetação preservada).

Característica	Área I	Área II
pH	7,20	7,20
Carbono Orgânico (g. kg <sup>-1</sup> )	3,76	6,96
Matéria Orgânica (g. kg <sup>-1</sup> )	6,48	12,30
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	7,04	6,03
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,64	0,72
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,43	0,61
Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	7,35	12,75
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,45	6,60
Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,00	0,00
SB <sup>1</sup>	8,42	14,08
CTC <sub>ef</sub> <sup>2</sup>	8,42	14,08
CTC <sub>pot</sub> <sup>3</sup>	11,35	17,03
V% <sup>4</sup>	74,18	82,67

<sup>1</sup> SB = soma de bases, <sup>2</sup>CTC<sub>ef</sub> = CTC efetiva, <sup>3</sup>CTC = CTC potencial, <sup>4</sup>V = saturação de bases

**Tabela 5.** Caracterização física das amostras de solo coletadas em duas áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta-PE, (Área I: vegetação em regeneração após 22 anos de corte raso; Área II: vegetação preservada).

Áreas	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classe textural	Argila dispersa em água (g/g)
	-----g/kg-----					
Área I	106,3	405,0	316,2	172,5	Franca	0,0573
Área II	290,5	306,4	96,8	306,4	Franco argilosa	0,0329

### 3.3. Análise estatística

Para análise dos dados foi feita uma estatística descritiva utilizando à média e o desvio padrão para comparação dos valores encontrados na quantificação da biomassa, estimativa da serapilheira acumulada, teores de nutrientes na serapilheira, teores, conteúdo e coeficiente de utilização biológica dos nutrientes nos componentes da biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância nas áreas estudadas.

Para os dados resultantes dos teores, conteúdos e coeficientes de utilização biológica dos nutrientes na biomassa, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 5 x 5, que corresponde a duas áreas, cinco classes de CAP e cinco espécies, com 3 repetições. As unidades amostrais foram as  $n$  árvores selecionadas. Esses dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para diagnóstico de efeito significativo, e as médias foram discriminadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, sendo realizados esses procedimentos com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT 7.5.

Os teores de nutrientes das principais espécies selecionadas nas áreas estudadas, bem como os dados de nutrientes totais disponíveis na serapilheira, foram ordenados pelo método de Análise de Correspondência Canônica (CCA), descrito em TER BRAAK (1995). Neste contexto, foi analisada a relação entre nutrientes na biomassa acima do solo e na serapilheira das espécies selecionadas. Após avaliação preliminar, em alguns casos, foram retiradas da análise nutrientes com multicolineariedade, indicadas por fator de inflação maior que 20 (TER BRAAK e SMILAUER, 2002). Estas análises foram realizadas utilizando-se o software CANOCO.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Quantificação de biomassa e carbono

Na Tabela 6 estão apresentados os parâmetros relativos às características de cada área estudada, com relação ao número de árvores, de fustes, área basal, altura média, volume médio, CAP e CNB médio e o número de indivíduos em cada classe por hectares, para possibilitar as comparações entre áreas e com os resultados obtidos em outros trabalhos.

**Tabela 6.** Intervalo de confiança para as características das áreas, quanto ao número de árvores, de fustes e área basal, por hectare, altura e diâmetro médio das árvores, CAP e CNB médio e número de árvores por classe nas duas áreas de Caatinga em Floresta, PE (Área I: vegetação em regeneração após 22 anos de corte raso; Área II: vegetação Preservada).

	<b>Características</b>	<b>Área I</b>	<b>Área II</b>
Intervalo de confiança P= 95%	Número de ind ha <sup>-1</sup>	781 ± 225	1403 ± 405
	Número de fuste ha <sup>-1</sup>	2058 ± 445	1873 ± 298
	Área basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	2,44 ± 0,434	5,84 ± 0,867
	Altura média (ha <sup>-1</sup> )	4,46 ± 1,2	5,86 ± 1,98
	Volme médio (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	14,3 ± 3,6	21,52 ± 9,8
	*CAP médio (cm)	17,9 ± 3,63	22,5 ± 2,52
	*CNB médio (cm)	19,0 ± 3,79	24,9 ± 3,11
	**Classe I (ind ha <sup>-1</sup> )	323 ± 128	508 ± 197
	**Classe II (ind ha <sup>-1</sup> )	183 ± 78	383 ± 154
	**Classe III (ind ha <sup>-1</sup> )	106 ± 65	250 ± 132
	**Classe IV (ind ha <sup>-1</sup> )	98 ± 58	139 ± 96
**Classe V (ind ha <sup>-1</sup> )	71 ± 47	123 ± 56	

\*CAP- Circunferência na altura do peito; \*CNB – Circunferência na base;

\*\* Classes: I (6,0-12,0); II (12,1 – 18,0); III (18,1 - 24,0); IV (24,1 – 30,0) e V (>30)

Em relação ao número de indivíduos por hectares, encontrados nas duas áreas, esses valores demonstram o grau de perturbação em que se encontram cada ambiente, no caso do número de fuste por hectares, esses valores se aproximam aos encontrado em uma de áreas de caatinga no Rio Grande do Norte, onde foram encontrados de 1.926 a 2.076 fustes ha<sup>-1</sup> na Fazenda Pedro Cândido, e de 1.875 a 2.655 fustes ha<sup>-1</sup> na Estação Ecológica do Seridó, ambas em Serra Negra do Norte, essas áreas apresentaram esses valores 20 anos após diferentes tipos de corte, observando-se o aumento do número de fustes após manejo, devido ao aumento da rebrota proporcionada pelo corte (ARAÚJO; SILVA, 2010).

Já os parâmetros dendrométricos avaliados em cada área, os valores encontrados demonstram uma superioridade da área II, reflexo do estágio de sucessão em que se encontram cada área.

Na Tabela 7, observam-se os resultados obtidos na quantificação de biomassa e carbono em duas áreas de caatinga com características distintas, onde se pode observar que, naturalmente, as variáveis que incorporam as classes de circunferência maiores apresentaram valores superiores aos das classes inferiores.

**Tabela 7.** Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm<sup>2</sup>), área seccional no peito (gP, cm<sup>2</sup>), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m<sup>2</sup>), biomassa da parte aérea (B, kg), conteúdo de carbono (C, kg) e volume (Vol, m<sup>3</sup>) das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.

Espécies de maior VI							
Área em Regeneração							
Classes* (CAP)	gB	gP	HT	HC	APC	B	C
I	11,5 ± 1,4	9,2 ± 1,2	3,8 ± 0,6	1,8 ± 0,6	1,8 ± 0,6	4,2 ± 1,7	2,1 ± 0,8
II	20,6 ± 4,2	17,7 ± 2,6	4,0 ± 0,5	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,7	7,0 ± 3,4	3,5 ± 1,7
III	36,9 ± 6,5	32,0 ± 5,7	4,6 ± 0,7	2,4 ± 0,3	2,9 ± 1,3	14,5 ± 8,7	7,2 ± 4,3
IV	60,0 ± 6,8	53,2 ± 3,7	4,7 ± 0,3	2,0 ± 0,4	3,6 ± 0,4	26,0 ± 8,8	13,0 ± 4,4
V	89,8 ± 5,4	85,4 ± 4,4	5,2 ± 0,5	2,2 ± 0,5	4,6 ± 0,3	44,1 ± 12,0	22,0 ± 6,0
Área Preservada							
I	11,8 ± 3,7	7,9 ± 1,3	3,5 ± 0,9	2,1 ± 0,7	1,9 ± 0,8	9,5 ± 1,4	4,7 ± 0,7
II	25,7 ± 5,5	16,7 ± 1,8	4,4 ± 0,8	2,5 ± 0,6	2,4 ± 0,6	12,7 ± 3,1	6,3 ± 1,5
III	40,0 ± 4,6	33,7 ± 3,4	6,3 ± 1,8	3,2 ± 0,6	3,2 ± 0,9	19,1 ± 6,1	8,0 ± 3,0
IV	61,7 ± 8,1	54,9 ± 3,7	6,5 ± 1,8	2,8 ± 0,6	4,2 ± 1,3	25,9 ± 10,1	12,9 ± 5,0
V	183,9 ± 110	150,9 ± 94	8,6 ± 3,4	4,4 ± 1,4	5,1 ± 1,2	38,3 ± 14,8	19,1 ± 7,0

\* Classes: I (6,0-12,0); II (12,1 – 18,0); III (18,1 - 24,0); IV (24,1 – 30,0) e V (>30).

Na área em regeneração, as alturas totais médias pouco aumentaram da classe de menor para a de maior circunferência (3,8 ± 0,6 a 5,2 ± 0,5 m), as áreas de projeção das copas média aumentaram mais de duas vezes (1,8 ± 0,6 a 4,6 ± 0,3 m<sup>2</sup>) e a biomassa total média aumentaram mais de 10 vezes (4,4 ± 1,7 a 44,1 ± 12,0 kg) da primeira classe para a última classe, o mesmo pode ser observado com o carbono estocado que está diretamente relacionado com a biomassa vegetal. Assim, as áreas de projeção de copa expressam melhor o crescimento do que a altura, devido à arquitetura das plantas desse tipo de ambiente (Tabela 7).

Na área preservada, as variáveis que incorporam as classes maiores tiveram valores superiores como era de se esperar. Assim, todas as variáveis avaliadas tiveram um aumento significativo com o aumento da classe de circunferência. As alturas totais médias variaram de  $3,5 \pm 0,9$  a  $8,6 \pm 3,4$  m, as áreas de projeção das copas média variaram entre  $1,9 \pm 0,8$  e  $5,1 \pm 1,2\text{m}^2$ , a biomassa total média e carbono aumentaram mais de 4 vezes, variando de  $9,5 \pm 1,4$  a  $38,7 \pm 14,8$  kg e  $4,7 \pm 0,7$  a  $19,1 \pm 7,4$  kg respectivamente.

Os valores médios encontrados na área em regeneração em cada classe de circunferência a altura do peito, seguiram uma seqüência lógica, ou seja, com o aumento das classes, maiores foram os valores encontrados com relação a área seccional no peito e na base, altura total, área de projeção da copa, biomassa da parte aérea e carbono, com exceção da altura comercial que apresentou algumas variações, sendo maiores em circunferência menores, resultados esses que corroboram com os encontrados por SILVA e SAMPAIO, (2008).

Já na área preservada, esse aumento progressivo da biomassa e de seus parâmetros dendrométricos avaliados entre as classes, mostra que esta é uma área em bom estado de conservação por apresentar uma boa distribuição de indivíduos em cada classe formando os estratos dentro da comunidade vegetal.

Contudo, quando comparados com outras formações vegetais arbóreas tropicais, esses valores são considerados relativamente baixos, principalmente em locais mais úmidos (SAMPAIO, 1996) e em outras regiões (KELLER et al., 2001; KETTERINGS et al., 2001). No entanto, há que considerar que as plantas escolhidas não cobriram toda a faixa de tamanhos que existem na caatinga, não tendo sido amostradas muitas plantas com circunferência à altura do peito (CAP) maiores que 50 cm. Plantas maiores existem, embora sejam raras (SAMPAIO, 1996). Há mais trabalhos com medidas de diâmetros na base dos caules do que na altura do peito, já que foi essa a forma de medida recomendada para a caatinga (RODAL et al., 1992).

Ainda na Tabela 7, observam-se os resultados obtidos para o conteúdo médio de carbono estocado pelas cinco espécies de maior valor de importância encontradas em ambas as áreas amostradas em diferentes classes de CAP, onde podemos perceber que as espécies de maior circunferência

apresentaram uma maior capacidade de estocar carbono, isso porque, os indivíduos dessas classes superiores apresentam uma maior área de projeção de copa, com isso, favorecendo para uma maior fixação desse elemento da atmosfera.

Na Tabela 8, estão expressos os valores médios dos parâmetros dendrométricos das espécies de maior valor de importância encontradas em uma área em regeneração, distribuídas em classes de circunferência.

A caatingueira (*Poincianella bracteosa*) apresentou valores maiores de área seccional na base e na altura do peito nas primeiras classes, sendo superada pela *Mimosa ophtalmocentra* nas classes seguintes (Tabela 8).

Com relação à altura total, a caatingueira (*Poincianella bracteosa*) superou todas as espécies em todas as classes. Já na altura comercial, o quipembe (*Pityrocarpa moniliformis*) apresentou valores maiores em todas as classes, sendo uma espécie que apresenta um fuste reto e pouco bifurcado, podendo ser utilizada para a retirada de estacas e mourões.

Nesse estudo, houve elevado número de espécies nas classes menores de diâmetro e altura, sugerindo uma preponderância de espécies arbustivas e espécies jovens, característica de áreas em estágio de regeneração. A maior parte dos indivíduos amostrados se concentrou nas menores classes de altura e circunferência. A altura e a circunferência média foram de 4,3 m e 18,4 cm, considerados baixos se comparados com demais áreas de caatinga (SAMPAIO, 1996). A altura máxima foi de 6,9 m e o maior CAP foi de 35 cm.

Na área de projeção da copa, os valores variaram de  $1,3 \pm 0,4$  a  $4,8 \pm 1,3 \text{ m}^2$ , e a caatingueira (*Poincianella bracteosa*) apresentou valores maiores na classe 1,2 3 e 4, sendo superada pela jurema (*Mimosa ophtalmocentra*) e o quipembe (*Pityrocarpa moniliformis*) na classe 5 (Tabela 8).

Já na produção de biomassa total e estoque de carbono, a caatingueira (*Poincianella bracteosa*) foi a espécie que apresentou os maiores valores em todas as classes. Com isso, pode-se dizer que a caatingueira (*Poincianella bracteosa*) é uma espécie muito importante no equilíbrio da floresta, pela sua alta produção de biomassa e estoque de carbono em áreas de caatinga e, consecutivamente, no fornecimento de nutrientes via a deposição de material vegetal na área.



**Tabela 8.** Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm<sup>2</sup>), área seccional no peito (gP, cm<sup>2</sup>), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m<sup>2</sup>), biomassa total da parte aérea (B, kg) e conteúdo de carbono (C, kg) das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE.

Espécies	Classes de CAP (cm)				
	I	II	III	IV	V
	Área seccional na base (gB, cm <sup>2</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	13,5 ± 2,1	22,6 ± 2,7	35,5 ± 3,5	58,4 ± 3,8	85,0 ± 5,1
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	11,5 ± 1,8	17,9 ± 2,9	38,7 ± 3,8	68,5 ± 3,5	88,5 ± 7,5
<i>Jatropha mollissima</i>	10,8 ± 1,7	19,6 ± 2,5	35,1 ± 3,3	52,4 ± 3,4	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	10,2 ± 1,2	22,2 ± 2,2	22,2 ± 1,9	56,6 ± 6,1	95,7 ± 6,1
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	11,5 ± 0,9	12,1 ± 0,6	29,2 ± 1,1	-	-
	Área seccional na peito (gP, cm <sup>2</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	10,5 ± 2,3	18,0 ± 3,1	31,7 ± 1,7	53,8 ± 2,8	84,3 ± 3,4
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	9,5 ± 4,3	15,6 ± 2,8	34,8 ± 4,2	58,0 ± 5,1	81,7 ± 6,1
<i>Jatropha mollissima</i>	9,0 ± 2,1	17,5 ± 2,5	27,4 ± 2,3	49,0 ± 4,2	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	8,0 ± 2,2	19,6 ± 1,9	19,6 ± 2,1	51,8 ± 5,6	90,3 ± 6,3
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	7,2 ± 0,8	12,8 ± 0,7	27,7 ± 1,1	-	-
	Altura total (HT, m)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	4,6 ± 1,2	4,7 ± 1,3	5,2 ± 1,2	4,7 ± 1,9	5,8 ± 1,7
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	4,1 ± 1,1	4,1 ± 1,3	4,7 ± 1,2	4,5 ± 1,9	4,7 ± 1,6
<i>Jatropha mollissima</i>	2,8 ± 0,9	3,4 ± 0,8	3,4 ± 0,7	4,0 ± 1,5	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	4,2 ± 1,4	4,2 ± 1,2	4,2 ± 1,1	4,6 ± 1,9	5,0 ± 1,6
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	3,8 ± 0,9	3,6 ± 0,8	5,0 ± 0,9	-	-
	Altura comercial (HC, m)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	2,6 ± 0,6	2,1 ± 0,7	2,5 ± 0,8	1,8 ± 0,7	1,6 ± 0,7
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	1,8 ± 0,4	1,8 ± 0,4	2,7 ± 0,6	2,0 ± 0,5	2,3 ± 0,5
<i>Jatropha mollissima</i>	1,5 ± 0,4	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,3	1,7 ± 0,3	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,8 ± 0,4	2,8 ± 0,3	2,8 ± 0,6	2,7 ± 0,3	2,5 ± 0,5
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	1,5 ± 0,5	2,2 ± 0,4	2,4 ± 0,2	-	-
	Área de projeção da copa (APC, m <sup>2</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	2,4 ± 0,7	2,6 ± 0,6	4,8 ± 0,9	3,9 ± 0,8	4,3 ± 1,2
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	2,3 ± 0,8	2,3 ± 0,7	3,5 ± 1,1	3,9 ± 1,0	4,8 ± 1,3
<i>Jatropha mollissima</i>	1,3 ± 0,4	2,6 ± 0,4	1,7 ± 0,3	3,0 ± 0,4	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,7 ± 0,6	2,7 ± 0,6	2,7 ± 0,7	3,7 ± 1,3	4,8 ± 1,3
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	1,6 ± 0,4	1,0 ± 0,3	1,4 ± 0,6	-	-
	Biomassa total (B, kg)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	6,9 ± 2,2	12,1 ± 2,9	28,9 ± 3,5	36,3 ± 5,6	58,8 ± 8,5
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	4,8 ± 2,4	5,2 ± 2,2	13,4 ± 2,1	17,0 ± 2,1	37,8 ± 3,2
<i>Jatropha mollissima</i>	3,1 ± 1,3	6,5 ± 1,5	10,1 ± 1,8	20,8 ± 1,7	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,6 ± 2,1	7,7 ± 2,7	14,5 ± 4,2	30,0 ± 4,3	35,7 ± 5,3
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	3,3 ± 1,3	2,8 ± 0,8	5,5 ± 1,2	-	-
	Carbono (C, kg)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	3,4 ± 1,1	6,0 ± 1,4	14,4 ± 1,7	18,1 ± 2,8	29,4 ± 4,2
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	2,4 ± 1,2	2,6 ± 1,1	6,7 ± 1,0	8,5 ± 1,0	18,9 ± 9,4
<i>Jatropha mollissima</i>	1,5 ± 0,6	3,2 ± 0,7	5,0 ± 0,9	10,4 ± 0,6	-
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	1,3 ± 1,0	3,8 ± 1,3	7,2 ± 2,1	15,0 ± 2,1	17,8 ± 8,5
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	1,6 ± 1,1	1,4 ± 0,4	2,7 ± 0,6	-	-

Médias seguidas de letras iguais na coluna e nas espécies não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Na Tabela 9, estão expressos os valores médios dos parâmetros dendrométricos das espécies de maior valor de importância encontradas em uma área de caatinga com vegetação preservada, distribuídas em cinco classes de circunferência.

