



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA, PRODUÇÃO DE
SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES
EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERIDÓ
DO RIO GRANDE DO NORTE**

JOSÉ AUGUSTO DA SILVA SANTANA

AREIA-PB
DEZEMBRO—2005

Ficha catalográfica elaborada na seção de processos técnicos da Biblioteca Setorial de Areia, CCA/UFPB. Bibliotecária: Elisabete Sirino da Silva, CRB-4/196.

S232e Santana, José Augusto da Silva

Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte/
José Augusto da Silva Santana. 2005.

184 p.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) – UFPB/CCA-Areia.

Bibliografia

Orientador: Jacob Silva Souto.

1. Região Nordeste 2. Caatinga 3. Solos. 4. Ciclagem de nutrientes 5. Decomposição 6. Matéria orgânica

Palavras-chave: VEGETAÇÃO

FITOSSOCIOLOGIA

APORTE DE NUTRIENTES

DECOMPOSIÇÃO

ACÚMULO DE SERAPILHEIRA

CDU: 630.228

JOSÉ AUGUSTO DA SILVA SANTANA

**ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA, PRODUÇÃO DE
SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES
EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERIDÓ
DO RIO GRANDE DO NORTE**

**Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba,
como parte dos requisitos exigidos
para obtenção do título de *Doutor
em Agronomia*. Área de
concentração: Solos e Nutrição de
Plantas.**

ORIENTADOR : Prof. JACOB SILVA SOUTO, Dr.

**AREIA-PB
DEZEMBRO—2005**

Preceitos de Padre Cícero

- Não derrube o mato, nem mesmo um só pau...
- Não toque fogo no roçado nem na caatinga...
- Não cace mais e deixe os bichos viverem...
- Não crie o boi nem o bode soltos; faça cercado e deixe o pasto descansar para se refazer...
- Não plante de serra acima, nem faça roçado em ladeira muito em pé, para que a água não arraste a terra e não se perca a sua riqueza.
- Faça um cisterna no oitão de sua casa para guardar a água da chuva...
- Represe os riachos de cem em cem metros ainda que seja com pedra solta...
- Plante cada dia, pelo menos um pé de algaroba, de caju, de sabiá, ou outra árvore qualquer, até que o sertão todo seja uma mata só...
- Aprenda a tirar proveito das plantas da caatinga como a maniçoba, a favela e a jurema, elas podem ajudar você a conviver com a seca.
- Se o sertanejo obedecer a estes preceitos, a seca irá aos poucos se acabando, o gado melhorando e o povo terá sempre o que comer... Mas, se não obedecer, dentro de pouco tempo o sertão todo vai virar um deserto só !

(Sistematizada pelo agrônomo Vasconcelos Sobrinho)

Dedicatória

Para **MARY**, minha namorada, esposa e maior incentivadora, pelo amor, presença constante, apoio incondicional em todas as fases do curso e inestimável ajuda na instalação do experimento e nos levantamentos de campo, e para quem a Caatinga é o bioma mais maravilhoso e fantástico do mundo.

A **TRÍCIA E JOSÉ AUGUSTO JR.**, meus dois filhotes-prêmios, que tão bem souberam superar os muitos dias de minha ausência e ainda tiveram forças para me incentivar e dar carinho.

Aos meus mestres e maiores amigos que tive na vida, **João Santana** e **Maria de Lourdes**, meus queridos e sempre lembrados pais, pelos inúmeros exemplos e por tudo que fizeram para que esse sonho se tornasse realidade (*in memoriam*).

Aos meus sempre queridos manos **Santana Neto**, **Ciríaca**, **Elciôr**, **Telma** e **Haroldo** pela força, apoio e carinho permanente, mesmo que de tão distante.

Agradecimentos

À Deus, por ter criado esta maravilha chamada Caatinga, e por ter me dado a oportunidade de conhecê-la e admirá-la, e as forças que me permitiram estudá-la.

Ao Prof. Jacob Silva Souto pela orientação segura e discreta, amizade e confiança na minha capacidade de desenvolver este trabalho.

Ao Prof. Rômulo Menezes pela participação na banca examinadora e pelas valiosas sugestões que certamente enriquecerão esse trabalho.

Aos Profs. Djail Santos, Rivaldo Vital e Leonaldo Andrade pelos ensinamentos e amizade demonstrada durante o transcorrer do curso. Grato também pela participação na banca examinadora e pelas sugestões.

Ao Profs. Francisco, Lucineudo, Romilson, Leonardo, Feitosa, Ivandro, Ítalo e Walter, pelo agradável convívio e informações transmitidas.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba-Areia, pela oportunidade de realização deste curso de Pós-Graduação.

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela imediata liberação para cursar Doutorado logo após minha redistribuição, em especial aos colegas do Departamento de Agropecuária.

Sou muito grato à equipe técnica da Estação Ecológica do Seridó, George, Armênio, Ridalvo e ao “soldado” Irmão, e especialmente, ao chefe da EsEc-Seridó, Sr. Adson Borges. Certamente, haveria muitas dificuldades para realização deste trabalho sem o apoio incondicional que me foi fornecido pela administração da Estação. Muito grato a vocês.

Ao Prof. Dr. Luis Antonio Cestaro, do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela participação na banca de Qualificação, pela leitura preliminar dos manuscritos dos dois primeiros capítulos e sugestões apresentadas, e pela amizade.

Á minha querida Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), hoje Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), especialmente aos colegas docentes e funcionários do Departamento de Ciências Florestais, pela amizade e trabalho conjunto durante mais de 15 anos.

Agradeço, em especial, ao Prof. Manoel Malheiros Tourinho, ex-Diretor da FCAP e ex-Reitor da UFRA pela amizade.

A CAPES/PICDT pela concessão da espera da bolsa de estudos, mesmo que apenas no último ano desse trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca do Centro de Ciências Agrárias da UFPB-Areia pela sempre disponibilidade em ajudar e postura gentil.

Aos colegas Robson e Hélber, pela amizade e agradável convivência nesses longos meses, com a certeza que ainda teremos muito o que comemorar.

Á Daniella, Sílvia, Flávia, Joésio, Cláudia, Kátia, Marinice, Ovídio, Luciano, Ceiza, Fernando, Dácio, Luciana, Mauro, Andréa, Karla, Marcela, Patrícia, Jussara, Elenilson, Afrânio, Adelmo, Ubaldo, Saulo Gondim, Verônica, Rosinha, Valdir, Valene, Ricardo e Reinaldo, pela amizade e apoio mútuo. Foi muito bom conviver com vocês.

Para os demais que auxiliaram de maneira direta ou indireta para a realização desse trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	pg
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
 CAPÍTULO 1. Estrutura Fitossociológica da Caatinga Arbóreo-Arbustiva na Estação Ecológica do Seridó-RN.	 10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1. Caracterização geral da área	16
2.2. Instalação das parcelas experimentais	18
2.3. Metodologia do levantamento florístico	21
2.4. Análise da estrutura horizontal da vegetação	21
2.4.1. Densidades Absoluta e Relativa	22
2.4.2. Frequências Absoluta e Relativa	22
2.4.3. Dominância Absoluta e Relativa	22
2.4.4. Valor de Importância de Espécie e de Família	22
2.5. Diversidade Florística e Índice de Riqueza Taxonômica	23
2.6. Distribuição em diâmetro e altura	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1. Suficiência amostral	24
3.2. Composição botânica, diversidade e parâmetros fitossociológicos	25
3.3. Distribuição diamétrica	34
3.4. Distribuição em altura	37
4. CONCLUSÕES	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

CAPÍTULO 2. Produção de Serapilheira na Caatinga Arbóreo-Arbustiva da Estação Ecológica do Seridó-RN.	49
RESUMO	50
ABSTRACT	51
1. INTRODUÇÃO	52
2. MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1. Caracterização geral da área	56
2.2. Instalação das bandejas coletoras e fracionamento da serapilheira	59
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.1. Sazonalidade na deposição de serapilheira	62
3.2. Deposição da fração folha total (FT)	69
3.3. Deposição da fração galhos e cascas (GC)	72
3.4. Deposição da fração material reprodutivo (MR)	75
3.5. Deposição da fração miscelânea (MI)	77
3.6. Deposição das frações folhas de <i>Caesalpinia pyramidalis</i> (FC), <i>Aspidosperma pyrifolium</i> (FP), <i>Croton sonderianus</i> (FM) e das outras espécies (FO)	79
4. CONCLUSÕES	83
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
 CAPÍTULO 3. Aporte de Nutrientes via Deposição de Serapilheira na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó-RN.	 90
RESUMO	91
ABSTRACT	92
1. INTRODUÇÃO	93
2. MATERIAL E MÉTODOS	97
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
3.1. Concentração de nutrientes nas frações da serapilheira	101
3.2. Aporte de nutrientes através das frações da serapilheira	107
3.3. Eficiência do uso de nutrientes	112
3.4. Sazonalidade da concentração de nutrientes nas frações da serapilheira	115
4. CONCLUSÕES	126

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
 CAPÍTULO 4. Decomposição, Dinâmica de Nutrientes e Acúmulo de Serapilheira na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó-RN.	133
RESUMO	134
ABSTRACT	135
1. INTRODUÇÃO	136
2. MATERIAL E MÉTODOS	139
2.1. Descrição da área experimental	139
2.2. Instalação e desenvolvimento do experimento	142
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	145
3.1. Composição da biomassa foliar inicial	145
3.2. Marcha de decomposição da biomassa foliar	147
3.3. Dinâmica dos nutrientes durante o processo de decomposição	157
3.4. Constante de decomposição e acúmulo de serapilheira	168
4. CONCLUSÕES	174
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	175
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	183

LISTA DE FIGURAS

	pg.
Introdução	
Figura 1. Distribuição espacial do bioma Caatinga em estados das regiões Nordeste e Sudeste.	2
CAPÍTULO 1: Estrutura Fitossociológica da Caatinga Arbóreo-Arbustiva na Estação Ecológica do Seridó-RN	
Figura 1. Mapa do Estado do Rio Grande do Norte com a localização da Estação Ecológica do Seridó, no Município de Serra Negra do Norte.	16
Figura 2. Distribuição mensal de precipitação e temperatura na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período de 1995-2004.	17
Figura 3. Mapa da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com a localização das 30 parcelas experimentais.	20
Figura 4. Suficiência amostral para a vegetação arbóreo-arbustiva na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. Y: número de espécies; P: número de parcelas.	24
Figura 5. Valor de importância das famílias ocorrentes na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. As abreviações no eixo horizontal referem-se às primeiras três letras dos nomes das famílias.	28
Figura 6. Distribuição percentual dos indivíduos em classes de diâmetro, a intervalo fixo de 3 cm, fechado à esquerda e aberto à direita, na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.	34
Figura 7. Distribuição percentual dos indivíduos em classes de diâmetro, a intervalo fixo de 3 cm, fechado à esquerda e aberto à direita, das espécies com mais de 10 % de representantes na caatinga da EsEc-Seridó-RN.	36
Figura 8. Distribuição percentual dos indivíduos em classes de altura, a intervalo fixo de 0,50 m, fechado à esquerda e aberto à direita, na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.	38

Figura 9. Distribuição percentual dos indivíduos em classes de altura, a intervalo fixo de 0,50 m, fechado à esquerda e aberto à direita, das espécies com mais de 10 % de representantes na caatinga da EsEc-Seridó-RN.

40

CAPÍTULO 2: Produção de Serapilheira na Caatinga Arbóreo-Arbustiva da Estação Ecológica do Seridó-RN

Figura 1. Distribuição mensal de precipitação e temperatura na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. Dados de janeiro/1995 a dezembro/2004, fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc-Seridó

57

Figura 2. Mapa da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com a localização das parcelas onde foram instalados os coletores.

60

Figura 3. Produção anual de serapilheira nas diversas frações da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. CAA: caatinga total; FT: folha total; FC: folhas de *C. pyramidalis*; FO: folhas das outras espécies; FM: folhas de *C. sonderianus*; FP: folhas de *A. pyrifolium*; GC: galho e casca; MI: miscelânea e MR: material reprodutivo.

62

Figura 4. Médias mensais da velocidade do vento (Vel. Ven.), temperaturas máxima (T. Máx.), mínima (T. Min.) e do ar (T. Ar) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, durante o período do estudo. Dados fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc-Seridó.

64

Figura 5. Médias mensais da precipitação (Precip.) e umidade relativa do ar (URA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, durante o período do estudo. Dados fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc-Seridó.

65

Figura 6. Deposição média mensal e erro padrão da serapilheira produzida pela caatinga arbóreo-arbustiva (CAA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

66

- Figura 7. Deposição média mensal e erro padrão da fração folha total (FT) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 70
- Figura 8. Deposição média mensal e erro padrão da fração galhos e cascas (GC) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 73
- Figura 9. Deposição média mensal e erro padrão da fração material reprodutivo (MR) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 76
- Figura 10. Deposição média mensal e erro padrão da fração miscelânea (MI) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 78
- Figura 11. Deposição média mensal da fração folhas de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* e folhas das outras espécies (FO) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte -RN 80

CAPÍTULO 3: Aporte de Nutrientes via Deposição de Serapilheira na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó-RN

- Figura 1. Distribuição mensal da precipitação e temperatura na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. Dados de janeiro de 1995 a dezembro de 2004, fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc-Seridó. 97
- Figura 2. Concentração mensal de N nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 116
- Figura 3. Concentração mensal de P nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 118

- Figura 4. Concentração mensal de K nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 120
- Figura 5. Concentração mensal de Ca nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 121
- Figura 6. Concentração mensal de Mg nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 123
- Figura 7. Concentração mensal de S nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 124

CAPÍTULO 4: Decomposição, Dinâmica de Nutrientes e Acúmulo de Serapilheira na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó

- Figura 1. Distribuição da precipitação e da temperatura na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período de 1995-2004. 140
- Figura 2. Precipitação (P) e temperatura (T) mensal na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período experimental. Dados obtidos na Estação Climatológica da EsEc-Seridó. 148
- Figura 3. Marcha mensal de perda de biomassa foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e da mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 149
- Figura 4. Relação C/N mensal da serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e da mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 152

- Figura 5. Concentração inicial e final de lignina e celulose na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e da mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN 153
- Figura 6. Nitrogênio remanescente em relação ao teor inicial na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 158
- Figura 7. Fósforo remanescente em relação ao teor inicial na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 161
- Figura 8. Potássio remanescente em relação ao teor inicial na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 163
- Figura 9. Cálcio remanescente em relação ao teor inicial, na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 164
- Figura 10. Magnésio remanescente em relação ao teor inicial, na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 166
- Figura 11. Enxofre remanescente em relação ao teor inicial, na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 167
- Figura 12. Acúmulo médio mensal e erro padrão da serapilheira no solo da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 171

LISTA DE TABELAS

pg.

CAPÍTULO 1: Estrutura Fitossociológica da Caatinga Arbóreo-Arbustiva na Estação Ecológica do Seridó-RN

- Tabela 1. Famílias e espécies amostradas na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com nome comum e hábito de vida, listadas por ordem alfabética das famílias. 26
- Tabela 2. Espécies amostradas na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN e seus parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente do valor de importância (VI). 31

CAPÍTULO 2: Produção de Serapilheira na Caatinga Arbóreo-Arbustiva da Estação Ecológica do Seridó-RN

- Tabela 1. Valores máximos, médios e mínimos de alguns atributos químicos dos solos da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, na camada de 0-20 cm. N= 30 58
- Tabela 2. Produção mensal e total de serapilheira e erro padrão da média (epm) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período de abril/2003 a março/2004. 67

CAPÍTULO 3: Aporte de Nutrientes via Deposição de Serapilheira na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó-RN

- Tabela 1. Valores máximos, médios e mínimos de alguns atributos químicos dos solos da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, na camada de 0-20 cm. N= 30. 98
- Tabela 2. Concentração média de nutrientes nas frações da serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 101
- Tabela 3. Produção anual das frações da serapilheira e quantidades de nutrientes que retornam ao solo, na caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. 108

Tabela 4. Aporte médio de nutrientes ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) em diversas florestas secas do mundo.	109
Tabela 5. Eficiência do uso de nutrientes (EUN) em florestas nativas e plantadas no mundo, e nas diversas frações foliares da serapilheira na caatinga arbóreo-arbustiva da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte, RN.	113

CAPÍTULO 4: Decomposição, Dinâmica de Nutrientes e Acúmulo de Serapilheira na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó

Tabela 1. Valores máximos, médios e mínimos de alguns atributos químicos dos solos da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, na camada de 0-20 cm. N= 30	141
Tabela 2. Concentração inicial de N, P, K, Ca, Mg, S, C, lignina, celulose e relação C/N e lignina/N em folhas senescentes de <i>C. pyramidalis</i> (FC), <i>C. sonderianus</i> (FM), <i>A. pyrifolium</i> (FP) e da mistura de folhas na caatinga (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.	145
Tabela 3. Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre a biomassa foliar remanescente (BFR), temperatura (Temp.), precipitação (Precip.) e relação carbono:nitrogênio (C/N) e com as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S no material foliar em decomposição de espécies da caatinga na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. FC: folhas de <i>C. pyramidalis</i> (FC), folhas de <i>C. sonderianus</i> (FM), folhas de <i>A. pyrifolium</i> (FP) e mistura de folhas (FCA).	155
Tabela 4. Biomassa foliar final, equações exponenciais ajustadas aos valores das amostras após 371 dias de decomposição na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com respectivos coeficientes ao nível de 1% de significância (r^2), valor k e tempo necessário para decompor 50% da biomassa foliar inicial de <i>C. pyramidalis</i> , <i>C. sonderianus</i> , <i>A. pyrifolium</i> e mistura de folhas	169

Tabela 5. Serapilheira acumulada média nos meses secos e chuvosos ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), média da área ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), serapilheira produzida ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$), constante de decomposição e tempo de retorno da serapilheira (ano^{-1}) na caatinga da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

172

ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA, PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERIDÓ DO RIO GRANDE DO NORTE

RESUMO: A caatinga, maior bioma da região Nordeste do Brasil, ainda é pouco conhecida e protegida, com grande parte de sua área já estando degradada e apresentando sérios riscos de desertificação. Apesar da significativa importância que desempenha como fornecedora de matéria-prima na economia regional, não existem políticas públicas para a sua recuperação e uso sustentável, permanecendo o extrativismo como a única forma de exploração. Os objetivos deste trabalho são caracterizar floristicamente e realizar análise fitossociológica do componente arbóreo-arbustivo de um remanescente do bioma; quantificar a produção de serapilheira do remanescente e das três espécies com maior valor de importância (VI); caracterizar o padrão da dinâmica de deposição de nutrientes via serapilheira da vegetação e avaliar o processo de decomposição, liberação de nutrientes das folhas senescentes e acúmulo de serapilheira. O trabalho foi desenvolvido em 30 parcelas de 20 m x 10 m na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. No estudo florístico foram inventariados os indivíduos vivos com diâmetro ao nível do solo maior ou igual a 3 cm e altura maior ou igual a 1 m. Para a análise fitossociológica calculou-se a densidade, frequência e dominância relativas, área basal e VI para espécie e família, além da diversidade florística e índice de riqueza taxonômica. A quantificação da produção de serapilheira foi realizada através de doze coletas mensais em 30 bandejas de 1 m², abrangendo um período seco e outro chuvoso, com o material sendo seco em estufa por 48 horas, separado nas frações folhas do remanescente, folhas das três espécies com maior VI, galhos e cascas, material reprodutivo, miscelânea e serapilheira da caatinga, e depois pesadas. Foram estabelecidas correlações entre a produção por fração e algumas variáveis climáticas. A liberação dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) contidos na serapilheira foi determinado para cada uma das frações e por mês, sendo calculado o aporte em Mg.ha⁻¹.ano⁻¹. Calculou-se também a eficiência de utilização dos macronutrientes pelas folhas do remanescente e das espécies com maior VI. O estudo de decomposição foi desenvolvido durante doze meses, utilizando 10 g de biomassa foliar seca em sacolas, contendo uma mistura de folhas de todas as

espécies do remanescente no primeiro tratamento e folhas das três espécies com maior VI nos outros três tratamentos, com cinco repetições. Foram calculados a perda média mensal de biomassa, a liberação de macronutrientes, o tempo para degradar 50% da biomassa inicial, o acúmulo de serapilheira no período chuvoso e seco, além do tempo de retorno médio da serapilheira foliar e serapilheira do remanescente. Determinou-se também a concentração inicial e final de celulose e lignina para as frações foliares do remanescente e das três espécies com maior VI. A densidade média foi de 3.372 indivíduos.ha⁻¹ e área basal média de 13,47 m².ha⁻¹, sendo identificados 2.026 indivíduos, distribuídos em 22 espécies, 20 gêneros e 12 famílias. As espécies com maior VI foram *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium*. A produção de serapilheira foi de 2.068 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo quase 80% de folhas. O pico de deposição ocorreu em maio, no início do período seco, exceto para *Aspidosperma pyrifolium* e fração miscelânea. Não se observou correlação significativa com a pluviosidade no período de coleta. A serapilheira retorna ao solo, em kg.ha⁻¹, cerca de 31,97 de N; 2,74 de P; 20,60 de K; 60,48 de Ca; 5,38 de Mg e 3,52 de S. Entre as três espécies estudadas, as folhas de *C. pyramidalis* apresentaram as maiores quantidades de N, P, K, Ca e S, enquanto o Mg foi mais elevado nas folhas de *A. pyrifolium*. A eficiência da utilização dos macronutrientes pela vegetação foi pequena, sugerindo que a produtividade primária da caatinga estudada não é limitada pela disponibilidade dos nutrientes analisados. A maior taxa de decomposição ocorreu em *C. pyramidalis* e a menor em *C. sonderianus*, com maior degradação acontecendo no início das chuvas, sendo quase nula no período seco. As perdas foram mais bem correlacionadas com a relação C/N e a temperatura, mas não com a pluviosidade. O potássio foi o elemento com maior e mais rápida liberação em todos os tratamentos, chegando a mais de 88 % logo no início do período chuvoso. O tempo para degradar metade da serapilheira variou de 174 a 349 dias, para *C. pyramidalis* e *C. sonderianus*, respectivamente. O acúmulo de serapilheira foi de 6.286 kg.ha⁻¹, sendo 60 % maior no período seco do que na estação chuvosa. A estimativa do retorno médio para a serapilheira composta apenas de folhas foi de quase 20 meses, enquanto para a serapilheira total do remanescente atingiu 36 meses.

PHYTOSSOCIOLOGIC STRUCTURE, LITTER PRODUCTION AND NUTRIENTS CYCLING IN AN CAATINGA AREA IN THE SERIDÓ OF THE RIO GRANDE DO NORTE

ABSTRACT: The caatinga, larger bioma of the Brazilian Northeast, is still not very well-known and protected, with great part of its area being already degraded and presenting serious desertificação risks. In spite of the significant importance that carries in the regional economy, public politics don't exist for its recovery and maintainable use, staying the extrativism as the only exploration form. The aims of this work was to floristic characterize and to accomplish phytossociologic analysis of the shrub-tree component of the bioma; to quantify the litter production and of the three species with larger value of importance (IV); to characterize the pattern of the deposition dynamics of nutrients through litter of the vegetation and to evaluate of the decomposition process, nutrients liberation of the senescent leaves and litter accumulation. The work was developed in thirty plots of 20 m x 10 m in the caatinga of the Seridó Ecological Station, Serra Negra do Norte-RN. In the floristic study all individuals with 3 cm diameter at the level of the soil surface and larger height to 1 m were inventoried. For the phytossociologic analysis it was calculated the density, frequency and relative dominance, basal area and importance value (IV) for species and family, besides the floristic diversity floristic and richness taxonomic index. The quantification of the litter production was accomplished through twelve monthly collections in 30 collectors of 1 m², embracing a rainy and dry period, with the material being dry for 48 hours, separated in the leaves of the bioma, leaves of the three species with greater IV, bark and branches, reproductive organs, miscellany and litter of the caatinga, and weighed. Were established correlations among the production for fraction and some varied climatic. The liberation of the macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg and S) contained in the litter was determined by fractions and a month, being calculated in Mg.ha⁻¹.ano⁻¹. Was calculated the nutrient use efficiency by the leaves of the bioma and of the species with greater VI. The decomposição study was developed for twelve months, using 10 g of biomass to leaves drought in litterbags, contents a mixture of leaves of all the species of the bioma in the first treatment and leaves of the three species with larger VI in the other three treatments, with five repetitions. Were calculated the monthly medium loss of biomass, the

macronutrientes liberation, the time to degraded 50 % of the initial biomass, the serapilheira accumulation in the rainy and dry season, besides the medium time return of the litter leaves and litter of the bioma. Was also determined the initial and final concentration of cellulose and lignin for the leaves fractions of the bioma and of the three species with greater VI. The medium density was of 3,372 individuals.ha⁻¹ and area basal of 13.47 m².ha⁻¹, being identified 2,026 individuals, distributed in 22 species, 20 genera and 12 families. The species with greater VI was *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis* and *Aspidosperma pyrifolium*. The litter production was of 2.068 Mg.ha⁻¹.year⁻¹, being almost 80 % of leaves. The deposition pick happened in May, in the begin of the dry period, except for *Aspidosperma pyrifolium* and miscellany fraction. Correlation was not observed with the pluviosidade in the experimental period. The litter of the caatinga returned to the soil, in kg.ha⁻¹, about 31,97 of N; 2,74 of P; 20,60 of K; 60,48 of Ca; 5,38 of Mg and 3,52 of S. Among the three studied species, *C. pyramidalis* leaves presented the largest amounts of N, P, K, Ca and S, while Mg was more elevated in the *A. pyrifolium* leaves. The nutrient efficiency use by the vegetation was small, suggesting that the primary productivity of the studied caatinga is not limited by the readiness of the analyzed nutrients. The largest decomposition rate happened in *C. pyramidalis* and the smallest in *C. sonderianus*, with larger degradation happening in the beginning of the rains, being almost null in the dry period. The losses were better correlated with the relationship C/N and the temperature, but not with the pluviosity. The potassium was the element with larger and faster liberation in all the treatments, arriving more than 88 % soon in the rainy period begin. The time to degrade half of the serapilheira varied of 174 to 349 days, for *C. pyramidalis* and *C. sonderianus*, respectively. The litter accumulation was of 6.286 Mg.ha⁻¹, being 60 % larger in the dry period than in the rainy season. The medium return was of almost 20 months for the litter leaves and 36 months for the caatinga litter.

**ESTRUTURA FITOSSOCIOLOGICA, PRODUÇÃO DE
SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM
UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERIDÓ
DO RIO GRANDE DO NORTE**

ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA, PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERIDÓ DO RIO GRANDE DO NORTE

1. INTRODUÇÃO GERAL

A região Nordeste brasileira, com 1.548.672 km² de área e cerca de 48,85 milhões de habitantes (IBGE, 2004), é extremamente heterogênea nos aspectos climáticos e edáficos, apresentando como resultado ampla variedade de biomas, sendo a caatinga o mais extenso deles (Figura 1), ocupando área de 844.453 km² ou 9,92 % do território nacional (IBGE, 2005).

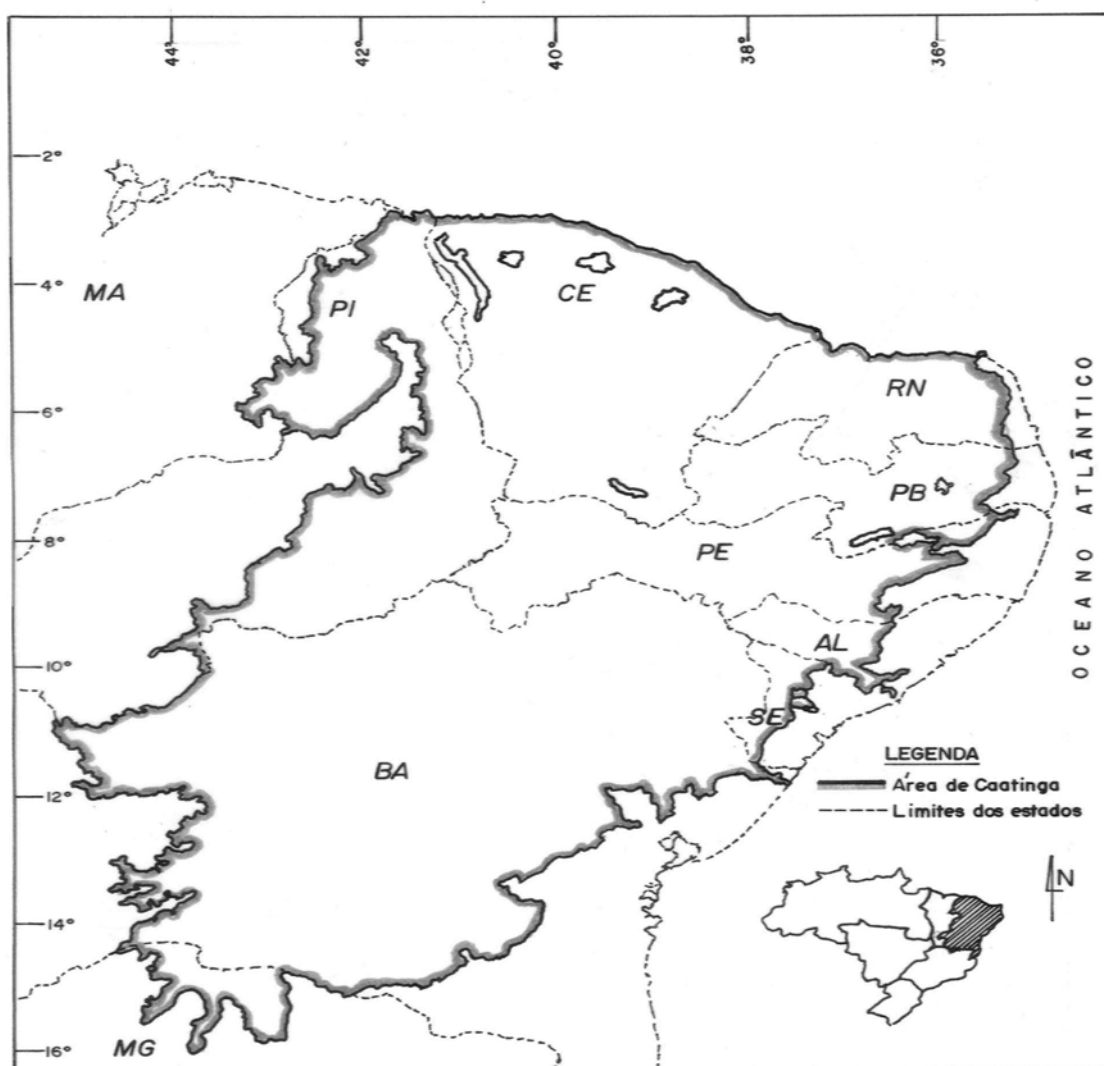


Figura 1– Distribuição espacial do bioma Caatinga em estados das regiões Nordeste e Sudeste. (Adaptado do Atlas Nacional do Brasil, IBGE, 1994. Escala aproximada: 1:80.000).

Conforme Prado (2003) a caatinga se distribui pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia, e uma faixa seguindo o rio São Francisco em Minas Gerais, juntamente com um enclave no vale seco do médio rio Jequitinhonha. Andrade-Lima (1981) inclui também a vegetação da ilha de Fernando de Noronha como pertencente ao bioma e IBGE (1994) acrescenta uma pequena faixa no leste do Maranhão.

Apesar da significativa extensão, importância sócio-econômica e ser o único 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 e considerável, aumentando os níveis de degradação do bioma. Castelletti *et al.* (2003) afirmam 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 km² ou 45,32 % da região, sendo superada apenas pelos biomas Floresta Atlântica e Cerrado.

Mesmo não sendo o maior bioma brasileiro em área, comparativamente a caatinga é o menos conhecido e estudado, apesar de ser um dos que concentra maior população dependente de seus produtos naturais, principalmente aqueles de origem vegetal. De acordo com Zanella & Martins (2003), a caatinga, provavelmente devido à sua característica semi-árida e relativa pobreza de espécies, é o bioma brasileiro mais negligenciado quanto à conservação de sua fauna e flora.

Para Silva & Dinnouti (1999) a caatinga não é tão pobre em espécies como se acreditava anteriormente; na realidade, ela é um dos biomas menos estudados do Brasil, e por isso, sua diversidade biológica foi subestimada durante décadas. Segundo Tabarelli *et al.* (2000), 41,1 % da área da caatinga ainda não foi amostrada e 80 % está sub-amostrada, sendo as áreas menos perturbadas aquelas com menores esforços de coleta. Machado & Lopes (2003) destacam que, apesar da grande extensão e considerando a importância da Caatinga para o nordeste do Brasil, poucas são ainda as informações ecológicas sobre esse bioma, havendo

carência de publicações enfocando a biologia e a dinâmica das espécies, entre outros assuntos relevantes.

Nos últimos anos já se tem observado alguma preocupação com a situação do bioma caatinga, especialmente a manutenção da sua biodiversidade vegetal e os problemas de desertificação, o que implica necessariamente no aumento de levantamentos florísticos e fitossociológicos, de modo contínuo e regular. Esses estudos permitirão monitorar as eventuais alterações na estrutura da vegetação e podem fornecer subsídios que possibilitem o aumento do conhecimento sobre o bioma. Será possível, então, estabelecer ações que preservem seu patrimônio genético e sua utilização de forma racional de modo a promover retorno econômico.

Apesar da existência de alguns trabalhos fitossociológicos sobre a vegetação da caatinga, ainda falta muito para o conhecimento da caatinga como um todo, havendo necessidade de continuar os levantamentos das espécies, determinando seus padrões de distribuição geográfica, abundância e suas relações com os fatores ambientais (Rodal, 1992).

Kent & Coker (1994) definem Fitossociologia como a ciência das comunidades vegetais ou o conhecimento da vegetação em seu sentido mais amplo, inclusive de todos os fenômenos que se relacionam com a vida das plantas dentro das unidades sociais. É considerada uma valiosa ferramenta na determinação das espécies mais importantes dentro de uma determinada comunidade, sendo possível estabelecer graus de hierarquização entre as espécies estudadas.

Do mesmo modo, Sampaio & Silva (1996), comentando a falta de conhecimentos sobre a caatinga, afirmam que existem informações de biomassas da vegetação, da produtividade de herbáceas e de relação entre solo e vegetação, mas, por outro lado, inexistem dados de queda de folheto, massa de serapilheira, decomposição e circulação de nutrientes.

A ciclagem de nutrientes assume papel essencial na manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais, principalmente aqueles sobre solos de baixa fertilidade e fortemente intemperizados, situação da maioria dos solos tropicais (Haag, 1985). Os estudos sobre ciclagem de nutrientes no Brasil, normalmente são desenvolvidos visando conhecer o processo de transferência de nutrientes entre o solo e a vegetação como um todo, durante determinado período de tempo. Entretanto, a quantidade de informações geradas poderia ser maior, já que estes

estudos pouco ou nada esclarecem sobre a participação de cada espécie, ou das mais importantes, no ciclo geral.

Desse modo, o conhecimento sobre o papel desenvolvido por determinadas espécies no ciclo é de fundamental importância, já que permite selecionar e manejar aquelas com maior capacidade de reposição de nutrientes e de produção de biomassa. Esse conhecimento é essencial no planejamento de recuperação de áreas degradadas e atividades de recomposição florestal em solos com baixa fertilidade.

Além disso, nas atividades de exploração madeireira, prática comum na caatinga, a ciclagem de nutrientes pode fornecer indicações sobre a época em que determinadas espécies aportam maiores quantidades de nutrientes no solo, direcionando, desse modo, o corte a fim de reduzir a exportação de nutrientes.

Avaliando-se a produção de matéria seca das diferentes partes do vegetal e seu teor de nutrientes, pode-se calcular também o estoque de nutrientes dos vários componentes da biomassa vegetal. Essas informações são fundamentais para a avaliação da ciclagem de nutrientes e dimensionamento de exploração de ecossistemas produtivos, sendo possível conhecer a quantidade de nutrientes mantida no sistema e exportada através da retirada de produtos como madeira, frutos e folhas entre outros (Andrade, 1997).

Para isso, é necessário um prévio levantamento florístico com quantificação e qualificação do material decíduo depositado pelas espécies de maior valor de importância em relação as demais espécies. Dessa forma, pode-se obter como resultado informações sobre a vegetação como um todo e a contribuição das principais espécies nativas isoladamente nos processos de produção, acúmulo e decomposição de serapilheira, e transferência de nutrientes para o solo.

Pesquisas envolvendo conjuntamente análise fitossociológica e aspectos da ciclagem de nutrientes das principais espécies nativas não são comuns no Brasil, sendo inexistentes na caatinga. Alguns estudos já foram realizados em florestas estacionais semi-decíduais do estado de São Paulo, como o de Pagano (1985) no município de Rio Claro, César (1988) no município de Anhembi e o de Schlittler (1990) no Pontal do Parapanema. Em nenhum deles, entretanto, foi caracterizada a participação das principais espécies, isoladamente, no processo de ciclagem de nutrientes.

Já em condições de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, em São Paulo, Aidar & Joly (2003) estudaram a dinâmica da produção e decomposição da serapilheira de *Centrolobium tomentosum* (araribá), espécie arbórea com alta densidade na área e selecionada pelo maior valor de importância obtido em trabalho anterior (Salis *et al.*, 1994).

Pretende-se, com este estudo, conhecer a composição florística da caatinga arbórea-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, em Serra Negra do Norte-RN, e realizar análise fitossociológica da mesma, além de estabelecer padrões de ciclagem de nutrientes, englobando deposição e teores de nutrientes, acúmulo de serapilheira e decomposição foliar das três espécies com maior valor de importância e da vegetação da caatinga arbóreo-arbustiva existente na Estação Ecológica do Seridó, em Serra Negra do Norte-RN.

O trabalho está dividido em quatro capítulos, avaliando os seguintes aspectos:

1. Análise fitossociológica visando conhecer a estrutura da vegetação e hierarquizar as espécies de acordo com seu valor de importância na comunidade;
2. Padrão de deposição da serapilheira pelas três espécies de maior valor de importância e pelas diferentes frações da caatinga;
3. Retorno de macronutrientes ao solo via deposição de serapilheira das três espécies de maior valor de importância e pelas diferentes frações da caatinga;
4. Dinâmica do processo de decomposição do material foliar das três espécies de maior valor de importância e da caatinga, além da quantificação do acúmulo de serapilheira do bioma na época seca e chuvosa.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, M.P.M.; JOLY, C.A. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. Ex Benth. - Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.2, n.2, p.193-202, 2003.

ANDRADE, A.G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 182p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

ANDRADE-LIMA, D. The Caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, n.4, n.2, p.149-163, 1981.

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. **Composição florística, fitossociologia e ciclagem de nutrientes em Mata Mesófila Semidecídua (Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi-SP)**. 1988. 223p. Tese (Livre Docência). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP.

HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill. 1985. 144p.

IBGE. **Atlas Nacional do Brasil**. Brasília: IBGE. 1994.

IBGE. **Estados. População**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 25/11/2004.

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 29/08/2005.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: A practical approach**. Chichester: Wiley. 363p. 1994.

MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003. p.515-563.

PAGANO, S.N. **Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em Mata Mesófila Semidecídua no município de Rio Claro, SP**. 1985. 201p. Tese (Livre Docência). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP.

PRADO, D.E. 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 da UFPE. 2003. p.3-74.

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

SALIS, S.M.; TAMASHIRO, J.Y.; JOLY, C.A. Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um remanescente de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, n.17, n.2, p.93-103, 1994.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVA, G.C. Ciclagem de nutrientes. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J.; BARBOSA, M.R.V. (Eds.). **Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco. 1996. p.191-202.

SCHLITTLER, F.H.M. **Fitossociologia e ciclagem de nutrientes na floresta tropical do Parque Estadual do Morro do Diabo (Região do Pontal do Parapanema, Estado de São Paulo)**. 1990. 279p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP.

SILVA, J.M.C.; DINNOUTI, A. Análise da representatividade das unidades de conservação federais de uso indireto na Floresta Atlântica e Campos Sulinos. In: Pinto, L.P. (Coord.). **Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul e Sudeste**. Campinas, São Paulo. 1999. p.1-16.

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, Pernambuco. 2000. p.13.

ZANELLA, F.C.V.; MARTINS, C.F. Abelhas da Caatinga: Biogeografia, Ecologia e Conservação. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003. p.75-134.

Capítulo 1

ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DA CAATINGA ARBÓREO-ARBUSTIVA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DA CAATINGA ARBÓREO- ARBUSTIVA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

RESUMO – A caatinga é um rico bioma com ocorrência restrita ao Brasil, localizando-se quase totalmente na região Nordeste do país. Apesar de sua importância sócio-econômica e de estar submetida há muitas décadas a intensa e predatória exploração de seus recursos naturais é pouco protegida e estudada. Desse modo, visando aumentar o conhecimento sobre o bioma foi realizada uma análise fitossociológica do estrato arbóreo-arbustivo de um remanescente de caatinga existente na Estação Ecológica do Seridó (EsEc-Seridó), no município de Serra Negra do Norte-RN. Foram amostrados todos os indivíduos com diâmetro ao nível do solo ≥ 3 cm e altura total ≥ 1 m, presentes em 30 parcelas com dimensões de 10 m x 20 m, distribuídas na parte sudeste da Estação e com distância entre si superior a 50 m. Registraram-se 2.448 indivíduos, distribuídos em 22 espécies, 20 gêneros e 12 famílias. A densidade foi de 4.080 indivíduos.ha⁻¹ e a área basal de 17,50 m².ha⁻¹, enquanto a altura e o diâmetro médios atingiram 2,45 m e 6,80 cm, respectivamente. As famílias com maior número de espécies foram Caesalpiniaceae com cinco, Euphorbiaceae com quatro e Mimosaceae com três, enquanto que em relação ao número de indivíduos destacaram-se Euphorbiaceae com 855, Caesalpiniaceae com 517, Apocynaceae com 375 e Mimosaceae com 341. O índice de diversidade H' de Shannon-Wiener resultou em 2,35 nat.ind⁻¹ e o índice de riqueza para espécies 2,88. As espécies *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro) e *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro) foram as três mais importantes da população, respondendo juntas por 58,66 % do número de indivíduos, 65,19 % da área basal e 51,85 % do valor de importância.

PALAVRAS-CHAVES – Vegetação, composição botânica, valor de importância.

PHYTOSOCIOLOGICAL STRUCTURE OF THE TREES-SHRUB CAATINGA IN THE SERIDÓ ECOLOGICAL STATION-RN

ABSTRACT - The Caatinga is a bioma with restricted occurrence in Brazil, possessing significant socioeconomic importance, however it is not very protected and studied being subject during many years the intense and predatory exploration of its vegetable resources. This way to increase the knowledge about this bioma a phytosociological analysis of the shrub-trees vegetation was carried in the Seridó Ecological Station, Serra Negra do Norte-RN. It was sampled all individuals with a stem diameter at soil level ≥ 3 cm and total height ≥ 1 m, present in 30 plots of 10 m x 20 m, distributed in the southeast part of the Station and with distance to each other superior to 50 m. It was 2,448 individuals registered, distributed in 22 species, 20 genera and 12 families. The density was of 4,080 individuals.ha⁻¹ and basal area of 17.50 m².ha⁻¹, while the height and diameter medium was 2.45 m and 6.80 cm, respectively. The families with larger number of species was Caesalpiniaceae with five, Euphorbiaceae with four and Mimosaceae with three, while in relation to the number of individuals stood out Euphorbiaceae with 855, Caesalpiniaceae with 517, Apocynaceae with 375 and Mimosaceae with 341. The Shannon-Wiener value of the diversity index H' is 2.35 nat.ind⁻¹ and specie richness index is 2.88. The species *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Aspidosperma pyriforme* Mart. and *Croton sonderianus* Müll. Arg. was more important in the population answering together for 58.66 % of the individuals number, 65.19 % of the basal area and 51.85 % of the importance value.

KEY-WORDS - Vegetation, botanic composition, importance value.

1 - INTRODUÇÃO

A região Nordeste brasileira é delimitada pelos paralelos 1° e 18° 30' latitude sul e meridianos 34° 30' e 48° 20' longitude oeste, abrangendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (IBGE, 1985). É uma região extremamente heterogênea nos aspectos biológicos, notadamente no que se refere à vegetação, possuindo diversas tipologias florestais, que abrangem desde a vegetação de dunas, mangues, mata atlântica e carrasco, até a caatinga.

A caatinga constitui-se a vegetação predominante e imprime caráter peculiar, cobrindo 54,53 % (844.453 km²) dos 1.548.672 km² da área da região (IBGE, 2005). Esta área corresponde aproximadamente, a 9,92 % do território nacional, incluindo áreas na região sudeste, em Minas Gerais, também cobertas por este mesmo tipo de vegetação. Abrange praticamente toda a área do estado do Ceará, sudeste do Piauí, a maior parte dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, o interior da Bahia, nas porções nordeste, norte e centro-oeste, e uma pequena parte do sul e nordeste do Maranhão.

A flora da caatinga é altamente diversificada entre seus distintos tipos fisionômicos, porém com menor riqueza de espécies que outras formações florestais menos secas (Andrade-Lima, 1981; Sampaio, 1995). Em geral, nas diferentes comunidades de caatinga ocorre maior proporção de espécies de baixa densidade em relação às espécies mais abundantes, estando as mesmas sujeitas a uma forte estacionalidade climática.

Diversos autores afirmaram que a caatinga possui relativamente baixo número de espécies (Duque, 1980; Silva, 1993), mas no seu conjunto a estrutura é bastante variada. A grande extensão, os tipos de clima e solo e a multiplicidade nas formas de relevo do semi-árido, que se traduz em diferentes paisagens como os vales úmidos, as chapadas sedimentares e as amplas superfícies pediplainadas explicariam a razão da flora possuir tão alto grau de variabilidade.

As caatingas apresentam inúmeras tipologias, que se manifestam como produtos da evolução, traduzidas em singulares 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.

Não obstante a imensa falta de conhecimento sobre o bioma, a caatinga vem sendo sistematicamente devastada. Sampaio *et al.* (1987) observaram que há muitos séculos o homem vem usando a área recoberta pela caatinga 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 o mesmo a um processo irreversível de degradação.

Rodal (1992) comenta que, apesar da existência de alguns trabalhos fitossociológicos da vegetação da caatinga, ainda falta muito para o conhecimento das caatingas como um todo, havendo necessidade de se continuar, em áreas localizadas, o levantamento das espécies, determinando seus padrões de distribuição geográfica, abundância e relação com os fatores ambientais, para que se possa estabelecer, com base em dados quantitativos, os diferentes tipos de caatinga e suas conexões florísticas. A autora afirma ainda que, essas informações, pelo menos para os principais tipos fisionômicos da caatinga, são básicas para a preservação do patrimônio genético via estabelecimento de unidades de conservação, para fornecer subsídios a uma correta exploração econômica das caatingas e recomposição de áreas degradadas.

De acordo com BRASIL (1978), mais de 85 % da área de vegetação ocorrente no Rio Grande do Norte é formada por caatinga, o que torna este estado, proporcionalmente, um dos que possuem maior área coberta por este bioma, ausente apenas em uma estreita faixa paralela ao litoral e outros locais pontuais.

A região do Seridó no Rio Grande do Norte possui área de 12.953 km² (IBGE, 2004), o que representa cerca de 24,3 % da superfície do Estado. É uma das microregiões potiguares com maior cobertura de caatinga, apresentando, porém elevado grau de devastação, tendo sido classificada como zona muito grave em relação à desertificação (IDEMA, 2002), já mostrando em alguns pontos fortes indícios de degradação. Em grande parte da região apresenta solos rasos, pedregosos, coberto por caatinga rala, de pequeno porte, onde a retirada da vegetação natural para dar lugar às atividades agropecuárias geralmente é feita

adotando-se o corte raso, não raro com destoca e queima (Meunier & Carvalho, 2000).

Quase todas as atividades econômicas da região estão intimamente relacionadas e dependentes da vegetação da caatinga, o que tem ocasionado um processo acelerado de degradação do bioma, principalmente sua vegetação, que ainda é pouco conhecida e vem sofrendo há muito tempo intensa ação antrópica.

O presente trabalho tem como objetivo conhecer a composição florística e os parâmetros fitossociológicos da vegetação arbustivo-arbórea, com diâmetro ao nível do solo igual ou superior a 3,0 cm e altura maior ou igual a 1 m de um remanescente de caatinga ocorrente na Estação Ecológica do Seridó (EsEc-Seridó).

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização geral da área

O estudo foi desenvolvido na Estação Ecológica do Seridó (EsEc-Seridó), pertencente ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). A Estação foi criada pelo decreto nº 87.222 de 31 de maio de 1982, como área de preservação do bioma caatinga.

Localiza-se entre as coordenadas 6° 40' e 6° 35'S e 37° 15' e 37° 20' W, com altitude média de 249 m, na parte sudoeste do Estado do Rio Grande do Norte, e ocupando área de 1.166,38 ha, no município de Serra Negra do Norte, na Região do Seridó, distando cerca de 330 km de Natal, 25 km de Caicó e 18 km de Serra Negra do Norte (Figura 1).

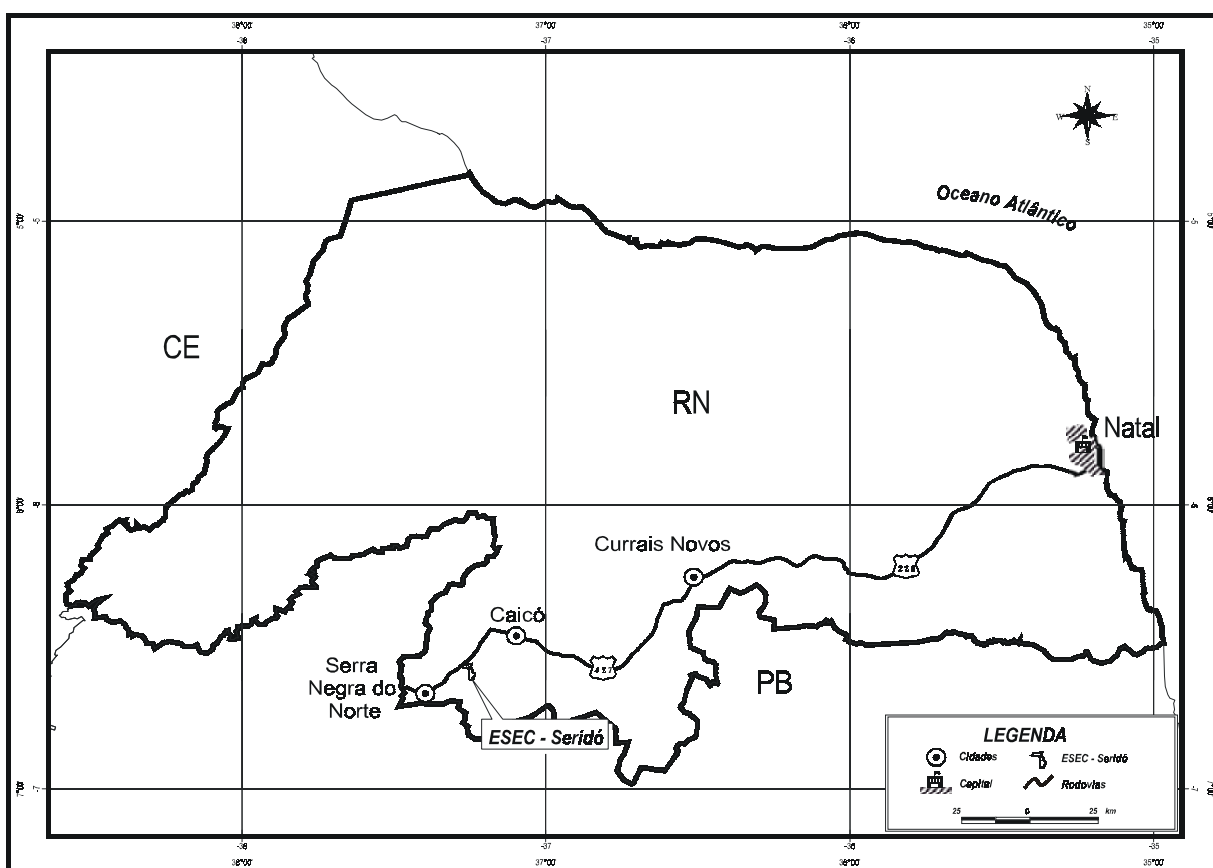


Figura 1 – Mapa do Estado do Rio Grande do Norte com a localização da Estação Ecológica do Seridó, no Município de Serra Negra do Norte.

Santana *et al.* (no prelo) classificaram o clima da região, pelo método de Thornthwaite, como DdA'a' tratando-se de semi-árido, com nenhum excesso de água, megatérmico e evapotranspiração real de 733,7 mm, enquanto a deficiência hídrica atinge cerca de 1.169,7 mm.

Os valores referentes às chuvas registrados na Estação Climatológica da EsEc-Seridó no período de 1995-2004 evidenciam que a pluviosidade é extremamente variável entre os anos, alcançando um mínimo de 232,4 mm em 1998 e um máximo de 1.135,2 mm em 2002, com a média anual atingindo 733,7 mm. O período chuvoso se estende de janeiro a maio, com 86,5 % do volume precipitado do ano, enquanto que no trimestre agosto-outubro, período mais seco do ano, chove apenas 2,2 % do volume total (Figura 2).

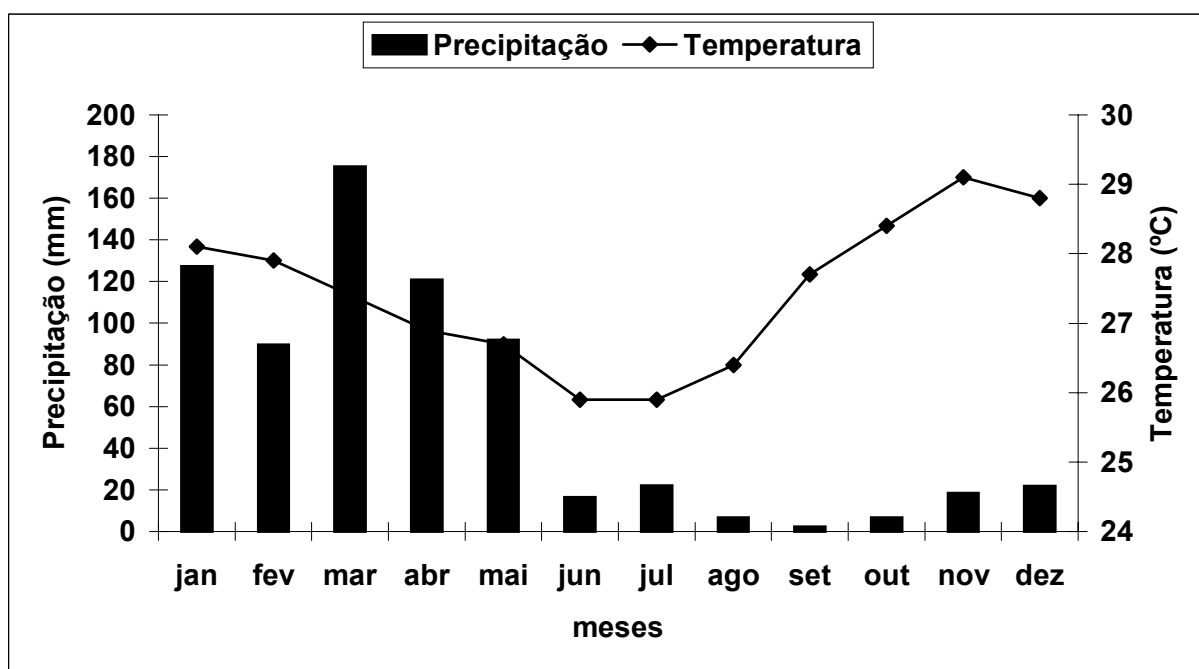


Figura 2 – Distribuição mensal de precipitação e temperatura na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período de 1995-2004.

A temperatura média mensal na EsEc-Seridó no período de 1995-2004 atingiu o máximo de 29,1 °C no mês de novembro e o mínimo de 25,9 °C em junho, evidenciando, portanto, pequena amplitude térmica de 3,2 °C. A umidade relativa média mensal do ar atinge o máximo de 73 % em abril, quando ainda chove na região, e o mínimo ocorre nos meses de setembro-outubro com 54 % de umidade, no pico da estação seca.

A área da EsEc-Seridó está incrustada no complexo cristalino, apresentando predominância de solos da classe tipo Luvisolos Crômicos (EMBRAPA, 1999). Estes solos apresentam profundidade variando de pouco profunda a rasa, horizonte B textural, elevado teor de nutrientes e valor de saturação de bases próxima de 80 %, e ocorrem em relevo suave ondulado a forte ondulado. Há ocorrência também de Neossolos Litólicos e Vertissolos.

A flora local é classificada como caatinga arbórea-arbustiva, hiperxerófila, com características próprias, sendo por isso denominada de Caatinga do Seridó, com sua fisionomia caracterizada por árvores de pequeno porte, freqüentemente com altura inferior a 7 m, apresentando distribuição esparsa e menor número de espécies quando comparada a outros tipos de caatingas (Duque, 1980).

Isaia *et al.* (1992) acrescentam que a caatinga do Seridó é representada por um estrato rasteiro composto principalmente por gramíneas, acima de qual emergem arbustos e árvores de porte baixo a médio (3-7 m de altura), caducifólias de caráter xerófilo, com grande quantidade de plantas espinhosas, de esgalhamento baixo, entremeadas de diversas cactáceas e bromeliáceas em algumas áreas.

A vegetação da EsEc-Seridó é considerada como secundária, já que anteriormente foi explorada com atividade agropecuária, porém, a parte onde o trabalho foi desenvolvido é relativamente bem conservada, não apresentando sinais intensos de ação antrópica. Há predominância de *Mimosa hostilis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Piptadenia stipulata* e *Croton sonderianus*, além de inúmeras gramíneas que recobrem o solo durante vários meses do ano, como *Aristida adscensionis*, que apresenta vigorosa rebrotação após as primeiras chuvas.

2.2. Instalação das parcelas experimentais

A maior parte da EsEc-Seridó foi observada e com base em informações detalhadas de técnicos sobre a vegetação, rede de estradas e facilidade de acesso, relevo, graus de antropismo e histórico da área, o setor sudeste da mesma foi selecionado para instalação das parcelas. Nessa parte da Estação o relevo é plano a levemente ondulado, possui vegetação relativamente homogênea e de porte representativo da área menos acidentada, parecendo ter sofrido pouca ação

antrópica e o acesso, apesar de difícil no período chuvoso, é possível em qualquer época do ano.

No levantamento da vegetação utilizou-se o método das parcelas múltiplas, com 30 parcelas retangulares de 20 m x 10 m, conforme Rodal *et al.* (1992). Essa metodologia em estudos fitossociológicos permite avaliar de forma quantitativa a variabilidade dos parâmetros estudados e pode, também, fornecer informações seguras quanto ao padrão espacial de distribuição dos indivíduos em cada população (Martins, 1991).

As parcelas foram delimitadas por meio de quatro piquetes, de 1 m de altura, pintados em vermelho na extremidade superior, e enterrados em torno de 5 cm no solo. Em um dos piquetes foi colocada uma plaqueta com a identificação do número da parcela.

De modo a ter fácil acesso às parcelas, principalmente no período chuvoso, as mesmas foram distribuídas ao longo de um arco paralelo a uma estrada de chão que funciona como um aceiro (Figura 3), e circunda a parte sudeste da área da EsEc-Seridó, mantendo-se uma distância mínima de 50 m entre as parcelas e entre estas e a estrada, além de evitar locais com pedregosidade excessiva ou lajeiros.

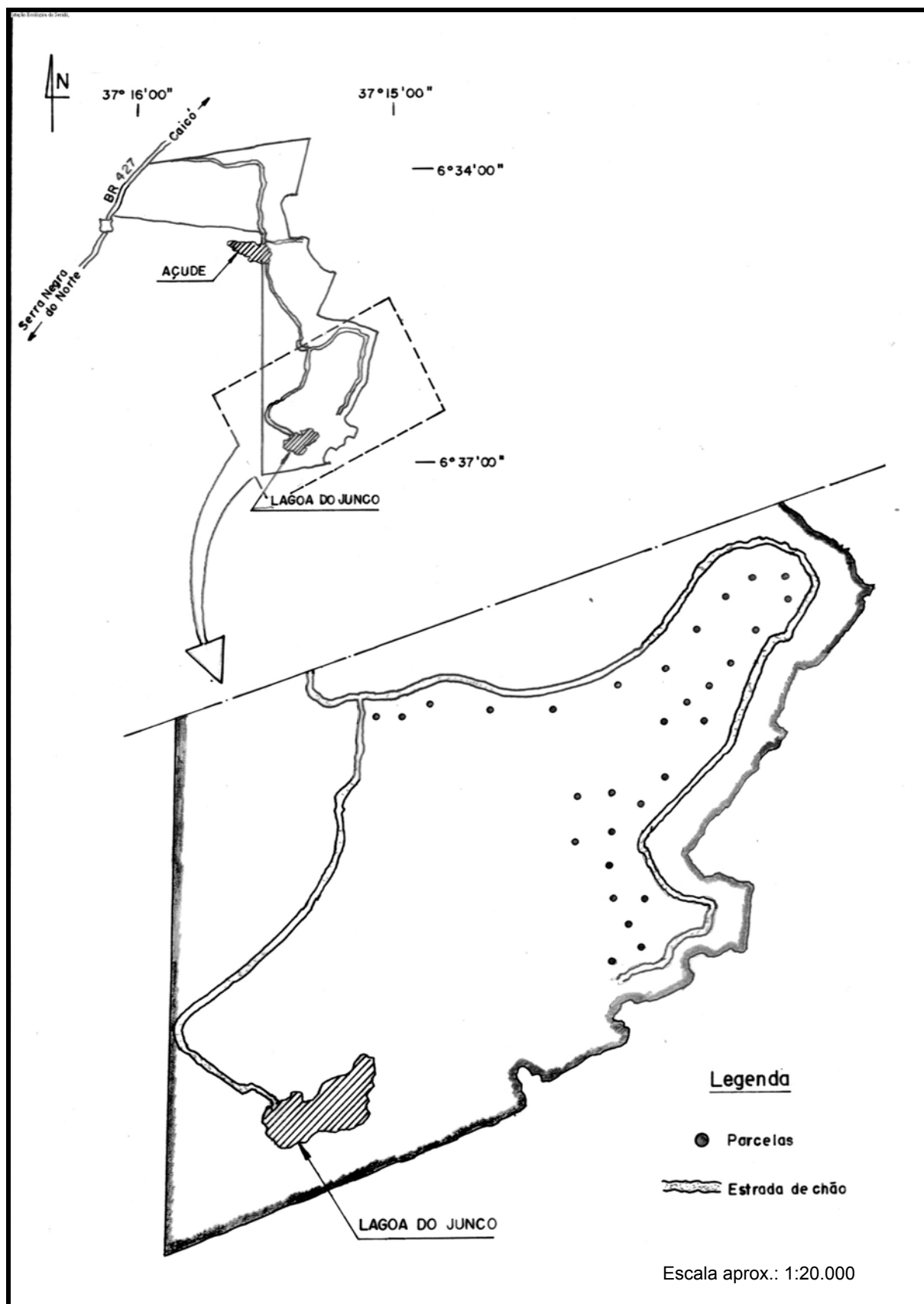


Figura 3 – Mapa da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com a localização das 30 parcelas experimentais.

2.3. Metodologia do levantamento florístico

O inventário florístico abrangeu todas as plantas vivas em cada parcela com diâmetro ao nível do solo (DNS) ≥ 3 cm e altura igual ou superior a 1m, as quais foram identificadas, medidas suas alturas com auxílio de uma régua graduada em centímetros. Para medir o diâmetro dos indivíduos com menos de 15 cm utilizou-se paquímetro e, acima deste valor, usou-se fita diamétrica. Cada indivíduo inventariado recebeu uma etiqueta metálica, presa com arame fino no respectivo caule contendo o número do mesmo e da parcela.

Foi considerado como indivíduo todo eixo aéreo que não apresentasse ligação ao nível do solo com qualquer outro eixo aéreo. No caso do aparecimento de indivíduos com mais de um eixo possuindo DNS ≥ 3 cm, estes eram considerados e medidos também.

A identificação botânica foi realizada inicialmente no campo com a ajuda de um mateiro da região com boa experiência em levantamentos de vegetação, e depois confirmada pela comparação com as amostras existentes no Herbário Professor Jaime Coelho de Moraes, em Areia e/ou do Herbário da própria Estação Ecológica, através de amostras botânicas de material fértil, com os quais foram confeccionadas exsiccatas, as quais se encontram depositadas no Herbário da EsEc-Seridó. O sistema de classificação de Cronquist (1981) foi adotado para este trabalho.

A suficiência amostral foi definida através do procedimento REGREL RP – Regressão Linear com Resposta em Platô, do Sistema para Análises Estatísticas - SAEG v.5.0 da Universidade Federal de Viçosa-MG (Gama *et al.*, 2002).

2.4. Análise da estrutura horizontal da vegetação

A estrutura horizontal é a forma de distribuição e ocupação dos indivíduos na área, não levando em consideração a altura das plantas e sendo analisada a partir da densidade, frequência e dominância, conforme Lamprecht (1964).

2.4.1. Densidades Absoluta e Relativa

$DeAb = N_i/a$ onde: N_i = número de indivíduos da espécie ou família i .
 a = área amostrada em hectare

$DeRe = (I/N) \times 100$ onde: I = número de indivíduos de cada espécie
 N = número total de plantas amostradas

2.4.2. Frequências Absoluta e Relativa

$FrAb = n_i/n$ onde: n_i = número de parcelas onde ocorre a espécie i
 n = número total de parcelas

$FrRe = (FrAb/\Sigma FrAb) \times 100$

2.4.3. Dominâncias Absoluta e Relativa

$DoAb = AB_i/a$ onde: AB_i = área basal da família ou espécie i
 a = área total amostrada

$DoRe = (AB_i/\Sigma AB) \times 100$ onde: AB_i = área basal de uma família ou espécie
 ΣAB = somatório das áreas basais de todas as famílias ou espécies

2.4.4. Valor de Importância de Espécie e de Família

$VI = DeRe + FrRe + DoRe$

onde: VI = Valor de Importância da espécie ou da família

$DeRe$ = Densidade relativa da espécie ou da família

$FrRe$ = Frequência relativa da espécie ou da família

$DoRe$ = Dominância relativa da espécie ou da família

2.5. Diversidade Florística e Índice de Riqueza Taxonômica

Foram utilizados os índices de Shannon-Wiener (H') para calcular a diversidade, conforme descrito por Magurran (1988), e o índice de riqueza taxonômica (RE) (Whitaker, 1975).

$$H' = \sum (p_i \ln p_i) \quad \text{onde : } p_i = N_i/N$$

N_i = número de indivíduos do *taxon*

N = número total de indivíduos da amostra

$\ln$ = logaritmo neperiano

$$RE = S/\ln N \quad \text{onde : } S = \text{número de espécies, gêneros ou famílias}$$

N = número total de indivíduos do *taxon*

2.6. Distribuição em diâmetro e altura

Para as espécies com mais de 10 % do total de indivíduos construíram-se gráficos de distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro considerando o intervalo de 3 cm, conforme Rodal (1992), e em classes de altura com intervalo de 0,5 m.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Suficiência amostral

A curva acumulativa de espécies adicionais, na ordem real das parcelas, permite que se avalie a suficiência amostral do levantamento florístico, e assim, pode-se fazer inferências se o número necessário de amostras estabelecidas foi adequado ou não para o conhecimento da população (Castro, 1987). Entretanto, este tipo de análise, realizado de forma isolada, não estabelece em que amostra ocorre esta suficiência amostral.

A análise de regressão linear com resposta em platô, realizada a partir da curva acumulativa de espécies adicionais, serve como complemento na determinação da parcela em que foi atingida a suficiência amostral (Gama *et al.*, 2002).

Na Figura 4 observa-se que da parcela 1 até a 20 o aparecimento de novas espécies foi progressivo, entretanto, a partir deste ponto a curva tornou-se

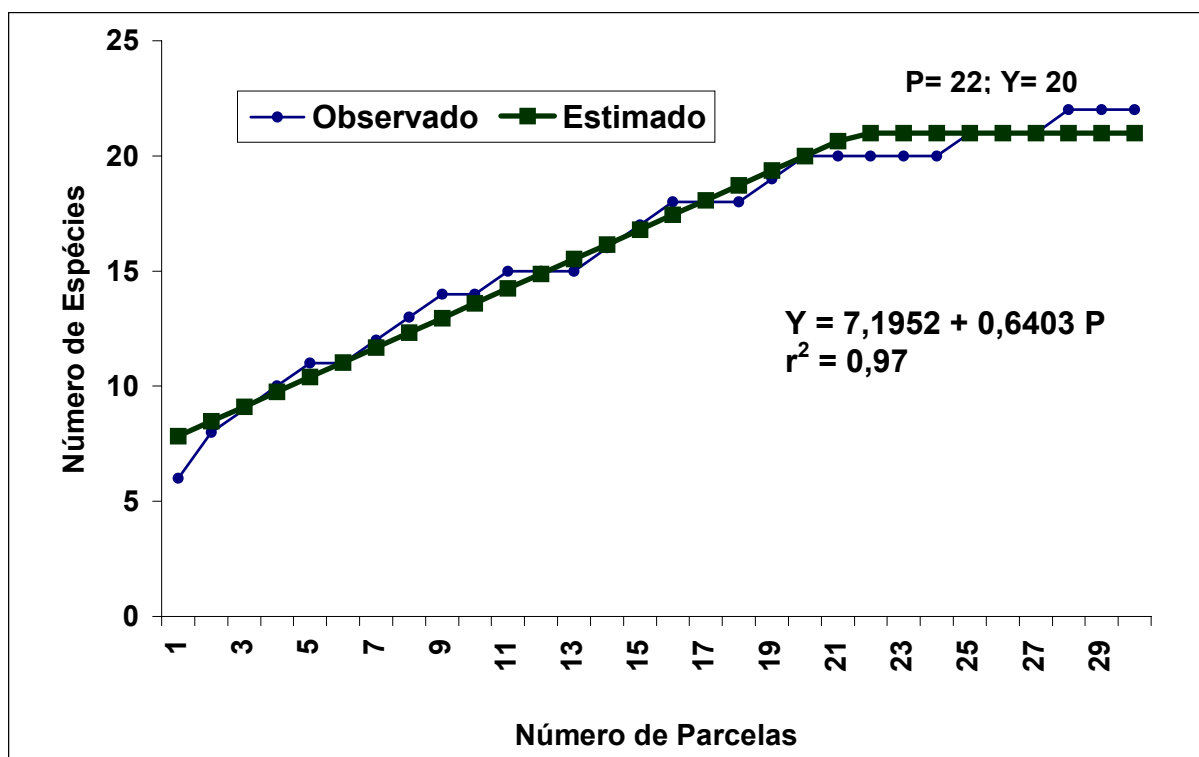


Figura 4 – Suficiência amostral para a caatinga arbóreo-arbustiva da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. Y: número de espécies; P: número de parcelas.

bem menos inclinada, surgindo apenas duas novas espécies, *Capparis flexuosa* na parcela 25 e *Cassia tetrafila* na parcela 28.