Para os valores médios encontrados de área seccional na base das espécies em estudo, o angico (*Anadenanthera colubrina*) foi a espécie que apresentou a maior área em quase todas as classes, sendo inferior apenas na segunda classe, em que foi superada pela jurema (*Mimosa ophtalmocentra*) (Tabela 9). Já com relação aos valores médios da área seccional no peito ocorreu uma grande variação entre as espécies, não apresentando uma dominante entre elas em todas as classes (Tabela 9).

Com relação à altura total, o angico (*Anadenanthera colubrina*) foi à espécie que apresentou, estatisticamente, valores maiores nas três últimas classes, sendo superada nas primeiras classes pela catingueira (*Poincianella bracteosa*) e pela jurema (*Mimosa ophtalmocentra*). Já na altura comercial não houve uma espécie dominante em todas as classes, havendo uma variação de altura comercial média de  $1,2 \pm 0,6$  a  $6,7 \pm 0,9$  metros dentre as espécies estudadas, mostrando, uma grande uniformidade de um ecossistema em equilíbrio.

Dentre as espécies estudadas, a caatingueira (*Poincianella bracteosa*) foi a espécie que apresentou a maior quantidade de biomassa total da parte aérea produzida comparada com as outras espécies em todas as classes avaliadas, com isso, podemos destacar que essa espécie tem uma grande capacidade de armazenar carbono, sendo uma espécie que apresenta uma característica importante para a manutenção desse ecossistema.

**Tabela 9.** Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm<sup>2</sup>), área seccional no peito (gP, cm<sup>2</sup>), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m<sup>2</sup>), biomassa total da parte aérea (B, kg) e conteúdo de carbono (C, kg) das espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de caatinga no município de Floresta-PE.

Espécies	Classes de CAP (cm)				
	I	II	III	IV	V
	Área seccional na base (gB, cm <sup>2</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	8,1 ± 2,1	25,0 ± 2,3	41,1 ± 3,1	61,5 ± 6,2	200,0 ± 30,8
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	12,1 ± 3,1	33,8 ± 3,3	38,8 ± 3,8	59,5 ± 5,9	125,0 ± 12,5
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	14,2 ± 4,2	27,7 ± 2,7	41,0 ± 4,1	49,8 ± 8,9	119,5 ± 18,9
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	8,0 ± 3,1	19,8 ± 8,9	33,1 ± 6,7	65,9 ± 9,5	286,9 ± 45,6
<i>Anadenanthera colubrina</i>	16,6 ± 6,7	21,6 ± 6,1	46,0 ± 7,8	71,7 ± 9,8	377,1 ± 65,8
	Área seccional no peito (gP, cm <sup>2</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	5,8 ± 2,6	15,7 ± 3,2	34,1 ± 3,2	58,2 ± 5,9	125,9 ± 13,5
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	8,1 ± 3,1	19,6 ± 2,8	34,1 ± 2,9	58,0 ± 4,5	115,4 ± 15,6
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	9,4 ± 3,6	15,6 ± 6,5	34,1 ± 5,4	49,8 ± 7,8	108,2 ± 12,9
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	6,8 ± 2,9	15,4 ± 3,4	28,8 ± 5,8	57,0 ± 7,5	86,8 ± 13,6
<i>Anadenanthera colubrina</i>	7,0 ± 3,1	17,6 ± 4,2	38,6 ± 4,9	52,4 ± 7,4	318,1 ± 42,7
	Altura total (HT, m)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	4,1 ± 1,5	5,1 ± 1,6	7,1 ± 1,6	8,7 ± 2,1	9,5 ± 1,6
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	4,5 ± 1,7	5,1 ± 1,3	5,9 ± 1,5	5,8 ± 1,5	7,4 ± 1,4
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	2,2 ± 2,2	3,1 ± 2,1	4,9 ± 1,5	4,6 ± 1,6	5,4 ± 2,1
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	3,1 ± 2,1	4,1 ± 1,6	4,9 ± 1,7	5,2 ± 1,8	6,7 ± 1,7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	3,8 ± 2,3	4,6 ± 2,2	9,2 ± 2,1	8,3 ± 2,1	14,3 ± 1,8
	Altura comercial (HC, m)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	1,9 ± 0,9	2,4 ± 1,3	3,5 ± 1,4	2,5 ± 1,3	3,9 ± 1,6
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	3,1 ± 0,9	3,3 ± 0,9	2,6 ± 0,8	2,8 ± 1,1	3,7 ± 1,2
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	1,2 ± 0,6	1,9 ± 0,8	2,6 ± 0,7	2,1 ± 1,0	2,9 ± 1,1
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	2,3 ± 1,1	2,9 ± 0,9	3,2 ± 0,9	3,8 ± 0,9	4,8 ± 1,2
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2,0 ± 1,2	2,1 ± 1,1	4,1 ± 1,3	2,9 ± 0,9	6,7 ± 0,9
	Área de projeção da copa (APC, m <sup>2</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	1,3 ± 1,1	2,4 ± 0,9	3,3 ± 1,3	5,3 ± 1,2	5,1 ± 1,8
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1,4 ± 1,2	3,0 ± 1,1	2,8 ± 1,8	2,7 ± 1,7	5,2 ± 1,3
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	2,1 ± 1,1	1,4 ± 0,8	1,9 ± 0,9	3,0 ± 1,0	3,3 ± 1,7
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	2,2 ± 1,3	2,8 ± 1,4	3,6 ± 0,6	5,0 ± 1,2	5,3 ± 1,5
<i>Anadenanthera colubrina</i>	3,3 ± 1,5	2,7 ± 1,5	4,4 ± 0,4	5,2 ± 1,3	6,7 ± 1,7
	Biomassa total (B, kg)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	10,8 ± 2,1	16,5 ± 3,2	27,5 ± 5,7	39,4 ± 5,6	55,0 ± 5,1
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	7,7 ± 1,7	14,5 ± 3,4	21,4 ± 4,1	27,6 ± 6,7	37,7 ± 5,7
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	8,3 ± 2,3	8,4 ± 2,4	12,6 ± 2,8	12,3 ± 3,2	17,6 ± 6,7
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	10,1 ± 2,2	10,8 ± 2,8	13,5 ± 3,5	20,8 ± 3,8	31,6 ± 6,1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	10,5 ± 2,1	13,5 ± 3,2	18,8 ± 2,8	29,6 ± 4,6	49,6 ± 6,9
	Carbono (C, kg)				
<i>Poincianella bracteosa</i>	5,4 ± 1,0	8,2 ± 1,5	13,7 ± 2,8	19,7 ± 2,8	27,5 ± 2,5
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	3,8 ± 0,8	7,2 ± 1,7	10,7 ± 2,0	13,8 ± 3,3	18,8 ± 2,8
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	4,1 ± 1,1	4,2 ± 1,2	6,3 ± 2,4	6,1 ± 1,6	8,8 ± 3,3
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	5,0 ± 1,1	5,4 ± 1,4	6,7 ± 1,7	10,4 ± 1,9	15,8 ± 3,0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	5,2 ± 1,0	6,7 ± 3,3	9,4 ± 1,4	14,8 ± 2,3	24,8 ± 3,9

Os valores apresentados na Tabela 10 referem-se à biomassa da parte aérea e estoque de carbono nos componentes folhas, galhos e fuste + casca dos indivíduos vegetais em pé amostrados e cortados ao nível do solo em cada área estudada.

A área em regeneração apresentou uma biomassa acumulada de  $13,2 \pm 1,2 \text{ t ha}^{-1}$ . Praticamente a metade da biomassa aérea deste local foi formada por galhos com 46,9%; em segundo lugar, a fração fuste formou 39,4% da biomassa; e a fração que menos contribuiu para a formação da biomassa foi às folhas do estrato arbustivo, com apenas 13,7% do total (Tabela 10). Valores semelhantes foram encontrados por Drumond et al. (2008) que, avaliando a biomassa aérea de cinco espécies da caatinga, encontraram valores médios de  $12 \text{ t ha}^{-1}$ , e encontrada também por Amorim et al. (2005), na região de Açur-RN, com valores de  $10 \text{ t ha}^{-1}$ .

Enquanto a área preservada apresentou uma biomassa acumulada de  $29,6 \pm 2,2 \text{ t ha}^{-1}$ . A biomassa acima do solo foi formada, a maior parte, pelo fuste 48%. Em segundo lugar, esteve a fração galhos, apresentando 36,8% da biomassa. Após estas, ficou a fração folha, com 15,2% do total (Tabela 10). A média de produção de biomassa total foi baixa quando comparada aos valores encontrados por Kauffman et al. (1993), com  $74 \text{ t ha}^{-1}$  para a vegetação de caatinga em Serra Talhada (PE), e semelhante a biomassa encontrada por Amorim et al. (2005), de  $25,1 \text{ t ha}^{-1}$ , na Estação Ecológica do Seridó.

Quanto ao carbono estocado, os galhos e o fuste foram os componentes das árvores que mais estocaram carbono com  $2,8 \text{ t ha}^{-1}$  e  $2,6 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente na área em regeneração e  $5,4 \text{ t ha}^{-1}$  e  $7,1 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente na área preservada, contribuindo assim, com mais de 80% para a estocagem nas áreas (Tabela 10). Os valores encontrados nesse estudo são considerados muito baixos quando comparados com valores encontrados em outros biomas, por exemplo, a Mata Atlântica, que apresenta valores superiores a  $100 \text{ t ha}^{-1}$ , segundo trabalho desenvolvido por Vieira et al., (2009).

**Tabela 10.** Estimativa de biomassa e carbono na parte aérea dos componentes analisados das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.

Componentes	Biomassa t. ha <sup>-1</sup>		Carbono t. ha <sup>-1</sup>	
	Área em Regeneração	Área Preservada	Área em Regeneração	Área Preservada
Fuste + casca	5,2 ± 1,3	14,2 ± 2,3	2,65 ± 0,6	7,1 ± 1,1
Galhos grossos	4,0 ± 1,2	7,2 ± 2,1	1,75 ± 0,6	3,6 ± 1,0
Galhos finos	2,2 ± 0,6	3,7 ± 1,4	1,05 ± 0,3	1,85 ± 0,7
Folhas	1,8 ± 1,1	4,5 ± 2,1	0,9 ± 0,5	2,25 ± 1,0
<b>Total</b>	<b>13,2 ± 1,2</b>	<b>29,6 ± 2,2</b>	<b>6,35 ± 0,6</b>	<b>14,8 ± 1,1</b>

Desta forma, pode-se inferir que, a área considerada preservada pela comunidade circunvizinha, boa parte dos quase 60 ha estudados que apresentaram média de biomassa aérea na faixa de  $29,6 \pm 2,2$  t ha<sup>-1</sup> (Tabela 10), segundo Menezes et al., (2008) essa área é considerada uma local de bom estado de conservação, pois para esse autor, uma área de caatinga em bom estado de conservação tem que apresentar um produtividade média de biomassa aérea variando de 30 a 50 t ha<sup>-1</sup>, sem incluir herbáceas e nem as raízes.

Com esses resultados podemos observar que a biomassa do fuste e dos galhos pode aproximar seus valores, uma possível explicação para esse fato é que o limite entre tronco e galhos em espécies de caatinga apresenta um grande número de bifurcações, esta pode se localizar em alturas menores, diminuindo o comprimento do tronco e aumentando a proporção relativa de galhos.

Na comparação entre a quantidade de biomassa acumulada entre as áreas, pode ser observado um predomínio da área preservada, tendo em vista basicamente que essa área apresenta um avanço dos processos sucessionais, o que faz com que a vegetação dessa área aloque mais energia no acúmulo de biomassa lenhosa e sequestre mais carbono da atmosfera, como foi observado na Tabela 10.

Essa diferença no acúmulo de biomassa na parte aérea nas áreas estudadas é explicado por Watzlawick et al. (2002), os quais justificam que as grandes diferenças encontradas no acúmulo de biomassa é em função das maiores dimensões dos indivíduos dos estágios sucessionais mais velhos,

mesmo sendo a densidade de árvores maior no estágio sucessional mais jovem.

Ao que parece, a variação da contribuição da fração folhas é extremamente pequena em relação às duas áreas, indo de 13,7% na área em regeneração para 15,2% na área preservada. Mesmo as folhas apresentando uma baixa contribuição, a fração das folhas é o material vegetal que mais contribui para a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

Essa diferença no acúmulo de biomassa entre distintos estágios sucessionais justifica-se à medida que diferentes tipos de florestas estocam quantidades variadas de biomassa. Além disso, a variação de locais dentro do mesmo tipo florestal também pode fazer variar muito a biomassa. Isso ocasiona uma diversificação nas estimativas de biomassa, conforme pode ser observado na Tabela 10, anteriormente apresentada.

Partindo dessa idéia, Sanqueta (2004) conclui que são inúmeros os possíveis comportamentos que podem ser diagnosticados em relação ao acúmulo de biomassa entre diferentes florestas e dentro de um mesmo tipo florestal.

Desta forma, principalmente em florestas nativas, para as quais as leis de proteção são severas, em locais onde ainda não se tem idéia sobre a biomassa acumulada no sistema e suas inter-relações, deve-se primeiro efetuar amostragens destrutivas visando conhecer a biomassa acumulada em suas diferentes frações e compartimentos, fornecendo parâmetros para futuras modelagens matemáticas do acúmulo de biomassa para estes locais, o que deixará de demandar o abate de árvores a cada novo estudo (BRUN, 2004).

Na Tabela 11 estão os valores da produção média estimada de biomassa produzida por hectare pelos componentes da parte aérea das espécies estudadas na área em regeneração, em que, destaca-se a produção total da caatingueira (*Poincianella bracteosa*) que foi superior a das demais espécies com  $10,3 \text{ t ha}^{-1}$ , somando todos os componentes, enquanto a sipaúba (*Thiloa glaucocarpa*) apresentou a menor produção em todos os componentes com um total de  $0,11 \text{ t. ha}^{-1}$ .

A maior e menor produção dessas espécies está relacionada com densidade absoluta e com o porte, sendo que a caatingueira (*Poincianella bracteosa*) apresentou uma densidade de  $308 \text{ ind ha}^{-1}$  (Tabela 1) e altura total

variando entre 4,6 e 5,6 m, e a sipaúba (*Thilou glaucocarpa*) apresentou densidade de 30 ind ha<sup>-1</sup> (Tabela 1) e altura total de 3,8 a 5,0 m, da menor para a maior classe de circunferência.

**Tabela 11.** Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectares pelos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância na área em regeneração no município de Floresta-PE.