Este padrão de inclinação da curva tendendo ao paralelismo com o eixo horizontal a partir da parcela 20 mostra haver um processo de estabilização à medida que se aumenta o número de parcelas e, segundo Muller-Dumbois & Ellenberg (1974), este comportamento da curva mostra já uma suficiência mínima na amostragem florística da comunidade.

Normalmente, as espécies que aparecem no final da curva são consideradas como raras, devido sua baixa densidade na população amostrada, como é o caso de *Capparis flexuosa* que aparece com apenas um indivíduo e densidade relativa de 0,05 %. Entretanto, para se afirmar que uma determinada espécie é rara na população levantada deve-se considerar o esforço amostral e os critérios de inclusão, além do histórico da área.

O fato de não ocorrer uma estabilização muito nítida da curva provavelmente é consequência da característica heterogênea da floresta que, a cada parcela inventariada, apresentou uma nova espécie.

A tendência à estabilização, porém, pode ser considerada suficiente para indicar o número mínimo de parcelas a ser utilizado, conforme sugeriram Jardim & Hosokawa (1986). Muniz *et al.* (1994) afirmam que, mesmo quando se aumenta a área amostral a curva nunca alcançará a assintótica porque sempre irão aparecer espécies novas, mesmo que em número reduzido.

Assim, através da análise de regressão com resposta em platô, verificou-se que 22 parcelas seriam suficientes para representar a composição florística ao nível de inclusão definido, já que estariam abrangidas cerca de 90,90 % das espécies da comunidade amostrada.

3.2. Composição botânica, diversidade e parâmetros fitossociológicos

Nas 30 parcelas inventariadas foram amostrados 2.448 indivíduos, representando 22 espécies, 20 gêneros e 12 famílias (Tabela 1), com densidade média de 4.080 indivíduos.ha⁻¹. Das 22 espécies encontradas, 13 possuem hábito de vida arbóreo e 9 são arbustivas.

Tabela 1 – Famílias e espécies amostradas na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com nome comum e hábito de vida, listadas por ordem alfabética das famílias.

Família/Espécie	Nome comum	Hábito
Apocynaceae		
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	Árvore
Bignoniaceae		
<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) Gentry	Bugi	Arbusto
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC) Standl.	Ipê-roxo	Árvore
Burseraceae		
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillet	Imburana	Árvore
Cactaceae		
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	Árvore
Caesalpiniaceae		
<i>Bauhinia cheilantha</i> Stand.	Mororó	Árvore
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	Jucá	Árvore
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Catingueira	Árvore
<i>Cassia tetrafila</i> Linn.	Maria-preta	Arbusto
<i>Senna macranthera</i> (Benth.) Irwin & Barneby	Canafistula	Árvore
Capparidaceae		
<i>Capparis flexuosa</i> Linn.	Feijão bravo	Arbusto
Combretaceae		
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	Arbusto
Erythroxylaceae		
<i>Erythroxylum pungens</i> O. E. Schulz	Rompe-gibão	Arbusto
Euphorbiaceae		
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> (M.A.) Pax et K. Hoffm.	Faveleira	Árvore
<i>Croton moritibensis</i> Baill.	Velame	Arbusto
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	Arbusto
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl.) Baill.	Pinhão-bravo	Arbusto
Fabaceae		
<i>Amburana cearensis</i> Allemão	Cumaru	Árvore
Mimosaceae		
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico	Árvore
<i>Mimosa hostilis</i> Benth.	Jurema-preta	Árvore
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema-branca	Árvore
Verbenaceae		
<i>Lantana camara</i> Linn.	Chumbinho	Arbusto

Este valor de densidade média total evidencia que a vegetação estudada pode ser considerada como mediana em termos de número de indivíduos. Camacho (2001), realizando estudo fisiográfico da caatinga em quatro pontos da EsEc-Seridó, em diferentes altitudes e utilizando 53 parcelas de 10 m x 10 m como unidade amostral, encontrou valores médios de 2.812 a 7.015 indivíduos.ha⁻¹ com diâmetro maior do que 3 cm e altura superior a 1 m.

Do mesmo modo, considerando os mesmos critérios de inclusão, Pereira (2000) estudando quatro áreas de caatinga sob diferentes níveis de antropismo nos municípios de Areia e Remígio, na Paraíba, observou densidade total de 3.253 indivíduos.ha⁻¹ para a parcela em melhor estado de conservação, enquanto que na área submetida a forte grau de antropismo, passando pelo ciclo de desmatamento, agricultura por 15 anos, pastagem e posteriormente abandonada, a densidade foi de 2.115 indivíduos.ha⁻¹. Já nas condições edafoclimáticas dos municípios de Floresta e Custódia, em Pernambuco, Rodal (1992) encontrou em parcelas de 10 m x 10 m valores de densidade entre 1.076 e 2.172, considerando indivíduos vivos e mortos com diâmetro ≥ 3 cm e altura superior a 1 m.

Levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados na caatinga mostram grande variabilidade no número de espécies e de indivíduos, o que levou Andrade-Lima (1981) a afirmar que as caatingas situadas em locais onde as precipitações são mais elevadas apresentam maior número de espécies. Entretanto, Rodal (1992) comenta que o maior ou menor número de espécies nos levantamentos realizados deve ser resposta a um conjunto de fatores, tais como situação topográfica, classe, profundidade e permeabilidade do solo e não apenas ao total de chuvas, embora este seja um dos fatores mais importantes.

Nas áreas que sofreram antropismo, como é o caso da EsEc-Seridó, deve ser considerada também a exploração madeireira, eliminando preferencialmente as árvores matrizes das espécies utilizadas como fonte de matéria-prima para lenha e carvão. Um sintoma muito evidente desse processo é a ausência de indivíduos de espécies como *Myracrodruon urundeuva* e *Ziziphus joazeiro* na lista de plantas ocorrentes nas parcelas estudadas, apesar de terem sido observadas por Camacho (2001) nas áreas mais acidentadas, porém com altura e área basal reduzida.

Das doze famílias inventariadas, oito foram representadas por uma única espécie, evidenciando, assim, um baixo índice de diversidade na área amostrada. A família Caesalpiniaceae se apresentou com cinco espécies, Euphorbiaceae com quatro, Mimosaceae com três e Bignoniaceae com duas espécies e as demais famílias com apenas uma espécie, confirmando que a diversidade está concentrada nessas quatro famílias. As três primeiras são aquelas normalmente mais encontradas em estudos de áreas com vegetação de caatinga, concordando com vários outros trabalhos desenvolvidos no bioma (Araújo *et al.*, 1995; Pereira, 2000).

Diversos autores têm verificado que a família Euphorbiaceae normalmente se destaca com o maior número de espécies em locais de caatinga (Santos, 1987; Rodal, 1992; Araújo *et al.*, 1995; Camacho, 2001), entretanto essa supremacia não foi confirmada na área de estudo.

O valor de importância para famílias, representado na Figura 5, mostra que Euphorbiaceae, Caesalpiniaceae, Apocynaceae e Mimosaceae se destacaram na população. O maior VI da Euphorbiaceae foi devido basicamente ao elevado número de indivíduos de *Croton sonderianus* e à melhor distribuição das quatro espécies componentes da família na área, ocorrendo em quase 97 % das parcelas.

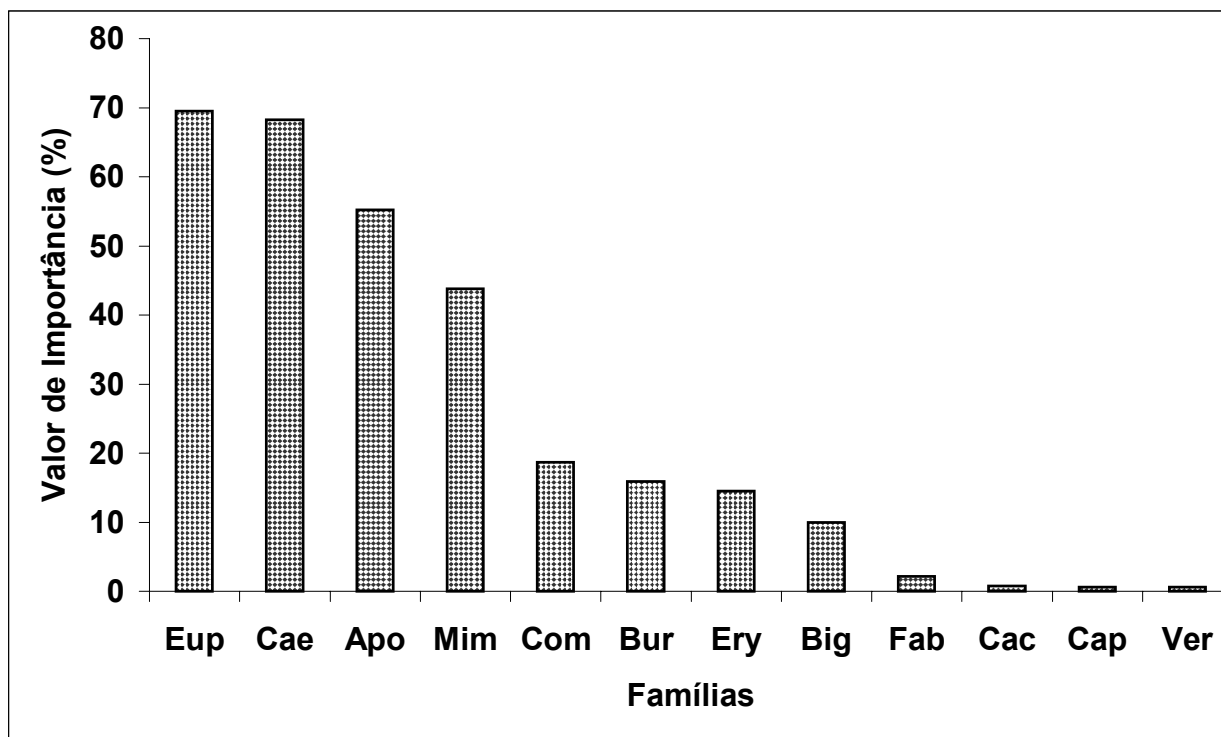


Figura 5 – Valor de importância das famílias ocorrentes na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. As abreviações no eixohorizontal referem-se às três primeiras letras dos nomes das famílias.

Caesalpiniaceae foi a família com o segundo maior valor de importância, obtido como resultado da maior dominância relativa dos seus indivíduos, notadamente aqueles pertencentes à *Caesalpinia pyramidalis*. Rodal (1992) observou em quatro fitocenoses estudadas que a família Caesalpiniaceae foi a mais

importante e a densidade desta família deveu-se, também, basicamente, a *Caesalpinia pyramidalis*.

Do mesmo modo, o terceiro maior valor de importância para a família Apocynaceae foi consequência do grande número de indivíduos (375), ampla distribuição e elevada área basal de *A. pyrifolium*. Esta família, apesar de ocorrer com apenas uma espécie, teve maior valor deste parâmetro do que Mimosaceae e Bignoniaceae, que se apresentaram com três e duas espécies, respectivamente.

Apesar da família Cactaceae aparecer como importante em diversos levantamentos realizados (Rodal, 1992; Araújo *et al.*, 1995; Pereira, 2000) este fato não se verificou neste estudo, computando-se apenas um indivíduo de *Cereus jamacaru* em uma parcela com pedregosidade acentuada. Entretanto, foram observados outros indivíduos nas parcelas amostrais, porém sempre com padrões de altura e/ou diâmetro abaixo do mínimo estabelecido.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') alcançou 2,35 nat.indivíduo⁻¹, sendo superior aos encontrados por Maracajá *et al.* (2003) em trecho de caatinga preservada e em área antropizada usada para pastoreio e extração de madeira em Serra do Mel-RN, que foi de 1,289 e 0,789 nat.indivíduo⁻¹, respectivamente. Foi mais elevado também do que os valores obtidos por Leite (1999) em duas tipologias de caatinga em São João do Cariri-PB. O valor de H' é maior quanto maior for a diversidade, portanto a vegetação da EsEc-Seridó apresenta maior riqueza de espécies quando comparada a esses dois locais, o que pode ser decorrente do forte grau de degradação desses ambientes e da condição de área preservada da Estação Ecológica.

A vegetação nas parcelas estudadas não é considerada das mais ricas em espécies, mesmo quando comparada a outras áreas na própria EsEc-Seridó. Camacho (2001) utilizou o valor de importância como parâmetro para o cálculo do índice e obteve valores variando de 3,07 a 2,43 nat.indivíduo⁻¹. O valor de H' neste trabalho, considerando a mesma variável, foi de 2,50 nat.indivíduo⁻¹ situando-se, portanto, abaixo da média obtida por aquele autor em diferentes altitudes, porém superior ao encontrado no setor B, que se situava a 220 m de altitude.

A comparação de diferentes áreas de caatinga por meio dos índices de diversidade deve ser feita de modo cuidadoso, já que os índices são fortemente influenciados por uma série de fatores bióticos e abióticos e suas interações,

critérios de inclusão, além do nível e tempo de antropismo. Assim, Alcoforado-Filho *et al.* (2003) citaram valores de $3,09 \text{ nat.indivíduo}^{-1}$ na região de Caruaru-PE, muito superior ao obtido na EsEc-Seridó e considerado um dos mais altos da caatinga.

Na análise desses índices de diversidade da vegetação da EsEc-Seridó deve-se levar em conta que a mesma só se tornou Unidade de Conservação a partir de 1982, sendo anteriormente uma fazenda. Portanto, apesar de ainda apresentar significativa cobertura vegetal para os padrões do Seridó, que mostra sinais de desertificação (IDEMA, 2002), essa vegetação só é ainda mantida nos moldes atuais por encontrar-se em uma Unidade de Conservação federal e com área pequena.

Confirmando os resultados obtidos da diversidade, os índices de riqueza taxonômica para espécie, gênero e família foram de 3,00, 2,72 e 1,63, respectivamente, todos considerados muito baixos quando comparados com outras áreas de caatinga. Araújo *et al.* (1995) encontrou para espécie valores variando de 3,67 a 4,50; para gênero de 3,00 a 4,00 e para família de 1,83 a 2,17, enquanto Rodal (1992) encontrou valores variando de 4,06 a 4,75 para espécie, 3,18 a 4,22 para gênero e 1,79 a 2,60 para família.

A grande variabilidade espacial desse índice para famílias pode ser observada nos resultados obtidos por Souza (1983) em caatinga hipoxerófila no estado de Sergipe, que alcançou expressivos 9,86 e, Pereira (2000), em área antropizada no agreste paraibano, com 0,99.

Estudando três áreas de carrasco no Ceará, Araújo *et al.* (1998) atribuíram o baixo índice de riqueza de espécies da caatinga às irregularidades pluviométricas e temperaturas médias anuais elevadas. Entretanto esta é uma hipótese que precisa ser testada, já que existem outras variáveis que também podem influenciar diretamente no estabelecimento e desenvolvimento das plantas, como os fatores edáficos e fisiológicos das espécies.

Os resultados da análise fitossociológica da vegetação ao nível de espécie encontram-se na Tabela 2, onde se observa que *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Croton sonderianus* foram as espécies que responderam por 58,66 % da densidade relativa, 31,71 % da frequência relativa, 65,19 % da dominância relativa e 51,85 % do valor de importância, evidenciando, portanto, que são as mais importantes da comunidade estudada.

Tabela 2 – Espécies amostradas na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN e seus parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente do valor de importância (VI).

Espécies	Nº de indiv.	AB (m ²)	DeRe (%)	FrRe (%)	DoRe (%)	VI (%)
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	420	2,788	17,16	10,57	26,54	54,27
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	375	2,575	15,32	11,38	24,52	51,22
<i>Croton sonderianus</i>	641	1,483	26,18	9,76	14,12	50,06
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	90	0,674	3,68	10,16	6,42	20,26
<i>Mimosa hostilis</i>	139	0,459	5,68	6,91	4,37	16,96
<i>Combretum leprosum</i>	120	0,294	4,90	8,13	2,80	15,83
<i>Piptadenia stipulacea</i>	112	0,387	4,58	6,10	3,68	14,36
<i>Commiphora leptophloeos</i>	85	0,438	3,47	6,10	4,17	13,74
<i>Jatropha mollissima</i>	105	0,273	4,29	6,50	2,60	13,39
<i>Erythroxylum pungens</i>	86	0,235	3,51	6,50	2,24	12,25
<i>Caesalpinia ferrea</i>	62	0,377	2,53	2,03	3,59	8,15
<i>Croton moritibensis</i>	65	0,047	2,66	3,66	0,45	6,77
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	25	0,072	1,02	3,66	0,69	5,37
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>	44	0,153	1,80	1,63	1,46	4,89
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	31	0,043	1,27	2,03	0,41	3,71
<i>Bauhinia cheilantha</i>	24	0,081	0,98	1,22	0,77	2,97
<i>Amburana cearensis</i>	10	0,071	0,41	0,81	0,68	1,90
<i>Senna macranthera</i>	8	0,022	0,33	0,81	0,21	1,35
<i>Cassia tetrafila</i>	3	0,008	0,12	0,81	0,08	1,01
<i>Cereus jamacaru</i>	1	0,018	0,04	0,41	0,17	0,62
<i>Capparis flexuosa</i>	1	0,004	0,04	0,41	0,04	0,49
<i>Lantana camara</i>	1	0,001	0,04	0,41	0,01	0,46
TOTAL	2.448	10,503	-	-	-	-

AB: área basal; DeRe: densidade relativa; FrRe: frequência relativa; DoRe: dominância relativa; VI: valor de importância.

Essas três espécies também se situaram entre as quatro mais importantes nos setores A, B, C e D (altitude variando entre 220 m a 385 m) no levantamento realizado por Camacho (2001) na parte mais acidentada da EsEc-Seridó, indicando, portanto, que as mesmas estão bem adaptadas aos diferentes ambientes existentes na área, independente da altitude.

Caesalpinia pyramidalis obteve o maior valor de importância devido sua elevada dominância, que é consequência da área basal da espécie. Além disso, obteve o segundo maior valor para frequência relativa e densidade relativa, ou seja, encontra-se amplamente distribuída na área, ocorrendo em 87 % das parcelas, e com número elevado de representantes, atingindo mais de 17 % do total de indivíduos amostrados.

Diversos autores têm evidenciado a importância da espécie em diferentes locais cobertos por caatinga. Sampaio (1996) comenta que *Caesalpinia pyramidalis* é a que aparece mais frequentemente no topo da maior parte das listas de estudos sobre a vegetação da caatinga, enquanto Rodal (1992) observou padrão semelhante da espécie na parcela de Boa Vista margem direita (Custódia-PE) e em Poço do Ferro (Floresta-PE), Tavares *et al.* (1970), na região de Ouricuri-Bodocó (PE) e Alcoforado-Filho *et al.* (2003), no município de Caruaru-PE.

A espécie com o segundo maior valor de importância foi *Aspidosperma pyrifolium*, a qual apresentou a maior frequência relativa, ocorrendo em mais de 93 % das parcelas, mostrando, portanto ser a mais bem distribuída na área da EsEc-Seridó. Além disso, seus indivíduos obtiveram o segundo maior valor de dominância (área basal) e a terceira maior densidade. É uma espécie com ampla distribuição nas diferentes áreas cobertas por caatingas (Sampaio, 1996), sempre se destacando nas comunidades estudadas, como no inventário realizado por Tavares *et al.* (1975) no vale dos rios Piranhas e Açú, no Rio Grande do Norte, no estudo realizado por Ferreira (1988) no município de Açú-RN e no levantamento feito na bacia do rio Jatobá-PE (SUDENE, 1979).

Croton sonderianus foi a espécie com o maior número de indivíduos, e consequentemente, o maior valor de densidade relativa (26,18 %). Além disso, obteve o terceiro maior valor de dominância relativa e o quarto de frequência relativa, tornando-se assim a terceira espécie com maior valor de importância da população amostrada. A espécie também é bem distribuída em outras caatingas,

aparecendo em vários levantamentos com número significativo de representantes (Sampaio *et al.*, 1998; Meunier & Carvalho, 2000; Pereira, 2000; Araújo Filho *et al.*, 2002).

Sampaio (1996) comenta que, apesar de *Croton sonderianus* não ter uma distribuição tão ampla como *Caesalpinia pyramidalis*, tende a dominar a densidade nos locais onde está presente, mas como tem porte arbustivo e caule fino, em poucos locais destaca-se em termos de área e volume. A espécie é considerada uma colonizadora de áreas antropizadas (Hardesty *et al.*, 1988; Pereira *et al.*, 1989). Esta característica pode explicar a elevada densidade da mesma na área da EsEc-Seridó, que foi anteriormente fazenda agropecuária e ainda apresenta resquícios da ocupação humana anterior. Esta característica da espécie é muito importante em termos de recuperação de áreas degradadas, já que é uma planta pioneira e pode ocupar nichos mais inóspitos para as demais, proporcionando assim melhorias nas condições do solo que permitirão a continuidade da sucessão do bioma. Além disso, conforme Craveiro & Silveira (1982) e Craveiro *et al.* (1981) é explorada por apresentar vários diterpenos, óleos essenciais, componentes químicos com atividade antibiótica e outras propriedades medicinais.

Outra espécie que se destacou na população com o quarto maior valor de importância foi *Anadenanthera macrocarpa*, basicamente devido ao fato de ter elevada frequência relativa, tendo ocorrido em mais de 83 % das parcelas; entretanto, apresentou-se com poucos indivíduos e com área basal reduzida. É uma espécie com significativo valor econômico, sendo muito utilizada para produção de carvão, moirões, cercas e estacas, o que certamente provocou a eliminação dos indivíduos com maior porte no período em que a área era parte de uma propriedade agrícola. Camacho (2001) observou a presença da espécie nas áreas mais acidentadas da Estação, porém com poucos indivíduos e reduzida área basal.

Mimosa hostilis, *Combretum leprosum*, *Piptadenia stipulacea*, *Commiphora leptophloeos*, *Jatropha mollissima* e *Erythroxylum pungens* apresentaram valor de importância abaixo de 20 % e acima de 10 %, compondo um grupo intermediário em termos quantitativos. Entretanto, são espécies também importantes na composição da comunidade, com *Mimosa hostilis* sendo a quarta espécie com maior número de indivíduos e estando presente em mais da metade das parcelas, enquanto *Combretum leprosum*, um arbusto lenhoso e muito

ramificado, de porte semi-sarmentoso e perene possui a quinta maior densidade relativa e a quinta maior frequência relativa. Por seu turno, *Piptadenia stipulacea* apresentou a sexta maior densidade relativa e ocorreu em metade das parcelas, assim como *Commiphora leptophloeos*, *Jatropha mollissima* e *Erythroxylum pungens*.

3.3. Distribuição diamétrica

O diâmetro médio foi considerado pequeno, atingindo apenas 6,59 cm, sendo fortemente afetado pela presença de muitas espécies arbustivas, as quais normalmente possuem caules finos. A distribuição dos indivíduos por classes diamétricas é apresentada na Figura 6, onde se observa, a conformação da letra J invertida e inclinada, com representantes em todas as classes estabelecidas. Das 2.448 plantas encontradas, 2.236 ou 91,34 % da população total, se concentraram nas três primeiras classes inferiores de diâmetro, sendo que 1.297 (52,98 %) só na classe de 3-6 cm, enquanto nas seis classes de maior diâmetro só foram observados 32 indivíduos, o que representa menos de 1,31 % da população.

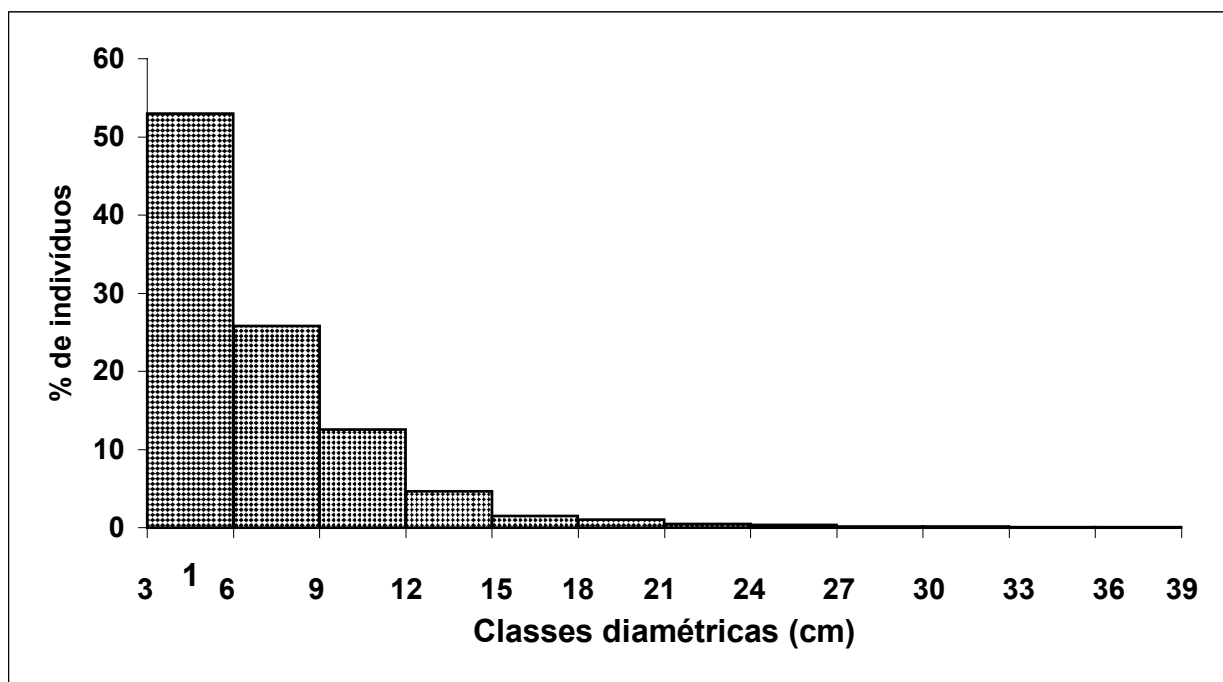


Figura 6 – Distribuição percentual dos indivíduos em classes de diâmetro, a intervalo fixo de 3 cm, fechado à esquerda e aberto à direita, na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

As duas árvores com maiores diâmetros ao nível do solo foram um exemplar de *Caesalpinia pyramidalis* e outro de *Mimosa hostilis* com 38,5 cm e 38 cm, respectivamente.

A distribuição percentual do número de indivíduos por espécie, apenas na primeira classe diamétrica, reflete o baixo volume madeireiro da caatinga da EsEc-Seridó, onde se situam 66 % dos representantes de *Jatropha mollissima*, 76 % de *Amburana cearensis*, 46 % de *Bauhinia cheilantha* e 100 % de *Croton moritibensis*, valores também observados por Rodal (1992), embora a primeira e a última espécies sejam consideradas de porte arbustivo e normalmente apresentem caules finos, podendo, porém, às vezes, atingir porte arbóreo.

Para as espécies com mais de 10 % do número total de indivíduos, o que corresponde a 245 plantas, foram estabelecidos gráficos de distribuição diamétrica (Figura 7).

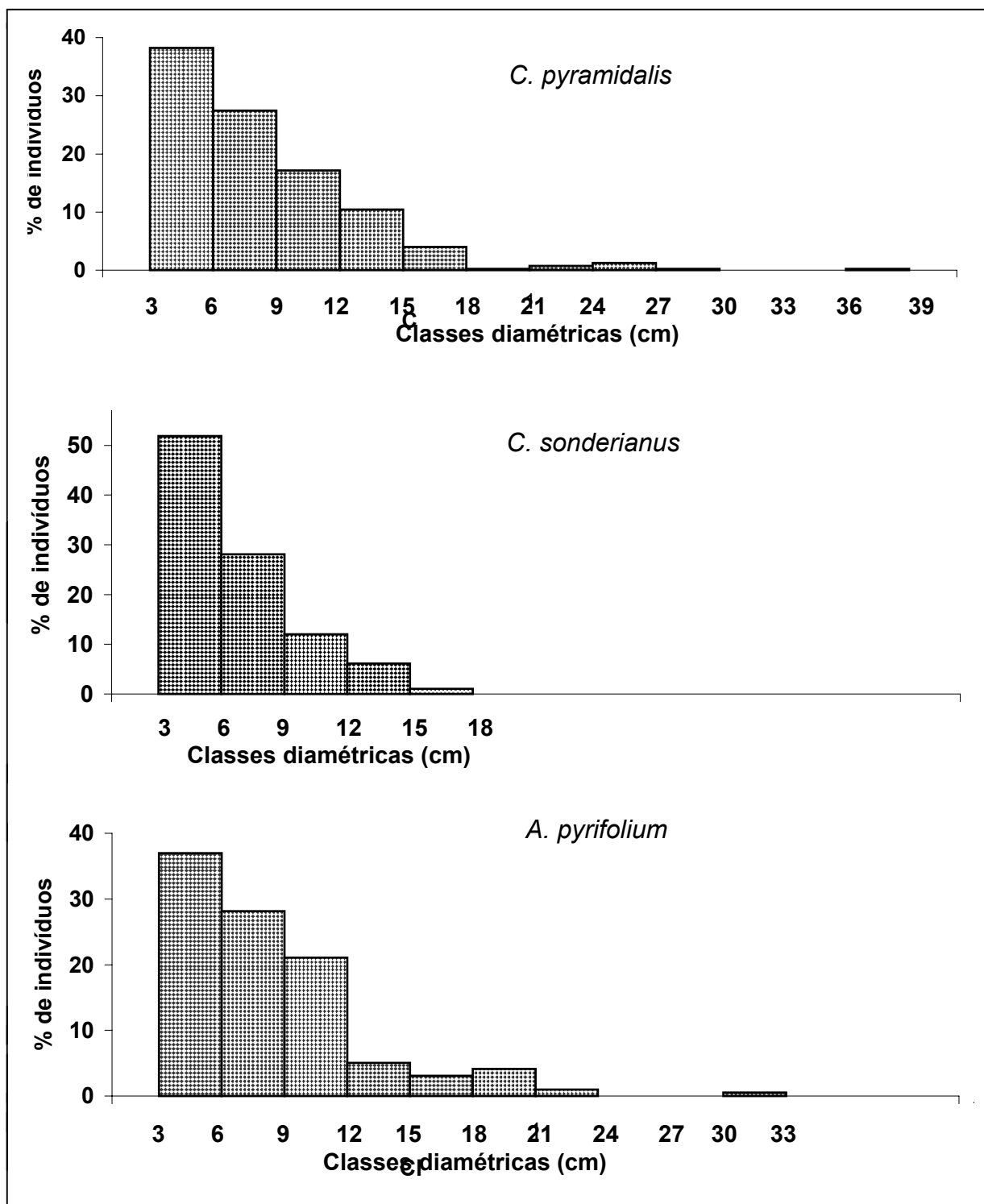


Figura 7 – Distribuição percentual dos indivíduos em classes de diâmetro, a intervalo fixo de 3 cm, fechado à esquerda e aberto à direita, das espécies com mais de 10% de representantes na caatinga da EsEc-Seridó-RN.

Apenas *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium* atingiram este número mínimo, todas apresentando configuração semelhante a letra J invertida e inclinada, com o maior número de indivíduos na primeira classe e uma diminuição gradual em direção as classes de maior diâmetro.

Esta configuração evidencia que está ocorrendo um fornecimento contínuo de plântulas para as classes de maior diâmetro, apesar do histórico de antropismo e das condições climáticas, podendo-se inferir, portanto que o ciclo de vida destas espécies está sendo completo e a população pode ser considerada em equilíbrio no ambiente, principalmente para *Croton sonderianus*.

Já para *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium* observa-se pequena interrupção nas classes de maior diâmetro, semelhante ao observado por Rodal (1992) no município de Floresta para a primeira espécie, o que pode ser resultado de doenças, senilidade, exploração ou característica intrínseca das espécies; entretanto, a falta de maiores conhecimentos a respeito da dinâmica de crescimento das plantas da caatinga não permite que se tirem conclusões taxativas.

3.4. Distribuição em altura

A distribuição percentual dos indivíduos por classes de altura (Figura 8) mostra configuração com maior concentração de plantas nas classes mais inferiores, ocorrendo gradual redução à medida que se aproxima das classes com maior valor de altura, com 661 indivíduos se concentrando na primeira classe, 581 na segunda, 460 na terceira e 358 na quarta classe, num total de 84 %, mostrando haver uma série geométrica decrescente, demonstrando uma população equilibrada em processo de regeneração, como também observou Martins (1991).

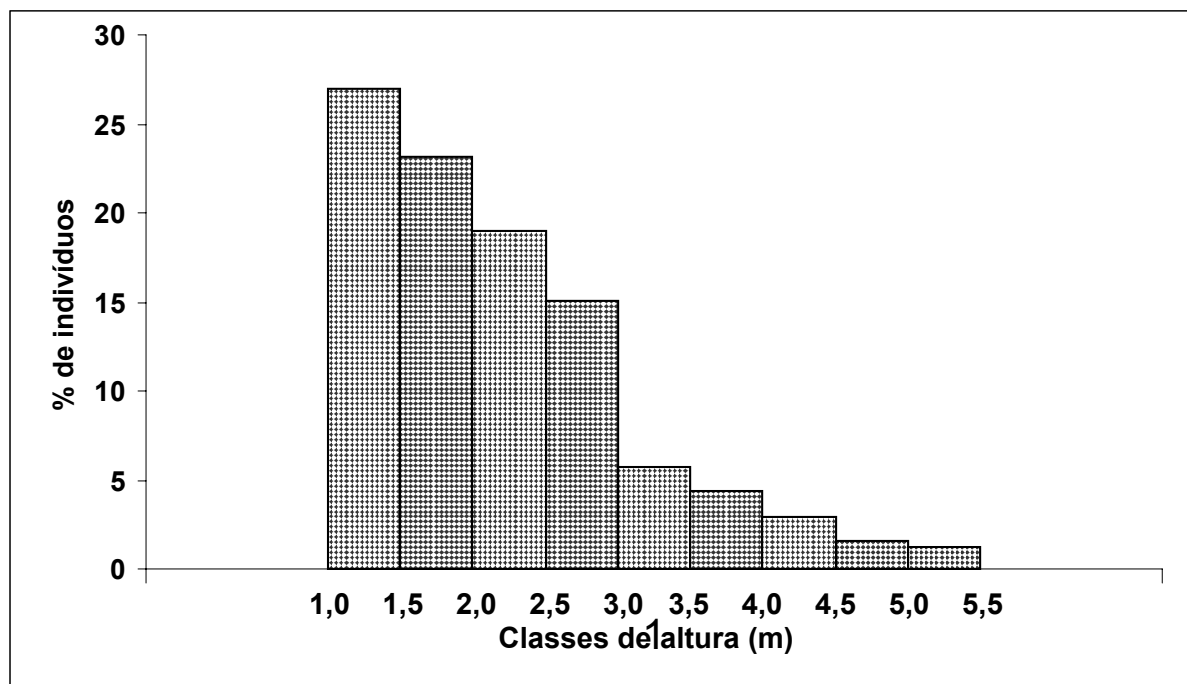


Figura 8 – Distribuição percentual dos indivíduos em classes de altura, a intervalo fixo de 0,50 m, fechado à esquerda e aberto à direita, na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Entre a quarta e a quinta classe, entretanto, observa-se uma queda abrupta do número de indivíduos, o que pode significar uma intervenção no processo natural de sucessão, possivelmente por ação antrópica no passado, como pastoreio excessivo, corte de madeira seletiva para lenha, ou mesmo morte por doenças, pragas, competição e senilidade.

Semelhante ao observado para o diâmetro, a altura média de cada espécie também foi considerada baixa, atingindo apenas 2,65 m, muito inferior ao encontrado por Pereira (2000) mesmo na parcela mais antropizada e Rodal (1992), mas foi superior ao observado por Camacho (2001) nas cotas de 220 m e 250 m na área com relevo mais acidentado da EsEc-Seridó. As espécies com maior altura média foram *Cnidoscolus phyllacanthus* e *Cereus jamacaru*, superando a faixa de 3 m, enquanto as mais baixas foram *Lantana camara*, *Combretum leprosum* e *Macfadyena unguis-cati*, todas com altura inferior a 2 m. As demais espécies se situaram na faixa de 2,03 m a 2,79 m. Para justificar esta baixa altura média, deve-se observar que 43 % do número de indivíduos amostrados pertencem a espécies consideradas arbustivas (*Croton sonderianus*, *Combretum leprosum*, *Jatropha*

mollissima, *Erythroxylum pungens*, *Croton moritibensis*, *Macfadyena unguis-cati*, *Cassia tetrafila*, *Capparis flexuosa* e *Lantana camara*), o que contribui para a redução deste parâmetro. Considerando-se apenas as espécies arbóreas, isoladamente, a média poderia atingir 2,75 m.

Ao se avaliar a altura da vegetação, deve-se levar em conta os critérios de inclusão, como observou Rodal (1992), já que ocorre aumento da altura média quanto mais restrito for o critério adotado. Gomes (1979) encontrou alturas médias que variaram de 2,7 m a 7,7 m, entretanto afirma que para qualquer análise em termos de altura ou densidade, foi necessário excluir *Croton sonderianus* dos cálculos, uma espécie arbustiva de alta densidade que certamente reduziria os resultados obtidos.

De acordo com o porte médio obtido para as formas de vida na área estudada, e seguindo a classificação de Müller-Dumbois & Ellenberg (1974), 18 % delas podem ser consideradas como microfanerófitas (2-8 m) e 82 % como nanofanerófitas (1-2 m), podendo assim caracterizar a vegetação da parte estudada da EsEc-Seridó como do tipo arbóreo-arbustiva.

Rodal (1992), em quatro fitocenoses estudadas, encontrou maior percentual médio de microfanerófitas, mas também observou macrofanerófitas (8-20 m), evidenciando assim uma caatinga de porte mais elevado do que a estudada na EsEc-Seridó.

Na Figura 9 observa-se a distribuição do número de indivíduos em classes de altura de *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium*, espécies que dominaram a vegetação estudada e que apresentaram mais de 10 % de representantes ou mais de 245 plantas do total inventariado.

As curvas de distribuição de *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium* mostram um padrão semelhante, sugerindo que as mesmas estão atingindo ou já estão em equilíbrio com os fatores ambientais, mostrando progressiva e pouca abrupta redução do número de indivíduos em direção às classes de maior altura, ambas concentrando ainda 12 e 15 indivíduos, respectivamente, na última classe de altura. Para *Croton sonderianus*, uma espécie arbustiva, observa-se comportamento semelhante até a quarta classe de altura, entretanto, a partir daí ocorre drástica redução do número de representantes com altura superior a 3 m, o que evidencia provável desequilíbrio na fase final de vida dessas plantas.

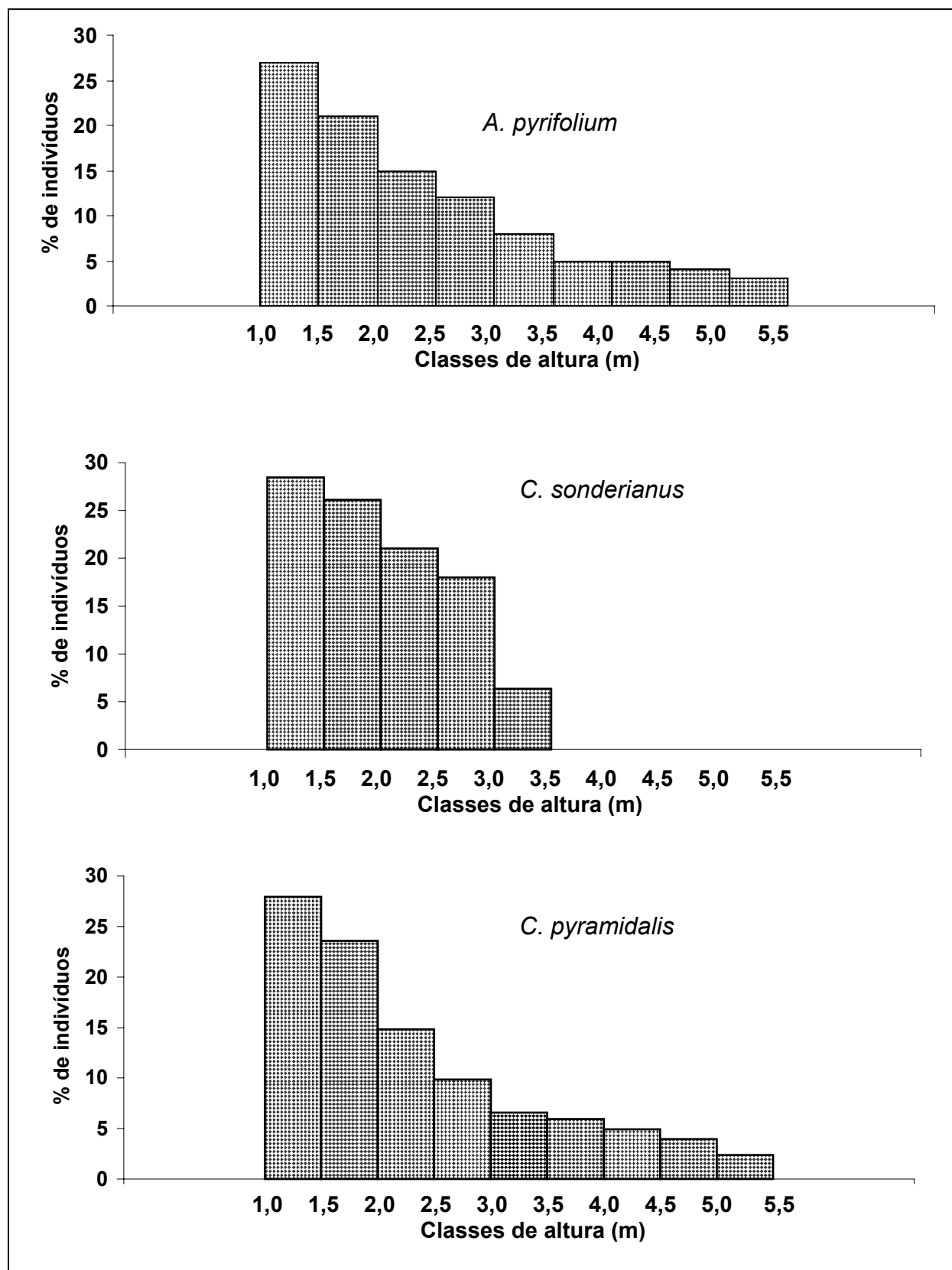


Figura 9 – Distribuição percentual dos indivíduos em classes de altura, a intervalo fixo de 0,50 m, fechado à esquerda e aberto à direita, das espécies com mais de 10 % de representantes na caatinga da EsEc-Seridó-RN.

Este forte desbalanceamento entre a quarta e quinta classe de altura da espécie pode significar morte por senilidade, doenças ou mesmo por exploração seletiva da espécie antes da área se tornar Estação Ecológica, entretanto, como comentam vários autores (Rodal, 1992; Camacho, 2001), a falta de conhecimento a respeito da biologia da maior parte das espécies da caatinga inviabiliza conclusões definitivas.

4. CONCLUSÕES

Apesar de estar há mais de 20 anos como Unidade de Conservação federal, a reduzida presença de espécies e famílias dominantes em outras caatingas do cristalino reflete o efeito do antropismo passado na área estudada, porém a composição botânica não diferiu acentuadamente;

A presença significativa de indivíduos de espécies com potencial forrageiro na caatinga estudada pode ser uma alternativa viável para a sustentação de pequenos rebanhos de animais na época chuvosa, desde que adequadamente manejada;

A utilização de espécies arbóreas da caatinga local para produção de lenha em larga escala não é recomendada, tendo em vista a reduzida área basal e pequena altura dos indivíduos;

O grande número de plantas com diâmetro e altura reduzidos evidencia a existência de uma população ainda em fase de recuperação da estrutura original após décadas de antropismo;

O índice de diversidade e o índice de riqueza taxonômica foram considerados baixos quando comparados com outras áreas de caatinga do cristalino, podendo ser resultado tanto do antropismo como das condições edafoclimáticas da área;

Caesalpinia pyramidalis, *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton sonderianus* e *Mimosa hostilis* foram as únicas espécies que apresentaram valor de importância superior a 20 %, o que demonstra a dominância das mesmas na população;

A elevada distribuição de indivíduos de *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Croton sonderianus* na área pode significar que as mesmas são mais bem adaptadas ao ambiente de solos rasos e com acentuado déficit hídrico durante vários meses do ano;

A dificuldade em se comparar os resultados obtidos neste trabalho com outros, reforça a necessidade de serem realizados mais estudos na região do Seridó, utilizando a mesma metodologia e as mesmas condições de inclusão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO-FILHO, F.G.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, n.2, p.287-303, 2003.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v.4, n.2, p.149-153, 1981.

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

ARAUJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R. *et al.* Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.11-19, 2002.

ARAÚJO, F.S.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N. *et al.* Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente-CE. **Revista Brasileira de Biologia**, v.58, n.1, p.85-95, 1998.

BRASIL. **Aptidão agrícola das terras do Rio Grande do Norte**. Ministério da Agricultura-SUPLAN. Brasília. Série Aptidão Agrícola das Terras, v.4, 1978. 84p.

CAMACHO, R.G.V. Estudo fitofisiográfico da caatinga do Seridó-Estação Ecológica do Seridó, RN. **2001. 130p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.**

CASTRO, A.A.J.F. **Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro-SP.** 1987. 238p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

CRAVEIRO, A.A.; RODRIGUES, A.S.; ANDRADE, C.H.S. *et al.* Volatile constituents of Brazilian Euphorbiaceae. Genus *Croton*. **Journal of Natural Products**, v.44, n.5, p.602-608, 1981.

CRAVEIRO, A.A.; SILVEIRA, E.R. Two cleistanthane type diterpenes from *Croton sonderianus*. **Phytochemistry**, v.21, n.10, p.2571-2574, 1982.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.

[DUQUE, J.G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 76p.](#)

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação e solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

FERREIRA, R.L.C. **Análise estrutural da vegetação da Estação Florestal de Experimentação de Açú-RN, como subsídio básico para o manejo florestal**. 1988. 90p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

[FIGUEIREDO, M.A. A região dos Inhamuns-CE no domínio das caatingas. Mossoró: ESAM, 1983. 34p.](#)

GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M.M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GOMES, M.A.F. **Padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba**. 1979. 89p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

HARDESTY, L.H.; BOX, T.W.; MALECHEK, J.C. Season of cutting affects biomass production by coppicing browse species of the Brazilian caatinga. **Journal of Range Management**, v.41, n.6, p.477-480, 1988.

IBGE. **Atlas Nacional do Brasil. Região Nordeste.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 1985.

IBGE. **Estados. População.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 25/11/2004.

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 29/08/2005.

IDEMA. **Política de controle da desertificação no Rio Grande do Norte.** Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente. Natal-RN. 2002. 34p.

ISAIA, E.M.B.I.; ISAIA, T.; VERSYLPE, C. *et al.* Avaliação do estoque lenheiro do estado do Rio Grande do Norte – 1ª. Etapa: Estratificação e mapeamento da vegetação nativa lenhosa através de composições coloridas do TM Landsat. IBAMA/FAO/PNUD. Natal-RN, 1992, 38p. (**Documentos de Campo**, nº 4).

JARDIM, F.C.S.; HOSOKAWA, R.T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazonica**, v. 16/17, n. único, p.411-508, 1986.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario “El Caimital”, Estado Barinas. **Revista Forestal Venezolana**, v.7, n.10/11, p.77-119, 1964.

LEITE, U.T. **Análise da estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo de duas tipologias de caatinga ocorrentes no Município de São João do Cariri-PB.** 1999. 59p. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement.** New Jersey: Princeton University Press, 1988. 197p.

MARACAJÁ, P.B.; BATISTA, C.H.F.; SOUSA, A.H. *et al.* Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.3, n.2, p.25-32, 2003.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1991. 246p.

MEUNIER, I.M.J.; CARVALHO, A.J.E. **Crescimento da caatinga submetida a diferentes tipos de cortes, na Região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal: Projeto MMA/FAO/UTF/BRA/047. 28p. 2000. (Boletim Técnico, 4).

MULLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. **New York: Wiley, 1974. 574p.**

MUNIZ, F.H.; CESAR, O.; MONTEIRO, R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Florestal do Sacavém, São Luís, Maranhão (Brasil). **Acta Amazonica**, v.24, n.3/4, p.219-236, 1994.

PEREIRA, I.M. **Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo e análise da estrutura fitossociológica de ecossistema de caatinga sob diferentes níveis de antropismo**. 2000. 70p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

PEREIRA, R.M.A.; ARAÚJO FILHO, J.A.; LIMA, R.V. *et al.* Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciência Agronômica**, v.20, n.1/2, p.11-20, 1989.

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

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/Seção Regional de Pernambuco. 1992. 24p.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds). **Seasonally dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press. 1995. p.35-58.

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

SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L.; SALCEDO, I.H. *et al.* Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.5, p.621-632, 1998.

SAMPAIO, Y.; SAMPAIO, E.V.S.B.; BASTOS, E. **Parâmetros para determinação de prioridades de pesquisas agropecuárias no Nordeste semi-árido**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1987. 224p.

SANTANA, J.A.S.; SANTANA JR. J.A.S.; SOUTO, J.S. *et al.* Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. **Revista Caatinga** (no prelo).

SANTOS, M.F.A.V. **Características dos solos e da vegetação em sete áreas de Parnamirim, Pernambuco**. 1987. 225p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

SILVA, G.G. **A problemática da desertificação no ecossistema da caatinga do município de São João do Cariri**. 1993. 93p. Monografia (Especialização). Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

SOUZA, G.V. **Estrutura da vegetação da caatinga hipoxerófila do estado de Sergipe**. 1983. 95p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

SUDENE. **Projeto para o desenvolvimento integrado da Bacia Hidrogeológica do Jatobá**: levantamento dos recursos da vegetação. Recife, 1979. 46p.

TAVARES, S.; PAIVA, F.A.F.; TAVARES, E.J.S. *et al.* Inventário Florestal de Pernambuco. Estudo preliminar das matas de remanescentes dos municípios de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. SUDENE. **Boletim de Recursos Naturais**, v.8, n.1/2, p.149-194, 1970.

TAVARES, S.; PAIVA, F.A.F.; TAVARES, E.J.S. *et al.* **Inventário Florestal na Paraíba e no Rio Grande do Norte. I. Estudo preliminar das matas remanescentes do Vale do Piranhas**. Recife, SUDENE, 1975. 31p. (Recursos Naturais, 3).

WHITAKER, R.H. **Communities and ecosystems**. 2.ed. New York: MacMillan, 1975. 385p.

Capítulo 2

PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NA CAATINGA ARBÓREO- ARBUSTIVA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NA CAATINGA ARBÓREO-ARBUSTIVA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

RESUMO – A produção do material formador de serapilheira e a conseqüente liberação de nutrientes é considerada como um dos mais importantes processos de transferência de minerais dentro dos ecossistemas, e seu conhecimento é necessidade básica para o manejo e conservação de ecossistemas terrestres. Pesquisas com ciclagem de nutrientes na caatinga são escassas, assim, este trabalho objetivou estudar a dinâmica temporal da deposição de serapilheira pela vegetação da caatinga arbóreo-arbustiva da Estação Ecológica do Seridó-RN. O material decíduo foi coletado mensalmente em 30 bandejas medindo 1 m² no período de abril/2003 a março/2004, sendo seco e separado em folhas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), folhas de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro) e folhas de *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro), as três espécies com maior valor de importância na vegetação estudada; folhas das demais espécies, folhas de todas as espécies da caatinga, galhos e cascas, material reprodutivo, miscelânea e serapilheira total. Em doze meses de coleta a caatinga depositou 2.068,55 kg.ha⁻¹ de material decíduo seco, sendo 79,90 % de folhas; 9,27 % de galhos e cascas; 7,91 % de miscelânea e 2,92 % de material reprodutivo. Do total de 1.653 kg.ha⁻¹ de folhas, 38,54 % foram de *C. pyramidalis*, 21,86 % de *C. sonderianus*, 17,53 % de *A. pyrifolium* e 22,07 % das demais espécies. O pico de deposição do material foliar de *A. pyrifolium* e da fração material reprodutivo ocorreu em agosto e março, respectivamente, enquanto para as demais frações ocorreu em maio, que coincidiu com o início da estação seca durante o período estudado, reduzindo durante o pico do período de menor precipitação (julho-dezembro) e voltando a crescer após as chuvas de janeiro, mostrando marcante sazonalidade.

PALAVRAS-CHAVE: Vegetação, ciclagem de nutrientes, biomassa, deposição foliar.

LITTER PRODUCTION PATTERN IN A SHRUB-TREES CAATINGA IN THE SERIDÓ ECOLOGICAL STATION-RN

ABSTRACT: The production of the litter and the consequent nutrients liberation is considered as one of the most important processes of energy transfer in the ecosystem, and its knowledge is basic for the management and conservation of natural and artificial forests. Nutrients cycling researchs in the caatinga are scarce, thus, this work aims to study the temporal dynamics of the litterfall in the shrub-trees caatinga at Seridó Ecological Station-RN. The deciduous material was collected monthly by 30 wooden litter traps measuring 1 m² from April 2003 to March 2004, being oven-dry, separated in *Caesalpinia pyramidalis* Tul. leaves, *Aspidosperma pyrifolium* Mart. leaves and *Croton sonderianus* Müll. Arg. leaves, the three species with larger importance value in the area; leaves of the other species, leaves of all plants of the caatinga, bark and branches, reproductive structure, miscellany and total caatinga, being then weighed in an analytical balance. After twelve months the caatinga deposited 2068.55 kg.ha⁻¹ of deciduous materials, being 79.90 % of the whole trees caatinga leaves; 9.27 % of branches and bark; 7.91 % of miscellany and 2.92 % of reproductive structure. Of the total of 1652.71 kg.ha⁻¹ of leaves, 38.54 % were of *C. pyramidalis*, 21.86 % of *C. sonderianus*, 17.53 % of *A. pyrifolium* and 22.07 % of the other species. The deposition peak of *A. pyrifolium* leaves litter and reproductive material happened in August and March, respectively, while for the other fractions it happened in May, that coincided with dry station start during the studied period, reducing during the time of low precipitation (July-December) and increased after the rains of January again, showing marked seasonal pattern.

KEY WORDS: Vegetation, nutrients cycling, biomass, leaf deposition.

1. INTRODUÇÃO

A terceira maior formação vegetal em área dos trópicos, de acordo com Sarmiento (1975), é representada por florestas secas, que ocupam grandes extensões no Brasil. Na região Nordeste brasileira, em termos de área e significado sócio-econômico, a caatinga é o principal bioma, ocupando cerca de 844.453 km² ou 54,53 % dos 1.548.672 km² da área da região (IBGE, 2005).

Do ponto de vista climático a caatinga é caracterizada por um déficit hídrico acentuado, altas taxas de insolação e evapotranspiração, além de reduzida e variável precipitação de ano a ano. Juntamente com os parâmetros climáticos, a vegetação assume papel preponderante na caracterização do bioma. Outras características do bioma são a reduzida área protegida, o elevado grau de antropismo e degradação, e o limitado conhecimento em diversas aspectos, como a dinâmica das relações solo-planta, entre outras.

Apesar de já se ter bom conhecimento sobre os solos do Nordeste (EMBRAPA, 1999), os aspectos acerca da relação solo-vegetação ainda são pouco consistentes para a caatinga, existindo grande carência de pesquisas sobre o assunto. Conforme relatam Sampaio & Silva (1996) o estudo da nutrição mineral das plantas nativas da região Nordeste, seja ao nível de comunidade ou de espécie, tem recebido pouca atenção, com exceção das poucas espécies cultivadas comercialmente.

Nos dez últimos anos, tem-se observado crescente interesse quanto ao funcionamento dos ecossistemas florestais naturais brasileiros, entre eles a caatinga, não apenas pela sua produtividade, mas também do ponto de vista ecológico, onde não só a produtividade é importante, mas também o equilíbrio em longo prazo, que depende, em grande parte da ciclagem de nutrientes.

O estudo da ciclagem dos nutrientes pode fornecer bases para a compreensão do funcionamento ecossistêmico, visto que é um dos principais processos que suportam a produção de matéria orgânica. A estabilidade da grande maioria dos ecossistemas terrestres é altamente influenciada pela disponibilidade de água e de nutrientes. O processo de ciclagem de nutrientes, que envolve a produção, decomposição e liberação de nutrientes da liteira, está diretamente relacionado com a dinâmica da própria serapilheira, que é constituída, basicamente,

por folhas, flores, frutos, cascas e galhos. A adição e decomposição desses restos vegetais e animais, sob a atuação do clima e dos organismos presentes no solo, exercem grande influência no ambiente e são considerados elementos chaves na manutenção da qualidade do ecossistema (Andrade *et al.*, 1999).

A vegetação devolve nutrientes ao solo através da circulação de matéria representada pela deposição de serapilheira e morte de raízes, principalmente as finas (Vogt *et al.*, 1986). A serapilheira é a principal via de transferência de carbono, nitrogênio, cálcio e fósforo; enquanto o potássio é devolvido principalmente através da precipitação interna e a forma de transferência do magnésio é considerada variável entre os diferentes tipos de florestas (Cole & Rapp, 1981).

Estudos sobre a dinâmica da serapilheira possibilitam estimar um índice de produtividade do ecossistema, fornecem informações sobre a taxa de decomposição do material decíduo, permitem quantificar o teor de nutrientes que retornam ao solo e dão também importantes informações sobre o ciclo fenológico das plantas (Proctor *et al.*, 1983).

Aspectos relacionados com o fluxo de deposição de serapilheira, as interações do processo com parâmetros climáticos e edáficos e ciclagem de nutrientes das espécies mais importantes da caatinga não tem sido estudados, apesar da importância do assunto em relação a este tipo de vegetação, principalmente no que se refere às condições físicas do solo, como a melhoria da estrutura, retenção de umidade, aumento da aeração e redução do processo erosivo.

Baseados em dados de estudos realizados em diversas formações florestais, Bray & Gorham (1964) concluíram que nas diferentes zonas macro-ecológicas, a quantidade de material decíduo ao longo do ano está relacionada principalmente com as condições climáticas, sendo menor nas regiões frias e maior nas regiões tropicais quentes e úmidas. Assim, florestas situadas em regiões árticas ou alpinas produzem cerca de $1.000 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de serapilheira, florestas temperadas frias produzem $3.500 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, florestas temperadas quentes $5.500 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e florestas tropicais cerca de $11.000 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Bray & Gorham, 1964), o que é muito superior ao estipulado para a caatinga.

Existem poucas informações disponíveis sobre a produção de serapilheira na caatinga, tanto que Sampaio (1996), baseado apenas em dados da densidade de

indivíduos usualmente observada nas áreas consideradas como caatingas nativas, estimou que a massa de serapilheira do bioma não deveria ser elevada, atingindo o máximo de $3.000 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

Em área remanescente de caatinga no Agreste Paraibano, Dantas (2003) observou queda de folheto extremamente variável em diferentes anos, sendo de 5.336 e 3.882 kg.ha^{-1} em coletores de terra nua e plástico, respectivamente, enquanto no segundo ano os valores foram de 2.930 em terra nua e 2.772 kg.ha^{-1} no coletor plástico. A queda na produção de serapilheira no segundo ano do levantamento foi atribuída à redução da precipitação.

Pesquisas relacionadas com a produção de biomassa decídua de espécies nativas em condições naturais não são comuns no Brasil, até mesmo pelas dificuldades de sua execução em alguns biomas com elevada diversidade. Entre os estudos citam-se os realizados por Dias & Oliveira Filho (1997) com *Copaifera langsdorffii* ($269 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e *Xylopia brasiliensis* ($637 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), Aidar & Joly (2003) que estudaram o padrão de deposição de *Centrolobium tomentosum* ($420 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), e Portes *et al.* (1996), com *Ilex microdonta* ($1.303 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$). Para espécies da caatinga não foram encontrados registros de pesquisas nesta linha, o que denota o desconhecimento sobre a vegetação do bioma, no que se refere a estes aspectos quantitativos.

Resultados de estudos sobre ciclagem de nutrientes em florestas antropizadas também permitem inferências sobre as espécies com maior ou menor capacidade de reciclagem de nutrientes e seu potencial para recuperação de áreas degradadas. Através destes estudos são disponibilizadas informações sobre a taxa de produtividade e a quantidade de nutrientes que entram naturalmente no sistema solo-planta, o que é de grande significado em atividades de recuperação de áreas degradadas, proteção de fontes hídricas superficiais ou mesmo em projetos de reflorestamento em solos distróficos.

Por ser um fator chave na manutenção dos nutrientes no ecossistema, o processo de deposição da serapilheira, incluindo as taxas anuais de queda do material decíduo e o processo de decomposição desse material, devem ser mais amplamente estudados e conhecidos, especialmente nas condições dos trópicos, onde há grande ocorrência de solos com baixos níveis de nutrientes.

No caso dos ecossistemas florestais tropicais a elevada biodiversidade do estrato arbóreo não é considerada na maioria dos estudos, que geralmente se referem a dados médios para o conjunto da formação vegetal, sem considerar, portanto, os diferentes padrões de contribuição individual ocorrentes ou mesmo a distribuição espaço-temporal própria de cada espécie.

Nesse trabalho foram estudados os ciclos de deposição temporal de diferentes frações da serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó e a deposição foliar específica de *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Croton sonderianus*, as três espécies com maior valor de importância.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização geral da área

O estudo foi desenvolvido na Estação Ecológica do Seridó (EsEc-Seridó), pertencente ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), e criada pelo decreto nº 87.222 de 31 de maio de 1982, como área de preservação do ecossistema caatinga.

EsEc-Seridó localiza-se entre as coordenadas 6° 40' e 6° 35'S e 37° 15' e 37° 20' W, em altitude média de 249 m, na parte sudoeste do Estado do Rio Grande do Norte, e ocupando área de 1.166,38 ha, no município de Serra Negra do Norte, na Região do Seridó, distando cerca de 330 km de Natal, 25 km de Caicó e 18 km de Serra Negra do Norte.

Santana *et al.* (no prelo) classificaram o clima da EsEc-Seridó, pelo método de Thornthwaite, como DdA'a' tratando-se de semi-árido, com nenhum excesso de água, megatérmico e evapotranspiração real concentrada no período de janeiro a maio, com temperatura média anual de 27,6 °C e precipitação média anual de 733,7 mm, enquanto a deficiência hídrica alcança 1.697 mm.

No diagrama da distribuição mensal de temperatura do ar e precipitação na EsEc-Seridó (Figura 1), pode-se observar que a época chuvosa ocorre nos cinco primeiros meses do ano, quando se concentra mais de 87 % da precipitação anual, vindo a seguir uma redução drástica das chuvas, com o mês de junho apresentando redução superior a 82 % em relação ao precipitado em maio.

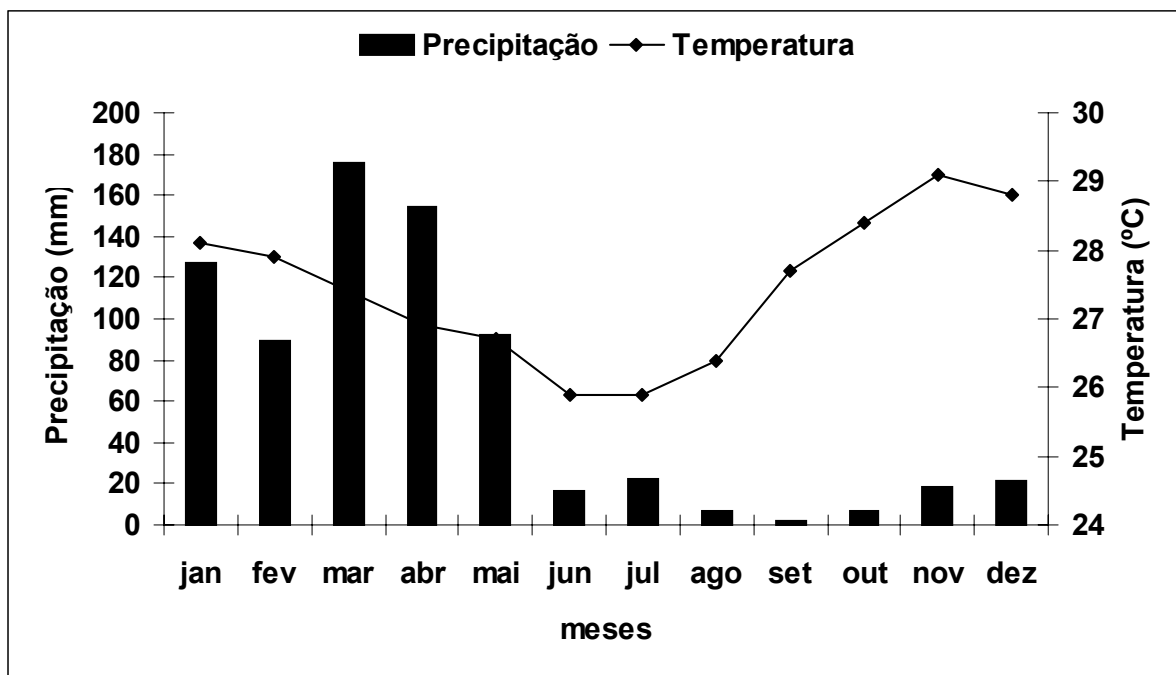


Figura 1 – Distribuição mensal de precipitação e temperatura na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. Dados de janeiro/1995 a dezembro/2004, fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc-Seridó.

A temperatura média anual do ar é de 27,6 °C, com pico máximo de 29,2 °C em outubro durante a estação seca, e mínimo de 25,9 °C nos meses de junho-julho/2003, pouco depois do fim da estação chuvosa. A temperatura máxima média é de 36,7 °C em dezembro e a mínima atinge 18,2 °C em julho. Do mesmo modo, a média anual da umidade relativa do ar é de 63 % apresentando valor máximo de 75 % em abril e mínimo de 55 % em setembro-outubro, enquanto a velocidade média anual do vento alcança 4,0 m.s⁻¹.

A área da EsEc-Seridó está incrustada no complexo cristalino, apresentando predominância de solos Luvisolos Crômicos, em relevo plano a forte ondulado, com profundidade variando de pouco profunda a rasa e horizonte B textural rico em nutrientes, com granulometria predominantemente arenosa e com classes texturais variando entre areia franca a franco arenosa. Há ocorrência também de manchas localizadas de Neossolos Litólicos e Vertissolos, além da presença de grandes rochas, denominadas localmente de lajeiros ou lajedos. Nas baixadas e várzeas há predomínio de Neossolos Flúvicos.

Na Tabela 1 encontram-se valores de alguns atributos químicos dos solos da EsEc-Seridó na camada de 0-20 cm, onde se observa que, em média, apresentam valores elevados para K, Mg, SB, CTC e MO, além de teores reduzidos de Al e Na, sendo, portanto, considerados como de limitação variando de nula a ligeira, em termos de fertilidade, segundo critérios adotados no levantamento de aptidão agrícola por BRASIL (1978).

Tabela 1 – Valores máximos, médios e mínimos de alguns atributos químicos dos solos da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, na camada de 0-20 cm. N= 30.

	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	MO
	H ₂ O	mg.dm ⁻³	-----cmol _c .dm ⁻³ -----								g.kg ⁻¹
Máx.	7,3	28,57	0,43	0,07	4,62	0,2	7,15	1,95	9,6	14,2	25,33
Méd.	6,3	6,23	0,30	0,04	2,29	0,1	3,80	1,08	5,2	7,5	15,34
Min.	5,4	2,14	0,21	0,02	0,99	0,0	1,45	0,40	2,1	3,1	6,86

A vegetação da região é classificada como caatinga arbóreo-arbustiva, hiperxerófila, com características próprias, sendo por isso denominada de Caatinga do Seridó, com sua fisionomia caracterizada por árvores de pequeno porte, freqüentemente com altura inferior a 7 m, apresentando distribuição esparsa e reduzido número de espécies em relação a outros tipos de caatingas (Duque, 1980).

A caatinga da EsEc-Seridó é considerada como secundária, já que antes de ser área de preservação foi fazenda agropecuária, porém, o local onde este trabalho foi desenvolvido é relativamente bem conservado, não apresentando sinais de forte ação antrópica. Há predominância de *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton sonderianus* e *Mimosa hostilis*, além de inúmeras gramíneas que recobrem o solo durante vários meses do ano, independente do déficit hídrico, como *Aristida adscensionis*.

2.2. Instalação das bandejas coletoras e fracionamento da serapilheira

Em função da rede de estradas, facilidade de acesso, relevo, grau de antropismo e histórico da área, o setor sudeste da EsEc-Seridó foi selecionado para instalação das bandejas coletoras.

Nesta parte da EsEc-Seridó o relevo é plano a levemente ondulado, possui vegetação relativamente homogênea e de porte representativo da área menos acidentada. A área sofreu pouca ação antrópica e o acesso é difícil apenas na época chuvosa.

As bandejas coletoras foram construídas de madeira, com dimensões de 1 m x 1 m x 0,20 m e fundo em tela de nylon azul com malha de 1 mm para drenar água da chuva e situadas a 1 m de altura do solo. Cada bandeja foi identificada com o número da respectiva parcela escrito em tinta vermelha na parte lateral da mesma, sendo colocadas no centro das mesmas 30 parcelas de 10 m x 20 m utilizadas para a realização do levantamento da vegetação e análise fitossociológica (Capítulo 1).

Visando reduzir o erro amostral, considerou-se que seria muito importante realizar cada coleta mensal em um único dia. Assim, estipulou-se o número de 30 bandejas, quantidade adequada que permitiu executar todo o processo de coleta mensal em apenas um dia, estabelecendo-se também que as mesmas deveriam acontecer sempre nos três primeiros dias do mês, estendendo-se de abril/2003 a março/2004.