Espécies	Biomassa t. ha <sup>-1</sup>			
	Fuste	Galhos Grossos	Galhos Finos	Folhas
<i>Poincianella bracteosa</i>	4,2 ± 1,3	3,2 ± 0,8	1,6 ± 0,6	1,3 ± 0,3
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1
<i>Jatropha mollissima</i>	0,2 ± 0,1	0,09 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0
<i>Thilou glaucocarpa</i>	0,05 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,02 ± 0,0	0,03 ± 0,0
<b>Total</b>	<b>5,3</b>	<b>4,0</b>	<b>2,2</b>	<b>1,8</b>
Espécies	Carbono t. ha <sup>-1</sup>			
	Fuste	Galhos Grossos	Galhos Finos	Folhas
<i>Poincianella bracteosa</i>	2,1 ± 0,6	1,6 ± 0,4	0,8 ± 0,3	0,65 ± 0,1
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,25 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,15 ± 0,0
<i>Jatropha mollissima</i>	0,1 ± 0,0	0,045 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,15 ± 0,0
<i>Thilou glaucocarpa</i>	0,025 ± 0,0	0,005 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,015 ± 0,0
<b>Total</b>	<b>2,65</b>	<b>2,0</b>	<b>2,1</b>	<b>0,9</b>

A distribuição da biomassa nos diferentes componentes arbóreos das espécies seguiu a ordem: galho > fuste > folha (Tabela 9). Resultados semelhantes foram encontrados por Moura et al. (2006), ao quantificar a biomassa seca dos diferentes componentes arbóreos em um povoamento de *Mimosa caesalpinifolia* e o de Drumond et al. (1996), nas espécies *Newtonia contorta* (DC.) Burkart e *Endlicheria paniculata* (Spreng.) Macbr.

Na Tabela 12, podem ser visualizados os valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare pelos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância na área preservada. A biomassa total produzida pelos componentes da árvore fuste, galho e folhas foi 14,7; 10,9 e 4,5 t ha<sup>-1</sup>, e o conteúdo de carbono estocado foi 7,1; 3,6 e 2,25 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

**Tabela 12.** Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare pelos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância na área preservada no município de Floresta-PE.

Biomassa t. ha <sup>-1</sup>				
Espécies	Fuste	Galhos Grossos	Galhos Finos	Folhas
<i>Poincianella bracteosa</i>	9,3 ± 2,2	5,5 ± 1,9	2,4 ± 0,9	3,0 ± 1,2
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	2,8 ± 1,1	1,0 ± 0,6	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,7 ± 0,3	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,5 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,2
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,9 ± 0,4	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,2
<b>Total</b>	<b>14,2</b>	<b>7,2</b>	<b>3,7</b>	<b>4,5</b>
Carbono t. ha <sup>-1</sup>				
Espécies	Fuste	Galhos Grossos	Galhos Finos	Folhas
<i>Poincianella bracteosa</i>	4,65 ± 1,1	2,75 ± 0,9	1,2 ± 0,4	1,5 ± 0,6
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1,40 ± 0,5	0,5 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,35 ± 0,1	0,05 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,15 ± 0,0
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,25 ± 0,1	0,05 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,15 ± 0,1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,45 ± 0,2	0,25 ± 0,1	0,15 ± 0,1	0,15 ± 0,1
<b>Total</b>	<b>7,1</b>	<b>3,6</b>	<b>1,85</b>	<b>2,25</b>

Pela estimativa de biomassa produzida por hectare pelos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância na área em estudo, pode-se observar que a produção total da caatingueira (*Poincianella bracteosa*) foi também superior como na área em regeneração em relação às demais espécies, com 20,2 t ha<sup>-1</sup>, sendo maior em todos os componentes. Já favela (*Cnidoscolus quercifolius*) apresentou a menor produção em quase todos os componentes com (1,1 t ha<sup>-1</sup>), sendo superior ao angico (*Anadenanthera colubrina*) apenas no componente folha, o que pode explicar pelo tipo de folha apresentado pela espécie. A maior e menor produção dessas espécies está diretamente relacionada com a densidade absoluta e o porte, já que a caatingueira (*Poincianella bracteosa*) apresentou uma densidade de 644 ind ha<sup>-1</sup> (Tabela 2) e altura total variando entre 4,1 a 9,5 m e a favela (*Cnidoscolus quercifolius*) apresentou densidade de 41 ind ha<sup>-1</sup> (Tabela 2) e altura total de 3,1 a 6,7 m da menor para a maior classe de circunferência.



A comparação entre o volume médio estimado por árvores entre as classes de CAP pelas espécies mais importantes em cada área estudada está representada na Tabela 13.

**Tabela 13.** Estimativa do volume médio por árvores por classes das cinco espécies de maior valor de importância encontradas em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.

Classes de CAP	Volume (m <sup>3</sup> )		CV %
	Área em Regeneração	Área Preservada	
I	0,024 ± 0,009	0,019 ± 0,010	16,3
II	0,049 ± 0,006	0,051 ± 0,015	2,8
III	0,103 ± 0,015	0,148 ± 0,045	25,4
IV	0,175 ± 0,055	0,249 ± 0,093	24,5
V	0,310 ± 0,124	0,908 ± 0,275	69,3
<b>Média</b>	<b>0,132</b>	<b>0,275</b>	

\* Classes: I (6,0-12,0); II (12,1 – 18,0); III (18,1 - 24,0); IV (24,1 – 30,0) e V (>30)

Apesar de todas as diferenças encontradas nas variáveis comparadas anteriormente, observa-se que, com relação ao volume médio estimado por classe, os resultados, mostram que na classe 1 e 2 não ocorreram diferenças significativas, ou seja, nessa fase inicial, independente do estágio de sucessão em que se encontra a área, os volumes apresentados por essas espécies são bem semelhantes. Já os indivíduos amostrados nas classes seguintes, que são de portes maiores, apresentaram diferenças significativas, sendo maiores os volumes encontrados na área preservada, considerando que a mesma se encontra em estágio mais avançado de sucessão.

#### 4.2. Teores de nutrientes na biomassa da parte aérea

A análise da variância para os teores de nutrientes em todos os componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância indicou interação significativa ( $P < 0,05$ ), para todos os nutrientes entre as espécies em ambas as áreas, indicando que se devem estudar esses fatores em conjunto quanto ao comportamento dessas variáveis.

A ordem dos teores dos nutrientes, nas cinco espécies de maior valor de importância, e para todos os componentes da parte aérea na área em regeneração (Tabela 14), de modo geral, obedeceu à seguinte sequência:  $N > Ca > K > Mg > P > S$ , com algumas exceções, como no caso do nutriente Ca,

que, em *Poincianella bracteosa* e *Thiloa glaucocarpa*, foi maior nos galhos e casca do que nas folhas, esses resultados se assemelham com os encontrados por Medeiros et al., (2008), avaliando o estado nutricional de dez espécies de Caatinga no semiárido Paraibano.

O componente folha foi a parte da árvore que apresentou os maiores teores de todos os nutrientes analisados, dando destaque a *Jatropha mollissima* que apresentou diferença entre as espécies estudadas, tendo maior concentração de N, P, K e Ca em suas folhas e a *Poincianella bracteosa* que apresentou maiores teores de Mg em suas folhas, Esses resultados podem ser atribuídos as características fisiológica de cada espécie (Tabela 14).

O componente galho, depois das folhas foi a parte da árvore que mais concentrou nutrientes, dando destaque novamente a *Jatropha mollissima*, que diferiu estatisticamente com uma maior concentração de N, P, K e Ca em seus galhos. *Poincianella bracteosa* apresentou em seus galhos novamente maior concentração de Mg diferindo estatisticamente das outras (Tabela 14).

Os maiores teores de nutrientes encontram-se nas folhas que, apesar de baixa biomassa, devido ao fato de serem responsável por grande parte da atividade metabólica das árvores (SILVA et al., 1983). As concentrações de nutrientes dos galhos são bem menores, em comparação com as folhas. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Morais (1988) em eucaliptos e Gonçalves et al. (1992) em várias espécies florestais.

No componente casca, houve maior teor de N em *Pityrocarpa moniliformis*. Já no fuste, os maiores teores de N foram nas espécies de *Pityrocarpa moniliformis* e *Thiloa glaucocarpa*, de P e Ca foi na *Poincianella bracteosa*, K, na *Jatropha mollissima*, e Mg e S não diferiram entre as espécies (Tabela 14).

**Tabela 14.** Teores médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE.

Componentes da Parte Aérea				
Espécies	Folhas	Galhos	Casca	Fuste
Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	18,0 ± 2,1	6,2 ± 1,2	4,5 ± 0,5	2,8 ± 0,4
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	19,1 ± 2,2	6,4 ± 1,1	10,1 ± 0,6	6,8 ± 0,5
<i>Jatropha mollissima</i>	23,1 ± 1,8	17,1 ± 1,2	4,7 ± 0,6	2,2 ± 0,5
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	22,7 ± 2,1	10,2 ± 1,2	11,5 ± 0,7	8,6 ± 0,4
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	21,3 ± 1,7	6,6 ± 0,9	11,3 ± 0,4	8,4 ± 0,6
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	2,7 ± 0,3	1,7 ± 0,3	1,3 ± 0,2	0,8 ± 0,2
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	1,9 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,2 ± 0,2	0,5 ± 0,2
<i>Jatropha mollissima</i>	2,9 ± 0,3	2,3 ± 0,4	1,8 ± 0,3	0,6 ± 0,2
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	1,9 ± 0,4	1,6 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0,6 ± 0,2
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	1,7 ± 0,3	1,2 ± 0,3	0,9 ± 0,2	0,4 ± 0,2
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	8,6 ± 1,2	1,8 ± 0,6	1,1 ± 0,4	0,8 ± 0,2
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	5,1 ± 0,9	2,1 ± 0,5	1,5 ± 0,5	0,7 ± 0,2
<i>Jatropha mollissima</i>	15,1 ± 1,4	11,5 ± 1,4	8,2 ± 1,1	1,2 ± 0,4
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	3,8 ± 0,9	1,6 ± 0,7	2,1 ± 0,6	0,6 ± 0,2
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	5,0 ± 0,8	1,9 ± 0,8	1,9 ± 0,6	0,7 ± 0,3
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	8,0 ± 1,2	11,2 ± 1,9	11,1 ± 2,2	2,3 ± 1,5
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	12,8 ± 1,1	7,8 ± 1,5	13,7 ± 2,4	1,4 ± 0,9
<i>Jatropha mollissima</i>	17,8 ± 1,5	15,3 ± 2,3	9,8 ± 2,2	1,3 ± 0,8
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	8,7 ± 0,9	6,1 ± 1,6	9,3 ± 2,1	1,3 ± 0,7
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	12,6 ± 1,0	10,5 ± 1,7	13,8 ± 2,3	2,1 ± 1,1
Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	4,9 ± 0,3	3,6 ± 1,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	4,4 ± 0,2	1,8 ± 0,7	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
<i>Jatropha mollissima</i>	2,1 ± 0,4	2,3 ± 0,9	0,5 ± 0,0	0,2 ± 0,0
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	1,8 ± 0,4	2,6 ± 0,8	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	1,8 ± 0,4	2,4 ± 0,8	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,2 ± 0,0
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	1,0 ± 0,2	0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,1 ± 0,0
<i>Jatropha mollissima</i>	1,3 ± 0,3	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,2 ± 0,0
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	1,2 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,2 ± 0,0
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	1,2 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,3 ± 0,0

Já ordem dos teores de nutrientes analisados na biomassa dos componentes da parte aérea das espécies amostradas na área preservada, em todos os componentes da parte aérea (Tabela 15), de modo geral, obedeceu a seguinte seqüência: N > Ca > K > Mg > P > S. No entanto, ocorreu mudança entre K e Ca nas folhas apenas na espécie *Poincianella bracteosa*, que apresentou maior valor de K e Ca na suas folhas.

O nutriente que apresentou os maiores teores foi N, corroborando os dados de Medeiros et al. (2008), que estudou dez espécies da caatinga no semiárido da Paraíba, enquanto o S exibiu os menores teores nas cinco espécies estudadas. Apesar de seus pequenos teores, o S apresentou entre os componentes da parte aérea um maior teor nas folhas, o que pode ser explicado pela função exercida pelo S nas plantas, ao participar da fixação simbiótica do nitrogênio e assimilação de proteína nas folhas, exercendo papel assim importante na fisiologia das plantas (Tabela 15).

A seqüência de distribuição dos teores de nutrientes em cada componente da parte aérea acima do solo foi a seguinte: folhas > galhos > casca > fuste. Nesse aspecto, o comportamento foi similar entre todas as espécies estudadas. Segundo Baggio e Carpanezi (1997), essa seqüência, de maneira geral, é comum em espécies de diferentes regiões ecológicas, em virtude das folhas concentrarem maior atividade metabólica e o fuste, a menor atividade metabólica. Entretanto, mudanças também podem ocorrer nessa ordem, principalmente entre casca e galhos, dependendo das exigências nutricionais de cada espécie.

O componente folha, nas cinco espécies estudadas, apresentou os maiores teores em todos os nutrientes, comparando com todos os componentes da parte aérea, com exceção do cálcio que se apresentou mais presente na casca em algumas espécies. Esses resultados são semelhantes aos observados por Drumond et al. (1996), em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* Hook. Essa elevada concentração de nutrientes nas folhas faz desse componente um grande reservatório, tornando-se importante na manutenção da fertilidade do solo e úteis como forragem, principalmente no caso das espécies da caatinga que são muito utilizadas pelos agricultores para alimentar os animais.

**Tabela 15.** Teores médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de Caatinga no município de Floresta-PE.

Componentes da Parte Aérea				
Espécies	Folhas	Galhos	Casca	Fuste
Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	19,8 ± 2,3	7,2 ± 1,1	5,6 ± 0,7	3,6 ± 0,7
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	20,2 ± 2,1	7,3 ± 1,0	11,3 ± 1,1	7,2 ± 0,7
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	14,2 ± 1,9	9,3 ± 1,2	8,6 ± 0,9	4,5 ± 0,5
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	22,1 ± 2,4	15,1 ± 1,4	4,7 ± 0,8	1,5 ± 0,5
<i>Anadenanthera colubrina</i>	19,8 ± 2,2	5,4 ± 0,8	10,2 ± 1,1	6,6 ± 0,8
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	2,9 ± 1,2	1,2 ± 0,6	1,9 ± 0,4	0,8 ± 0,2
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	2,3 ± 1,1	1,9 ± 0,5	0,8 ± 0,3	0,4 ± 0,1
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	1,3 ± 0,7	0,8 ± 0,6	0,9 ± 0,4	0,5 ± 0,2
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	1,8 ± 0,5	1,5 ± 0,4	1,0 ± 0,5	0,3 ± 0,1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,9 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,4 ± 0,7	0,4 ± 0,2
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	9,3 ± 1,3	2,1 ± 0,6	1,3 ± 0,5	0,6 ± 0,2
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	6,3 ± 0,9	2,7 ± 0,5	1,8 ± 0,7	0,7 ± 0,2
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	4,1 ± 0,9	3,0 ± 0,6	1,4 ± 0,8	0,8 ± 0,3
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	10,1 ± 1,4	6,5 ± 1,2	3,8 ± 0,9	1,2 ± 0,4
<i>Anadenanthera colubrina</i>	4,6 ± 0,7	1,1 ± 0,4	0,9 ± 0,3	0,4 ± 0,2
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	8,3 ± 1,7	11,9 ± 2,9	12,7 ± 2,7	2,3 ± 0,8
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	13,1 ± 2,1	8,2 ± 1,8	13,9 ± 2,9	3,1 ± 1,1
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	16,9 ± 2,3	9,6 ± 1,6	12,5 ± 2,5	2,4 ± 0,7
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	15,6 ± 2,1	14,3 ± 2,3	8,7 ± 1,7	2,1 ± 0,7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	13,6 ± 2,3	12,8 ± 2,8	7,7 ± 1,6	1,9 ± 0,6
Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	4,8 ± 1,2	3,3 ± 1,1	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	4,6 ± 1,1	2,1 ± 0,9	0,5 ± 0,1	0,1 ± 0,0
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	3,1 ± 0,9	1,9 ± 0,5	2,6 ± 0,5	0,6 ± 0,0
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,5	0,7 ± 0,2	0,2 ± 0,0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,7 ± 0,8	0,4 ± 0,1	2,4 ± 0,5	0,8 ± 0,2
Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	1,4 ± 0,6	1,0 ± 0,2	0,8 ± 0,2	0,2 ± 0,0
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1,2 ± 0,5	0,8 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,2 ± 0,0
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	1,4 ± 0,4	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,2	0,1 ± 0,0
<i>Cnidocolus quercifolius</i>	1,3 ± 0,4	0,9 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,1 ± 0,0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,8 ± 0,5	1,0 ± 0,3	0,9 ± 0,3	0,1 ± 0,0

Ainda na Tabela 15, teores de Ca nas espécies *Poincianella bracteosa* e *Mimosa ophthalmocentra*, diferentemente dos demais elementos, apresentou valores bem superiores na casca, em relação aos outros componentes da parte

aérea. Esse fato coincide com várias observações em eucalipto e outra espécies florestais (MOLICA, 1992). O acúmulo de cálcio é superior devido ao fato de esse nutriente ter baixa mobilidade, podendo até cerca de 60% desse elemento estar imobilizado nas partes mais lenhosas (MORAIS, 1988). Portanto, por ser rico nutricionalmente, assim como a folha, a casca se torna importante na manutenção ou recuperação da fertilidade dos solos florestais.