De modo a ter fácil acesso às bandejas, principalmente no período chuvoso, as mesmas foram distribuídas ao longo de um arco paralelo a um aceiro (Figura 2) que circunda a parte sudeste da área da EsEc-Seridó, sempre mantendo a distância mínima de 50 m entre as bandejas e entre estas e o aceiro, além de evitar locais com pedregosidade excessiva ou lajeiros.

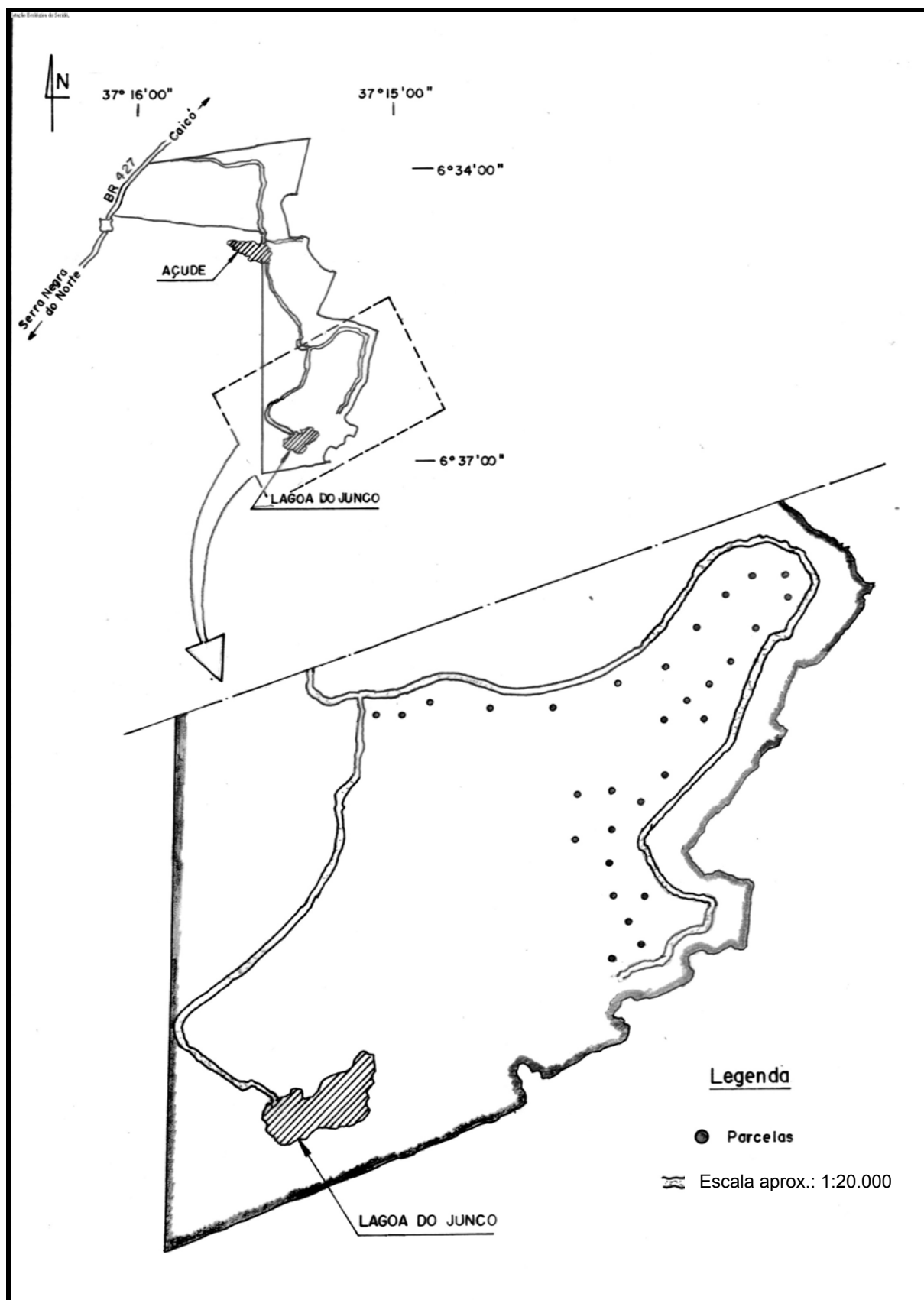


Figura 2 – Mapa da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com a localização das parcelas onde foram instalados os coletores.

O material coletado foi seco ao ar durante 48h, separado nas frações folhas de *C. pyramidalis* (FC), *A. pyriformis* (FP), *C. sonderianus* (FM), e das demais espécies (FO), galhos com diâmetro inferior a 2,0 cm e cascas (GC), material reprodutivo (MR) e miscelânea ou material de difícil identificação (MI), que incluía também fezes de pássaros ou insetos, além de insetos mortos.

Para auxiliar na separação da fração foliar, antes do início das coletas foram coletadas e identificadas amostras de folhas de todas as espécies ocorrentes nas trinta parcelas, sendo em seguida montado um mostruário sobre uma placa de isopor para servir de referência no momento de separação da fração foliar das diferentes espécies no laboratório.

Todo o material foi colocado em sacos de papel, identificado por bandeja e por fração, seco em estufa de circulação forçada a 65 °C durante 48 horas, pesado em balança de precisão com duas casas decimais e triturado em moinho do tipo Willey para análises laboratoriais.

Posteriormente, através da mistura das frações folhas de *C. pyramidalis*, *A. pyriformis*, *C. sonderianus* e das demais espécies estabeleceu-se a fração folha total (FT), assim como a fração serapilheira total da caatinga (CAA) foi o resultado da mistura de folha total, galhos e cascas, material reprodutivo e miscelânea.

Os resultados mensais dos aportes de serapilheira das diversas frações foram obtidos em $\text{g.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$, sendo depois transformados para $\text{kg.ha}^{-1}.\text{mês}^{-1}$ e apresentados como média das 30 bandejas, juntamente com o erro padrão da média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sazonalidade na deposição de serapilheira

Após doze meses foram depositados $2.068,55 \text{ kg.ha}^{-1}$ de serapilheira, com as folhas constituindo a fração predominante (Figura 3), responsável por 79,90 % do material decíduo, dos quais 38,54 % pertencem a *Caesalpinia pyramidalis*, 21,86 % são de *Croton sonderianus*, 17,53 % são de *Aspidosperma pyrifolium* e 22,07 % pertencem às outras 19 espécies ocorrentes na área. A fitomassa de galhos e cascas atingiu 9,27 % do total depositado, enquanto a participação de material reprodutivo foi de 2,92 % e a de miscelânea 7,91 %.

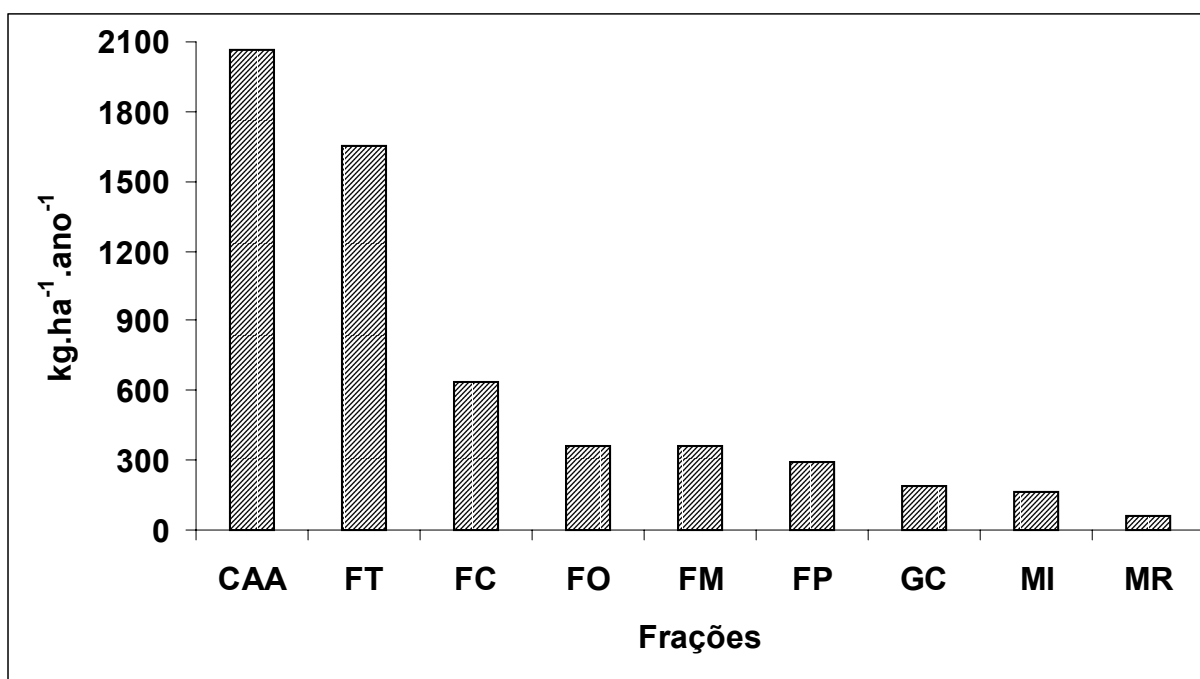


Figura 3 – Deposição anual de serapilheira nas diversas frações da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período de abril/2003 a março/2004. CAA: caatinga total; FT: folha total; FC: folhas de *C. pyramidalis*; FO: folhas das outras espécies; FM: folhas de *C. sonderianus*; FP: folhas de *A. pyrifolium*; GC: galhos e cascas; MI: miscelânea e MR: material reprodutivo.

O valor de deposição total neste trabalho está bem abaixo do estimado por Brown (1980) para florestas tropicais secas, de $5.500 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$; entretanto se aproxima daquele para florestas sub-tropicais secas, que atinge $2.780 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, dos quais mais de 84 % são folhas. Deve-se observar, porém que os valores citados para florestas tropicais secas foram obtidos através de cálculos interpolados a partir de dados climáticos, podendo ter sido superestimados.

Em diferentes altitudes na área da EsEc-Seridó, Camacho (2001) observou deposição de 1.106 kg.ha^{-1} e 1.175 kg.ha^{-1} nas parcelas situadas a 220 m e 250 m de altitude, respectivamente; no entanto, o autor considerou que estes dados estão subestimados, recomendando estudos mais pormenorizados para melhor quantificar a deposição na área.

Em ambientes de florestas secas semelhantes à caatinga, como nas condições das savanas da Nigéria, Hopkins (1966) quantificou a deposição do litter foliar em $900 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, enquanto Peres *et al.* (1983) observaram deposição total de $2.100 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para uma área de cerrado próxima a Brasília-DF, sendo que 84 % desse total foram folhas senescentes.

Na região de Zamora, Espanha, Regina (2001) observou que a média anual de deposição de serapilheira de *Quercus rotundifolia* Lam. foi de $2.320 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, sendo muito similar à deposição de *Pinus pinea* L. que atingiu cerca de $2.400 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, enquanto para *Pinus pinaster* Sol. foram depositados $1.728 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, com as folhas e acículas respondendo por 78 %, 89 % e 96 %, respectivamente.

A análise dos resultados de pesquisas sobre a deposição anual de serapilheira em ecossistemas florestais considerados secos indica que, em nível mundial, existe uma grande variabilidade temporal e espacial, com diversos fatores, bióticos e abióticos, influenciando na deposição do material orgânico, tais como o tipo vegetacional, latitude, altitude, temperatura, fotoperíodo, relevo, disponibilidade de luz durante a estação de crescimento, evapotranspiração, deciduidade, estágio sucessional, herbivoria, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes no solo (Portes *et al.*, 1996), mas principalmente a precipitação pluviométrica e o vento (Alvarez-Sanchez & Sada, 1993; Sanchez & Alvarez-Sanchez, 1995 e Diniz & Pagano, 1997).

Na Figura 4 está representada a distribuição média mensal das temperaturas máxima e mínima, temperatura do ar e velocidade do vento, ao longo do período de coleta de serapilheira na EsEc-Seridó.

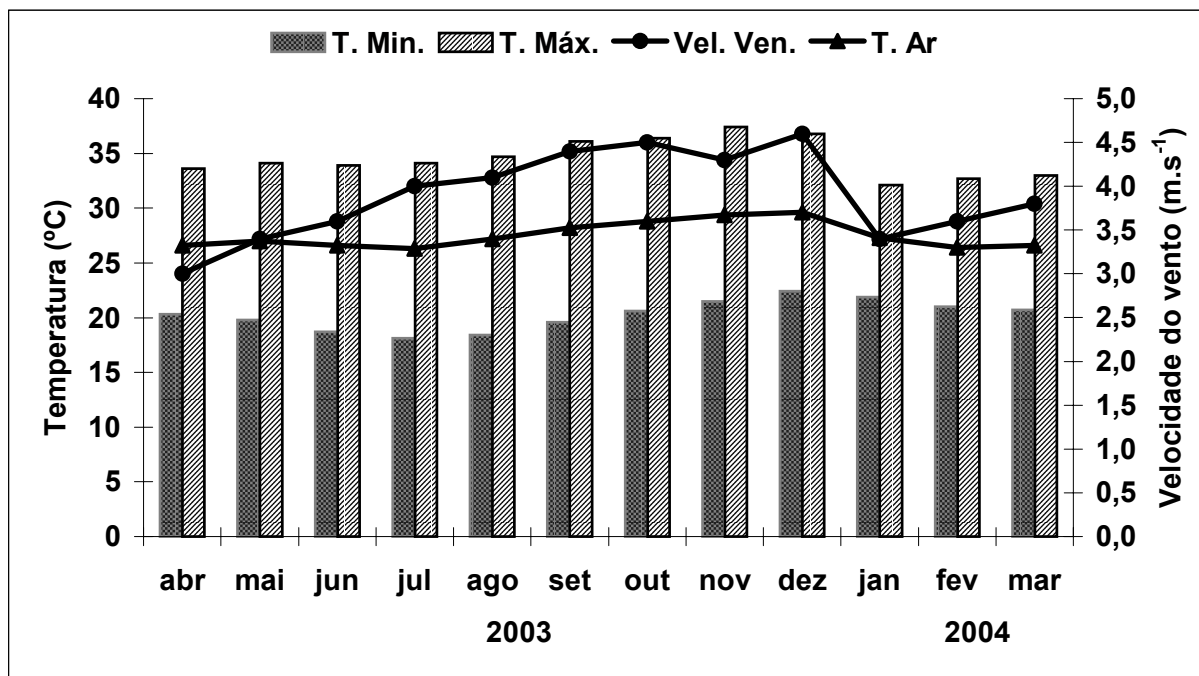


Figura 4 – Médias mensais da velocidade do vento (Vel. Ven.), temperaturas máxima (T. Máx.), mínima (T. Min.) e do ar (T. Ar) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, durante o período do estudo. Dados fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc-Seridó.

Nas pesquisas de produção de serapilheira esses são os fatores abióticos climáticos normalmente mais relacionados com a produção das diferentes frações (Vogt *et al.*, 1986; Andrade *et al.*, 1999), porém nem sempre apresentando correlação significativa com a queda de biomassa decídua.

As variações das temperaturas médias mensais (máxima, mínima e do ar) foram reduzidas durante o período das coletas, entretanto, a diferença absoluta entre a máxima e a mínima mensal foi significativa. Assim, foram observados valores elevados para essa diferença, apresentando média anual superior a 14 °C, com menores valores nos meses mais chuvosos.

A velocidade média do vento em abril/2003 foi de 3,0 m.s⁻¹, aumentando paulatinamente até atingir 4,6 m.s⁻¹ em dezembro, retornando para 3,4 m.s⁻¹, em janeiro/2004 e apresentando tendência crescente até março/2004.

Já a umidade relativa do ar, como é diretamente relacionada à precipitação, mostra curva similar decrescente, alcançando 79,4 % em abril/2003, e decrescendo até 51 % em dezembro, voltando a aumentar novamente em janeiro para 72 % com o início das chuvas na área (Figura 5).

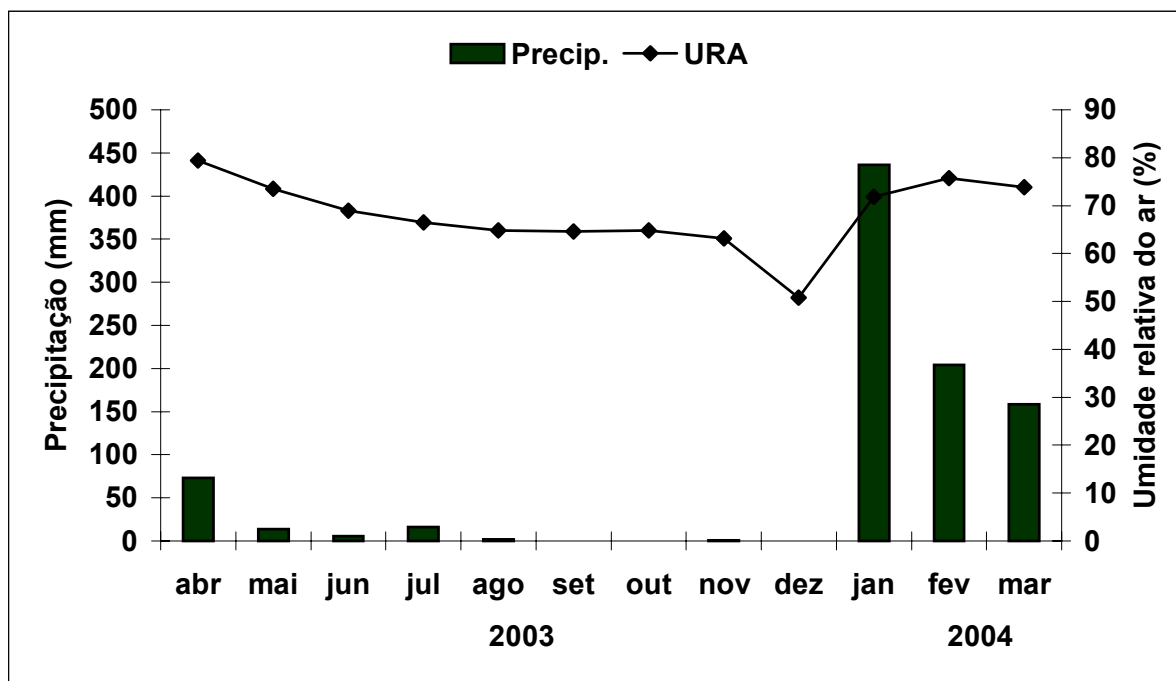


Figura 5 – Médias mensais da precipitação (Precip.) e umidade relativa do ar (URA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, durante o período do estudo. Dados fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc-Seridó.

A precipitação total durante o período das coletas foi de 910 mm, o que representa 30 % a mais em relação a média anual, entretanto, cerca de 88 % desta precipitação ocorreu nos três primeiros meses de 2004. No mês em que se iniciou a coleta (abril/2003) foi registrada uma precipitação de 73,2 mm, reduzindo para 13,8 mm em maio (mais de 80 %), e do total precipitado neste mês mais de 83 % ocorreu antes do final da primeira semana, não havendo praticamente nenhuma chuva adicional até o final do mês. No decorrer do resto do ano aconteceram ainda seis chuvas esporádicas, sendo cinco com volume inferior a 2,1 mm e uma com 16,2 mm em julho, enquanto que no período entre setembro e dezembro houve apenas um registro de 0,5 mm de precipitação.

De modo geral, a vegetação da caatinga é fortemente influenciada pelas condições climáticas, especialmente a distribuição da precipitação, a qual se apresenta muito irregular de ano para ano, apesar de apresentar na área estudada um padrão relativamente definido de chuvas nos primeiros meses do ano, seguindo-se depois um longo período de oito meses com forte redução e, às vezes, ausência total de chuvas.

O momento crítico para a vegetação da caatinga na EsEc-Seridó parece ser o início do período seco, quando todos os parâmetros climáticos que influenciam na quantidade de umidade, como a precipitação, a velocidade do vento e a temperatura, provocam alterações drásticas no ambiente.

A produção mensal de serapilheira total (CAA) foi ininterrupta durante todo o período de coleta (Figura 6 e Tabela 2) mostrando, entretanto, marcante sazonalidade. As maiores taxas ocorreram em maio no início do período seco, quando houve redução drástica da precipitação com as plantas perdendo grande parte de sua biomassa. Foi nesse período que ocorreram os picos de deposição das frações folhas, galhos e cascas, miscelânea e material reprodutivo.

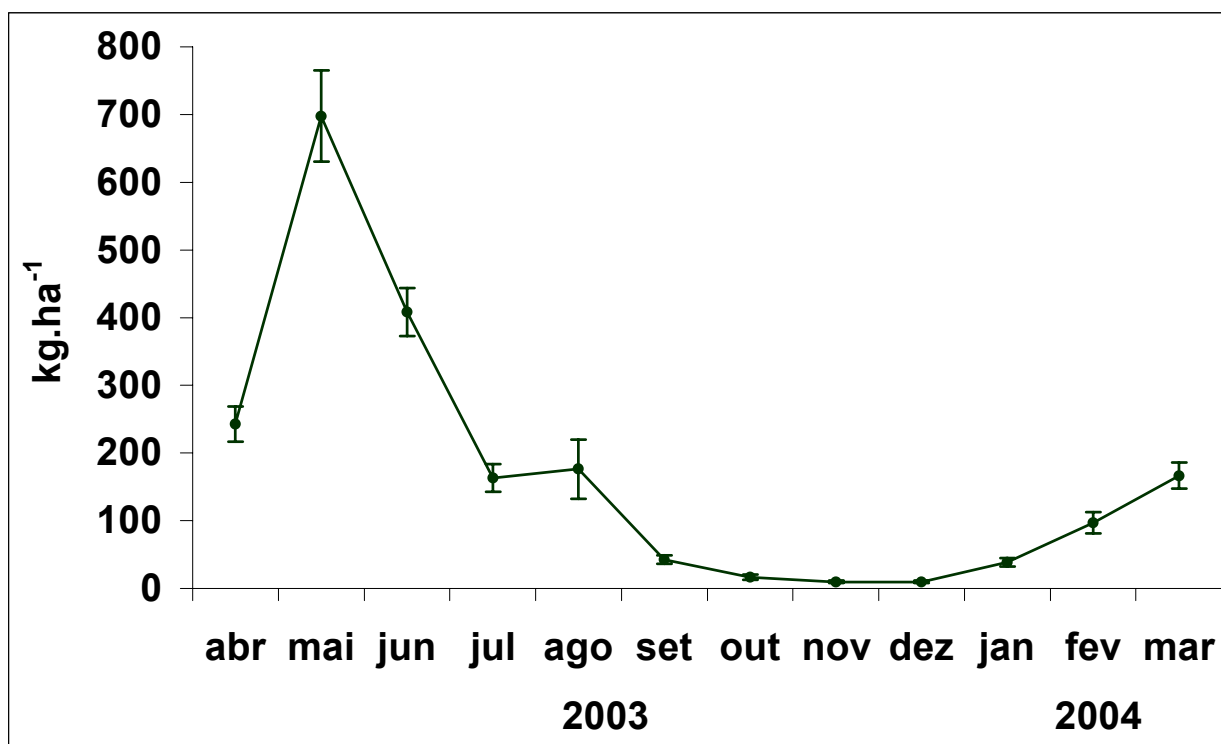


Figura 6 – Deposição média mensal e erro padrão da serapilheira produzida pela caatinga arbóreo-arbustiva (CAA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

A partir de maio, com a redução na precipitação, a queda de material decíduo continuou paulatinamente até dezembro/2003, porém em quantidades insignificantes a partir de setembro, voltando a aumentar após janeiro de 2004, com o início das chuvas.

Entre agosto e dezembro/2003, período considerado mais seco, com apenas 2,5 mm de chuva, a produção de serapilheira total foi de apenas 255 kg.ha⁻¹, sendo que deste total mais de 46 % foram devidos à intensa queda de folhas de *A. pyrifolium* em agosto, indicando que o seu pico de deciduidade foliar ocorreu quatro meses após o início da estação seca.

Tabela 2 – Produção mensal e total de serapilheira e erro padrão da média (epm) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período de abril/2003 a março/2004.

Meses	Frações (kg.ha ⁻¹)								
	FC	FM	FP	FO	FT	GC	MR	MI	CAA
abr	89,93	50,19	6,18	33,82	180,12	20,18	9,52	32,77	242,59
mai	270,88	207,15	10,79	103,74	592,56	29,46	14,56	61,23	697,81
jun	172,19	70,41	47,80	81,13	371,53	18,43	5,19	13,15	408,30
jul	41,98	11,08	55,20	41,40	149,66	9,67	0,56	3,20	163,09
ago	14,66	2,79	117,25	30,51	165,21	10,04	0,16	0,99	176,40
set	6,06	2,56	10,74	9,98	29,34	12,00	0,53	0,53	42,40
out	2,30	0,34	0,14	3,49	6,27	9,16	0,74	0,52	16,69
nov	0,51	0,16	0,03	2,03	2,73	5,67	0,49	0,63	9,52
dez	0,21	0,28	0,12	1,22	1,83	6,25	0,84	0,68	9,60
jan	2,24	0,93	1,94	6,77	11,88	21,39	0,58	4,84	38,69
fev	4,12	5,77	18,23	23,94	52,06	22,72	9,25	12,90	96,93
mar	31,93	9,71	21,30	26,60	89,54	26,86	17,93	32,20	166,53
TOTAL	637,01	361,37	289,72	364,63	1652,73	191,83	60,35	163,64	2068,55
epm	24,68	17,35	9,98	9,33	51,89	2,36	1,82	5,51	58,69

FC: folhas de *C. pyramidalis*; FM: folhas de *C. sonderianus*; FP: folhas de *A. pyrifolium*; FO: folhas das outras espécies; FT: folha total; GC: galhos e cascas; MR: material reprodutivo; MI: miscelânea e CAA: caatinga total.

A variabilidade de queda da serapilheira durante o ano foi elevada, atingindo apenas $9,52 \text{ kg.ha}^{-1}$ no pico do período seco em novembro, quando choveu apenas 0,5 mm, e o máximo em maio, início da estação seca, com $697,81 \text{ kg.ha}^{-1}$, evidenciando assim a relação entre umidade e produção de serapilheira.

Deve-se observar também que os solos da área estudada apresentam textura arenosa e são rasos e pedregosos, com pouca retenção de água no perfil, tornando-se assim um ambiente de restritivas condições de umidade no período seco, já que se torna mais difícil para as plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas.

Em condições de forte déficit hídrico as espécies da caatinga utilizam suas adaptações morfológicas e/ou fisiológicas que possibilitam a sobrevivência em condições de seca, como a senescência e a caducifolia, depositando então grandes quantidades de material decíduo para reduzir a transpiração (Silva *et al.*, 2004).

O padrão de maior deposição de serapilheira logo após a estação chuvosa tem sido observado também em outros ecossistemas por vários autores (Peres *et al.*, 1983; Swamy & Proctor, 1994; Froufe, 1999), os quais creditam o evento ao agravamento do estresse hídrico, ocasionando a queda de folhas como medida preventiva à alta perda de água por transpiração durante o período seco seguinte. Diniz & Pagano (1997), por exemplo, observaram a mais intensa deposição de material no período coincidente com o auge da época seca e início da chuvosa, enquanto Silva (1984) considerou que o padrão estacional da deposição de material orgânico não foi perfeitamente estabelecido, coincidindo, porém com o período de menor precipitação na área.

Vogt *et al.* (1986) sintetizando e analisando dados disponíveis sobre a produção e acúmulo de matéria orgânica, citam que várias tentativas foram feitas para correlacionar a produção de serapilheira com os dados de precipitação, ou mesmo transformando estes dados, porém nenhuma obteve sucesso.

Delitti (1984) citou dois padrões básicos para a deposição de serapilheira, com o primeiro referindo-se a uma maior deposição de serapilheira na época mais seca, como ocorre em ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e cerrados. O segundo caso é o inverso e consiste em um aumento na intensidade de deposição de serapilheira na época úmida, típico das florestas atlânticas e restingas.

É provável que a produção de serapilheira na caatinga estudada não esteja apenas diretamente relacionada com os fatores climáticos analisados, mas também ao comportamento perene ou decíduo das espécies e a proporção desses grupos na população, conforme observado também por Vogt *et al.* (1986) e Cuevas & Medina (1986), sendo assim exceção aos padrões sugeridos por Delitti (1984), já que na área o pico máximo de produção ocorre logo no início do período seco.

Sabe-se que a caducifolia é resultante de uma série de processos metabólicos, ligados à fisiologia de cada espécie e também dos estímulos vindos do ambiente tais como: fotoperíodo, estresse hídrico, fertilidade do solo, variáveis climáticas etc. (Kramer & Kozlowski, 1979). No caso da caatinga estudada, a redução acentuada da precipitação parece ser o fator abiótico que desencadeia o processo de senescência, reduzindo assim a superfície foliar dos indivíduos da população e, conseqüentemente, reduzindo a perda de água do sistema.

3.2. Deposição da fração folha total (FT)

Nos trabalhos consultados sobre produção de serapilheira, independente do bioma estudado, a fração folha normalmente constitui a maior proporção dos resíduos orgânicos que caem ao solo, sendo por isso mesmo a fração mais estudada. Assim, a curva de deposição mensal da fração é muito semelhante a da serapilheira total, como também foi observado na vegetação da caatinga arbóreo-arbustiva da EsEc-Seridó (Figura 7).

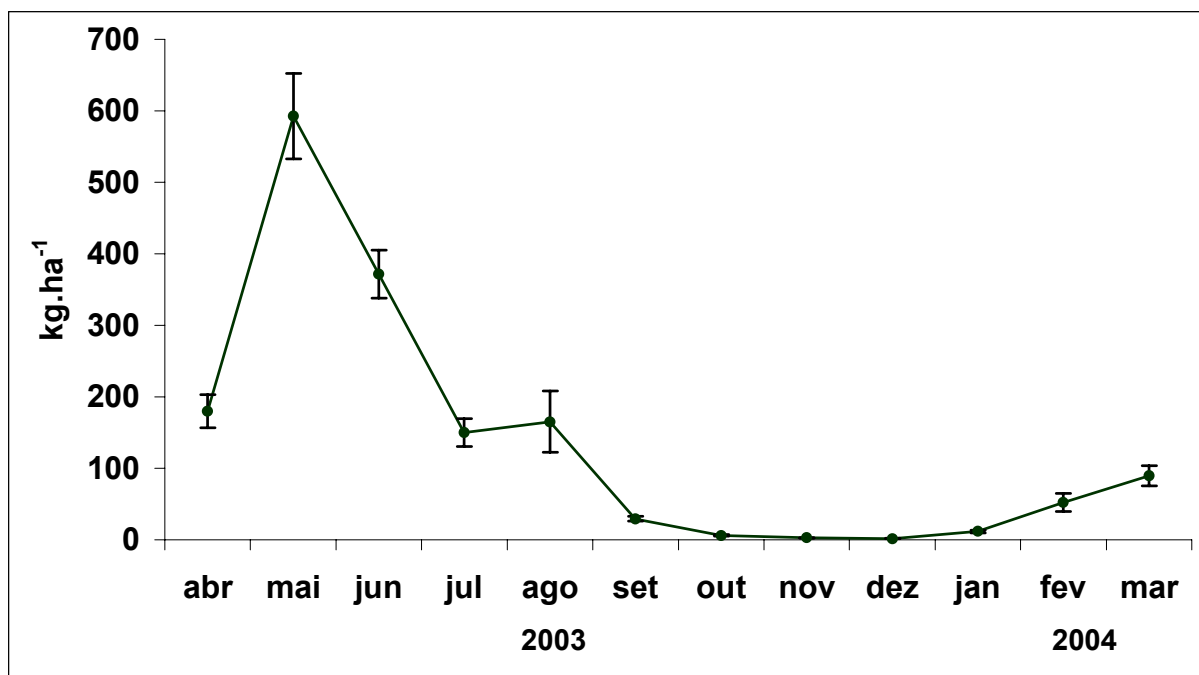


Figura 7 – Deposição média mensal e erro padrão da fração folha total (FT) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Neste trabalho, a produção de serapilheira foliar atingiu cerca de 1.652,71 kg.ha⁻¹.ano, o que corresponde a 79,90 % de todo o material decíduo. No levantamento que realizaram em nível mundial, enfocando a quantidade de detritos orgânicos depositados por diferentes tipos de vegetação, Bray & Gorham (1964) concluíram que, nas diferentes zonas ecológicas consideradas, a participação das folhas situou-se entre 58 % e 79 % do material orgânico decíduo. Portanto, a caatinga estudada se situou um pouco acima da faixa superior de deposição foliar considerada pelos autores citados acima, que, entretanto não se referiram as florestas tropicais secas.

Os resultados dos poucos estudos desenvolvidos na caatinga quantificando a produção de serapilheira foliar apresentam percentuais muito inferiores aos obtidos neste trabalho, com Dantas (2003) obtendo menos de 40 % do total para esta fração, enquanto Camacho (2001) estimou em torno de 41 % a produção média de folhas decíduas. Para outros ecossistemas secos, Brown (1980) citou que cerca de 91 % da serapilheira total eram folhas, enquanto Martínez-Yrizar

& Sarukhán (1990) obtiveram cerca de 70 % de folhas na serapilheira de uma floresta decídua mexicana.

Em plantios homogêneos essa fração cresce com a idade da vegetação, até um certo ponto, e depois diminui devido ao aumento progressivo de galhos, cascas e componentes reprodutivos das plantas (Reis & Barros, 1990), entretanto para florestas naturais não há um padrão definido de produção já que inúmeros fatores e suas inter-relações podem exercer influência na deciduidade das diferentes frações.

Na caatinga, a produção de serapilheira foliar parece estar ligada a dois fatores altamente relacionados, que são o início do período seco na área, com redução do teor de umidade no solo, e o caráter caducifólio das espécies, com conseqüente e imediata abscisão das folhas para reduzir as perdas de água por transpiração. Assim, como algumas espécies da caatinga são perenifólias, ou seja, mantêm parte das suas folhas durante o ano, independente da deficiência hídrica, é provável que o pico de deposição de biomassa foliar decídua logo no início do período seco, seja resultado da perda de folhas das espécies caducifólias, vindo a seguir vários meses com taxas reduzidas de deposição, proporcionadas principalmente pela contribuição das espécies perenifólias, até o início de nova estação chuvosa, quando as espécies caducifólias recuperam suas folhas.

Na caatinga de Serra Talhada (PE) Machado *et al.* (1997) verificaram que a deposição de folhas foi ininterrupta durante o ano, mas como esperado, a queda de folhas tornou-se mais acentuada após a estação chuvosa, semelhante ao que se observou na caatinga da EsEc-Seridó, mostrando assim um certo padrão temporal de produção de serapilheira no bioma caatinga. Desse modo, o padrão de deposição anual de biomassa da caatinga na EsEc-Seridó parece ser dependente do estresse hídrico e também, da proporção entre espécies caducifólias e perenifólias na área. Entretanto, dependendo do grau de umidade no solo, as árvores podem permanecer ainda com significativa quantidade de folhas, mesmo sendo caducifólias, como se observou em vários indivíduos de *Caesalpinia pyramidalis*, *Piptadenia stipulacea*, *Croton sonderianus* e *Aspidosperma pyrifolium*, mesmo no período mais seco do estudo.

Barbosa *et al.* (2003) comentam que as espécies decíduas são predominantes nas regiões áridas e semi-áridas variando o grau de deciduidade de

acordo com a reação aos déficits hídricos, uma vez que há espécies que perdem as folhas logo no final da estação chuvosa e outras que as mantêm até o final da estação seca, criando, portanto mosaicos temporais e espaciais dentro de microambientes durante a estação seca. Assim, o padrão de deciduidade das espécies parece ser principalmente afetado pela precipitação e pela maior ou menor duração do período seco, com a umidade do solo sendo o fator preponderante no desencadeamento do processo em florestas secas, mas, segundo Murphy & Lugo (1986), o mecanismo dessa ação permanece obscuro.