Com relação à distribuição dos teores de todos os nutrientes analisados, nas cinco espécies de maior valor de importância e por cada componente da parte aérea, nas duas áreas estudadas (Tabela 16), de modo geral, A ordem de distribuição dos médios média de nutrientes nos componentes nas duas áreas estudados foi a seguinte: Folha > Galho > Casca > Fuste.

No componente folha a ordem dos nutrientes obedeceu a seqüência: N > Ca > K > Mg > P > S, no fuste a seqüência foi a mesma invertendo apenas o P e Mg. Já nos componentes galhos e casca a ordem foi a seguinte Ca > N > K > Mg > P > S, em ambas as áreas, mostrando que, o N e o Ca são os nutrientes mais presentes na biomassa acima do solo e que as folhas é o componente que mais armazena nutrientes (Tabela 16).

**Tabela 16.** Teores médios de nutrientes na biomassa da parte aérea acima do solo nos componentes das árvores das espécies de maior valor de importância em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.

Área em Regeneração						
Componentes	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg <sup>-1</sup>						
Folhas	20,9 ± 2,2	2,2 ± 0,5	7,5 ± 4,6	12,0 ± 3,9	3,1 ± 1,5	1,2 ± 0,1
Galhos	9,3 ± 4,6	1,7 ± 0,4	3,8 ± 4,3	10,2 ± 3,5	2,5 ± 0,6	0,9 ± 0,1
Casca	8,4 ± 3,5	1,3 ± 0,3	3,0 ± 2,9	11,5 ± 2,1	0,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Fuste	5,8 ± 3,0	0,6 ± 0,1	0,8 ± 0,2	1,7 ± 0,5	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1
<b>Média</b>	<b>11,1</b>	<b>1,4</b>	<b>3,8</b>	<b>8,8</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>
Área Preservada						
Componentes	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg <sup>-1</sup>						
Folhas	19,2 ± 2,9	2,0 ± 0,6	6,9 ± 2,7	13,5 ± 3,3	3,3 ± 1,4	1,4 ± 0,2
Galhos	8,9 ± 3,7	1,4 ± 0,4	3,1 ± 2,0	11,4 ± 2,4	2,0 ± 1,0	0,9 ± 0,1
Casca	8,1 ± 2,8	1,2 ± 0,4	1,8 ± 1,1	10,9 ± 2,7	1,3 ± 1,1	0,8 ± 0,1
Fuste	4,7 ± 2,3	0,5 ± 0,2	0,7 ± 0,3	2,4 ± 0,4	0,4 ± 0,3	0,1 ± 0,0
<b>Média</b>	<b>10,2</b>	<b>1,3</b>	<b>3,1</b>	<b>9,5</b>	<b>1,7</b>	<b>0,8</b>

Esses maiores teores de nutrientes nas folhas podem ser explicados porque a maioria das células vivas se encontra nesse órgão, em função dos processos de transpiração e fotossíntese, sendo a concentração de nutrientes nas folhas das árvores é influenciada por diversos fatores como os sítios, a idade das folhas, a posição na copa e época do ano (BELLOTE, 1990).

O teor dos nutrientes para todos os componentes, de modo geral, não permitiu diferenciar todas as espécies. No entanto, o acúmulo de nutrientes na biomassa arbórea varia de elemento para elemento, em razão dos diferentes níveis de fertilidade do solo, das características nutricionais de cada espécie e da idade da floresta (HELMISAARI et al., 2002).

#### **4.3. Distribuição de conteúdo de nutrientes**

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) para os conteúdos de todos os nutrientes entre as espécies e os componentes da parte aérea das duas áreas estudadas, em regeneração (Tabela 17) e preservada (Tabela 18), indicando mais uma vez a necessidade de estudar os comportamentos das variáveis considerando os fatores em conjunto.

Como o conteúdo de nutrientes é consequência da concentração e da produção de biomassa, observou-se que, apesar das folhas apresentarem as maiores concentrações de nutrientes em todas as espécies em relação aos demais componentes, foi neste componente onde ocorreram os menores conteúdos para a maioria dos nutrientes e entre as espécies na área em regeneração, com exceção de alguns nutrientes que foram inferiores no fuste + casca, por esse componente apresentar menores proporções em algumas espécies em relação aos outros componentes nessa área (Tabela 17).

Para o componente folha entre as espécies avaliadas, o N foi o nutriente mais acumulado, seguindo de K, Ca, Mg, P e S. (Tabela 17). Dentre os componentes estudados, os galhos foram os que apresentaram em todos os nutrientes os maiores conteúdos. Esse maior conteúdo pode ser atribuído a alta produção da biomassa de galhos e função da biomassa total, que foi entorno de 46,9 %.

**Tabela 17.** Conteúdos médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE.

Espécies	Componentes da Parte Aérea			Total
	Folhas	Galhos	Fuste + Casca	
Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	23,40	29,76	15,33	68,49
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	5,73	4,48	4,23	14,44
<i>Jatropha mollissima</i>	2,31	5,13	0,69	8,13
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,27	4,08	4,02	10,37
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	0,64	0,20	0,49	1,33
Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	3,51	8,16	4,41	16,08
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	0,57	1,12	0,43	2,12
<i>Jatropha mollissima</i>	0,29	0,69	0,24	1,22
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,27	0,64	0,34	3,25
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	0,64	0,04	0,03	0,71
Potássio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	11,18	8,64	3,99	23,81
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	1,53	1,47	0,55	3,55
<i>Jatropha mollissima</i>	1,51	3,45	0,94	5,90
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,27	0,64	0,54	3,45
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	0,64	0,06	0,07	0,76
Cálcio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	10,40	53,76	28,14	92,30
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	3,84	5,46	3,78	13,08
<i>Jatropha mollissima</i>	1,78	4,59	1,11	7,48
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,27	2,44	2,12	6,83
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	0,64	0,32	0,40	1,35
Magnésio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	6,37	17,28	0,63	24,28
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	1,32	1,26	0,13	2,71
<i>Jatropha mollissima</i>	0,21	0,69	0,07	0,97
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,27	1,04	0,12	3,43
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	0,64	0,07	0,01	0,72
Enxofre (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	1,56	4,80	2,31	8,67
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	0,30	0,56	0,20	1,06
<i>Jatropha mollissima</i>	0,13	0,27	0,10	0,50
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	2,27	0,36	0,20	2,83
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	0,64	0,03	0,03	0,69



Esses resultados demonstram a importância de se deixar os galhos menores que não tem interesse comercial no campo após a colheita, contribuindo, com isso, para uma maior manutenção do ambiente com relação principalmente a ciclagem de nutrientes.

O conteúdo de nutrientes do fuste + casca mostra que o Ca foi o nutriente que mais se acumulou nesse componente, seguindo do N, K, P, S e Mg (Tabela 17).

Comparando o conteúdo de nutrientes nestes componentes estudados, observou-se que o nutriente mais acumulado entre as espécies foi o Ca, seguindo do N, K, Mg, P e S (Tabela 17). Isso porque, os componentes lenhosos foram os que mais acumularam nutrientes e, conseqüentemente, esses resultados revelam que a exploração desses componentes provoca uma grande remoção de nutrientes do solo (Tabela 17).

Os valores médios dos conteúdos de nutrientes nos componentes da parte aérea das espécies de maior valor de importância na área preservada estão apresentados na Tabela 18. A ordem dos nutrientes acumulados foi semelhante nos componentes folhas, na seguinte ordem: N, Ca, K, Mg, P e S, nos galhos: Ca, N, Mg, K, P e S, e o fuste + casca: Ca, N, P, K, S e Mg, esta ordem foi observada para a maioria das espécies, o que mostra uma grande sincronia entre as espécies estudadas (Tabela 18).

Dentre as espécies avaliadas nessa Tabela, a *Poincianella bracteosa* foi a que apresentou os maiores conteúdos de todos os nutrientes em todos os componentes, mostrando assim, que é uma espécie bem adaptada a esse ambiente e muito importante para a conservação e manutenção desse sítio com relação principalmente a proteção do solo e a ciclagem de nutriente.

Já à distribuição dos conteúdos dos nutrientes na parte aérea das plantas avaliadas, podemos perceber que esses valores foram maiores nos componentes lenhosos (galhos e fuste + casca) em quase todas as espécies. Com exceção da *Cnidoscolus quercifolius* que apresentou seus maiores conteúdos nos componentes folhas e galhos, essa variação está relacionado com a biomassa e a concentração desses nutrientes apresentados por cada espécie como pode ser observado na Tabela 18.

**Tabela 18.** Conteúdo médio dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de caatinga no município de Floresta-PE.

Componentes da Parte Aérea				
Espécies	Folhas	Galhos	Fuste + Casca	Total
Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	59,40	56,88	42,78	159,06
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	12,12	11,68	25,90	49,70
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	4,26	2,79	4,59	11,64
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	6,63	4,53	2,79	13,95
<i>Anadenanthera colubrina</i>	5,94	4,32	7,56	17,82
Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	8,70	9,48	12,56	30,74
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1,38	11,68	1,68	14,74
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,39	0,24	0,49	1,12
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,54	0,45	0,59	1,58
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,57	1,20	0,81	2,58
Potássio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	27,90	16,59	8,84	53,33
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	3,78	11,68	3,50	18,96
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	1,23	0,90	0,77	2,90
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	3,03	1,95	2,25	7,23
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,38	0,88	0,59	2,85
Cálcio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	24,90	94,01	69,75	188,66
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	7,86	11,68	23,80	43,34
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	5,07	2,88	5,22	13,17
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	4,68	4,29	4,86	13,83
<i>Anadenanthera colubrina</i>	4,08	10,24	4,32	18,64
Magnésio (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	14,40	26,07	1,86	42,33
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	2,76	11,68	0,84	15,28
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,93	0,57	1,12	2,62
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,66	0,66	0,41	1,73
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,51	0,32	1,44	2,27
Enxofre (kg ha <sup>-1</sup> )				
<i>Poincianella bracteosa</i>	4,20	7,90	4,65	16,75
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,72	11,68	1,26	13,66
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,42	0,24	0,32	0,98
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,39	0,27	0,36	1,02
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,54	0,80	0,45	1,79

Outra possível explicação, é que a maioria das espécies da Caatinga apresenta folhas pequenas característica das espécies desse bioma, para evitar a perda de água por transpiração, apresentando pouca biomassa foliar e uma maior biomassa lenhosa, com isso, favorecendo para maiores valores de conteúdo nesses componentes.

Como as partes lenhosas dessas espécies apresentaram as maiores quantidades médias de nutrientes, isso indica, que ocorre uma elevada quantidade de nutrientes exportados através desses componentes, evidenciando a necessidade de reposição com a retirada dessa madeira.

Com isso, podemos destacar a grande importância de no momento da realização da colheita florestal, evitar a retirada dos resíduos (folhas, cascas e galhos), contribuindo para minimizar o impacto e colaborando para sustentabilidade tanto ambiental, permitindo incrementar a ciclagem de nutrientes, como econômica, diminuindo o uso de adubação de reposição via fertilizante (SCHUMACHER et. al., 2001).

A análise de variância nos conteúdos de nutrientes na parte aérea indicou interação significativa ( $P < 0,05$ ) para todos os nutrientes entre as áreas, as classes de circunferência a altura do peito (CAP) e componentes da parte aérea (Tabela 19).

Na Tabela 19, pode ser observada a comparação entre os valores de conteúdo médio de nutrientes encontrado nas áreas estudadas, em que esse conteúdo é consequência dos teores e da produção de biomassa. A área preservada, por apresentar uma maior quantidade de biomassa (Tabela 8), apresentou valores superiores de conteúdo de nutrientes em quase todas as classes de CAP estudadas, sendo superada em alguns casos apenas nas classes IV e V pelos indivíduos amostrados na área na área em regeneração (Tabela 19).

**Tabela 19.** Conteúdo médio dos nutrientes das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE, conforme as classes de CAP.

Classes de CAP (cm)					
Áreas avaliadas	I	II	III	IV	V
<b>Nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
Regeneração	42,9 ± 22,1	39,0 ± 18,3	48,0 ± 21,7	65,0 ± 23,8	77,5 ± 19,4
Preservada	120,0 ± 38,1	122,5 ± 43,8	110,4 ± 40,2	82,8 ± 22,8	103,4 ± 23,6
<b>Fósforo (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
Regeneração	7,8 ± 2,8	6,5 ± 2,3	6,0 ± 1,9	13,0 ± 2,1	12,4 ± 2,7
Preservada	14,4 ± 3,1	14,7 ± 2,9	9,6 ± 2,1	7,2 ± 2,4	9,4 ± 1,8
<b>Potássio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
Regeneração	32,5 ± 12,3	26,0 ± 9,8	27,0 ± 8,7	46,8 ± 13,1	18,6 ± 12,3
Preservada	43,2 ± 8,3	39,2 ± 7,8	38,4 ± 9,3	25,2 ± 4,2	28,2 ± 5,2
<b>Cálcio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
Regeneração	28,6 ± 3,2	28,6 ± 3,4	39,0 ± 5,3	78,0 ± 6,8	86,8 ± 6,9
Preservada	105,6 ± 23,2	98,0 ± 15,6	100,8 ± 21,2	79,2 ± 12,9	103,4 ± 19,7
<b>Magnésio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
Regeneração	5,2 ± 1,2	5,2 ± 1,2	6,0 ± 1,3	10,4 ± 1,6	15,5 ± 1,8
Preservada	24,0 ± 3,4	24,5 ± 3,2	19,2 ± 3,1	14,4 ± 1,9	18,8 ± 2,2
<b>Enxofre (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
Regeneração	3,9 ± 1,9	3,9 ± 1,6	3,0 ± 1,5	5,2 ± 1,3	3,1 ± 1,2
Preservada	14,4 ± 2,4	14,7 ± 2,7	9,6 ± 1,9	7,2 ± 2,6	4,7 ± 1,4

Essa superação do conteúdo de nutrientes nas últimas classes da área em regeneração, pode estar relacionada com as características apresentadas por essas árvores em situações diferentes.

Segundo Marchiori (2004), por ser uma área em estágio de regeneração e apresentar uma densidade muito baixa, essas árvores de maiores diâmetros se desenvolveram de forma praticamente isolada e com pouca competição, com isso, podendo ter adquirido uma forma de árvore chamada de “específica” com maior biomassa, ao contrário dos indivíduos da área preservada, que devido sua grande densidade, tiveram uma forma chamada “florestal”, que são árvores que se desenvolvem competindo por luz, água e nutrientes com outras dentro do seu ambiente natural, fazendo com que esses indivíduos das classes superiores cresçam mais em altura em busca de luz e produzam menos biomassa.

Na Tabela 20 estão apresentados os conteúdos médios de nutrientes encontrados nos componentes das partes aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontradas nas áreas estudadas. No qual pode ser observado que os valores encontrados nos componentes da parte aérea das espécies da área preservada apresentaram valores superiores à área em regeneração, com relação ao conteúdo de nutrientes em todos os componentes estudados.

**Tabela 20.** Conteúdo médio de nutrientes na biomassa da parte aérea acima do solo nos componentes das árvores das espécies de maior valor de importância em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.

Componentes	Área em Regeneração					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha <sup>-1</sup>					
Folhas	6,9 ± 2,3	1,5 ± 1,2	3,4 ± 1,4	3,8 ± 1,5	2,2 ± 0,8	1,0 ± 0,2
Galhos	8,7 ± 1,8	2,1 ± 1,1	2,8 ± 1,0	13,3 ± 2,5	4,1 ± 0,9	1,2 ± 0,2
Fuste + Casca	4,9 ± 1,6	1,1 ± 0,9	1,2 ± 0,6	7,1 ± 2,3	0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,2
<b>Total</b>	<b>20,5</b>	<b>4,7</b>	<b>7,5</b>	<b>24,2</b>	<b>6,4</b>	<b>2,8</b>
Componentes	Área Preservada					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	17,6 ± 3,3	2,3 ± 1,2	7,4 ± 1,6	9,3 ± 3,1	3,8 ± 0,8	1,2 ± 0,2
Galhos	16,0 ± 2,9	4,6 ± 1,1	6,4 ± 1,2	24,6 ± 4,2	7,9 ± 0,6	4,2 ± 0,2
Fuste + Casca	16,7 ± 2,3	3,2 ± 1,1	3,2 ± 1,2	21,6 ± 3,9	1,1 ± 0,2	1,4 ± 0,2
<b>Total</b>	<b>50,4</b>	<b>10,1</b>	<b>17,0</b>	<b>55,5</b>	<b>12,8</b>	<b>6,8</b>

Essa maior quantidade de nutrientes presentes nos componentes da parte aérea das espécies na área preservada está diretamente relacionada com a estrutura da floresta, onde as árvores amostradas apresentaram uma maior quantidade de biomassa nos componentes separados como foi mostrado na Tabela 8, favorecendo assim, um maior armazenamento desses nutrientes na área.

#### 4.4. Coeficiente de utilização biológica (CUB)

Com relação à análise da variância dos coeficientes de utilização biológica nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância avaliada nas áreas amostradas (Tabelas 21 e 22), indicou que houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) para todos os nutrientes entre as espécies e os componentes da parte aérea.

A eficiência de utilização dos nutrientes para produção de biomassa total acima do solo variou em função das espécies e dos componentes estudados na área em regeneração (Tabela 21). Em que pode ser observado, que no componente folha, o nutriente que apresentou os maiores valores de coeficiente de utilização biológica entre as espécies avaliadas, foi o S, seguido de Mg, P, K, Ca e N. E dentre as espécies a *Mimosa ophtalmocentra* foi a que apresentou um maior CUB. Isto indica que entre os nutrientes avaliados, o S, Mg e P foram utilizados com maior eficiência pelas plantas, enquanto que o N e Ca, foram os nutrientes utilizados com menor eficiência (Tabela 21).

No que diz respeito ao componente galho, dentre as espécies estudadas, os maiores coeficientes de utilização biológica ocorreram para os nutrientes S e P, na maioria das espécies, seguido de Mg, K, N e Ca (Tabela 21). Já com relação ao componente fuste+casca, os nutrientes S e Mg foram os que apresentaram os maiores coeficientes de utilização biológica, seguido de P, K, Ca e N (Tabela 21).

Já na área preservada, dos componentes das cinco espécies estudadas os componentes folhas e galhos, os nutrientes que apresentaram maior eficiência foram o S e P e a menor eficiência foi o N nas folhas e o Ca nos galhos, já com relação ao componente fuste + casca os nutrientes com maior eficiência foram o Mg e S, e o de menor eficiência foi o Ca. Estes resultados corroboram com o trabalho realizado por Drumont et al. (1997), onde foram constatadas algumas semelhanças nos nutrientes de maior e menor eficiência de utilização em dez espécies florestais nativas da Floresta Atlântica e ao trabalho de Moura et. al., (2006) avaliando a eficiência nutricional em *Mimosa caesalpinifolia* Benth em povoamentos de idades diferente.

Segundo Caldeira et al. (2002), independente dos componentes da parte aérea das plantas estudadas e do estágio de sucessão em que se encontra a área, o N foi o nutriente que apresentou os menores valores de coeficiente de utilização biológica (CUB), isso porque, o N possui eficiência relativamente baixa nas plantas para conversão em biomassa, quando comparada aos outros nutrientes, devido aos altos teores nas folhas verdes e à retranslocação interna, voltando ao solo através da queda de serapilheira, sendo assim novamente integrado ao ciclo biogeoquímico.

Já o Ca foi o nutriente que depois da N, as plantas também apresentaram uma baixa eficiência, notadamente no fuste + casca. O elevado teor de Ca na casca e a imobilização deste elemento no floema, no qual se encontra na forma de oxalato de cálcio, podem ter contribuído neste resultado (COLIN-BELGRAND et al., 1996; CALDEIRA et al., 2004).

Ao se analisar todos os componentes de maneira geral, podem ser verificada uma ampla variação nos resultados dos coeficientes de utilização biológica entre as espécies estudadas e entre as áreas, em que, segundo Santana et al. (2002), essa variação da eficiência de utilização dos nutrientes, podem ser de diversas características, entre estas, podem ser mencionadas as características genética de cada espécie; a não-obtenção do equilíbrio nutricional ótimo ou crítico entre solo, planta e todos os nutrientes, ou seja, pode ter ocorrido limitação de um ou mais nutrientes disponíveis; e as relações hídricas. E que o uso de plantas mais eficientes em utilizar nutrientes e cujo ciclo de crescimento seja longo o suficiente para permitir a máxima eficiência da ciclagem desses nutrientes, levará à maior conservação do ecossistema de florestas cultivadas e que

As cinco espécies estudadas em ambas as áreas apresentaram uma maior eficiência no uso de S e P para produção de biomassa total da parte aérea. Em *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus dunnii*, Schumacher (1995) também verificou que essas plantas também apresentavam nesses nutrientes as maiores eficiência de utilização para produção total de biomassa e nos vários componentes das árvores e que o P é o único elemento que possui elevada eficiência de utilização nas florestas tropicais, principalmente em áreas onde ele se encontra em baixos teores.

**Tabela 21.** Coeficiente de utilização biológica (CUB) dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta-PE.

Componentes da Parte Aérea			
Espécies	Folhas	Galhos	Fuste + Casca
kg de biomassa seca / kg de nutriente utilizado			
<b>Nitrogênio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	55,6	161,3	274,0
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	52,4	156,3	34,6
<i>Jatropha mollissima</i>	43,3	58,5	24,6
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	44,1	98,0	38,6
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	46,9	151,5	37,6
<b>Fósforo</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	370,4	588,2	952,4
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	526,3	625,0	236,4
<i>Jatropha mollissima</i>	344,8	434,8	163,9
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	44,1	625,0	123,1
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	46,9	833,3	70,7
<b>Potássio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	116,3	555,6	1052,6
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	196,1	476,2	140,8
<i>Jatropha mollissima</i>	66,2	87,0	33,9
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	44,1	625,0	115,9
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	46,9	526,3	65,7
<b>Cálcio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	125,0	89,3	149,3
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	78,1	128,2	38,2
<i>Jatropha mollissima</i>	56,2	65,4	26,7
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	44,1	163,9	58,6
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	46,9	95,2	37,0
<b>Magnésio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	204,1	277,8	6666,7
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	227,3	555,6	184,8
<i>Jatropha mollissima</i>	476,2	434,8	206,2
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	44,1	384,6	116,6
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	46,9	416,7	69,6
<b>Enxofre</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	833,3	1000,0	1818,2
<i>Mimosa ophtalmocentra</i>	1000,0	1250,0	471,7
<i>Jatropha mollissima</i>	769,2	1111,1	400,0
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	44,1	1111,1	141,3
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	46,9	1111,1	72,4



**Tabela 22.** Coeficiente de utilização biológica (CUB) dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrada em uma área preservada de caatinga no município de Floresta-PE.

Componentes da Parte Aérea			
Espécies	Folhas	Galhos	Fuste + Casca
Kg de biomassa seca / kg de nutriente utilizado			
<b>Nitrogênio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	50,5	138,9	217,4
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	49,5	137,0	108,1
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	70,4	572,9	610,7
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	45,2	66,2	250,9
<i>Anadenanthera colubrina</i>	50,5	185,2	119,0
<b>Fósforo</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	344,8	833,3	740,7
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	434,8	137,0	1666,7
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	769,2	6666,7	5714,3
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	555,6	666,7	1196,6
<i>Anadenanthera colubrina</i>	526,3	666,7	1111,1
<b>Potássio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	107,5	476,2	1052,6
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	158,7	137,0	800,0
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	243,9	1777,8	3636,4
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	99,0	153,8	311,1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	217,4	909,1	1538,5
<b>Cálcio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	120,5	84,0	133,3
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	76,3	137,0	117,6
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	59,2	555,6	536,9
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	64,1	69,9	144,0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	73,5	78,1	208,3
<b>Magnésio</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	208,3	303,0	5000,0
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	217,4	137,0	3333,3
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	322,6	2807,0	2500,0
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	454,5	454,5	1728,4
<i>Anadenanthera colubrina</i>	588,2	2500,0	625,0
<b>Enxofre</b>			
<i>Poincianella bracteosa</i>	714,3	1000,0	2000,0
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	833,3	137,0	2222,2
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	714,3	6666,7	8888,9
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	769,2	1111,1	1944,4
<i>Anadenanthera colubrina</i>	555,6	1000,0	2000,0

Com relação aos coeficientes de utilização biológica (CUB), nos componentes da parte aérea das cinco espécies das áreas estudadas ocorreu interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre as áreas e os componentes (Tabela 23).

Então, no componente folha, o nutriente que apresentou os maiores valores de coeficientes de utilização biológica na área em regeneração, foi o S, seguido de P, Mg, K, Ca e N. Na área preservada a sequência foi quase a mesma, havendo uma mudança apenas na ordem entre Mg e P. Isto indica que entre os nutrientes avaliados, o S, P e Mg foram utilizados com maior eficiência pelas plantas de ambas as áreas, enquanto que o N e Ca, foram os nutrientes utilizados com menor eficiência pelas plantas também nas duas áreas estudadas (Tabela 23).

Já nos galhos, o nutriente que apresentou maior coeficiente de utilização biológica na área em regeneração, foi o P, seguindo S, K, Mg, N e Ca. Na área preservada, o S foi o nutriente que apresentou o maior valor de coeficiente de utilização biológica nas plantas, seguindo de Mg, P, K, N e Ca (Tabela 23).

Os maiores valores dos coeficientes de utilização biológica pelo componente fuste + casca para cada nutrientes na área em regeneração, foram observados em P seguidos de S, Mg, K, Ca e N. Já na área preservada, a sequência do CUB foi P seguido de Mg, S, K, N e Ca (Tabela 23).

Segundo Poggiani et. al. (1983), quando comparados o índice de eficiência de utilização de nutrientes em espécies florestais, em diferentes idades ou estágio de sucessão, verificaram que as árvores mais jovens tendem a ser menos eficientes que as árvores mais velhas.

**Tabela 23.** Coeficientes médios de utilização biológica (CUB) dos nutrientes nos componentes da parte aérea das cinco espécies de maior valor de importância encontrado em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE.

Componentes da Parte Aérea			
Áreas avaliadas	Folhas	Galhos	Fuste + Casca
kg de biomassa seca / kg de nutriente utilizado			
<b>Nitrogênio</b>			
Regeneração	48,4 ± 5,3	125,1 ± 45,1	81,9 ± 107,5
Preservada	53,2 ± 9,8	220,0 ± 201,7	261,2 ± 204,8
<b>Fósforo</b>			
Regeneração	266,5 ± 213,3	621,3 ± 142,1	309,3 ± 364,5
Preservada	526,1 ± 159,0	1794,1 ± 2736,7	2085,9 ± 2054,9
<b>Potássio</b>			
Regeneração	93,9 ± 64,0	454,0 ± 212,1	281,8 ± 432,1
Preservada	165,3 ± 64,56	690,8 ± 683,6	1467,7 ± 1290,7
<b>Cálcio</b>			
Regeneração	70,1 ± 33,4	108,4 ± 38,2	62,0 ± 50,2
Preservada	78,7 ± 24,35	184,9 ± 208,8	228,1 ± 176,0
<b>Magnésio</b>			
Regeneração	199,7 ± 176,6	413,9 ± 99,8	1448,8 ± 2917,4
Preservada	358,2 ± 162,5	1240,3 ± 1299,4	2637,3 ± 1655,1
<b>Enxofre</b>			
Regeneração	538,7 ± 458,0	1116,7 ± 88,7	580,7 ± 711,9
Preservada	717,3 ± 102,8	1983,0 ± 2647,5	3411,1 ± 3064,0

Com relação aos componentes das plantas avaliados em ambas as áreas se observam que independentemente da parte da planta, o N foi o nutriente que apresentou menor eficiência de utilização. Segundo Caldeira et al. (2002), o N possui eficiência de uso relativamente baixa, quando comparado aos outros nutrientes, devido aos altos teores nas folhas verdes e à retranslocação interna, voltando ao solo através da queda de serapilheira, sendo assim novamente integrado ao ciclo biogeoquímico.

Analisando-se todos os componentes de maneira geral, verificou-se uma variação nos resultados dos coeficientes de utilização biológica entre as áreas. Segundo Santana et al. (2002), o uso de plantas mais eficientes em utilizar nutrientes e cujo ciclo de crescimento seja longo o suficiente para permitir a máxima eficiência da ciclagem desses nutrientes, levará à maior conservação do ecossistema florestal.

#### 4.5. Acumúlo de serapilheira no solo

No estudo comparativo da serapilheira acumulada nas duas áreas e nas duas estações, podemos observar, na Tabela 24 e 25, que a área preservada foi superior, apresentando diferença significativa em todas as frações e principalmente na serapilheira total acumulada nas duas estações.

No período chuvoso a média de massa de serapilheira total foi de 6,1 e 11,6 t ha<sup>-1</sup>, para a área preservada e em regeneração, respectivamente (Tabela 24). No período seco, esses valores foram de 5,3 t ha<sup>-1</sup> na área em regeneração e 10,0 t ha<sup>-1</sup> na área preservada (Tabela 25).

Amorim (2009), avaliando o estoque de serapilheira no campo experimental da Caatinga da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE, encontrou valores médios de 7,0 t ha<sup>-1</sup>, correspondendo à 56% fração não-lenhosa. No entanto, esse valor está dentro da amplitude de 6,5 a 20,1 t ha<sup>-1</sup>, encontrado por Martins et al. (2008), em uma caatinga preservada no município de Floresta-PE.

No fracionamento da serapilheira, observa-se que, independente da área, no período seco, a fração folha foi o material mais estocado na superfície do solo da floresta e no período chuvoso, a fração galho foi mais representativa em ambas as áreas.

**Tabela 24.** Serapilheira acumulada ( t ha<sup>-1</sup>), das frações folha, galhos, estrutura reprodutiva e miscelânea em duas áreas de Caatinga no município de Floresta-PE, no período chuvoso.

Serapilheira acumulada (t ha <sup>-1</sup> )		
Período chuvoso		
Frações	Área em Regeneração	Área Preservada
Folha	2,6 ± 1,2	4,9 ± 2,1
Galhos	3,1 ± 1,4	5,8 ± 2,6
Estrutura reprodutiva	0,4 ± 0,1	0,8 ± 0,3
Miscelânea	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,02
<b>Total</b>	<b>6,1</b>	<b>11,6</b>

A fração galho, que inclui material lenhoso de todas as dimensões mais cascas, observou-se que esta teve a maior contribuição na formação da serapilheira, com maior produção no período chuvoso. As quantidades variáveis de queda de galhos podem ser atribuídas à ocorrência de fenômenos climáticos adversos, como tempestades com ventos anormais e raios (KÖNIG et al. 2002).

**Tabela 25.** Serapilheira acumulada ( $t\ ha^{-1}$ ), das frações folha, galhos, estrutura reprodutiva e miscelânea em duas áreas de Caatinga no município de Florestal-PE, no período seco.

Serapilheira acumulada ( $t\ ha^{-1}$ )		
Período seco		
Frações	Área em Regeneração	Área Preservada
Folha	3,0 ± 1,3	5,7 ± 2,8
Galhos	2,1 ± 0,8	4,1 ± 2,1
Estrutura reprodutiva	0,1 ± 0,05	0,2 ± 0,1
Miscelânea	0,01 ± 0,0	0,02 ± 0,0
<b>Total</b>	<b>5,2</b>	<b>10,0</b>

Essa produção da fração folha em área de Caatinga, no período seco, segundo Santana (2005); Alves et al. (2006); Andrade et al. (2008) e Souto et al. (2009), quando realizaram estudos em áreas de vegetação de caatinga, explica que a perda da folhagem nesse período pela vegetação, se dá através de duas formas: a senescência natural e ação mecânica das plantas em defesa a seca. Neste caso em particular, a queda das folhas é devido ao comportamento caducifólio da maioria das espécies da Caatinga para evitar a perda de água por transpiração, que estar ligada a dois eventos subsequentes, que são o início do período seco na região e a imediata abscisão das folhas.

Contudo, a variação temporal da queda de material reprodutivo foi bastante irregular, não apresentando padrão sazonal bem definido, embora hoje maior no período chuvoso (Tabela 24).

A fração miscelânea, composta de fragmentos menores, de difícil identificação e com a presença de fezes de pássaros e partes dos insetos, contribuiu com os menores valores de serapilheira acumulada durante o período de estudo (Tabela 24 e 25). A nítida redução na produção da fração miscelânea, no período seco, foi reflexo da diminuição da precipitação na área,

que reduziu também a qualidade e a quantidade de matéria verde disponível a ser consumida pela população de insetos, enquanto, que no período chuvoso, ocorreu maior produção de miscelânea.

#### **4.6. Teores de nutrientes na serapilheira**

O material vegetal (serapilheira) produzido pelos seres vivos em um ecossistema florestal, especialmente em áreas de vegetação de Caatinga, é de suma importância para a sua manutenção. Uma vez que os solos da Caatinga são bastante rasos, a devolução de nutrientes via serapilheira, particularmente na época seca é extremamente importante na manutenção do ecossistema do ponto de vista nutricional. Considerando que as folhas normalmente possuem baixa relação C/N, é de se esperar rápida mineralização dos nutrientes disponibilizando rapidamente os nutrientes para as raízes finas, que se encontram nas camadas mais superficiais dos solos.

Na Tabela 26, observam-se os valores médios de teores de nutrientes na serapilheira, acumulada no período chuvoso e no período seco, nas áreas estudadas.

Pode-se constatar que a devolução dos nutrientes para o solo acompanhou a tendência de acúmulo de serapilheira, com o pico de devolução no período chuvoso (Tabela 26).