Quantificando a queda de folhas das espécies arbóreas de uma floresta tropical seca decídua em Gana, Lieberman (1982) observou que a maior produção ocorreu principalmente durante a estação seca. Resultado semelhante foi obtido por Martínez-Yrizar & Sarukhán (1990) em floresta decídua no México, enquanto Opler *et al.* (1980), em florestas secas da Costa Rica, verificaram que a produção máxima de serapilheira foliar aconteceu durante o período inicial da estação seca, ficando evidente que o déficit hídrico limitou as atividades fisiológicas das espécies nos três ambientes citados.

Os resultados obtidos na EsEc-Seridó apresentam semelhança com aqueles observados por Barbosa *et al.* (2003) resgatando informações sobre a fenologia de 28 espécies lenhosas da caatinga em Sousa (PB) e Serra Talhada (PE). Os autores concluíram que 23 espécies eram decíduas, perdendo as folhas de maneira concentrada na estação seca, sendo que nove destas perdiam as folhas logo no final da estação chuvosa (maio) e quatorze no final da estação seca (outubro a dezembro), incluindo no primeiro grupo *Aspidosperma pyrifolium*, *Bauhinia cheilanta*, *Caesalpinia ferrea* e *Caesalpinia pyramidalis*, enquanto no segundo ocorriam *Croton sonderianus*, *Combretum leprosum*, *Jatropha mollissima*, *Piptadenia stipulaceae* e *Amburana cearensis*, espécies que respondem por mais de 80 % da densidade nas trinta parcelas estudadas na EsEc-Seridó.

3.3. Deposição da fração galhos e cascas (GC)

A fração galhos e cascas foi o componente da serapilheira que apresentou a segunda maior produção após as folhas, depositando 191,83 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ o que

corresponde a 9,27 % do total, com um pico de deposição entre janeiro e junho, coincidindo com o período chuvoso e início do período seco (Figura 8).

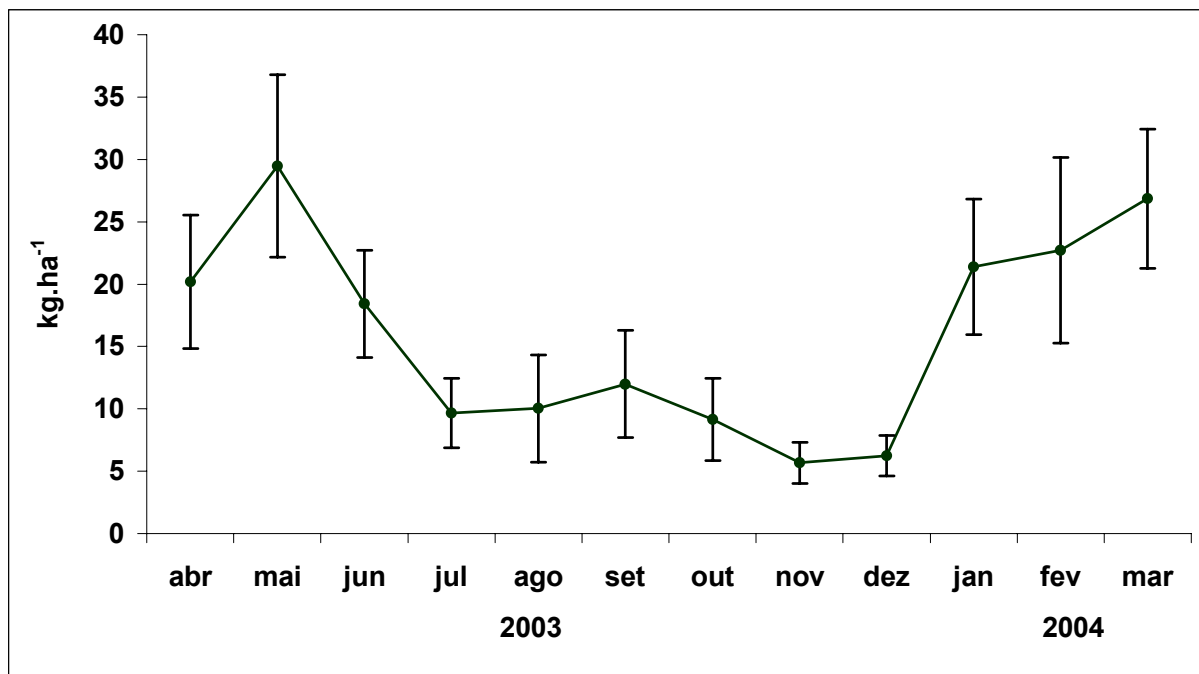


Figura 8 – Deposição média mensal e erro padrão da fração galhos e cascas (GC) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Essa fração, apesar de contribuir com expressiva biomassa da serapilheira em todos os biomas, é pouco estudada e compreendida, apresentando resultados extremamente variáveis, possivelmente em função da metodologia de coleta utilizada, como o diâmetro mínimo dos galhos e a área dos coletores.

Neste trabalho não se verificou nenhum material com diâmetro superior a 2,0 cm, o que significa que o material lenhoso coletado eram galhos finos, cascas e partes de galhos grossos que se desprendiam das árvores. Assim, observou-se que mesmo quando mortas, as árvores permaneciam de pé, liberando lentamente pequenos fragmentos, mas nunca galhos grossos. A contribuição das cascas das árvores para esta fração foi significativa, principalmente pela presença de espécies que perdem suas cascas durante grande parte do ano como *Cnidoscolus phyllacanthus*, *Jatropha mollissima*, *Amburana cearensis* e *Anadenanthera macrocarpa*, entretanto, essa fração não foi quantificada isoladamente para cada uma das espécies.

Para espécies que apresentam acentuada queda de cascas, a participação da fração casca na serapilheira total é importante, como observado por Lugo *et al.* (1990) em plantios de *Eucalyptus saligna*, onde a contribuição deste material foi superior a 20 % do total decíduo.

Os valores em nível mundial para galhos e cascas, mesmo em florestas secas, mostram grande variabilidade, a exemplo dos estudos de Peres *et al.* (1983) que quantificaram a participação desse material entre 7,0 % e 18,5 % da serapilheira total em área de cerrado e de Martínez-Yrizar & Sarukhán (1990) que obtiveram 17 % em floresta decídua no México e de Camacho (2001) que estimou em cerca de 25 % na própria EsEc-Seridó. Já em outras florestas, como na estacional semidecídua montana, Dias & Oliveira Filho (1997) quantificaram em 2.010 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ ou 25 % da serapilheira total a participação da fração lenhosa, com esta fração aparecendo com o padrão de deposição mais confuso, com pequena tendência de aumento nos meses de maior precipitação, possivelmente em função da ação mecânica das chuvas e do vento sobre o dossel, mostrando porém certa aleatoriedade.

Em floresta estacional decidual König *et al.* (2002) observaram que a grande variabilidade da queda de galhos foi em decorrência de fenômenos climáticos adversos, como tempestades com ventos anormais, e também pelo fato do menor tamanho das bandejas, possivelmente não adaptadas para a coleta da fração. Os autores verificaram também correlação negativa com a precipitação e a temperatura do ar. Em uma floresta mista em Hong Kong, Lam & Dudgeon (1985) correlacionaram a produção do material lenhoso com a temperatura e o estresse hídrico, que podem ser importantes fatores que influenciam na morte de galhos, o que, no entanto, requer um período de dois a quatro meses para manifestar seus efeitos. Por seu turno, Vogt *et al.* (1986) comentam que, exceto para a temperatura mínima, nenhuma das outras variáveis climáticas, isoladas ou combinadas, explicaram qualquer variação na produção de galhos e cascas tanto para florestas de coníferas como de folhas largas.

Na EsEc-Seridó foi observado redução na produção desta fração a medida que as chuvas também se reduziam, com os menores picos de produção ocorrendo em novembro-dezembro, quando choveu apenas 0,5 mm na área. Entretanto, com o início das chuvas em janeiro, houve um substancial aumento na produção da fração, o que pode estar relacionado ao efeito mecânico da chuva no processo de

deciduidade dos ramos ressequidos durante a época seca anterior. Desse modo, é provável que o pico de produção ocorrido em abril-junho/2003 seja resultado da mortalidade causada pela seca ocorrente ainda no ano anterior, quando choveu apenas 2,2 mm entre os meses de agosto a dezembro.

3.4. Deposição da fração material reprodutivo (MR)

A fração material reprodutivo (Figura 9), que incluiu botões florais, flores, frutos e sementes foi responsável por 2,92 % da produção total de serapilheira, o que corresponde a $60,35 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Poucos trabalhos quantificam essa fração, e os valores aqui apresentados evidenciam a necessidade de se monitorar, também, o comportamento fenológico das espécies durante a fase das coletas, com o objetivo de coletar dados que possam ajudar a explicar alguns resultados aparentemente contraditórios, e mesmo determinar a influência isolada de cada espécie para determinado evento ocorrido no processo de deposição.

Como as demais frações, esta seguiu o mesmo padrão das chuvas ao longo do período de coleta, apresentando um pico que tem início no meio do período chuvoso e se prolonga até o seu final, reduzindo drasticamente a partir de julho, quando praticamente deixou de chover na área estudada.

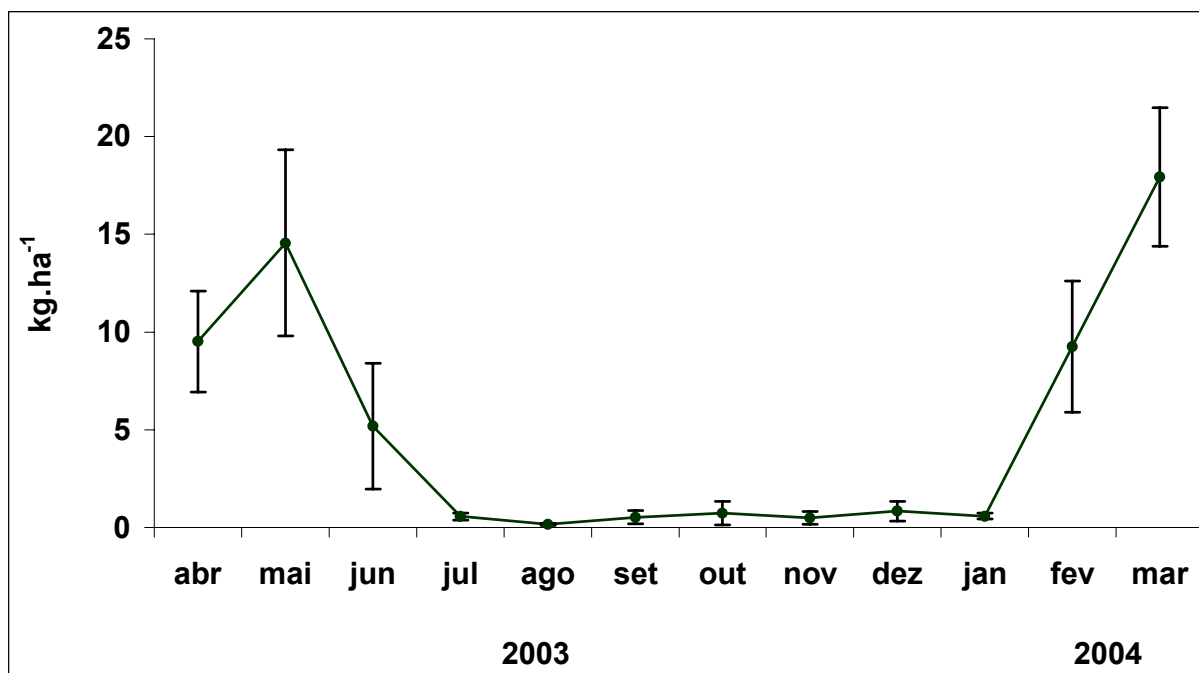


Figura 9 – Deposição média mensal e erro padrão da fração material reprodutivo (MR) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

A menor produção ocorreu entre julho/2003 a janeiro/2004, abrangendo assim quase todos os meses mais secos de 2003. Nesse período, a produção da fração foi de apenas 3,9 kg.ha⁻¹ ou 6,45 % do total decíduo, com a média mensal sendo pouco superior a 0,500 kg.ha⁻¹, evidenciando a sazonalidade da queda da fração.

Assim, a quase totalidade do ciclo de floração, frutificação e queda desse material na caatinga da EsEc-Seridó ocorre pouco depois do início do período chuvoso, se estendendo um pouco além do final das chuvas, ocorrendo entretanto simultaneidade entre as fenofases de floração e frutificação. Resultados semelhantes foram observados por Pereira *et al.* (1989) em Pentecostes-CE, onde a queda de frutos de *C. sonderianus* ocorreu também desde o início de maio até o início de junho; para *A. pyrifolium* essa fenofase ocorreu do fim de abril até meados de maio, enquanto para *Anadenhanthera macrocarpa* houve maior deciduidade desse material em janeiro. Na EsEc-Seridó o efeito da precipitação na produção desta fração foi relevante para algumas espécies. Observações de campo na EsEc-Seridó mostram que em março, vários indivíduos adultos de *Tabebuia impetiginosa* estavam em rápido processo de perda de folhas e floresceram logo em seguida,

enquanto que em fevereiro, no meio da estação chuvosa, foram coletadas grandes quantidades de flores de *Croton moritibensis*, *Croton sonderianus* e *Commiphora leptophloeos*.

A produção desta fração normalmente tem sido correlacionada com a precipitação, como notaram Diniz & Pagano (1997) em condições de floresta mesófila semidecídua na região de Araras-SP, onde a participação das flores foi de 15 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, com as maiores produções ocorrendo em julho e agosto (inverno), e afirmaram ainda que esse valor pode ser creditado as Compositae que florescem nessa época do ano. Porém, para Silva (1984), essa tendência não ficou clara, com a autora acreditando na interferência de outros fatores.

César (1993) observou, também no período seco, quantidades mínimas de material reprodutivo nas bandejas, entretanto comenta que diversos autores têm relatado o aumento da floração a partir da transição entre a estação seca e o início da chuvosa para as regiões tropicais e subtropicais, mas este padrão não se observou na caatinga.

3.5. Deposição da fração miscelânea (MI)

A fração miscelânea contribuiu com 163,65 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ o que corresponde a 7,91 % da serapilheira total (Figura 10), apresentando um longo período de produção que se estende de janeiro a junho, com um pico em maio, e reduzida deposição no período mais seco das coletas (agosto-dezembro/2003), semelhante ao observado para a fração material reprodutivo.

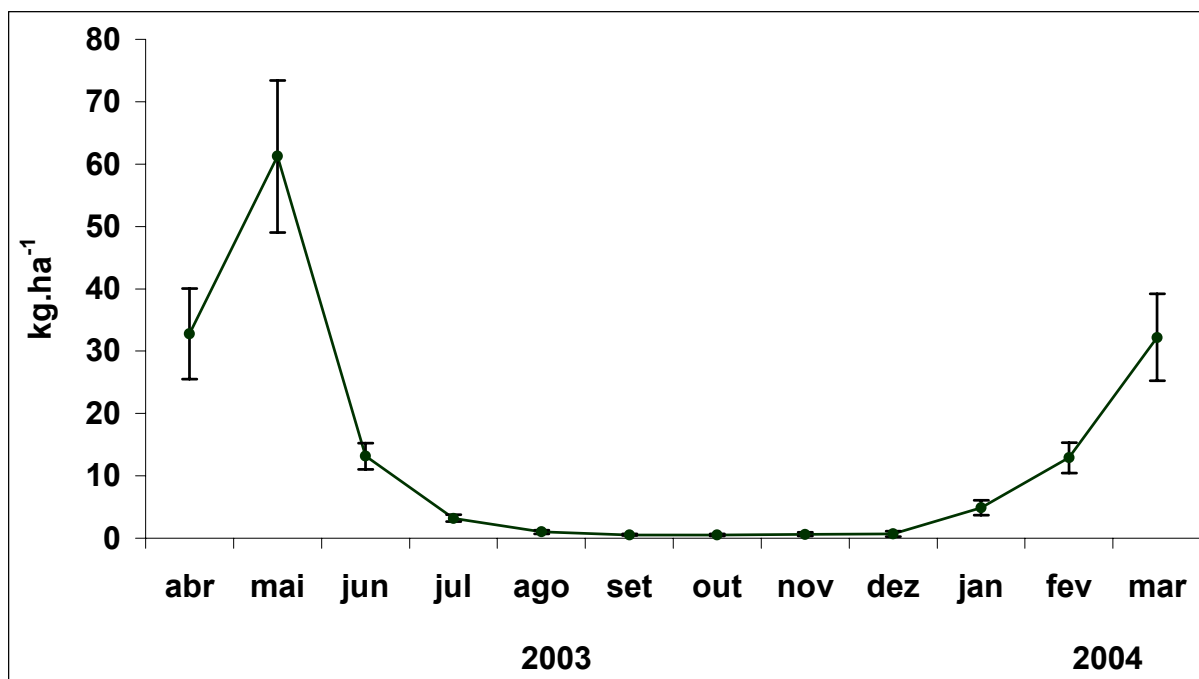


Figura 10 – Deposição média mensal e erro padrão da fração miscelânea (MI) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Em grande parte dos trabalhos relativos à produção de serapilheira, a fração miscelânea é composta de fragmentos de folhas, galhos, ramos, flores, frutos, sementes e outros materiais vegetais de difícil identificação, além de insetos ou partes destes e fezes. Assim, apresenta grande variabilidade na sua composição e no seu padrão de deposição.

Neste trabalho, esta fração foi composta em grande parte por penas de pássaros e corpos e fezes de *Cephalocoema* sp. (falso bicho-pau), inseto da ordem Phasmatodea, muito comum na caatinga local e que se alimenta de folhas de espécies como *Combretum leprosum*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton sonderianus* e *Croton moritibensis*, preferencialmente.

Em geral, os herbívoros têm preferência por folhas novas (Aide, 1993), e, na caatinga da EsEc-Seridó, o processo de refolamento das espécies caducifólias tem início com o aparecimento das chuvas, mesmo aquelas com pequeno volume.

A grande redução na produção da fração no período seco, certamente foi reflexo da diminuição da precipitação na área, reduzindo também a qualidade e a quantidade de matéria verde em condições de ser consumida pela população de

insetos, tanto é que de agosto a dezembro, período seco na região, não foram coletados insetos ou fezes, o que só voltou a acontecer em janeiro/2004, com o reinício das chuvas.

Em quatro ambientes semi-áridos da Venezuela, Poulin *et al.* (1992) observaram que a abundância de artrópodos seguiu o mesmo padrão geral observado na EsEc-Seridó, com a população sendo maior na estação úmida e menor na estação seca, com sua abundância mostrando certa relação positiva com a precipitação.

Evidenciando a importância dos herbívoros no processo de deposição de serapilheira, Schumacher *et al.* (2003) quantificaram em 837 kg.ha^{-1} (14,3 % do total) a participação de fezes de *Adeloneivaia subangulata* em plantios de *Acacia mearnsii*. Martínez-Yrizar & Sarukhán (1990) observaram também que as fezes de invertebrados foram uma importante fração dos restos fragmentados durante a estação chuvosa, indicando um aumento nas atividades de insetos neste período, com posterior queda de produção na estação seca. Do mesmo modo, em uma floresta mista em Hong Kong, Lam & Dudgeon (1985) citaram que o nível de ataque de herbívoros reduziu acentuadamente com o aumento na queda de folhas na estação seca.

Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos de Dias & Oliveira Filho (1997) que observaram uma fração miscelânea de $80 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ composta predominantemente por fezes, além de restos de invertebrados, como membros e exoesqueletos de artrópodes.

3.6. Deposição das frações folhas de *Caesalpinia pyramidalis* (FC), *Aspidosperma pyriforme* (FP), *Croton sonderianus* (FM) e das outras espécies (FO)

A deposição mensal da serapilheira foliar das outras espécies (FO) e individual de *Caesalpinia pyramidalis* (FC), *Aspidosperma pyriforme* (FP) e *Croton sonderianus* (FM), as três espécies com maior valor de importância na área, encontram-se na Figura 11. A fração outras folhas (FO) é o somatório mensal de toda a biomassa foliar decídua das espécies ocorrentes na caatinga da EsEc-Seridó,

excetuando *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Croton sonderianus*, que foram tratadas separadamente. A deposição dessa fração foi de 364,63 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, o que representa cerca de 22 % de toda a biomassa foliar depositada pela vegetação no período do estudo, apresentando um pico de deposição em maio-junho, quando reduziu mais de metade do total anual, havendo drástica redução no período entre setembro-janeiro.

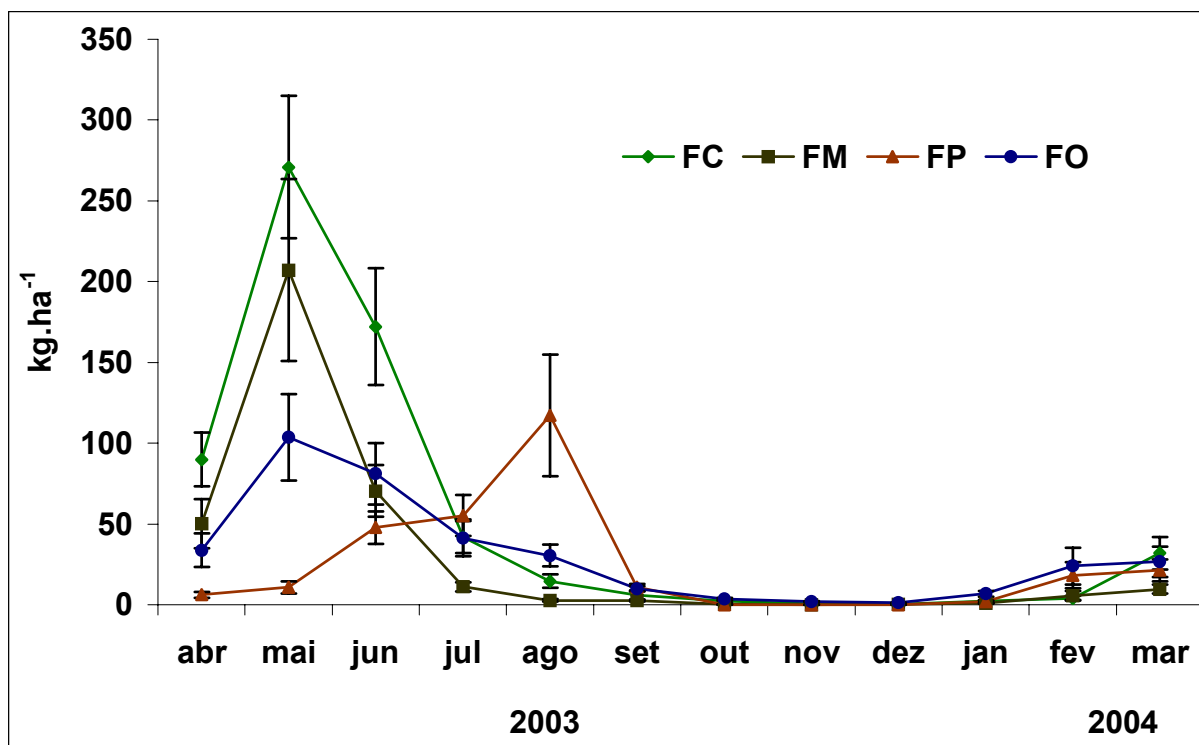


Figura 11 – Deposição média mensal e erro padrão da fração folhas de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e folhas das outras espécies (FO) na serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

A reduzida deposição de serapilheira da fração FO pode ser resultado da menor densidade das dezenove espécies na população amostrada (Artigo 1) e/ou do número de espécies que não apresentaram deciduidade no período estudado, apresentando comportamento perenifólio em função da maior precipitação ocorrida no período amostral, como observado por Barbosa *et al.* (1989) para *Bumelia sartorum*, considerada como decídua facultativa.

Caesalpinia pyramidalis, *C. sonderianus* e *A. pyrifolium* depositaram cerca de 637,01 kg.ha⁻¹, 361,36 kg.ha⁻¹ e 289,71 kg.ha⁻¹, respectivamente, portanto, a

biomassa foliar decídua das três espécies juntas foi responsável por mais de 62 % da serapilheira total da caatinga arbóreo-arbustiva local, o que demonstra a importância das mesmas na comunidade, como já havia sido demonstrado no levantamento fitossociológico realizado anteriormente (Capítulo 1), onde responderam por 58,66 % do número de indivíduos e 51,85 % do valor de importância. Barbosa *et al.* (2003) consideraram que as três espécies são decíduas, com *Croton sonderianus* perdendo as folhas logo no final da estação chuvosa, permanecendo sem folhas no intervalo de 4-6 meses, enquanto em *Aspidosperma pyrifolium* e *Caesalpinia pyramidalis* a senescência foliar ocorreu no final da estação seca, permanecendo sem folhas em um intervalo mais curto, de dois a três meses. Na EsEc-Seridó, esse padrão de deposição de serapilheira foliar não se confirmou integralmente, possivelmente pelas diferentes taxas de precipitação, duração do período chuvoso e capacidade de retenção de água no solo.

Os padrões mensais de deposição de serapilheira foliar de *C. pyramidalis* e *C. sonderianus* foram semelhantes, com apenas um pico de deciduidade ocorrido em maio, logo após o fim da estação chuvosa, provavelmente como resposta ao déficit hídrico ocorrido no ambiente, reduzindo gradualmente a desfolha à medida que se tornava mais pronunciado o déficit hídrico.

Para *C. pyramidalis* o período de menor produção ocorreu entre setembro a fevereiro, com queda de apenas 2,42 % da serapilheira foliar da espécie, enquanto para *C. sonderianus* aconteceu entre agosto e janeiro, sendo coletado cerca de 1,96 % das folhas decíduas. No pico de queda das folhas em maio, a deposição de *C. pyramidalis* e *C. sonderianus* foi de 42,52 % e 57,32 % do total anual, respectivamente, o que pode indicar melhor adaptação de *C. pyramidalis* ao déficit hídrico em relação a *C. sonderianus*. Entretanto, deve-se considerar que *C. pyramidalis* possui porte arbóreo, enquanto *C. sonderianus* é um arbusto, com menos biomassa foliar por indivíduo, o que pode influenciar na taxa fotossintética e na resposta ao estresse hídrico. Resultados semelhantes aos obtidos na EsEc-Seridó foram verificados por Machado *et al.* (1997) que observaram em Serra Talhada-PE a perda total de folhas de indivíduos de *Croton sonderianus* em maio, logo após o final da estação chuvosa, enquanto *Caesalpinia pyramidalis* permaneceu ainda com parte de suas folhas até outubro. Do mesmo modo, na região de Pentecostes-CE, Pereira *et al.* (1989) verificaram que *C. pyramidalis* e

C. sonderianus apresentaram início de deposição foliar no começo da estação seca, que ocorreu também em maio. Os autores citam que *C. sonderianus* entra em dormência já a partir de setembro, quando se observa a perda total de folhas.

Dentre as três espécies com maior valor de importância na caatinga da EsEc-Seridó, *A. pyrifolium* apresentou a menor produção de serapilheira foliar, depositando cerca de 2,2 e 1,2 vezes menos folhas do que *C. pyramidalis* e *C. sonderianus*, respectivamente. O padrão temporal de deposição também foi diferente do apresentado pelas outras duas espécies, com o pico de deciduidade acontecendo mais tardiamente, quatro meses após o fim das chuvas na área, no mês de agosto. Como as outras duas espécies, a produção de serapilheira foi reduzida durante o período seco, sendo mais restrita entre os meses de outubro a janeiro, com queda de apenas 0,73 % da serapilheira foliar total.

Em Pentecostes-CE, a queda de folhas de *A. pyrifolium* teve início logo na primeira semana de julho, já no meio da estação seca, prolongando-se até o final de agosto (Pereira *et al.*, 1989), permanecendo com a maior parte de sua folhagem durante todo o período seco, como foi observado também na EsEc-Seridó.

Assim, pode-se inferir que *A. pyrifolium* apresenta menor restrição do que *C. pyramidalis* e *C. sonderianus* ao déficit hídrico, perdendo menor quantidade de biomassa foliar durante o período seco, o que pode refletir em melhor adaptação às condições de reduzida umidade do ambiente no período. Entretanto, para confirmar esta hipótese há necessidade de realização de pesquisas fisiológicas sobre o assunto.

4. CONCLUSÕES

A produção de serapilheira pela caatinga arbóreo-arbustiva da EsEc-Seridó pode ser considerada média, quando comparado com outros ecossistemas similares, apesar de ser uma floresta secundária e estar há pouco tempo sob condição protegida;

A deposição mostrou-se fortemente sazonal e ininterrupta durante o ano, com a maior produção ocorrendo no início da estação seca, e as menores nos meses finais da mesma estação;

A elevada produção de material decíduo no início da estação seca, provavelmente é resultado do mecanismo de adaptação das espécies do bioma para reduzir a perda de água no período seco via transpiração;

A fração foliar foi o principal constituinte da serapilheira total, com *Caesalpinia pyramidalis* depositando significativa quantidade de serapilheira foliar, o que pode estar relacionado com a elevada dominância da espécie no bioma;

Dentre as três espécies estudadas, *A. pyrifolium* apresentou a menor perda de biomassa foliar no período seco, o que pode significar melhor adaptação às condições de estresse hídrico do ambiente estudado, sendo também a espécie que por mais tempo manteve suas folhas no período seco, com pico de produção ocorrendo três meses após o fim do período chuvoso;

A fração galhos e cascas foi contínua durante os meses de coleta, sendo a segunda maior produtora de serapilheira e apresentando longo pico de deposição durante todo o período chuvoso;

A fração miscelânea foi basicamente de origem animal, apresentando grande deposição entre fevereiro e junho, época de renovação foliar na caatinga, com presença preponderante de corpos e fezes de *Cephalocoema* sp. (falso bicho-pau).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, M.P.M.; JOLY, C.A. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.193-202, 2003.

AIDE, T.M. Patterns of leaf development and herbivory in a tropical understory community. **Ecology**, v.74, n.2, p.455-466, 1993.

ALVAREZ-SANCHEZ, J.; SADA, S.G. Litterfall dynamics in a Mexican lowland tropical rain forest. **Tropical Ecology**, v.2, n.34, p.127-142, 1993.

ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S.S.U.; FARIA, S.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22p. (Documentos, 13).

BARBOSA, D.C.A.; ALVES, J.L.H; PRAZERES, S.M. *et al.* Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha-PE). **Acta Botanica Brasilica**, v.3, n.2, p.109-117, 1989.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosa 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.

BRASIL. **Aptidão Agrícola das Terras do Rio Grande do Norte**. Ministério da Agricultura-SUPLAN. Brasília. Série Aptidão Agrícola das Terras, v.4, 1978. 84p.

BRAY, J.R.; GORHAM, F. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, n.2, p.101-157, 1964.

BROWN, S. Rates of organic matter accumulation and litter production in tropical forest ecosystems. In: **Carbon dioxide effects research and assessment program: the role of tropical forest on the world carbon cycle**. Gainesville: Center for Wetlands. 1980. p.118-139.

CAMACHO, R.G.V. **Estudo fitofisiográfico da Caatinga do Seridó-Estação Ecológica do Seridó, RN**. São Paulo, 2001. 130p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo-SP.

CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, n.4, p.671-681, 1993.

COLE, D.W.; RAPP, M. Elemental cycling in forest ecosystems. In: REICHLE, D.E. (Ed.). **Dynamic principles of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. p.341-409.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrients dynamics within Amazonian forest ecosystems 1: Nutrient flux in fine litterfall and efficiency of nutrient utilization. **Oecologia**, n.68, n.2, p.466-472, 1986.

DANTAS, J.S. **Dinâmica da produção e decomposição de folheto e ciclagem de nutrientes em um ecossistema de caatinga arbórea no agreste da Paraíba**. 2003. 32p. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

DANTAS, S.V. de. Precipitação e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, n.1, p.116-122, 1994.

DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na Mata Ciliar, no Campo Cerrado e na Floresta implantada de Pinus elliotti Engelm. var. elliotti (Mogi-Guaçu)**. 1984. 248p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo-SP.

DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.1, p.11-26, 1997.

DINIZ, S.; PAGANO, S.N. Dinâmica de folheto em Floresta Mesófila Semidecídua no Município de Araras, SP. I – Produção, Decomposição e Acúmulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.9, n.1, p.27-36, 1997.

[DUQUE, J.G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 76p.](#)

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação e solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

FROUFE, L.C.M. **Decomposição de serapilheira e aporte de nutrientes em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acácia mangium* Willd.** 1999. 73p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

HOPKINS, B. Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve (Nigeria). IV: The litter and soil with special reference to their sazonal changes. **Journal of Ecology**, v.54, n.3, p.678-703, 1966.

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 de agosto de 2005.

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

KRAMER, P.J.; KOSLOWSKI, T. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press. 1979. 811p.

LAM, P.S.; DUDGEON, D. Seasonal effects on litterfall in a Hong Kong mixed forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.1, n.1, p.55-64, 1985.

LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology**, v.70, n.4, p.791-806, 1982.

LUGO, A.E.; CUEVAS, E.; SANCHEZ, M.J. Nutrients and mass litter and top soil of ten tropical tree plantations. **Plant and Soil**, v.125, p.263-280, 1990.

MACHADO, I.C.S.; BARROS, L.M., SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v.29, n.1, p.57-68, 1997.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A. Biomass distribution and primary productivity of tropical dry forests. In: Bullock, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. New York. Cambridge University Press. 1995. p.326-345.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A.; SARUKHÁN, J. Litterfall patterns in a tropical deciduous forest in Mexico over a five-year period. **Journal of Tropical Ecology**, v.6, n.4, p.433-444, 1990.

MURPHY, P.G., LUGO, A.E. J. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.17, n.1, p.67-88, 1986.

OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.68, n.1, p.167-188, 1980.

PEREIRA, R.M.A.; ARAÚJO FILHO, J.A.; LIMA, R.V. *et al.* Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciência Agronômica**, v.20, p.11-20, 1989.

PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS, M.A.T. *et al.* Litter production in areas of brazilian "cerrados". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.9, p.1037-1043, 1983.

PORTES, M.C.G.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Morro do Anhangava-PR. **Floresta**, v.26, n.1/2, p.3-10, 1996.

POULIN, B.; LEFEBVRE, G.; McNEIL, R. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. **Ecology**, v.73, n.6, p.2295-2309, 1992.

PROCTOR, J.; ANDERSON, J.M.; FOGDEN, S.C.L. *et al.* Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. II. Litterfall, litter standing crop and preliminary observations on herbivory. **Journal of Ecology**, v.71, n.1, p.261-283, 1983.

REGINA, I.S. Litter fall, decomposition and nutrient release in three semi-arid forests of the Duero basin, Spain. **Forestry**, n.74, v.4, p. 347-358, 2001.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-302.

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

SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVA, G.C. Ciclagem de nutrientes. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J.; BARBOSA, M.R.V. (Eds.) **Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco. 1996. p.191-202.

SANCHEZ, G.; ALVAREZ-SANCHEZ, J. Litterfall in primary and secondary tropical forests of Mexico. **Tropical Ecology**, v.36, n.2, p.191-201, 1995.

SANTANA, J.A.S; SANTANA JÚNIOR.; J.A.S., SOUTO, J.S. *et al.* Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. **Revista Caatinga** (no prelo).

SARMIENTO, G. The dry plant formations of South America and their forest connections. **Journal of Biogeography**, v.2, n.2, p.233-251, 1975.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M. *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**, v.27, n.6, p.791-798, 2003.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D. *et al.* Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, v.59, n.2, p.201-205, 2004.

SILVA, M.F.F. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v.1, n.1/2, p.111-158, 1984.

SWAMY, H.R.; PROCTOR, J. Litterfall and nutrient cycling in four rain forests in the Sringeri area of the Indian Western Ghats. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v.4, p.155-165, 1994.

VOGT, K.A.; GRIER, C.C.; VOGT, D.C. Production, turnover and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forests. **Advances in Ecological Research**, v.15, p.203-234, 1986.

Capítulo 3

APORTE DE NUTRIENTES VIA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA NA CAATINGA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

APORTE DE NUTRIENTES VIA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA NA CAATINGA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

RESUMO – Nos ecossistemas florestais tropicais, a serapilheira assume importante papel na transferência de energia da vegetação para o solo, particularmente em solos distróficos. Na caatinga, onde as pesquisas de ciclagem de nutrientes são escassas, o conhecimento dessa dinâmica é fundamental para o seu manejo e conservação. Este trabalho objetivou estudar a dinâmica de deposição de nutrientes via serapilheira na vegetação da caatinga arbóreo-arbustiva da Estação Ecológica do Seridó-RN. O material decíduo foi coletado mensalmente em 30 bandejas com área de 1 m² no período de abril/2003 a março/2004, sendo seco e separado em folhas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.(catingueira), folhas de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro) e folhas de *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro), as três espécies com maior valor de importância na área; folhas das demais espécies, folhas de todas as espécies da caatinga, galhos e cascas, material reprodutivo, miscelânea e caatinga total. Após doze meses o retorno de nutrientes ao solo pela serapilheira da caatinga, em kg.ha⁻¹, foi de 38,50 de N; 3,06 de P; 17,40 de K; 50,27 de Ca; 5,30 de Mg e 3,81 de S. Os maiores teores de N e P foram observados na fração miscelânea, o K foi mais elevado na fração material reprodutivo, o Ca na fração galhos e cascas, o Mg na fração folhas de *A. pyrifolium* e o S na caatinga total. Entre as três espécies estudadas, as folhas de *C. pyramidalis* apresentaram as maiores quantidades de N, P, K, Ca e S, enquanto o Mg foi mais elevado nas folhas de *A. pyrifolium*. A eficiência da utilização dos macronutrientes pela vegetação foi mediana, sugerindo que a produtividade primária da caatinga estudada não é limitada pela disponibilidade dos nutrientes analisados. A concentração de N e P foi mais elevada no período chuvoso, enquanto a de Ca e K se deu na época de menor precipitação. Mg e S não mostraram padrão definido de sazonalidade.

PALAVRAS-CHAVE: Caatinga, ciclagem de nutrientes, biomassa foliar, macronutrientes.

NUTRIENTS RETURN DYNAMICS THROUGH LITTERFALL IN A CAATINGA OF THE SERIDÓ ECOLOGICAL STATION-RN

ABSTRACT – In the tropical forest ecosystems, the litterfall take on important role in the transfer of energy from vegetation to soil, particularly in poor soils. In the caatinga bioma where the nutrients cycling researches are scarce, the knowledge of that dynamics is fundamental for its management and conservation. This study aims to evaluate the nutrients dynamics deposition through litterfall in the caatinga shrub-trees vegetation of the Seridó Ecological Station, Serra Negra do Norte-RN. The deciduous material was collected monthly by 30 wooden litter traps with 1 m² area from April/2003 to March/2004, being oven-dry and separated in *Caesalpinia pyramidalis* Tul. leaves, *Aspidosperma pyrifolium* Mart. leaves and *Croton sonderianus* Müll. Arg. leaves, the three species with larger value of importance in the area; leaves of the other species, leaves of all the species, bark and branches, reproductive structure, miscellany and total caatinga. After twelve months the nutrients return to the soil by total caatinga litterfall, in kg.ha⁻¹, was of 38.50 of N; 3.06 of P; 17.40 of K; 50.27 of Ca; 5.30 of Mg and 3.81 of S. The largest concentrations of N and P were observed in the miscellany, K was more elevated in the reproductive structure, Ca in the branches and barks, Mg in the *A. pyrifolium* leaves and S in the total caatinga. Among the three studied species, *C. pyramidalis* leaves presented the largest amounts of N, P, K, Ca and S, while Mg was more elevated in *A. pyrifolium* leaves. The macronutrients nutrient use efficiency by vegetation was medium, indicating that the primary productivity of the studied caatinga is not limited by the availability of the analyzed nutrients. The N and P concentration were more elevated in the rainy period, while Ca and K in smaller precipitation period and Mg and S didn't show evident sazonality.

KEY WORDS: Caatinga, nutrients cycling, foliar biomass, macronutrients.

1. INTRODUÇÃO

A província das Caatingas no nordeste do Brasil estende-se de 2° 54' a 17° 21' S e inclui, praticamente, toda a área do estado do Ceará, a maior parte do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, quase todo o sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia, além de uma faixa na região Sudeste, estendendo-se em Minas Gerais seguindo o rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha (Prado, 2003). Sua área é estimada pelo IBGE (2005) em cerca de 844.453 km² ou 9,93 % do território nacional, incluídas as áreas não nordestinas cobertas por este tipo de vegetação; ao norte, elas chegam até a faixa praiana no Rio Grande do Norte e a oeste e ao sul entram em contato com a região dos campos cerrados.

Encravada na região semi-árida do Nordeste brasileiro, a caatinga está condicionada principalmente pelo clima semi-árido, com altas taxas de evapotranspiração potencial durante o ano (1500-2000 mm) e baixa precipitação anual (300-1000 mm), concentrada normalmente em 3 a 5 meses, com grande irregularidade temporal (Reddy, 1983). Prado (2003) considera que a característica mais marcante do clima da região é o sistema de chuvas extremamente errático de ano a ano, com a média de desvio anual, expressa como percentagem, variando de 20 % a até mais de 50 %.

É um dos biomas brasileiros menos protegido e estudado, com menos de 2 % de sua área protegida como unidades de conservação integral (Tabarelli *et al.*, 2000). Apresenta fortes indícios de desertificação em vários pontos, devido, principalmente, à descontrolada substituição da vegetação natural por culturas de ciclo curto, realizada normalmente através de queimadas (Garda, 1996).

Além disso, outras importantes atividades econômicas da região, como a extração de lenha para o consumo doméstico e olarias, são diretamente relacionadas e dependentes do fornecimento contínuo de matérias-primas da caatinga nativa, já que o reflorestamento não é incentivado.

O crescente processo de degradação da caatinga, promovido pelas ações antrópicas descontroladas durante séculos submete o bioma a um processo, às vezes irreversível, de decadência. Esses processos de degradação contribuem

significativamente para a redução das áreas cobertas por este tipo de cobertura vegetal, resultando na fragmentação e redução de biodiversidade do bioma.

Lacerda *et al.* (1999) consideram que o semi-árido brasileiro não é uma região homogênea, nem do ponto de vista botânico nem climático, apresentando-se como uma vasta região heterogênea e com um patrimônio valiosíssimo quanto aos seus recursos naturais, dentre os quais destacam-se as plantas xerófilas que representam, para as zonas áridas e semi-áridas, as únicas fontes vegetais produtoras de energia e asseguram as condições mínimas de sobrevivência da fauna silvestre e dos animais domésticos das zonas secas. Acrescentam ainda que, com o desmatamento indiscriminado, o uso agrícola e mineral de forma errônea, as secas periódicas e o superpastoreio dos animais domésticos (os maiores responsáveis pela aceleração no processo de degradação ambiental), a biodiversidade do semi-árido vem sofrendo perdas que podem se tornar irreversíveis.

Aliado à baixa fertilidade natural da maior parte dos solos da região, às condições climáticas e às inexistentes políticas públicas, o quadro de degradação do bioma é muito preocupante. Castelletti *et al.* (2003) consideram que uma importante parcela da área da Caatinga já foi bastante modificada pelas atividades humanas. O MMA (1998) acrescenta que, algumas destas áreas, previamente ocupadas pela agricultura, possuem grande risco de desertificação, exigindo ações urgentes de restauração da vegetação original.

Entretanto, apesar da importância sócio-econômica, a Caatinga é pouco conhecida e mal utilizada, e em inúmeras áreas do conhecimento inexistem resultados de pesquisas. No aspecto da nutrição mineral de plantas a situação das pesquisas com espécies nativas da caatinga também é de quase total desconhecimento, com exceção das poucas espécies cultivadas comercialmente. Sampaio & Silva (1996) acreditam que o pouco interesse pela nutrição mineral das plantas nativas deve-se a uma conjugação de fatores: o conhecimento do assunto, na região, é limitado e a infra-estrutura para pesquisa é insuficiente; poucas espécies nativas são exploradas em plantios comerciais e estudos sobre o aproveitamento de espécies com bom potencial de uso são quase inexistentes; o manejo da nutrição nas formações vegetais nativas não é desejável e nem economicamente viável. Acrescente-se a isto o reduzido número de especialistas no

assunto, os reduzidos recursos financeiros destinados à pesquisa e a pouca importância que é dada aos assuntos relativos ao bioma Caatinga.

Estudos sobre ciclagem de nutrientes abordando a vegetação nativa da caatinga, também são praticamente inexistentes, apesar da importância biológica do processo de movimentação de nutrientes entre o solo e a planta, principalmente quando se leva em consideração as severas condições edafoclimáticas predominantes no bioma, retratando assim o elevado nível de desconhecimento científico da sua vegetação e, em consequência, da sua utilização.

As restritivas condições ambientais do semi-árido, a falta de políticas adequadas, a fiscalização ineficiente e os altos níveis de pobreza propiciam o desmatamento desordenado da caatinga, acelerando o ritmo da degradação do solo, dos recursos hídricos e da qualidade de vida da população, contribuindo assim, para o processo de desertificação. Araújo Filho & Carvalho (1996) observam que, em cerca de 15 % da área coberta pela caatinga, o processo de desertificação já é perceptível, e a destruição do componente florístico tem acelerado a erosão do solo, resultando em assoreamento dos rios e açudes públicos e privados.

As informações obtidas em estudos relacionados ao processo de ciclagem de nutrientes permitem fazer inferências sobre as espécies com maior ou menor capacidade de reciclagem de nutrientes, além de fornecer uma gama de valiosas informações sobre o ecossistema, podendo inclusive funcionar como indicador de espécies com potencial para recuperação de áreas degradadas, além de disponibilizar informações sobre a taxa de produtividade e a quantidade de nutrientes que entram e saem naturalmente no sistema solo-planta, o que é de grande significado em atividades de recuperação de áreas degradadas, proteção de fontes hídricas superficiais ou mesmo em projetos de reflorestamento em solos distróficos.

Assim, avaliando-se a produção de matéria seca das diferentes partes do vegetal e seu teor de nutrientes, pode-se calcular o estoque de nutrientes dos vários componentes da biomassa vegetal. Essa informação é fundamental para avaliações da ciclagem de nutrientes e para dimensionamentos de exploração de ecossistemas produtivos, onde se pode conhecer qual a quantidade de elementos está sendo mantida no sistema e qual está sendo exportada através da retirada de produtos, como madeira e frutos, entre outros (Andrade, 1997).

Em condições naturais, os principais fatores que interferem na ciclagem de nutrientes são o clima, a composição das espécies vegetais, o estágio sucessional da floresta e a fertilidade do solo (Vitousek & Sanford Jr., 1986). Qualquer intervenção na dinâmica deste processo pode modificar a sincronia entre a disponibilidade de nutrientes advindos da decomposição dos resíduos vegetais e a demanda nutricional das plantas, gerando, na maioria das vezes, perdas de nutrientes do solo (Myers *et al.*, 1994).

A eficiência com que uma floresta utiliza nutrientes é definida como a quantidade de matéria orgânica liberada das plantas ou permanentemente estocada dentro das mesmas, por unidade de nutriente perdido ou permanentemente estocado (Vitousek, 1982). Assim, a eficiência pode ser calculada para a biomassa viva ou morta.

A serapilheira, por ser a principal via de transferência de matéria orgânica e da maior parte dos macro e micronutrientes para o solo, é comumente utilizada para comparar a eficiência de utilização de nutrientes em diversas florestas.

A fração folhas da serapilheira, por apresentar menor variação em sua distribuição espacial, em seu conteúdo de nutrientes, e por ser a responsável pela maior parte da transferência anual de nutrientes ao solo, é considerada a fração mais adequada para comparação entre ecossistemas florestais no tocante à eficiência de seus componentes vegetais na utilização de nutrientes (Cunha *et al.*, 1993).

Assim, visando fornecer informações sobre o ciclo de retorno de nutrientes ao solo, através da deposição de serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva, este trabalho foi desenvolvido na Estação Ecológica do Seridó (EsEc-Seridó), município de Serra Negra do Norte-RN, com os seguintes objetivos: a) determinar as concentrações mensais de N, P, K, Ca, Mg e S nas diversas frações da serapilheira produzida pela caatinga; b) quantificar o aporte mensal de N, P, K, Ca, Mg e S via deposição das frações de serapilheira na caatinga; e c) estimar a eficiência de utilização de N, P, K, Ca e Mg pela vegetação da caatinga estudada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Estação Ecológica do Seridó (EsEc-Seridó), área de preservação ambiental administrada pelo IBAMA, localizada no município de Serra Negra do Norte-RN, na Região do Seridó, com área de 1.166,38 há e distando cerca de 330 km de Natal, 25 km de Caicó e 18 km de Serra Negra do Norte.

O clima da EsEc-Seridó, pelo método de Thornthwaite, foi classificado por Santana *et al.* (no prelo), como sendo DdA'a' tratando-se de clima semi-árido, com nenhum excesso de água, megatérmico, temperatura média anual de 27,4 °C e precipitação média anual de 699,5 mm, enquanto que a deficiência hídrica alcança valor de 1.169,7 mm.

A época chuvosa na EsEc-Seridó ocorre nos cinco primeiros meses do ano (janeiro-maio), período em que se concentra mais de 87 % da precipitação anual, vindo a seguir uma redução de até 82 % do total anual das chuvas (Figura 1), entretanto este padrão apresenta grande variabilidade anual.

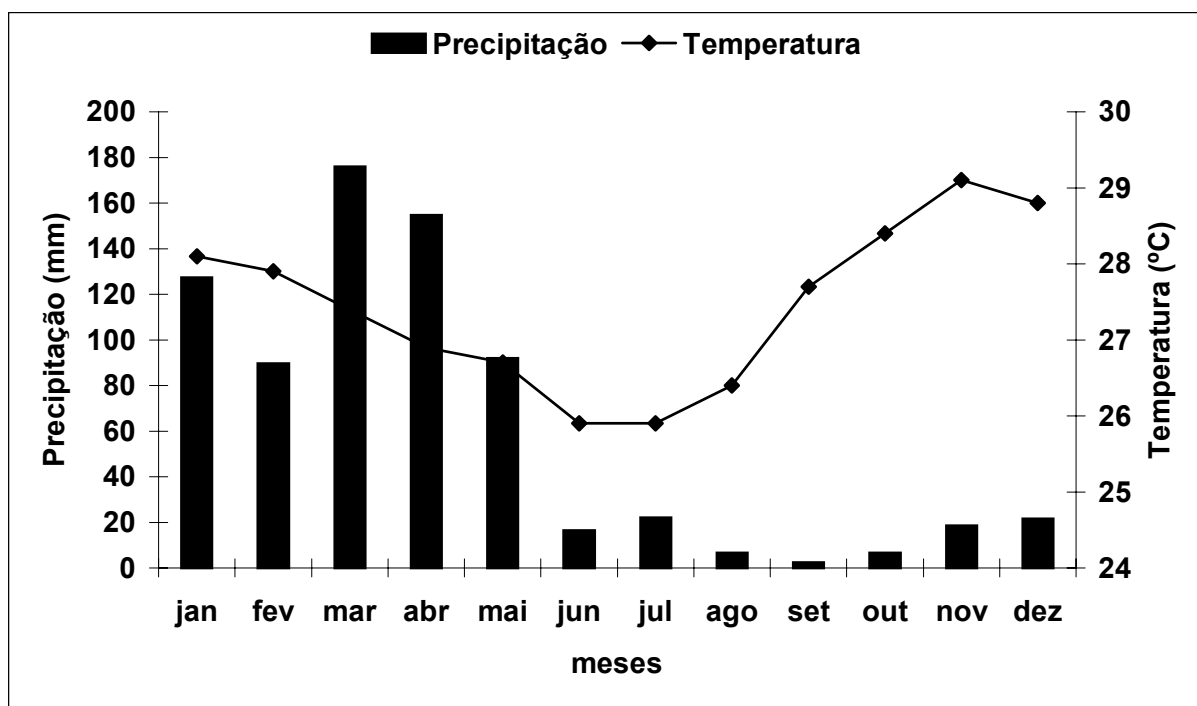


Figura 1 – Distribuição mensal da precipitação e temperatura médias na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. Dados de janeiro de 1995 a dezembro de 2004, fornecidos pela Estação Climatológica da EsEc- Seridó.

A temperatura média do ar é de 27,6 °C, com pico máximo de 29,2 °C em outubro durante a estação seca, e mínimo de 25,9 °C nos meses de junho-julho, pouco depois do fim da estação chuvosa. A temperatura máxima média é de 36,7 °C em dezembro e a mínima atinge 18,2 °C em julho. Do mesmo modo, a média da umidade relativa do ar é de 63,1 % apresentando valor máximo de 74,8 % em abril e o mínimo de 55,4 % em setembro-outubro, enquanto a velocidade média do vento alcança 4,0 m.s⁻¹.

Na Tabela 1 encontram-se valores de alguns atributos químicos dos solos da EsEc-Seridó, determinados pelo Laboratório de Fertilidade de Solos do Centro de Ciências Agrárias da UFPB-Areia, onde se observa que, em média, apresentam valores elevados para K, Mg, SB, CTC e MO, além de teores reduzidos de Al e Na, sendo, portanto, considerados como de limitação variando de nula a ligeira, em termos de fertilidade, segundo critérios adotados pelo Laboratório de Análises de Água, Fertilizantes e Solos da ESAM, citado por Oliveira (2000).

Tabela 1 – Valores máximos, médios e mínimos de alguns atributos dos solos da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, na camada de 0-20cm. N= 30.

	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	MO
	H ₂ O	mg.dm ⁻³	-----cmol _c .dm ⁻³ -----								g.kg ⁻¹
Máx.	7,3	28,57	0,43	0,07	4,62	0,2	7,15	1,95	9,6	14,2	25,33
Méd.	6,3	6,23	0,30	0,04	2,29	0,1	3,80	1,08	5,2	7,5	15,34
Min.	5,4	2,14	0,21	0,02	0,99	0,0	1,45	0,40	2,1	3,1	6,86

A área da EsEc-Seridó está incrustada no cristalino, apresentando predominância de Luvissolos Crômicos, em relevo plano a forte ondulado, com profundidade variando de pouco profunda a rasa e horizonte B textural rico em nutrientes, com granulometria predominantemente arenosa com classes texturais variando entre areia franca a franco arenosa. Há ocorrência também de manchas localizadas de Neossolos Litólicos e Vertissolos, além da presença de grandes rochas, denominadas localmente de lajeiros ou lajedos. Nas baixadas e várzeas há predomínio de Neossolos Flúvicos.

A vegetação da região é classificada como caatinga arbóreo-arbustiva, hiperxerófila, com características próprias, sendo por isso denominada de Caatinga do Seridó e está representada de forma significativa na EsEc-Seridó. Sua fisionomia é caracterizada por árvores de pequeno porte, freqüentemente com altura inferior a 7 m, apresentando distribuição esparsa e reduzido número de espécies em relação a outros tipos de caatingas existentes (Duque, 1980).

A caatinga da EsEc-Seridó é considerada como secundária, já que antes de ser área de preservação foi fazenda agropecuária, porém, o local onde este trabalho foi desenvolvido é relativamente bem conservado, não apresentando sinais de forte ação antrópica. Há predominância de *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton sonderianus*, *Piptadenia stipulata* e *Mimosa hostilis* além de inúmeras gramíneas que recobrem o solo durante vários meses do ano, independente do déficit hídrico, como *Aristida adscensionis*.

A serapilheira foi coletada em 30 bandejas construídas em madeira, com dimensões de 1 m x 1 m x 0,20 m e fundo em tela de nylon com malha de 1 mm para drenar água da chuva e situadas a 1 m de altura do solo. A coleta teve duração de doze meses, estendendo-se de abril/2003 a março/2004.

O material coletado foi seco ao ar durante 48 h, separadas nas frações folhas de *C. pyramidalis* (FC), *A. pyrifolium* (FP), *C. sonderianus* (FM) e das demais espécies (FO), galhos com diâmetro inferior a 2,0 cm e cascas (GC), material reprodutivo (MR) e miscelânea (MI) ou material de difícil identificação, que incluía também penas e fezes de pássaros ou insetos, além de insetos mortos.

Todo o material foi colocado em sacos de papel, identificado por bandeja e por fração, seco em estufa de circulação forçada a 65 °C durante 48 horas, pesado em balança de precisão com duas casas decimais e triturado em moinho do tipo Willey.

Além das sete frações citadas acima, estabeleceu-se a fração caatinga total (CAA) e a fração folha total (FT), sendo a primeira composta por materiais de todas as outras frações, e esta última por folhas de todas as espécies encontradas no levantamento florístico da caatinga estudada (Capítulo 1).

Foram retiradas alíquotas mensais das nove frações da serapilheira e enviadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Empresa de Pesquisas Agropecuárias do Rio Grande do Norte-EMPARN para análises de P, K,

Ca, Mg e S, conforme descrito em EMBRAPA (1997). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados representam os teores médios mensais obtidos.

O fósforo (P) foi determinado por espectrofotometria de UV após adição de molibdato de amônio 2 %, enquanto o potássio (K) foi obtido por fotometria de chama. O cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o enxofre (S) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica após adição de La 0,1 % em solução ácida para os dois primeiros elementos, enquanto para o S utilizou-se o bário (Ba).

O N_{total} foi analisado no Laboratório de Nutrição Mineral da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo método da digestão de microkjeldahl, seguida de titulação com NaOH 40 % (EMBRAPA, 1997).

Os valores das quantidades dos nutrientes repostos ao solo, em $kg \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$, foram obtidos pelo produto da biomassa decídua mensal de cada fração pela concentração do elemento na respectiva fração, depositada no período considerado.

A sazonalidade do aporte de nutrientes ao solo foi considerada para as frações caatinga total, folha total, galhos e cascas, *C. pyramidalis*, folhas de *A. pyriforme* e folhas de *C. sonderianus*, não sendo levadas em conta, nesta análise, as frações material reprodutivo e miscelânea, em função do número reduzido de meses em que ocorreu material decíduo nas bandejas coletoras, cinco e sete, respectivamente.

A eficiência de utilização de nutrientes é a razão entre a biomassa foliar recém-depositada sobre o solo da floresta e o seu conteúdo em nutrientes, conforme sugerido por Vitousek (1982). É considerada uma ferramenta muito útil na avaliação da produtividade de ecossistemas naturais ou artificiais (Froufe, 1999). Valores altos desta relação indicam eficiente ciclagem bioquímica e vice-versa. Neste trabalho foi calculada a eficiência do uso de nutrientes para N, P, K, Ca e Mg apenas nas frações foliares.

As médias mensais dos teores de nutrientes para as diversas frações foram analisadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %, utilizando a metodologia que compara médias com diferentes números de repetições (Ferreira, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Concentração de nutrientes nas frações da serapilheira

Os resultados referentes à concentração média dos macronutrientes nas frações da serapilheira encontram-se na Tabela 2.

A concentração de nitrogênio variou de 9,89 a 24,86 g.kg⁻¹, com a fração miscelânea apresentando maiores valores para o nutriente, com teor significativamente superior aos determinados nas demais frações, com a caatinga total e folhas de *C. pyramidalis* vindo a seguir. A fração galhos e cascas apresentou o menor teor do elemento.

Tabela 2 – Concentração média de nutrientes nas frações da serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
-----g.kg ⁻¹ de matéria seca-----						
Caatinga Total	18,61b	1,48a	8,41c	24,30b	2,56de	1,84a
Folha Total	14,54d	0,79bc	7,60cd	19,59cd	3,82bc	1,51ab
Galho e Casca	9,89e	0,51c	1,99e	29,16a	0,77g	0,74c
Material Reprodutivo	12,67d	1,44ab	15,60a	6,68e	1,76ef	1,20ab
Miscelânea	24,86a	1,73a	6,69d	19,71cd	2,94cd	1,73ab
Outras Folhas	14,01d	0,94bc	7,28cd	21,39c	3,02cd	1,74a
Folhas de <i>C. pyramidalis</i>	17,01bc	1,00abc	7,70cd	18,77d	1,29f	1,74a
Folhas de <i>C. sonderianus</i>	12,78d	0,88bc	9,83bc	17,80d	4,27b	1,20b
Folhas de <i>A. pyrifolium</i>	16,29cd	1,03abc	10,94b	27,53a	5,96a	1,44ab

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em uma ampla análise da produção de serapilheira em florestas tropicais, Vitousek (1984) considerou valores entre 5,00 a 19,00 g.kg⁻¹, como a faixa de concentração de N nessas florestas. Assim, para a caatinga da EsEc-Seridó, a concentração de N da fração miscelânea se situou acima do limite superior dessa

faixa de concentração, enquanto para a caatinga total e a fração folhas de *C. pyramidalis* os teores bem próximos do limite máximo superior. Considerando ainda essa faixa de concentração, apenas a fração galhos e cascas se situou abaixo do ponto médio da faixa estabelecida (12,00 g.kg⁻¹), que foi também o valor médio proveniente de dados de 20 diferentes ecossistemas de folhosas de várias partes do mundo compilados por Carpanezzi (1980).

Em estudos desenvolvidos em diversos tipos de florestas, a fração galhos e cascas ou estruturas lenhosas, normalmente apresentam valores baixos de nitrogênio, como observaram Froufe (1999) na serapilheira de eucalipto em Seropédica-RJ, Aidar & Joly (2003) no raquis maduro do folheto de *Centrolobium tomentosum* em São Paulo, Schumacher *et al.* (2004) em um povoamento de *Araucária angustifolia*, Caldeira *et al.* (2000) em *Acacia mearnsii*, ambos no Rio Grande do Sul, e Kauffman *et al.* (1993) na madeira da caatinga.

Por outro lado, a fração miscelânea ou detritos, tem sido reportada como possuidora de elevadas concentrações de nitrogênio (Schumacher *et al.*, 2003; Carpanezzi, 1980). Esta fração é formada pelo material de origem não-vegetal (insetos inteiros ou partes destes, penas de pássaros, excrementos de aves e insetos etc.) e pequenos fragmentos das demais frações vegetais de difícil identificação. Neste estudo, a maior parte da fração miscelânea foi proporcionada pelas fezes, esqueletos e partes do corpo de *Cephalocoema* sp. (falso bicho-pau), inseto da ordem Phasmatodea, herbívoro muito comum e de alta densidade na caatinga local, cujo hábito alimentar preferencial são folhas novas de espécies como *Combretum leprosum*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton sonderianus* e *Croton moritibensis*, com o consumo se concentrando no período chuvoso.

Estudando a ciclagem do N em florestas tropicais do mundo, Vitousek (1984) concluiu que estas apresentam ineficiência no uso e alta circulação do nutriente, o que sugere que o elemento não é fator limitante na produção de serapilheira para vegetações de baixa latitude, como a caatinga. Assim, os resultados obtidos evidenciam que, para a caatinga estudada, o N não parece ser um nutriente limitante da produtividade. A significativa abundância de espécies (41 %) e indivíduos (35 %) da família Leguminosae na EsEc-Seridó (Capítulo 1), potencialmente capazes de fixarem nitrogênio, pode ser o fator responsável pela significativa disponibilidade do elemento na área estudada. Além disso, nas

vegetações de ambientes com reduzida precipitação, como é o caso da caatinga, a perda de N através da lixiviação deve ser pequena, quando comparada com vegetações sob altas taxas de precipitação.

Referendando os dados obtidos neste estudo, Dantas (2003) observou também, em um remanescente de caatinga arbórea no agreste da Paraíba, valores elevados de N no folheto, atingindo 22 g.kg^{-1} , em média.

A variabilidade na concentração de fósforo ($0,51$ a $1,73 \text{ g.kg}^{-1}$) entre as frações, observada na Tabela 2, foi bem mais elevada do que aquela verificada para o nitrogênio, com os maiores valores ocorrendo na fração miscelânea, na caatinga total e no material reprodutivo, e os menores nos componentes lenhosos, constituídos pelos galhos finos e cascas. Valor significativo também foi observado para as frações folhas de *A. pyrifolium* e folhas de *C. pyramidalis*, com concentração média superior àquelas observadas nas demais frações foliares. Jaramillo & Sanford Jr. (1995) citam que a concentração de P na serapilheira de uma floresta seca no México atingiu $1,08 \text{ g.kg}^{-1}$ e $1,32 \text{ g.kg}^{-1}$, para a fração folhas e para a fração mista, respectivamente, concluindo ainda que estes se encontram entre as mais altas referências para as florestas tropicais. No entanto, são muito inferiores aos valores obtidos neste estudo para as frações miscelânea, material reprodutivo e caatinga total.

Valores de concentração média de P na serapilheira da caatinga oscilam entre $0,90 \text{ g.kg}^{-1}$ determinado por Kauffman *et al.* (1993), em Serra Talhada-PE a $1,30 \text{ g.kg}^{-1}$, observado por Dantas (2003) em uma caatinga arbórea no agreste paraibano.

Considerando-se a faixa de $0,10$ a $1,50 \text{ g.kg}^{-1}$ como o intervalo estimado por Vitousek (1984) e $0,79 \text{ g.kg}^{-1}$ a média obtida por Carpanezzi (1980) para a concentração de P na serapilheira de florestas tropicais, e os valores verificados neste trabalho para a fração miscelânea, caatinga total e material reprodutivo, é provável que o fósforo não seja um elemento fortemente limitante da produtividade da caatinga estudada, apesar do baixo teor apresentado pela fração galhos e cascas.

O fósforo é considerado um elemento muito móvel na planta, e em algumas espécies com características senescentes, há translocação de 40-60 % do elemento localizado nas folhas, para outros órgãos da planta antes da abscisão

foliar (Aerts, 1996), permitindo assim que este nutriente seja redistribuído e usado na formação de novos tecidos. Em solos deficientes no nutriente, como em grande parte dos solos tropicais, este mecanismo é de fundamental importância para a manutenção da produtividade.

A baixa concentração de P verificada na fração galhos e cascas da serapilheira da caatinga foi observado também por diversos autores em outros tipos vegetacionais (Carpanezzi, 1980; Schumacher *et al.*, 2003; Aidar & Joly, 2003; Cunha *et al.*, 1993). O fósforo é um elemento constituinte de compostos complexos ricos em energia e facilmente retranslocado dos tecidos mais velhos para os mais novos da planta. Assim, é provável que análises dos teores de P nas folhas novas de espécies da caatinga apresentem valores elevados deste elemento.

Jordan (1985) considera que o fósforo é um elemento fundamental nas reações metabólicas, e como estas ocorrem principalmente nas folhas, sua concentração é maior neste componente da planta do que nas estruturas lenhosas.

A elevada concentração de fósforo no material reprodutivo é explicada por este elemento ter a função de estimular o crescimento, acelerar a maturação de frutos e contribuir para a formação de sementes, a respiração e a absorção iônica de outros elementos (Ferri, 1985).

Os teores de potássio (Tabela 2) foram considerados elevados para as frações material reprodutivo, folhas de *A. pyrifolium* e folhas de *C. sonderianus*, atingindo 15,60; 10,94 e 9,83 g.kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente, enquanto na fração galhos e cascas detectou-se apenas 1,99 g.kg⁻¹. Os valores das duas primeiras frações citadas são muito superiores aos verificados por Andrade (1997) na serapilheira de *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* e por Neves *et al.* (2001) na serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, entretanto são menores do que o observado por Dantas (2003) para a caatinga de Remígio-PB.

Carpanezzi (1980) obteve um valor de 5,90 g.kg⁻¹ de K como a concentração média do nutriente na serapilheira foliar em 20 ecossistemas de folhosas do mundo. Assim, os valores de todas as frações da serapilheira da caatinga da EsEc-Seridó estão acima desta média, exceto para a fração galhos e cascas. Deve-se observar, entretanto, que os dados compilados pelo citado autor não incluiu florestas secas entre os ecossistemas analisados.

Considerando os dados da concentração de potássio de 2,40-8,20 g.kg⁻¹ na serapilheira de florestas secas, fornecidos por Jaramillo & Sanford Jr. (1995), e comparando com as concentrações do nutriente nas frações folhas de *A. pyrifolium* e folhas de *C. sonderianus*, obtidas neste trabalho, pode-se concluir que a serapilheira da EsEc-Seridó é mais rica em K do que a serapilheira das florestas secas do México, Porto Rico e Belize.

O valor médio da concentração de K na fração material reprodutivo foi mais elevado do que nas demais frações da caatinga estudada, e está em consonância com outros autores, em diferentes coberturas vegetais, com tendência de maior concentração do elemento nesta fração, como observaram Cunha *et al.* (1993), Froufe (1999), Aidar & Joly (2003) e Schumacher *et al.* (2003).

O cálcio foi o nutriente com maior concentração média na caatinga da EsEc-Seridó, destacando-se na fração galhos e cascas (29,16 g.kg⁻¹), na fração folhas de *A. pyrifolium* (27,53 g.kg⁻¹), na caatinga total (24,30 g.kg⁻¹) e na fração outras folhas (21,39 g.kg⁻¹), enquanto na fração material reprodutivo o teor do elemento foi de apenas 6,68 g.kg⁻¹ (Tabela 2). Estes valores obtidos para o Ca nas frações da caatinga podem ser considerados elevados (exceto o obtido para a fração material reprodutivo) quando comparados com resultados verificados na literatura. Carpanezzi (1980) encontrou valores oscilando entre 22,00 a 23,10 g.kg⁻¹ para as frações da mata nativa e 3,10 a 5,20 g.kg⁻¹ para as frações de serapilheira de um plantio de eucalipto em São Paulo. O mesmo autor cita a média mundial, referente a vinte ecossistemas de folhosas, como sendo de 13,40 g.kg⁻¹, superando assim apenas a fração material reprodutivo da caatinga. Especificamente para florestas secas, Jaramillo & Sanford Jr. (1995) citam valores de 16,90 g.kg⁻¹, 11,60 g.kg⁻¹ e 30,00 g.kg⁻¹, respectivamente, para a serapilheira foliar e total no México e total em Belize, enquanto Kauffman *et al.* (1993) encontraram concentração de 19,80 g.kg⁻¹ de Ca na serapilheira da caatinga em Serra Talhada-PE.

A fração folhas de *A. pyrifolium* mostrou elevada concentração do nutriente, sendo muito superior aos valores observados por Froufe (1999) nas diversas estruturas formadoras de serapilheira de *Pseudosamanea guachapele*, *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. Esta fração também foi a mais rica em Ca do que todas as frações do povoamento de *Acacia mearnsii* (acacia negra) estudado por Schumacher *et al.* (2003) e do que a serapilheira foliar de plantios de *Cassia*

siamea, *Acacia farnesiana* e *Acacia nilotica* na parte seca da Índia (Garg, 1997), evidenciando assim grande capacidade de absorção do elemento, apesar da sua baixa mobilidade.