No geral, o gradiente dos teores desses macronutrientes segue a seguinte ordem: N > Ca > K > S > P > Mg. Essas diferenças entre elementos são resultantes das características funcionais de cada nutriente no metabolismo da planta, da diversidade do controle de fluxo e refluxo nos compartimentos de rápida e lenta ciclagem, e mesmo das características do comportamento do solo (MEGURO et al., 1980). Também influi a heterogeneidade na distribuição da serapilheira, sendo incomum encontrar dois metros quadrados com as mesmas características edáficas e fisiológicas.

O nitrogênio apresentou as maiores teores na serapilheira, com valores entre  $10,3 \pm 2,1$  a  $13,6 \pm 2,7$  g kg<sup>-1</sup>, na área em regeneração, e de  $11,7 \pm 1,9$  a  $18,6 \pm 3,1$  g kg<sup>-1</sup>, na área preservada (Tabela 26). Tais valores confirmaram a afirmativa de Vitousek (1984), que considerou a faixa de 5 a 19 g kg<sup>-1</sup> como sendo concentração de N para a florestas tropicais. Mas especificamente, os

valores encontrados neste estudo foram semelhantes aos de outros trabalhos realizado na caatinga hiperxerófila, por SANTANA, (2005) e SOUTO, (2006).

**Tabela 26.** Teores médios de nutrientes na serapilheira acumulada em duas áreas de Caatinga no município de Florestal-PE, em duas estações estudadas.

Teores de nutriente g kg <sup>-1</sup>			
Nutrientes	Período Chuvoso		CV %
	Área em Regeneração	Área Preservada	
Nitrogênio (N)	13,6 ± 2,7	18,6 ± 3,1	21,9
Fósforo (P)	1,2 ± 0,6	1,8 ± 0,7	28,0
Potássio (K)	3,6 ± 1,2	4,8 ± 1,4	20,0
Cálcio (Ca)	9,7 ± 2,5	14,7 ± 2,6	28,9
Magnésio (Mg)	0,9 ± 0,3	1,3 ± 0,5	36,3
Enxofre (S)	3,3 ± 0,7	4,0 ± 0,8	13,4
Nutrientes	Período Seco		CV %
	Área em Regeneração	Área Preservada	
Nitrogênio (N)	10,3 ± 2,1	11,7 ± 1,9	8,9
Fósforo (P)	1,1 ± 0,5	1,2 ± 0,6	12,7
Potássio (K)	4,2 ± 1,3	6,7 ± 1,4	32,8
Cálcio (Ca)	6,0 ± 3,0	7,6 ± 2,2	16,6
Magnésio (Mg)	1,1 ± 0,5	1,1 ± 0,4	11,7
Enxofre (S)	4,6 ± 1,2	6,3 ± 1,7	22,0

Essa maior quantidade de nitrogênio (N) encontrado na serapilheira no período seco é justificada por, nesse período, haver um maior depósito e acúmulo de folhas um componente rico em N, característica das espécies da caatinga (caducifólias) e no período chuvoso, esses maiores teores podem estar ligados, além do estoque do componente folha, à transferência do N atmosférico pela chuva para a serapilheira e para o solo das florestas (FERREIRA et al., 2007).

O cálcio (Ca) apresentou o segundo maior teor na serapilheira, com teores entre 6,0 ± 3,0 e 9,7 ± 2,5 g kg<sup>-1</sup>, na área em regeneração, e de 7,6 ± 2,2 a 14,7 ± 2,6 g kg<sup>-1</sup>, na área preservada. Esses valores são atribuídos a grande quantidade da fração lenhosa encontrada na serapilheira (galho e casca). O fato desse elemento ter sido um dos nutrientes de maior concentração pode estar relacionado com a baixa mobilidade na planta, devido ser componente

fixo da parede celular dos tecidos vegetais e ao fato, deste nutriente ser mais lentamente removido durante o processo de decomposição.

O potássio (K) é um dos principais nutrientes constituintes das estruturas reprodutivas (Cunha et al., 1993; Shumacher et al., 2003), sendo um dos elementos também importante na fração não-lenhosa. Os teores médios desses nutrientes variaram entre  $3,6 \pm 1,2$  a  $4,2 \pm 1,3$  g kg<sup>-1</sup>, na área em regeneração, e, de  $4,8 \pm 1,4$  a  $6,7 \pm 1,4$  g kg<sup>-1</sup>, na área preservada. Já na fração lenhosa, apresenta-se em baixa concentração. O K é um nutriente facilmente lixiviado, e, como o galhos e as cascas passam anos para se decompor, essa fração fica por mais tempo exposta às chuvas, contribuindo para a redução desse macronutriente.

Os teores de potássio de 2,4 a 8,2 g. kg<sup>-1</sup>, na serapilheira de florestas secas do México, Porto Rico e Belize, fornecidos por Jaramillo e Sanford Jr. (1995), foram semelhantes aos obtidos nesse trabalho.

O enxofre (S) na serapilheira apresentou valores variando de  $3,3 \pm 0,7$  a  $4,6 \pm 1,2$  g kg<sup>-1</sup> na área em regeneração e de  $4,0 \pm 1,7$  a  $6,3 \pm 0,8$  g kg<sup>-1</sup> na área preservada, esse nutriente é absorvido principalmente através das folhas diretamente da atmosfera ou pelo sistema radicular quando é depositado ao solo pela biomassa vegetal e/ou animal. Essa maior quantidade encontrada na serapilheira está relacionada ao ciclo do S, em 90% desse nutriente no ecossistema estão presentes na serapilheira e no solo na forma orgânica.

Os teores de fósforo (P) na serapilheira foram pouco variáveis e com valores bem baixos, variando entre as duas áreas de  $1,1 \pm 0,5$  a  $1,8 \pm 0,6$  g kg<sup>-1</sup>. Esses valores podem ser explicados, pelo fato do que, o fósforo é considerado um elemento muito móvel na planta e, em algumas espécies com características senescentes, há translocação de 40 a 60 % das folhas para outros órgãos da planta, antes da abscisão foliar (Aerts, 1996), permitindo, que este nutriente seja redistribuído e usado na formação de novos tecidos. Esse mecanismo é fundamental para garantir a manutenção da produtividade em solos deficientes (Santana, 2005), como o deste estudo e da grande maioria dos solos tropicais.

O teor de P na serapilheira foi semelhante ao apontado por Santana (2005), em caatinga preservada, que foi de  $1,4$  g kg<sup>-1</sup>, e superior ao encontrado por Mlambo e Nyathi (2008),  $0,50$  g kg<sup>-1</sup>, em floresta decídua na África. Valores



de teores médios de P na serapilheira da caatinga oscilam de 0,90 g kg<sup>-1</sup>, valor determinado por Kauffman et al. (1993), em Serra Talhada, PE, a 1,48 g kg<sup>-1</sup>, observado por Santana (2005) em uma caatinga no Seridó norte-rio-grandense.

O magnésio (Mg) foi o elemento encontrado em menor concentração nesse presente estudo. No geral, o magnésio é mais encontrado nas folhas, o que é justificado por ser um dos principais componentes para a fotossíntese (VITTI et al., 2006). Entretanto, a baixa quantidade desse nutriente não significa que esse seja um elemento limitante na produtividade do ecossistema, até mesmo porque não é considerado como fundamental em nenhum tipo de floresta, como ocorre para o P nas florestas tropicais e para o N em florestas temperadas (BINKLEY, 1986).

#### 4.7. Distribuição dos nutrientes na floresta

Nas Tabelas 27 e 28, pode-se visualizar a distribuição dos nutrientes disponível na serapilheira e os nutrientes totais na biomassa acima do solo das espécies de maior valor de importância, bem como sua participação relativa em uma área de caatinga em regeneração (Tabela 27) e uma área de caatinga preservada (Tabela 28).

**Tabela 27.** Distribuição dos conteúdos de nutrientes disponível na serapilheira e na biomassa acima do solo e sua distribuição relativa em uma área de Caatinga em regeneração no município de Floresta, PE.

Compartimento	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha <sup>-1</sup>					
Biomassa acima do solo	20,5	4,7	7,5	24,2	6,4	2,8
Serapilheira	82,6	7,3	22,0	59,1	5,5	20,1
Total	103,1	12,0	29,5	83,3	11,9	22,9
	%					
Biomassa acima do solo	19,9	39,2	25,4	29,0	53,8	13,9
Serapilheira	80,1	60,8	74,6	71,0	46,2	86,1
Total	100	100	100	100	100	100

**Tabela 28.** Distribuição dos conteúdos de nutrientes disponível na serapilheira e na biomassa acima do solo e sua distribuição relativa em uma área de Caatinga preservada no município de Floresta, PE.

Compartimento	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha <sup>-1</sup>					
Biomassa acima do solo	50,4	10,1	17,0	55,5	12,8	6,8
Serapilheira	138,8	13,4	35,6	110,0	9,4	29,7
Total	189,2	23,5	52,6	165,5	22,2	36,5
	%					
Biomassa acima do solo	26,6	43,0	32,3	33,2	57,6	18,6
Serapilheira	73,4	57,0	67,7	66,8	42,4	81,4
Total	100	100	100	100	100	100

As relações nutricionais entre biomassa acima do solo e serapilheira são bem próximas, pois a serapilheira é composta, em sua grande maioria, pelo material depositado pela biomassa da parte aérea. Sendo que os nutrientes na serapilheira se acumulam por mais tempo devido à falta de condições climáticas favoráveis na região, para que ocorra a decomposição do material formador da serapilheira e para a mineralização dos nutrientes presentes na mesma.

#### 4.8. Análises multivariadas

Para essa análise, foram construídos diagramas de ordenação a fim de se investigar as relações entre os nutrientes na biomassa das espécies de maior valor de importância e suas variáveis ambientais compreendido como os nutrientes na serapilheira, relativos ao período chuvoso na área 1 e 2 (Figura 9 e 11) respectivamente, e período seco área 1 e 2 (Figura 10 e 12) respectivamente. Segundo Ruggiero e Pivello (2005) indicam que as maiores correlações entre solo e vegetação devem ocorrer nas camadas superficiais, onde existe uma maior concentração de matéria orgânica fornecida pela biomassa vegetal, mostrando com isso, uma grande importância de se estudar mais essa relação entre a biomassa dos vegetais e a serapilheira.

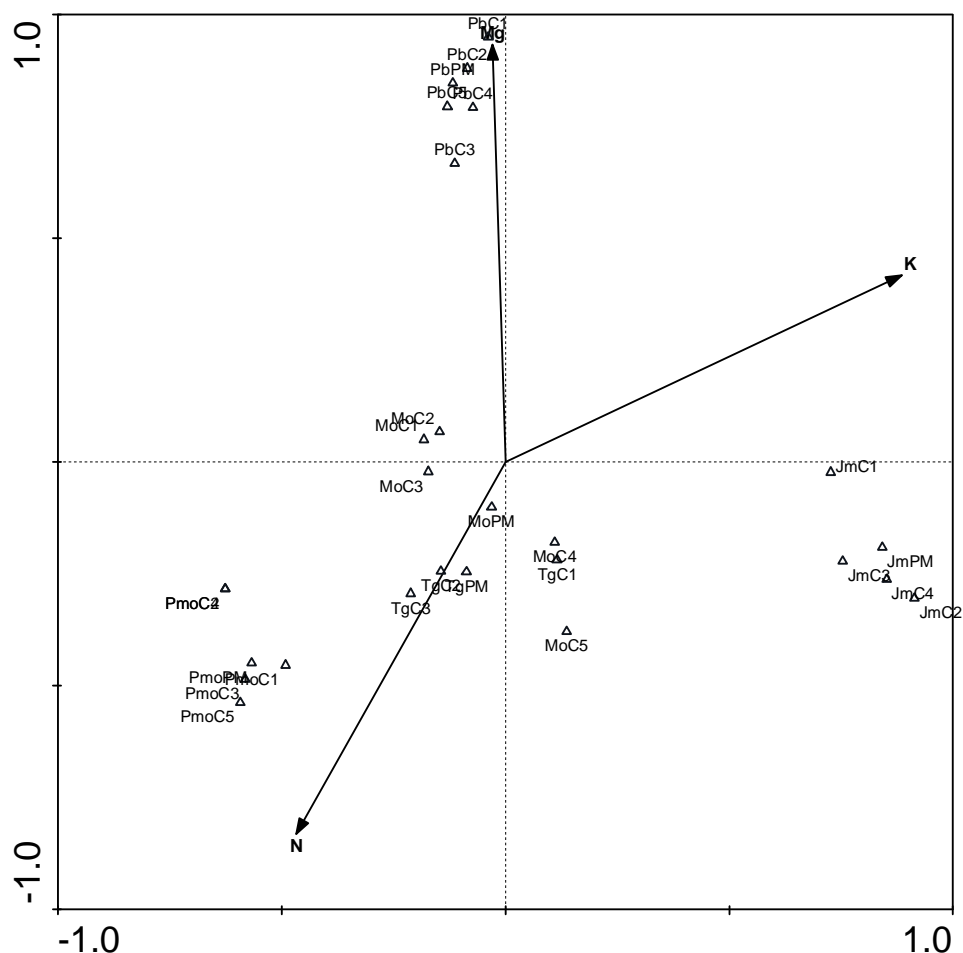
Para isso, foi realizada uma análise preliminar composta por todas as variáveis disponíveis, esta análise permitiu selecionar um grupo menor de variáveis, mais significativas para uso na análise final. Os dados considerados

redundantes, detectados pelo alto fator de inflação (> 20) e as variáveis poucas correlacionadas com os eixos de ordenação, indicadas pelo baixo valor dos coeficientes de correlação (menor que 0,3 no primeiro e no segundo eixo), foram retiradas da análise.

Na Figura 9 das seis variáveis ambientais iniciais, constituíram a matriz final de dados apenas três variáveis, onde as variáveis P, Ca e S foram excluídas da análise por apresentarem elevado fator de inflação. Já nas Figuras 10,11 e 12 não ocorreu a multicolineariedade dos dados nem elevados fatores de inflação, desta forma sendo utilizadas todas as variáveis ambientais.

A análise de Correspondência Canônica (CCA) sugeriu a existência de gradientes, havendo significativa relação ecológica entre os nutrientes da biomassa e da serapilheira, com autovalores de 0,92 para o primeiro eixo de ordenação e de 0,97 para o segundo eixo (Figura 9).

Nessa análise podemos observar que as variáveis ambientais explicaram 77,77% da variabilidade encontrada, desta fatia 62,9% foi explicado pelo primeiro eixo. Esses resultados indicam que os fatores ambientais utilizados na análise foram suficientes para explicar grande parte da variação encontrada nas principais espécies dessa área de Caatinga e nesse período chuvoso. Por ser esta uma análise de caráter exploratório, os percentuais de variância acumulada normalmente indicam que uma variedade de outros fatores ambientais, não incluídos na análise, podem estar envolvidos em determinar os padrões de distribuição das espécies. A análise gerou valores altos para as correlações entre a biomassa e a serapilheira, indicando elevada significância das correlações.



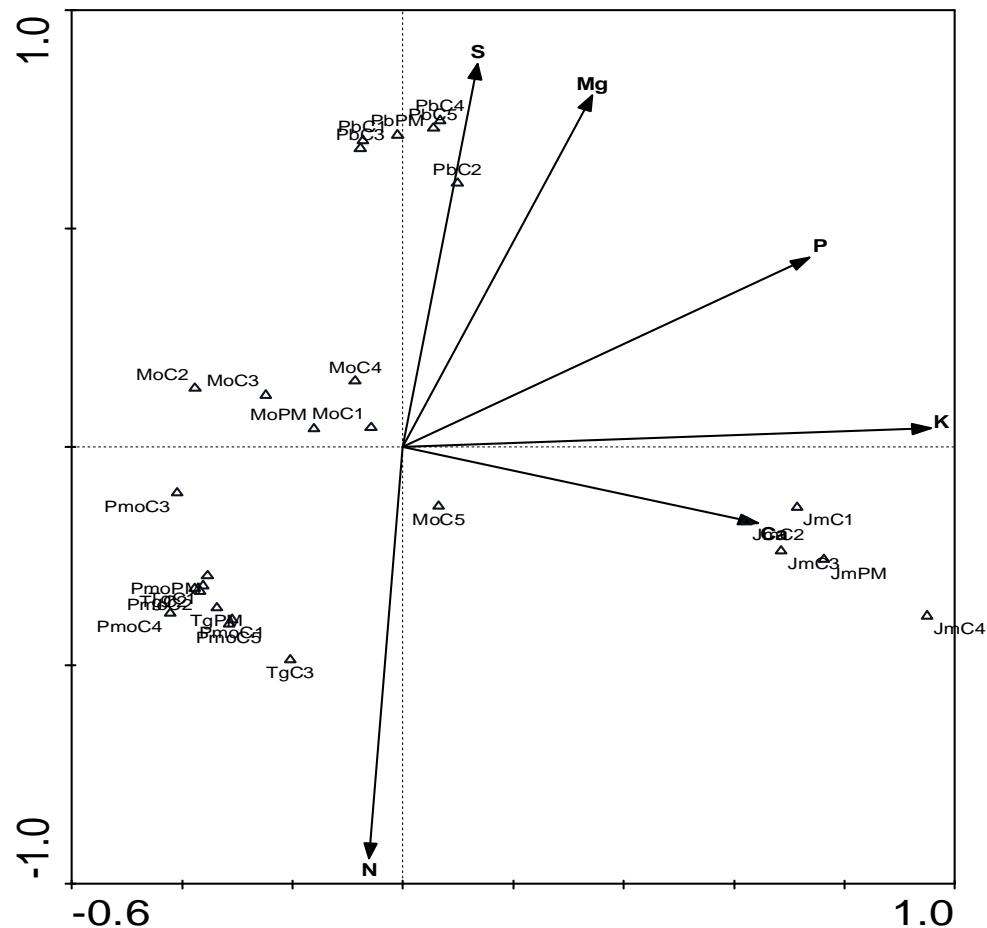
**Figura 9.** Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período chuvoso, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - *Poincianella bracteosa*; Mo - *Mimosa ophthalmocentra*; Jm - *Jatropha mollissima*; Pm - *Pityrocarpa moniliformis*; Tg - *Thiloa glaucocarpa*, C1, C2, C3, C4 e C5 – classes de CAP e PM – ponto médio.

O teste de permutação de Monte Carlo indicou uma correlação estatisticamente significativa entre a biomassa das espécies de maior valor de importância e a serapilheira incluídas na análise (  $F = 21,86$  e  $P = 0,002$  para o primeiro eixo e  $F = 21,47$  e  $P = 0,002$  para o conjunto de eixos), indicando a significância das correlações analisadas.

Na Figura 10, podem ser observadas as correlações dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período seco, apresentando também significativa relação ecológica entre estes dois parâmetros nesta época, com autovalores de 0,972 para o primeiro eixo de ordenação e de 0,973 para o segundo eixo.

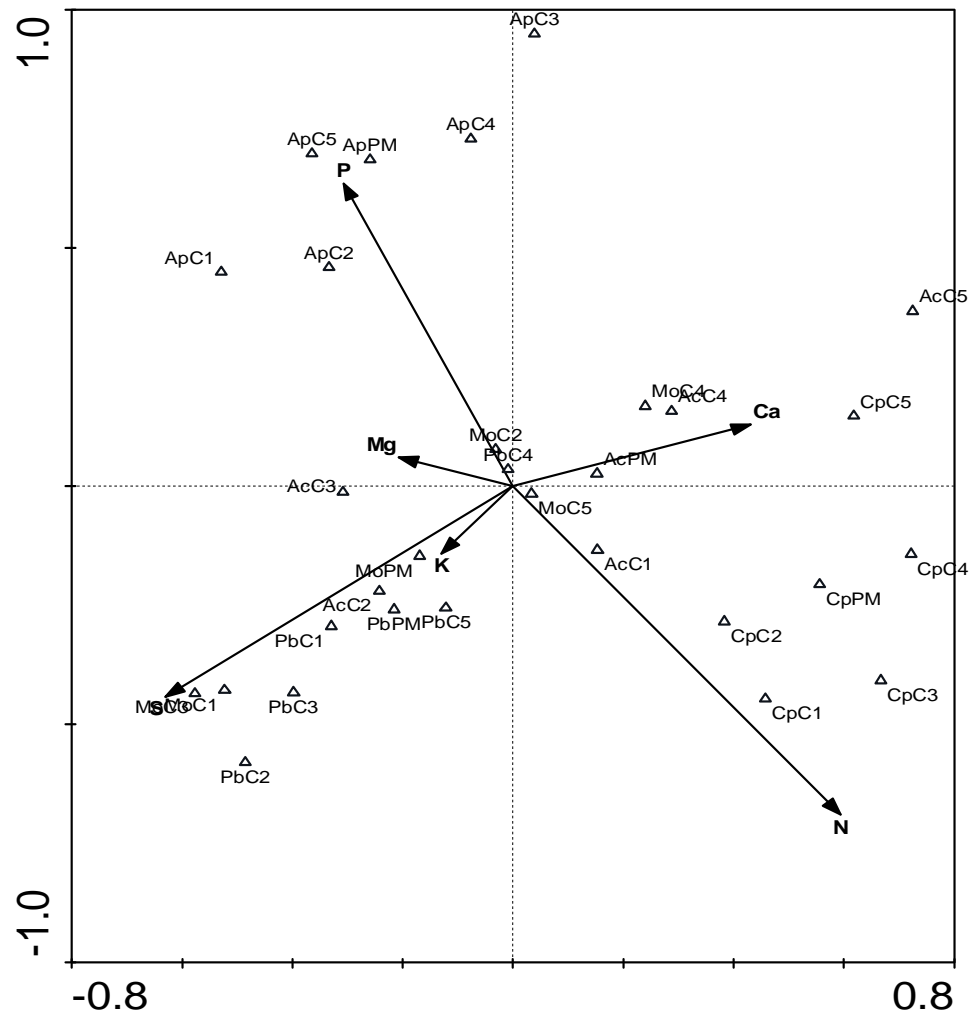
Desta forma, as variáveis ambientais explicaram 88,88% da variabilidade encontrada, desta fatia 62,6% foi explicado pelo primeiro eixo. Esses resultados indicam que os fatores ambientais utilizados na análise foram suficientes para explicar grande parte da variação encontrada nas principais espécies dessa área de Caatinga no período seco. Novamente, pode-se destacar que, por se tratar de uma análise de caráter exploratório, os percentuais de variância acumulada normalmente indicam que uma variedade de outros fatores ambientais, não incluídos na análise, podem estar envolvidos em determinar os padrões de distribuição das espécies. A análise gerou valores altos para as correlações espécie-ambiente (biomassa-serapilheira), indicando elevada significância das correlações.

O teste de permutação de Monte Carlo na época seca, também indicou uma correlação estatisticamente significativa entre a biomassa das espécies de maior valor de importância e a serapilheira incluídas na análise (  $F = 25,71$  e  $P = 0,002$  para o primeiro eixo e  $F = 29,50$  e  $P = 0,002$  para o conjunto de eixos), indicando a significância das correlações analisadas.



**Figura 10.** Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período seco, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - *Poincianella bracteosa*; Mo - *Mimosa ophtalmocentra*; Jm - *Jatropha mollissima*; Pm - *Pityrocarpa moniliformis*; Tg - *Thiloa glaucocarpa*, C1, C2, C3, C4 e C5 – classes de CAP e PM – ponto médio.

Na Figura 11, a análise de correspondência canônica (CCA) apresentou uma alta correlação da biomssa com os nutrientes da serapilheira no primeiro eixo de ordenação, havendo significativa relação ecológica entre os nutrientes da biomassa e da serapilheira, com autovalores de 0,92 para o primeiro eixo de ordenação e de 0,97 para o segundo eixo. De modo geral, nitrogênio e enxofre, seguido por cálcio e fósforo, determinados na serapilheira foram os nutrientes que mais se relacionaram com a biomassa. Já o potássio foi o nutriente que apresentou as menores correlações com a biomassa das espécies estudadas.



**Figura 11.** Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período chuvoso, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - *Poincianella bracteosa*; Mo - *Mimosa ophtalmocentra*; Ap - *Aspidosperma pyriforme*; Cp - *Cnidocolus quercifolius*; Ac - *Anadenanthera colubrina*. C1, C2, C3, C4 e C5 – Classes de CAP.

Nessa análise podemos observar que as variáveis ambientais explicaram 57,14% da variabilidade encontrada, desta fatia 55,30% foi explicado pelo primeiro eixo. Esses resultados indicam que os fatores ambientais utilizados na análise foram suficientes para explicar grande parte da variação encontrada nas principais espécies dessa área de Caatinga e durante o período chuvoso. Por ser esta uma análise de caráter exploratório, os percentuais de variância acumulada normalmente indicam que uma variedade

de outros fatores ambientais, não incluídos na análise, podem estar envolvidos em determinar os padrões de distribuição das espécies. A análise gerou valores altos para as correlações entre a biomassa e a serapilheira, indicando uma significância das correlações.

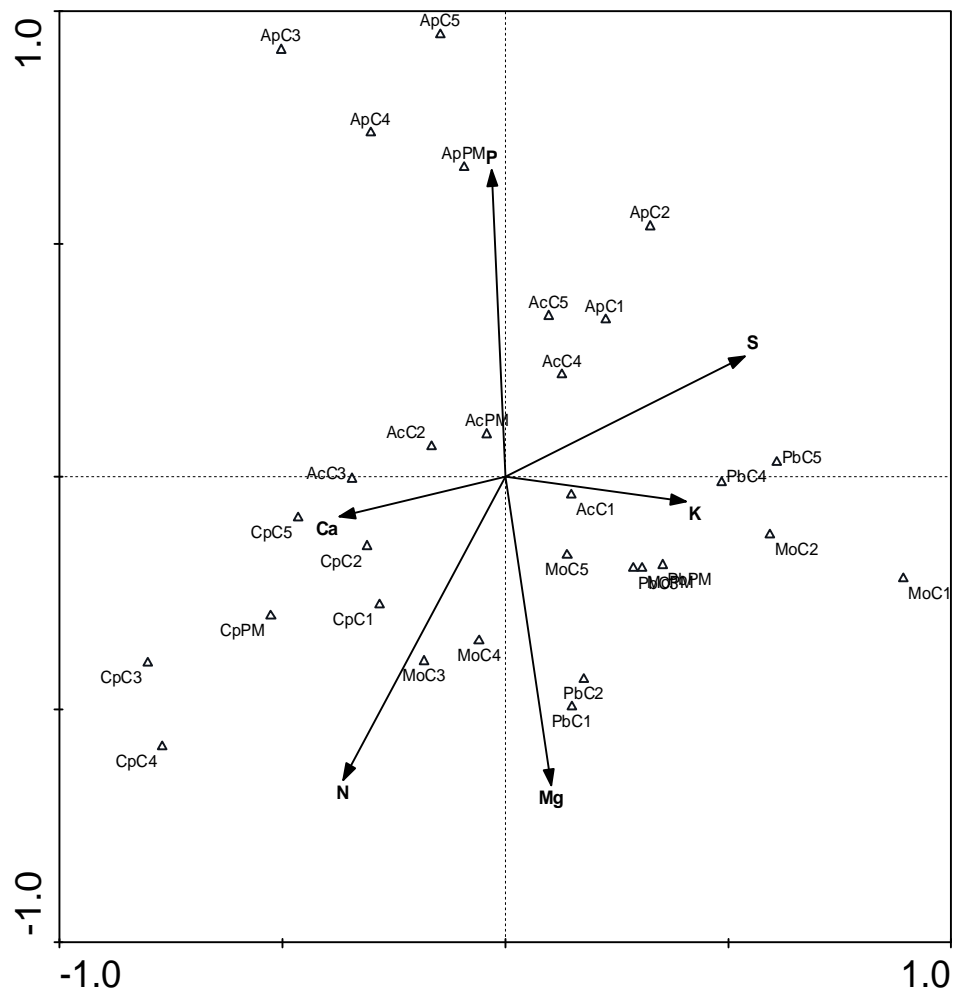
O teste de permutação de Monte Carlo indicou uma correlação estatisticamente significativa entre a biomassa das espécies de maior valor de importância e a serapilheira incluídas na análise (  $F = 8,90$  e  $P = 0,02$  para o primeiro eixo e  $F = 3,90$  e  $P = 0,004$  para o conjunto de eixos), indicando a significância das correlações analisadas.

Na Figura 12, podem ser observadas as correlações dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período seco, apresentando também significativa relação ecológica entre estes dois parâmetros nesta época, com autovalores de 0,972 para o primeiro eixo de ordenação e de 0,973 para o segundo eixo. De modo geral, no primeiro eixo o enxofre, potássio e nitrogênio, determinados na serapilheira foram os nutrientes que mais se relacionaram com a biomassa. Já o magnésio foi o nutriente que apresentou as menores correlações com a biomassa das espécies estudadas.

Desta forma, as variáveis ambientais explicaram 57,14% da variabilidade encontrada, desta fatia 49,10% foi explicado pelo primeiro eixo. Esses resultados indicam que os fatores ambientais utilizados na análise foram suficientes para explicar grande parte da variação encontrada nas principais espécies dessa área de Caatinga no período seco. Novamente, podemos destacar que por se tratar de uma análise de caráter exploratório, os percentuais de variância acumulada normalmente indicam que uma variedade de outros fatores ambientais, não incluídos na análise, podem estar envolvidos em determinar os padrões de distribuição das espécies. A análise gerou valores altos para as correlações espécie-ambiente (biomassa-serapilheira), indicando elevada significância das correlações.

Com relação ao teste de permutação de Monte Carlo na época seca, também indicou uma correlação estatisticamente significativa entre a biomassa das espécies de maior valor de importância e a serapilheira incluídas na análise (  $F = 7,90$  e  $P = 0,03$  para o primeiro eixo e  $F = 4,17$  e  $P = 0,002$  para o conjunto de eixos), indicando a significância das correlações analisadas.





**Figura 12.** Diagrama de ordenação, por CCA, usando dados dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies de maior valor de importância e nutrientes na serapilheira, durante o período seco, em uma área de Caatinga no município de Floresta-PE. Espécies: Pb - *Poincianella bracteosa*; Mo - *Mimosa ophthalmocentra*; Ap - *Aspidosperma pyrifolium*; Cp - *Cnidocolus quercifolius*; Ac - *Anadenanthera colubrina*. C1, C2, C3, C4 e C5 – Classes de CAP.

Analisando o diagrama de ordenação gerado pelo CCA (Figuras 9, 10, 11 e 12), o qual demonstra a distribuição dos grupos de espécies no espaço de ordenação em relação às variáveis ambientais (nutrientes na serapilheira), pode-se observar que houve uma tendência de formação de grupos de espécies relacionados com determinados nutrientes e outros grupos que ficaram dispersos ao longo do diagrama.

Essa avaliação em duas épocas foi realizada para avaliar se existiam diferenças entre os nutrientes encontrados na biomassa da parte aérea e os

presentes na serapilheira, e se esses nutrientes encontrados em um período do ano se repetiam no outro período em ambas as áreas. Então, baseados nas informações fornecidas nesse trabalho, pode-se afirmar que os nutrientes da biomassa possuem uma relação direta com os nutrientes disponíveis na serapilheira, e que a época do ano influencia diretamente nesse fornecimento.

Por fim, toda esta constatação de que a serapilheira sob as florestas tropicais são simplesmente substratos para sustentação e manutenção desses ambientes, gera um forte argumento contra a retirada e/ou queima de resíduos, tanto na exploração florestal como na abertura de novas áreas agrícolas, evitando, com isso, o desequilíbrio e a insustentabilidade provocados no sistema, pelo mesmo motivo, esses ecossistemas devem ser mantidos preservados.

## 5. CONCLUSÕES

A estimativa de biomassa da parte aérea das espécies amostradas foi maior na área preservada, e que a *Poincianella bracteosa* foi à espécie que apresentou maior produção de biomassa aérea em todos os componentes e em ambas as áreas;

Os teores de nutrientes na biomassa da parte aérea nas duas áreas estudadas obedeceram à seguinte sequência:  $N > Ca > K > Mg > P > S$ , e o componente lenhoso acumulou mais nutrientes que as folhas;

No componente folha o nitrogênio foi o nutriente mais acumulado, e nos componentes lenhosos o cálcio foi o nutriente mais acumulado em ambas as áreas;

Nas plantas estudadas os nutrientes que apresentaram as maiores eficiência de utilização em ambas às áreas foram o S e P.

A área preservada apresentou um maior acúmulo de serapilheira com relação à área em estágio de regeneração, e que a serapilheira acumulada foi maior na estação chuvosa nas duas áreas;

A produção da fração folha foi maior na estação seca em ambas as áreas e a produção da fração galho foi maior na estação chuvosa em ambas as áreas;

Na área preservada os teores de nutrientes na serapilheira obedeceram a sequência:  $N > Ca > K > S > P > Mg$  na estação chuvosa e  $N > Ca > S > K > Mg > P$  na estação seca, e na área em estágio de regeneração a sequência foi  $N > Ca > K > S > P > Mg$  na estação chuvosa e seca;

O Nitrogênio e o Cálcio foram os nutrientes com maior teor na biomassa e na serapilheira acumulada nas duas áreas e nas duas estações.

## 6. RECOMENDAÇÕES

Baseados nas informações adquiridas nesse trabalho podem destacar alguns pontos importantes.

O manejo florestal em áreas de Caatinga destaca maiores cuidados quanto à exploração dos seus produtos, uma vez que os impactos causados em nível de balanço nutricional poderão ser bem maiores, caso sejam retirados do sítio a maior parte dos nutrientes.

Dessa forma, recomendamos que no momento da exploração da madeira, deverão ser mantidos no sítio, pelo menos os restos de tronco, galhos finos sem interesse comercial, as folhas e as cascas, diminuindo assim, o impacto e a quantidade de biomassa acima do solo que é retirada do sítio. Com isso, haverá uma maior contribuição para melhoria das características físicas e químicas deste ambiente, preservando a atividade biológica e reduzindo a perda de nutrientes no sítio florestal, recomendando apenas a retirada da floresta somente a madeira de interesse comercial.

Como foi mostrado nesse trabalho, o fornecimento de nutrientes para o solo pode mudar de acordo com a espécie e com a idade. Então, outra recomendação importante é que no momento da exploração seja aplicada a técnica de corte seletivo deixando no mínimo alguns exemplares de cada espécie, principalmente de idades diferentes na área a ser explorada, para que, esses possam fornecer matéria orgânica e nutriente para o solo e servir como árvores matrizes para dispersão de sementes.

## 7. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida.** Revista Estudos Avançados, São Paulo, v. 13, n.36, p. 5-36, abr. 1999.

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

AERTS, R. Nutrient resorption from senescing leaves of perennial: are there general patterns. **Journal of Ecology**, p. 597-608, 1996.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI, NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da Caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n.3, p. 121-128, 2001.

ALVES JUNIOR, F. T. **Estrutura, biomassa e volumetria de uma área de caatinga, Floresta – PE.** 2010. 123f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; HOLANDA, A.C. Aporte e decomposição de serapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p.194-203, 2006.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustiva-arborea de uma área de caatinga do Sériado, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

ANDRADE, L. A; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da Cobertura de duas Fitosionomias de Caatinga com Diferentes Históricos de Uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 3, n. 2, p. 253 -262, 2005.

ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. BEZERRA, B. D. Deposição de Serapilheira em Área de Caatinga na RPPN “fazenda tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n2, p.223-230, 2008.

ANDRAE, F. H. **Ecologia Florestal.** Santa Maria: UFSM, 1978. 230p.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. London: **Botanical Journal of the Linnaean Society**, 2003. v. 141, n. 4, p. 399-436.

ARAÚJO, R. S. et al. Produção de serapilheira em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 50-69, 2006.

ARAÚJO, L. V.; SILVA, J. A. Unidade Experimental Estação Ecológica do Seridó/RN. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Org.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 215-228.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Biomassa aérea da bracatinga *Mimosa scrabella* Benta. em talhões do sistema de cultivo tradicional. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 34, p. 31-44, 1997.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora universitária da UFPE, 2003, p. 657-694.

BARICHELLO, L. R.; SCHUMACHER, M. V.; VOGEL, H. L. M. Quantificação da biomassa de um povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild. Na região sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 129-135, 2005.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; CARMO, D. N. Classificação nutricional de sítios florestais – Descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**. Viçosa, v.10, n.1, p.112-120, 1986.

BELLOTE, A.F.J. **Suprimento de nutrientes minerais e crescimento de plantações adubadas de *Eucalyptus grandis* nos cerrados do estado de São Paulo**. 1990. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Fraiburg, Fraiburg.

BINKLEY, D. **Forest nutrition management**. New York: Wiley. 1986. 290p.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**, Lavras, v. 8, n.2, p. 42-59, 2002.

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa v.21, n.2, p.73-85, 1974.

BRAY, R.H.; KURTZ, L.T. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Science**, v. 59, n. 3, p.39-45, 1945.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente-MMA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 06**, de 23 de setembro de 2008. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/recursos-florestais/wp-content/files/IN-MMA\\_06-08.pdf](http://www.ibama.gov.br/recursos-florestais/wp-content/files/IN-MMA_06-08.pdf). Acesso em: 25 set 2009.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass of tropical forests of South and Southeast Asia. **Canadian Journal Forest Research**, v. 21, p.111-117, 1991.

BRUN, E. J. **Biomassa e nutrientes na floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS**. 2004. 136f. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO R. M.; SCHUMACHER, M.V. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australianas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.615-620, 2002.

CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO, R.M.; SCHUMACHER, M.V. Eficiência do uso de micronutrientes e sódio em três procedências de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.39-47, 2004.

CAMPELLO, F. C. B. et al. **Avaliação dos recursos florestais da Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe**. Crato: MMA, 2000. 68 p.

CASTELLETTI, C. H. M.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003. p.719-734.

CESAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila da fazenda Berreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 53, n. 4, p. 678-681, 1991.

COLIN-BELGRAND, M.; RANGER, J.; BOUCHON, J. Internal nutrient translocation in chestnut tree stemwood: III. Dynamics across an age series of *Castanea sativa* (Miller). **Annals of Botany**, v.78, n.6, p.729-740, 1996.

COSTA, T. C. C; et al. Phytomass mapping of the “ Seridó caatinga” vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indece. **Scientia Agricola**. v.5, n.2, p. 707-715, 2002.

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, n.5, p. 919-927, 2004.

COUTO, L. C. et al. Vias de valorização energética da biomassa. **Biomassa & Energia**, Viçosa-MG, v. 1, n. 1, p.71-92, 2004.

CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA (BRASIL). **Cenários para o Bioma Caatinga**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Recife: SECTMA, 2004. 283p.

CLARK, D. B.; CLARK, D. A. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 137, n. 1-3, p. 185-198, 2004.

CUMMINGS, D.L.; KAUFFMAN, B.J.; PERRY, D.A.; HUGHES, R.F. Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.130, p.293–307. 2002.



CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A., BRESSAN, D.A. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, p. 35-64, 1993.

DRUMOND, M.A.; BARROS, N.F.; SOUZA, A.L.; SILVA, A.L.; MEIRA NETO, J.A.A. Alterações fitossociológicas e edáficas na Mata Atlântica em função das modificações da cobertura vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n. 3, p.451-466, 1996.

DRUMOND, M. A. et al. Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 21, n. 1, p. 1-10, 1997.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R.; OLIVEIRA, A. R. ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semiárido brasileiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.665-669, 2008.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 76p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco – ZAPE**. 2007. Disponível em:<<http://www.uep.cnps.embrapa.br/zape>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

FERRAZ, J. S. F. **Análise da vegetação de caatinga arbustivo - arbórea em Floresta, PE, como subsídio ao manejo**. 2011. 131f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

FERREIRA, R. L. C.; VALE, A. B. do. Subsídios básicos para o manejo florestal da caatinga. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, parte 2, p. 368-375, 1992.

FERREIRA, R.L.C.; LIRA JUNIOR, M.A.; ROCHA, M.S.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; BARRETO, L.P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n.3, p.7-12, 2007.

FIGUEIREDO, M.A. **A região dos Inhamuns- CE no domínio das Caatingas**. Mossoró: ESAM, 1983. 34p.

GIL, P.R. Wilderness: earth's last wild place. CEMEX, S.A. Cidade do Mexico  
GYDE LUND, H. A primera on designing arid land and gallery forest resource inventories. In: International symposium on assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests. **Proceedings ...** Brasília, DF: Ed. da UNB, 1996. p. 23-38.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. único, p. 463-468, 1992.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. An evaluation of minimum and intensive soil preparation regarding fertility and tree nutrition. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. cap.2, p.13-64.

HELMISAARI, H. et al. Below-and above-ground biomass, production, and nitrogen use in Scots pine stands in eastern Finland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 165, p. 317-326, 2002.

HIGUCHI, N. et al. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. In: HIGUCHI, N.; SANTOS, J. de.; LIMA, A. J. N.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, V. M. C.; TRIBUZY, E. S. (Org.). **III curso de manejo florestal-turma: Manuel Natividade Taveira**. INPA, Manaus. 2006.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: UFPR, 1998, 162 p.

KELLER, M.; PALACE, M.; HURTT, G. Biomass estimation in the Tapajos National Forest, Brazil: examination of sampling and allometric uncertainties. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 154, n. 3, p. 371-382, 2001.

KETTERINGS, Q. M.; COE, R.; NOORDWIJK, M.; AMBAGAU, Y.; PALM, C. A. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 146, n. 1-3, p. 199-209, 2001.

IBAMA. **Monitoramento dos biomas brasileiros**: bioma caatinga. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29/10/2009.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decídua no município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002.

KAUFFMAN, J. B.; SANFORD, R. L.; CUMMINGS, D. L.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. **Ecology**, v.5, n. 2, p.140-151, 1993.

JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: MA/DNPEA – SUDENE/DRN, 1973. v.1. (Boletim Técnico, 26).

JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatingas – características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Eds.) **O solo nos**

**grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado.** Viçosa, MG:SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 95-111.

JARAMILLO, V. J.; SANFORD Jr., R. L. Nutrient cycling in tropical deciduous forests. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests.** Cambridge, Cambridge University Press. p.346-361.1995.

JATOBÁ, L. **Geologia e recursos minerais.** In: ANDRADE, M. C. de O. (Coord.) Atlas escolar pernambucano: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Grafset, 2003. 160p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RiMa, 2002. 531p.

LADEIRA, B. C.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.1, p.69-78, 2001.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos.** São Paulo: Oficina de textos, 2002. 178p.

LIRA, M. de A. et al. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, v. 35, p. 491-511, 2006. Suplemento.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. ; OLIVEIRA, S. A. de **Avaliação do estado nutricional das plantas.** Piracicaba: POTAFOS, 1999. 201 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANI, S.; PARTHASARATHY, N. Aboveground biomass estimation in ten tropical dry evergreen forest sites of peninsular India. **Biomass and Bioenergy.** v. 5, p.284–290, 2007.

MARCHIORI, J. N. C. **Elementos da Dendrologia.** Santa Maria: 2º ed. da UFSM, 2004. 176p.

MARTINS, C. M.; GALINDO, I. C. L.; SOUZA, E. A.; POROCA, H. A. ANDRADE, F. M.; ANDRADE, B. M. T.; ALMEIDA NETO, L. A.; LIMA, J. F. W. F. Fracionamento físico da serapilheira presente em processo de degradação no semiárido pernambucano. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ/Embrapa Solos/ Embrapa Agrobiologia, 2008.1 CD-ROM.

MEDEIROS, M. L. D.; VITAL, R. V.; TERTULIANO, S. S. X. Avaliação do estado nutricional de dez espécies arbóreas ocorrentes no semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.31-39, 2008.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. Agricultura sustentável no semiárido nordestino. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. (Eds). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p. 20-46.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I. H. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008. 291 p.

MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária – São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Bol. Botânica**, São Paulo, v.7, n.11, p. 11-21, 1980.

MLAMBO, D.; NYATHI, P. Litterfall and nutrient return in a semi-arid southern African savanna woodland dominated by *Colophospermum mopane*. **Plant Ecology**. v. 5, n.2, p. 101–110, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 36 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

MOLICA, S. G. **Produção de biomassa e eficiência nutricional de híbridos interespecíficos de Eucalipto, em duas Regiões Bioclimáticas de Minas Gerais.** 1992. 84f Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

MORAIS, J. M. **Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais.** 1988. 56 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

MOURA, O. N.; et al. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 877-884, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras: UFLA, 2002. 625 p.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.

OLIVEIRA, E.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; LUCIA, R. M. D.; LADEIRA, A. M.; CARNEIRO, A. C. O. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.2, p.311-318, 2006.

OTTO, H. J. **Waldökologie.** Stuttgart : Ulmer, 1994. 391p.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p.109-123.

PEREIRA, I. M. **Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo e análise da estrutura fitossociológica de ecossistema de Caatinga sob diferentes níveis de antropismo.** 2000, 70f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2000.

PEREIRA, J. C.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; SANTOS, E. M. dos. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Acácia mearnsii* de Wild. No Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.2, p. 193-199, 2000.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; BARBOSA, M. R. V. Use-history effects on structure and flora of caatinga. **Biotropica**, v. 35, n. 2, p.154–165, 2003.

PRADO, D. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária, UFPE, 2003. p. 3-73.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 467 p.

RMFC (REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA): **protocolo de medições de parcelas permanentes / Comitê Técnico Científico**. - Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 21 p.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico - ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1992. 24 p.

RUGGIERO, P.G.C.; PIVELLO, V.R. O solo e a comunidade vegetal. In: PIVELLO, V.R.; VARANDA, E.M. (Editoras). O cerrado Pé-de-Gigante: Parque Estadual de Vassununga. **Ecologia e Conservação**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, p. 173-188. 2005.

SAEG - Sistema para análise estatística e genética. **Manual de uso**. Viçosa-MG: UFV-Funarbe, 1997.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: [s.n.], 2004, p. 119-140.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F. de; NEVES, J.C.L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.447-457, 2002.

SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 184f. Tese - (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2005.

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

SANTOS, M. F. A. V. et al. Diversidade e densidade de espécies vegetais da caatinga com diferentes graus de degradação no município de Floresta, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 389-402, 2009.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVA, V.M.; ALVES, G.D.M. Capacidade de suprimento de N e resposta à fertilização de vinte solos de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p. 269-279, 1995.

SAMPAIO, E.V.S.B. Fitossociologia. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J.; BARBOSA, M.R.V. (Ed.) **Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectiva**. Sociedade Botânica do Brasil/Seleção Regional de Pernambuco. 1996. p. 203-230.

SAMPAIO, E.V.S.B., MENEZES, R.S.C. Perspectivas de uso do solo no semiárido nordestino. In: ARAÚJO, Q.R. (ed.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p.339-363.

SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração Florestal: Módulo 6**. Modelos de Crescimento e Produção - Parte 2. Lavras: ESAL/FAEPE, 1995. 243 p.



SCHUMACHER, M. V. **Naehrstoffkreislauf in verschiedenen Bestaeden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globules* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien.** Wien: Universitæet für Bodenkultur, 1995. 167 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Nutrição Florestal) – Universitæet für Bodenkultur, 1995.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A complexidade dos ecossistemas.** Porto Alegre: Pallotti, 1997. 50p.

SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da Biomassa e do conteúdo de Nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espéciemaidenii. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p.45-53, 2001.

SCHUMACHER, M. V.; et al. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de wild.) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.6, p.791-798, 2003.

SILVA, H.D.; POGGIANI, F.; COELHO, L.C. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de Eucaliptus plantadas em solos de baixa fertilidade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 6/7, p. 9-25, 1983.

SILVA, F.B.R.; RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil.** Parte 1- Diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Brasília: EMBRAPA-CPATSA/CNLCS, 1993. 155p.

SILVA, P. S., SOLANGE, E., PAREYN, F. **Consumo de energéticos florestais do setor domiciliar no Estado de Pernambuco.** Recife: PNUD/FAO/IBAMA/GOVERNO DE PERNAMBUCO, 1998. 48 p. (Documento de Campo FAO, 14).

SILVA, G. C. **Relação alométrica de dez espécies vegetais e estimativas de biomassa aérea da Caatinga.** 1998. 163f. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.

SILVA, J. M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. 382p.

SILVA, G. C. e SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.3, p.567-575, 2008.

SILVA F. C. **Manual de análises químicas de solos e fertilizantes**. 2.ed. Editora: Embrapa: 2009. p. 198.

SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; GORGENS, E. B. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol. 29, n. 5., p. 711-718, 2005.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. de P.; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV. 2006. 278 p.

SOCHER, L. G.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. Biomassa aérea de uma floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Aracucária (PR). **Floresta**, Curitiba, v.38, n.2, abr./jun., p.245-252, 2008.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba**, 2006. 161f Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A. Características Químicas da Serapilheira Depositada em Área de Caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n1, p.264-272, 2009.

SOUZA, J.A.; DAVIDE, A.C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v.7, n.1, p.101-113, 2001.

SMITH, R. L. **Ecology and field biology**. Menlo Park: Addison-wesley Educational, 1996. 740 p.

TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.; SANTOS, A.M. et al. Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na Caatinga: análise preliminar. In: **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. Petrolina-PE, 2000. p.13.

THOMPSON, R. M. **Estimativas de Volume, Biomassa e Carbono para o Carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *subvelutinum* Benth.)**. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

TER BRAAK, C.J.F. Ordination. In **Data analysis in community and landscape ecology** (R.H.G. Jongman, C.J.F. ter Braak & O.F.R. Van Tongeren, eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, p.91-173, 1995.

TER BRAAK, C.J.F. e P. SMILAUER. 2002. **CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)**. Ithaca, Microcomputer Power, 500p.

TIESSEN, H.; FELLER, C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GARIN, P. Carbon sequestration and turnover in semiarid savannas and dry forest. **Climatic Change**, v.40, p.105-117, 1998.

TROVÃO, D. M. de B. M. et al., Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 34-42, 2004.

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; MARTINS, S. C. et al., Estoques de carbono e nitrogênio acima e abaixo do solo em florestas de Mata Atlântica. In: III CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 2009. São Lourenço-MG. **Anais...** São Lourenço, 2009. P. 1-3.

VITOUSEK, P.M. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology**, v.4, n. 2, p.285-298, 1984.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 299-326. 2006.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRUBY, P. Quantificação da biomassa em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4. p. 419 – 425, 2006.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R.; SCHUMACHER, M. V. Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C. R. et al. (eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: 2002, 265p.

ZANETTI, R. **Análise fitossociológica e alternativas de manejo sustentável da mata da agronomia, Viçosa, Minas Gerais**. 1994. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.