A maior concentração do magnésio (Tabela 2) ocorreu na fração folhas de *A. pyrifolium* ($5,96 \text{ g.kg}^{-1}$), sendo seguida pelas frações folhas de *C. sonderianus* ($4,27 \text{ g.kg}^{-1}$) e folha total ($3,82 \text{ g.kg}^{-1}$), com a fração galhos e cascas apresentando o menor valor do elemento ($0,77 \text{ g.kg}^{-1}$), sendo esta, entretanto, maior do que o observado para a fração acículas e fração galhos de *Araucaria angustifolia* (Schumacher *et al.*, 2004) e menor apenas do que a fração frutos de *Acacia mearnsii* (acácia negra) estudado por Schumacher *et al.* (2003).

Na serapilheira depositada por plantios de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, na região de Manaus-AM, Neves *et al.* (2001) encontraram valores de concentração do Mg na ordem de $2,96 \text{ g.kg}^{-1}$ e $1,91 \text{ g.kg}^{-1}$, respectivamente, enquanto Cunha *et al.* (1993), na serapilheira de uma floresta estacional decidual, quantificaram a concentração do elemento em $2,5 \text{ g.kg}^{-1}$ nos galhos e $4,3 \text{ g.kg}^{-1}$ nas folhas.

Entre os poucos dados disponíveis para florestas secas, Jaramillo & Sanford Jr. (1995) citam valores de $9,4 \text{ g.kg}^{-1}$ e $7,3 \text{ g.kg}^{-1}$ na serapilheira foliar e total, respectivamente, enquanto Lambert *et al.* (1980) estimaram valor de $3,0 \text{ g.kg}^{-1}$ na serapilheira total das matas secas de Belize.

O valor médio deste elemento para folhosas tropicais está em torno de $3,10 \text{ g.kg}^{-1}$ (Carpanezzi, 1980), portanto, exceto as frações folhas de *A. pyrifolium*, folhas de *C. sonderianus* e folha total, todas as demais estão abaixo deste valor. Entretanto, isto não significa que o magnésio seja um elemento limitante na produtividade do ecossistema, até mesmo porque o nutriente não é considerado como tal em nenhum tipo de floresta, como ocorre para o P nas florestas tropicais e para o N para florestas temperadas (Binkley, 1986). Além disso, no solo existem níveis significativos de magnésio que podem suprir as necessidades das plantas.

As concentrações de enxofre (Tabela 2) nas diferentes frações da serapilheira da caatinga variaram de $0,74 \text{ g.kg}^{-1}$ na fração galhos e cascas até $1,84 \text{ g.kg}^{-1}$ na caatinga total, e, exceto na primeira fração, todas as outras apresentaram teores iguais ou acima de $1,20 \text{ g.kg}^{-1}$.

Aidar & Joly (2003) estudando a dinâmica de deposição de serapilheira de *Centrolobium tomentosum*, quantificaram a concentração média de S em 2,23 g.kg⁻¹ nos folíolos; 1,90 g.kg⁻¹ no raquis; 1,70 g.kg⁻¹ nas flores e 1,18 g.kg⁻¹ nos frutos, enquanto Neves *et al.* (2001) determinaram a concentração de 1,52 g.kg⁻¹ na serapilheira de *Ceiba pentandra* e 1,38 g.kg⁻¹ na de *Virola surinamensis*, e Schlittler (1990) encontrou 2,01 g.kg⁻¹ no material decíduo de uma floresta mesófila decídua em São Paulo. Assim, considerando os dados dos autores citados acima, pode-se considerar 1,71 g.kg⁻¹ como um valor médio representativo da concentração de S nas vegetações estudadas, o que é pouco menor do que o encontrado para as frações caatinga total, miscelânea, outras folhas e folhas de *C. pyramidalis* na serapilheira da caatinga da EsEc-Seridó, evidenciando desse modo, significativas quantidades do elemento circulando no sistema solo-vegetação do bioma.

3.2. Aporte de nutrientes através das frações da serapilheira

As quantidades dos macronutrientes devolvidos ao solo através da deposição de serapilheira na caatinga da EsEc-Seridó encontram-se na Tabela 3. Exceto para as frações material reprodutivo, miscelânea e folhas de *C. pyramidalis* a participação dos elementos, em termos de ordem quantitativa decrescente, mostrou padrão relativamente bem definido na seguinte ordem: Ca > N > K > Mg > S > P. Para o material reprodutivo, a seqüência dos elementos K > N > Ca > Mg > P > S. Na miscelânea o N foi maior do que o Ca e o S foi igual ao P, enquanto nas folhas de *C. pyramidalis*, a participação do enxofre foi maior do que o magnésio.

A fração caatinga total, como foi a fração com maior biomassa decídua, produziu também o maior retorno de macronutrientes ao solo, podendo devolver cerca de 118,34 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo seguida pela fração folha total com 79,09 kg.ha⁻¹.ano⁻¹.

A fração material reprodutivo, em função de apresentar a menor quantidade de serapilheira (60,35 kg.ha⁻¹.ano⁻¹), retorna menos nutrientes ao solo. Esta fração foi a mais afetada pela redução da precipitação no período estudado, não apresentando produção de material decíduo no período de julho/2003 a janeiro/2004, época de reduzida precipitação na área.

O nitrogênio (Tabela 3) normalmente é o nutriente com maior retorno ao solo através da deposição de material decíduo, mesmo em diferentes condições climáticas e tipologias florestais (Scott *et al.*, 1992; Custódio Filho *et al.*, 1996; Dames *et al.*, 2002). A participação média do retorno do nitrogênio, nas frações analisadas, foi de 31 %, sendo maior na fração miscelânea (43 %) e menor na fração galhos e cascas (23 %). Na fração folhas de *C. pyramidalis*, uma espécie da família das Leguminosas, consideradas potencialmente capazes de fixar nitrogênio atmosférico, a contribuição do N no estoque de nutrientes que retornou ao solo foi de 35,80 %, o que significa grande capacidade de reciclar o elemento, mesmo nas condições climáticas adversas da caatinga.

Tabela 3 – Produção anual das frações da serapilheira e quantidades de nutrientes que retornam ao solo, na caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Frações	Biomassa (kg.ha ⁻¹)	Nutrientes (kg.ha ⁻¹)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	Total
CAA	2068,55	38,50	3,06	17,40	50,27	5,30	3,81	118,34
FT	1652,73	24,03	1,31	12,56	32,38	6,31	2,50	79,09
GC	191,83	1,90	0,10	0,38	5,59	0,15	0,14	8,26
MR	60,35	0,76	0,09	0,94	0,40	0,11	0,07	2,37
MI	163,64	4,07	0,28	1,09	3,23	0,48	0,28	9,43
FO	364,63	5,11	0,34	2,65	7,80	1,10	0,63	17,63
FC	637,01	10,84	0,64	4,90	11,96	0,82	1,11	30,27
FM	361,37	4,62	0,32	3,55	6,43	1,54	0,43	16,89
FP	289,72	4,72	0,30	3,17	7,98	1,73	0,42	18,32

CAA: caatinga total; FT: folha total; GC: galhos e cascas; MR: material reprodutivo; MI: miscelânea; FO: folhas das outras espécies; FC: folhas de *C. pyramidalis*; FM: folhas de *C. sonderianus* e FP: folhas de *A. pyrifolium*.

Considerando os resultados de aporte de nutrientes na serapilheira total em algumas florestas secas do mundo (Tabela 4), obteve-se a média de 31,7 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N, o que representa cerca de 19 % a menos do que a fração caatinga total devolve ao solo via deposição de serapilheira. Esta média pode ser considerada

baixa apenas quando é comparada com valores determinados em florestas onde não se observa déficit hídrico, o qual pode restringir acentuadamente a produtividade do bioma.

Tabela 4 – Aporte médio de nutrientes ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) em diversas florestas secas do mundo.

Local	Material	Nutrientes ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$)					Fonte
		N	P	K	Ca	Mg	
México	Folhas	52	2,5	18,0	39	22,0	Jaramillo & Sanford Jr., 1995
	Total	64	3,4	21,0	30	19,0	Jaramillo & Sanford Jr., 1995
Porto Rico	Folhas	44	0,7	35,0	-	-	Lugo & Murphy, 1986
	Madeira	4	0,1	1,0	-	-	Lugo & Murphy, 1986
	Total	48	0,8	36,0	-	-	Lugo & Murphy, 1986
Brasil ¹	Total	66	4,7	12,5	27	10,9	Peres <i>et al.</i> , 1983
Brasil ²	Total	17	1,3	3,3	7	2,5	Peres <i>et al.</i> , 1983
Brasil	Total	39	3,1	17,4	50	5,3	Este estudo
Brasil	Folhas	24	1,3	12,6	32	6,3	Este estudo
Índia	Total	18	0,9	-	16	-	Singh, Dutta & Agrawal, 2004
Índia	Total	14	0,7	-	12	-	Singh, Dutta & Agrawal, 2004
Índia	Total	19	0,9	-	15	-	Singh, Dutta & Agrawal, 2004
Índia	Total	31	1,5	-	25	-	Singh, Dutta & Agrawal, 2004
Senegal ³	Total	43	0,9	-	52	-	Jung, 1969
Senegal ³	Total	19	1,2	-	26	-	Bernhard-Reversat, 1982
Senegal ³	Total	29	1,5	-	35	-	Bernhard-Reversat, 1982
Senegal ³	Total	18	0,9	-	40	-	Bernhard-Reversat, 1982
Senegal ³	Total	19	0,7	-	51	-	Bernhard-Reversat, 1982
Média ⁴	---	32	1,6	18,0	30	9,4	

¹cerradão; ²cerrado; ³citados por Vitousek, 1984; ⁴considerada apenas a fração total.

Em todos os trabalhos científicos consultados, independentemente das condições de clima e vegetação, o fósforo aparece como o macronutriente com menor retorno ao solo (Cunha *et al.*, 1993; Jaramillo & Sanford Jr., 1995; Murbach *et al.*, 2003). Neste trabalho, as frações caatinga total e folha total foram as que

apresentaram maior retorno de P ao solo, com 3,06 kg.ha⁻¹ e 1,31 kg.ha⁻¹ de P, respectivamente.

Assim, o P na primeira fração está bem acima da média mundial para florestas secas (Tabela 4), sendo inferior apenas ao P quantificado por Peres *et al.* (1983) num cerradão perto de Brasília-DF, e o citado por Jaramillo & Sanford Jr. (1995) no México, evidenciando assim que o elemento não parece ser limitante a produtividade da caatinga estudada. Entretanto, para confirmar esta afirmação há necessidade de pesquisas mais refinadas sobre o assunto.

As frações material reprodutivo e galhos e cascas, em função de possuírem pequena biomassa e baixa concentração do elemento, apresentaram as menores contribuições de P ao sistema solo, devendo-se observar que para a fração material reprodutivo somente em cinco coletas foi observado material nas bandejas coletoras de serapilheira.

O aporte de potássio (Tabela 3) via fração caatinga total, atingiu 17,40 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, valor pouco inferior a média mundial de 18,0 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ (Tabela 4), enquanto na fração folha total foi quantificado cerca de 12,56 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de K. Embora o K seja um nutriente com grande participação na biomassa decídua de diversos ecossistemas, Cole & Rapp (1981) comentam que a quantificação do elemento na chuva que passa através da copa das árvores (throughfall) pode apresentar resultados também importantes, já que o mesmo sofre forte lixiviação pela água das chuvas.

Assim, em função do período chuvoso na caatinga ser concentrado praticamente em apenas 4-5 meses do ano, este mecanismo de ciclagem do nutriente parece ser de menor importância no período seco, havendo desse modo aporte apenas via queda de serapilheira, que sofre significativa redução na época da seca, mas permanece ininterrupta.

Neste trabalho, o Ca (Tabela 3), representou, em média, 41 % do estoque de nutrientes nas diversas frações da serapilheira da caatinga estudada, sendo maior na fração galhos e cascas (67 %) e menor na fração material reprodutivo (17 %). O aporte de 50,27 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de Ca pela fração caatinga total foi considerado elevado quando comparado com os valores obtidos nas demais florestas secas relacionadas na Tabela 4 e sendo o dobro da média das amostras dos cinco países relacionados.

O magnésio é um dos macronutrientes de menor aporte via deposição de serapilheira, sendo, entretanto, normalmente superior ao S e P. Na vegetação da EsEc-Seridó, o maior retorno do nutriente se deu através da fração folha total (Tabela 3), com $6,31 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, vindo a seguir a produção de $5,30 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ pela fração caatinga total. Estes valores estão abaixo da média estimada na Tabela 4 para florestas secas ($9,4 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e são muito inferiores aos valores citados para o México por Jaramillo & Sanford Jr. (1995). Entretanto, são mais do que o dobro das quantidades observadas por Peres *et al.* (1983) para uma área de cerrado próximo a Brasília e menores do que o verificado por Murbach *et al.* (2003) na serapilheira foliar de *Hevea brasiliensis*, que atingiu $8,2 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de Mg.

Em estudo avaliando a transferência de Mg para o solo, via serapilheira de acículas e galhos em um povoamento de *Araucaria angustifolia*, Schumacher *et al.* (2004) encontraram valores de 6,4 e $2,1 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, respectivamente, evidenciando assim que a quantidade devolvida ao solo pela caatinga não é muito diferente do que é repostado por outras vegetações.

O retorno de enxofre (Tabela 3) na EsEc-Seridó foi da ordem de $3,81 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para a fração caatinga total e $2,50 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para a fração folha total, as duas principais vias de reposição do nutriente ao solo através da serapilheira. As quantidades de S determinadas neste estudo são superiores às obtidas por Bertalot *et al.* (2004) no material decíduo das leguminosas *Leucaena diversifolia*, *Acacia melanoxylon* e *Leucaena leucocephala*, que repuseram cerca de 1,39; 2,19 e $1,60 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, respectivamente.

O enxofre é um importante macronutriente, porém apresenta poucos estudos relacionados a sua ciclagem na vegetação, mesmo em países que possuem florestas sujeitas à chuvas ácidas. É um elemento relativamente móvel e para algumas florestas pode ocorrer retranslocação de 20-30 % do S antes da abscisão das folhas (Binkley, 1986). Segundo o mesmo autor, florestas nativas requerem somente de $5\text{-}10 \text{ kg.ha}^{-1}$ de S, e em regiões não poluídas, o aporte via atmosfera varia de $1\text{-}5 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e nas poluídas pode chegar a $20 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

Na serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, Neves *et al.* (2001) quantificaram em 1,79 e $0,80 \text{ kg.ha}^{-1}$, respectivamente, o aporte anual de S, enquanto em uma Floresta Pluvial Atlântica, Custódio Filho *et al.* (1996) observaram

na serapilheira total aporte médio de $11,69 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, sendo que na fração foliar a média foi de $8,98 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

Assim, as quantidades de enxofre nas diversas frações da serapilheira da caatinga não parecem estar abaixo do padrão das demais florestas ou plantios estudados, exceto para os resultados obtidos por Custódio Filho *et al.* (1996), evidenciando desse modo que o nutriente não é limitante à produtividade do bioma e é ciclado de forma efetiva.

Considerando apenas os aportes via serapilheira foliar das três espécies estudadas isoladamente, observou-se significativa entrada de nutrientes no sistema solo, especialmente N, K, Ca e S, pelas folhas de *C. pyramidalis*, totalizando cerca de $30,27 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, sendo mais efetiva do que várias espécies em plantios homogêneos, como *Virola surinamensis*, citada por Neves *et al.* (2001). A serapilheira foliar de *A. pyriformis* não foi tão rica em nutrientes como a de *C. pyramidalis*, apresentando os menores valores de P, K e S, mas foi a espécie que mais retornou Mg ao solo e a segunda no aporte de cálcio, reciclando no total cerca de $18,32 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de nutrientes (Tabela 3).

As quantidades de nutrientes retornadas ao solo pelo material decíduo de *C. sonderianus* foram medianas, quando comparadas as outras duas espécies, mas sua serapilheira teve valores considerados significativos, principalmente em relação ao K, Ca e Mg, com um aporte final de $16,89 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de nutrientes. Entretanto, deve-se observar que esta espécie tem porte arbustivo, assim, sua produção de biomassa seca é menor do que o das outras duas espécies.

Pesquisas relacionadas à ciclagem de nutrientes, realizadas especificamente com espécies nativas em condições naturais são praticamente inexistentes no Brasil; assim, comparações feitas com espécies em plantios artificiais devem ser vistas com cuidado.

3.3. Eficiência do uso de nutrientes

A eficiência do uso de nutrientes (EUN) é o inverso da concentração de nutrientes, porém tem maior implicação ecológica e interesse fisiológico (Chapin III & Cleve, 1996). Alto valor de EUN significa que mais biomassa é produzida por

unidade de nutriente, ou seja, que há baixa concentração do nutriente no tecido da planta.

Na Tabela 5 observam-se os valores da eficiência do uso de nutrientes (EUN) em algumas florestas plantadas e nativas do mundo, em diferentes condições climáticas, juntamente com os resultados obtidos nas frações foliares da serapilheira na caatinga da EsEc-Seridó.

Tabela 5 - Eficiência do uso de nutrientes (EUN) em florestas nativas e plantadas no mundo, e nas diversas frações foliares da serapilheira na caatinga arbóreo-arbustiva da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Vegetação/Local	N	P	K	Ca	Mg	Fonte
	kg de biomassa.kg de nutrientes ⁻¹					
Floresta Semidecídua, SP-Brasil	49	936	-	43	300	1
Floresta Montana Andina, Venezuela	87	1610	-	136	384	2
Floresta Tropical Úmida, AM-Brasil	51	2162	-	137	428	3
Floresta Tropical Úmida, Venezuela	63	3605	-	582	1455	4
Floresta Subtropical Seca, Porto Rico	97	6056	123	-	-	5
Floresta Tropical Decídua Seca, Índia	79	1059	167	-	-	6
Floresta Subtropical, RS-Brasil	34	671	-	26	232	7
Floresta Tropical Seca, México	44	926	130	59	106	8
Floresta Tropical Seca, México	40	760	122	86	137	8
<i>Adenocarpus decorticans</i> , Espanha	52	-	-	-	-	9
<i>Cistus laurifolius</i> , Espanha	207	-	-	-	-	9
<i>Mimosa caesalpinhiifolia</i> , RJ-Brasil	48	883	363	64	226	10
<i>Acacia mangium</i> , RJ-Brasil	62	2075	435	74	415	10
<i>Acacia holosericea</i> , RJ-Brasil	61	1438	453	56	267	10
<i>Pseudosamanea guachapele</i> , RJ-Brasil	60	1090	237	67	264	11
<i>Acacia mangium</i> , RJ-Brasil	78	2114	224	136	558	11
<i>Eucalyptus grandis</i> , RJ-Brasil	246	1562	348	117	467	11
<i>Acacia mearnsii</i> , RS-Brasil	43	1051	189	151	634	12
<i>Acacia mearnsii</i> , RS-Brasil	43	957	101	209	546	12
<i>Acacia mearnsii</i> , RS-Brasil	42	916	89	236	569	12
Caatinga, RN-Brasil, fração folha total	69	1262	132	51	262	13
Caatinga, RN-Brasil, <i>C. pyramidalis</i>	59	995	130	53	777	13
Caatinga, RN-Brasil, <i>C. sonderianus</i>	78	1129	102	56	235	13
Caatinga, RN-Brasil, <i>A. pyrifolium</i>	61	966	91	36	167	13

Fonte: ¹Carpanezzi, 1980; ²Fassbender & Grimm, 1981; ³Silva, 1984; ⁴Cuevas & Medina, 1986; ⁵Lugo & Murphy, 1986; ⁶Singh, 1989, citado por Jaramillo & Sanford Jr., 1995; ⁷Cunha *et al.*, 1993; ⁸Jaramillo & Sanford Jr., 1995; ⁹Moro *et al.*, 1996; ¹⁰Andrade, 1997; ¹¹Froufe, 1999; ¹²Caldeira *et al.* 2002; ¹³Este estudo.

Normalmente o P e o Mg são os macronutrientes mais eficientemente utilizados, enquanto N e Ca são os menos. Entretanto, os processos que condicionam diferenças em EUN são influenciados sobremaneira pela idade e tipo do material analisado.

Para a caatinga, os resultados da EUN devem ser vistos com certa cautela, já que a absorção de nutrientes é diretamente relacionada com a umidade no solo, que é restrito em grande parte do ano no bioma.

De modo generalizado, as diversas frações da serapilheira da caatinga da EsEc-Seridó utilizaram mais eficientemente os nutrientes para formação de biomassa acima do solo na seguinte ordem decrescente: $P > Mg > K > N > Ca$. Do mesmo modo, estudando três procedências de *Acacia mearnsii*, Caldeira *et al.* (2002) encontraram a seqüência $P > Mg > Ca > K > N$.

Para o nitrogênio, a faixa de eficiência do uso das frações da caatinga apresentou pouca variabilidade, indo de 59 a 78, com a fração folhas de *C. pyramidalis* apresentando o menor valor e a fração folhas de *C. sonderianus* o maior.

Comparando com os demais resultados da Tabela 5, e excetuando o observado por Froufe (1999) no plantio de *Eucalyptus grandis* e Moro *et al.* (1996) para *Cistus laurifolius*, pode-se concluir que as espécies da caatinga estudada são medianamente efetivas no uso do nutriente. A menor eficiência do uso de N por *C. pyramidalis* pode ser atribuída a sua condição de ser espécie potencialmente fixadora de nitrogênio. Na composição florística da EsEc-Seridó (Artigo 1), cerca de 41 % das famílias e 35 % do número de indivíduos encontrados são pertencentes à família Leguminosae (Caesalpinaceae + Mimosaceae + Fabaceae), o que pode ser o fator responsável pela boa disponibilidade do nutriente no bioma, como também observaram Cunha *et al.* (1993) para uma vegetação com abundante presença de plantas leguminosas.

O fósforo, em função de sua menor concentração nos tecidos das plantas, é o nutriente que normalmente é mais eficientemente usado. O padrão observado para o P foi semelhante ao verificado para o N, com a caatinga apresentando mediana eficiência de uso, variando entre 966 para o componente folhas de *A. pyrifolium* e 1262 para a fração folha total.

Esses valores parecem não ser condizentes com os teores do elemento no solo, que em média, são considerados baixos ($<10,0 \text{ mg.dm}^{-3}$), mas na

serapilheira a concentração está acima da média compilada por Carpanezzi (1980), podendo-se inferir, portanto, que a caatinga é uma vegetação que apresenta boa efetividade na ciclagem de P, mesmo sendo submetida durante grande parte do ano a acentuado déficit hídrico, o que certamente limita a disponibilidade do elemento no período.

A eficiência no uso do potássio e do cálcio mostraram algumas semelhanças, sendo ambas consideradas muito baixas, especialmente para as frações folhas de *C. sonderianus* e folhas de *A. pyrifolium*, o que é justificado pelos significativos teores dos elementos no solo e na serapilheira, ou seja, o ambiente é rico nos dois elementos, assim a disponibilidade é elevada.

Para o magnésio, a fração folhas de *C. pyramidalis* mostrou elevada eficiência de uso, sendo inferior apenas ao observado por Cuevas & Medina (1986) em uma floresta tropical úmida na Venezuela. O teor do elemento nas folhas da espécie na EsEc-Seridó foi considerado muito baixo, sendo de apenas 1,29 g.kg⁻¹ de matéria seca. Assim, para produzir biomassa e ocupar seu lugar de dominância na comunidade, a espécie deve apresentar alta eficiência do nutriente. Entretanto, este resultado para a espécie é contraditório, já que os teores do elemento no solo são significativos. De algum modo, possivelmente em função de pouca demanda pelo elemento, a espécie tem maior dificuldade do que as outras em absorver o Mg disponível no solo, o que refletiria em menor concentração no tecido foliar. Como sugerem Del Arco *et al.* (1991), é provável que a ausência de relação entre a limitação em nutrientes e a eficiência de reabsorção se deva ao efeito de outros fatores limitantes, como o estresse hídrico, que poderia interferir com os mecanismos que permitem incrementar a eficiência de reabsorção. Por outro lado, é certo que há diferenças muito marcantes na eficiência de reabsorção entre as diferentes espécies de uma mesma população, o que sugere que nem todas tendem a maximizar a eficiência de reciclagem sob a mesma condição de estresse.

3.4. Sazonalidade da concentração de nutrientes nas frações da serapilheira

A distribuição mensal da concentração de N nas diversas frações da serapilheira (Figura 2) mostrou comportamento diferenciado entre as mesmas. No

componente galhos e cascas (GC), a concentração do elemento foi praticamente constante durante o ano, independente do déficit hídrico, que teve início em maio, enquanto na caatinga total, que é a mistura de todas as outras frações, observou-se significativo incremento da concentração a partir de julho, com um pico em novembro, período mais seco do ano e voltando a reduzir quando as chuvas se reiniciaram em janeiro.

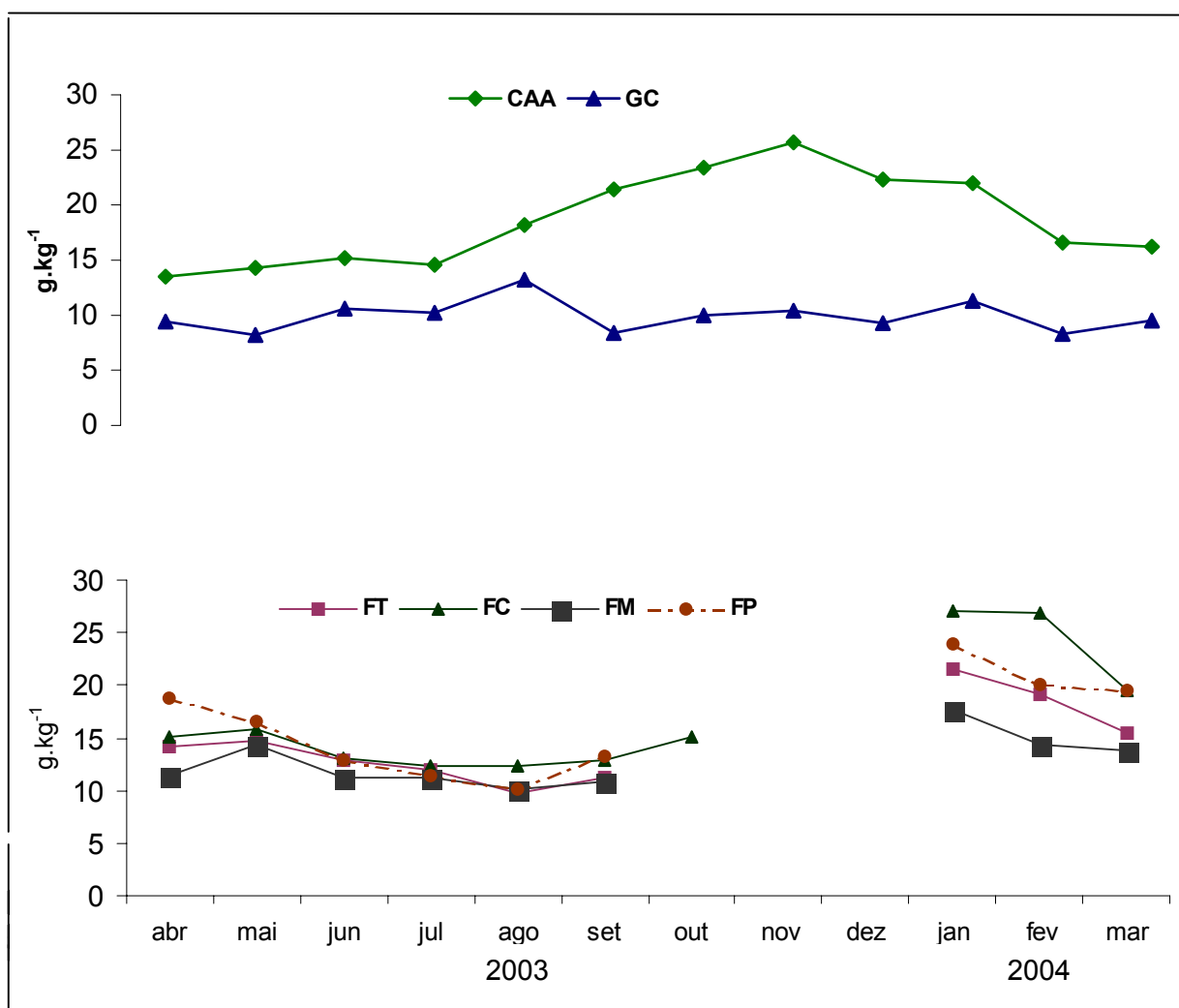


Figura 2 – Concentração mensal de N nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

O processo de translocação de nutrientes é acentuado em espécies decíduas antes da abscisão foliar, mas, apesar do bioma caatinga ser considerado como dominado por espécies com este comportamento fisiológico em função da adaptação à seca, na caatinga da EsEc-Seridó isto não se verificou, com a presença de várias espécies mostrando caráter perenifólio (*A. pyrifolium*, *Capparis flexuosa* e *Mimosa hostilis*, entre outras) e mesmo àquelas decíduas não perderam totalmente as folhas no período estudado, como *C. pyramidalis*. Desse modo, é provável que esta elevação na concentração de N verificada entre agosto-dezembro seja decorrente da presença nas amostras de material de espécies e componentes que não translocaram N no período de seca, como os galhos e cascas.

Para as frações foliares, que não produziram material decíduo no período de pico da estação seca (outubro-dezembro), inicialmente houve decréscimo com a redução da chuva, e, no início do período chuvoso em janeiro, ocorreu o pico de concentração do elemento, vindo a seguir um padrão de contínua redução.

Assim, para as frações foliares, parece ter ocorrido translocação do elemento para outros órgãos das plantas, antes do pico de abscisão das folhas, como resposta ao déficit hídrico que começou em maio. Em janeiro, com a retomada das chuvas e a formação de novos tecidos meristemáticos, que é um processo muito rápido na caatinga, a concentração voltou a se reduzir significativamente para todas as quatro frações.

O fósforo apresentou padrão de concentração semelhante ao nitrogênio para as frações caatinga total e galho e casca (Figura 3), com maior valor também no início do período chuvoso, diminuindo gradativamente à medida que ocorreu redução na precipitação.

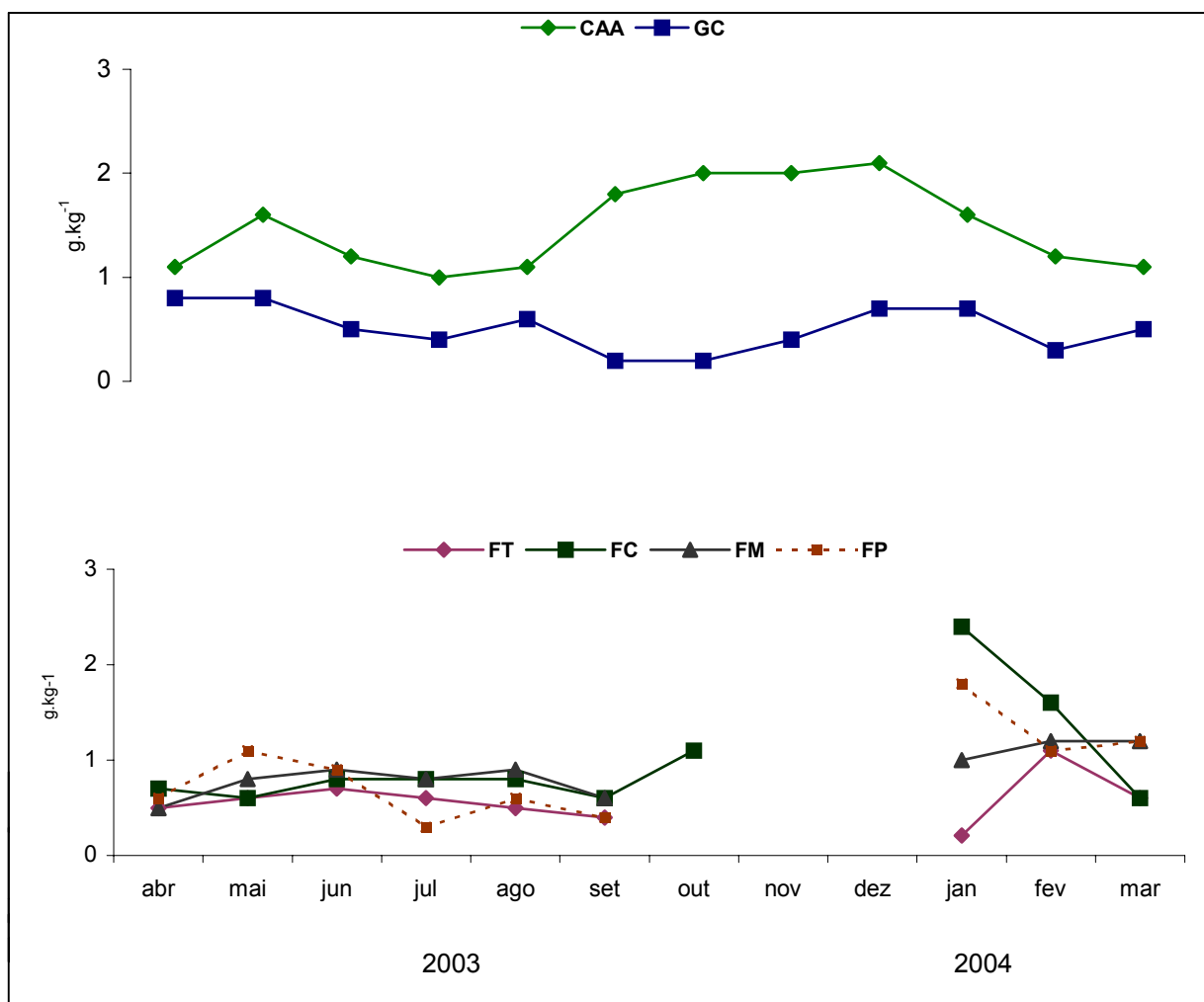


Figura 3 – Concentração mensal de P nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Para as frações foliares, especialmente de *C. pyramidalis* e *A. pyrifolium*, após o início das chuvas em janeiro, houve abrupta queda na concentração do elemento, evidenciando grande translocação para formação de novos tecidos, já que a vegetação da caatinga se renova quase que totalmente com as primeiras chuvas. O mesmo padrão de concentração de fósforo observado na caatinga, com significativos picos do elemento no início do período chuvoso foi observado também Custódio Filho *et al.* (1996) para Floresta Pluvial Atlântica, podendo-se concluir, portanto, que a variação na concentração do nutriente parece estar diretamente associado às variações na precipitação, independentemente do bioma.

O fósforo, juntamente com o nitrogênio, quando em baixos teores, é um dos nutrientes que mais limita a produtividade vegetal, principalmente nos solos altamente intemperizados das florestas tropicais. Assim, espécies com grande capacidade de estocar o elemento nos seus tecidos são importantes, como mostram ser *C. pyramidalis* e *A. pyrifolium*, ambas podendo ser utilizadas em solos pobres em nutrientes ou mesmo em áreas degradadas.

O potássio nas frações caatinga total e galho e casca (Figura 4) apresentou padrão pouco diferente do revelado para N e P, com pico de concentração em junho, ou seja, logo depois do início da estação seca na área.

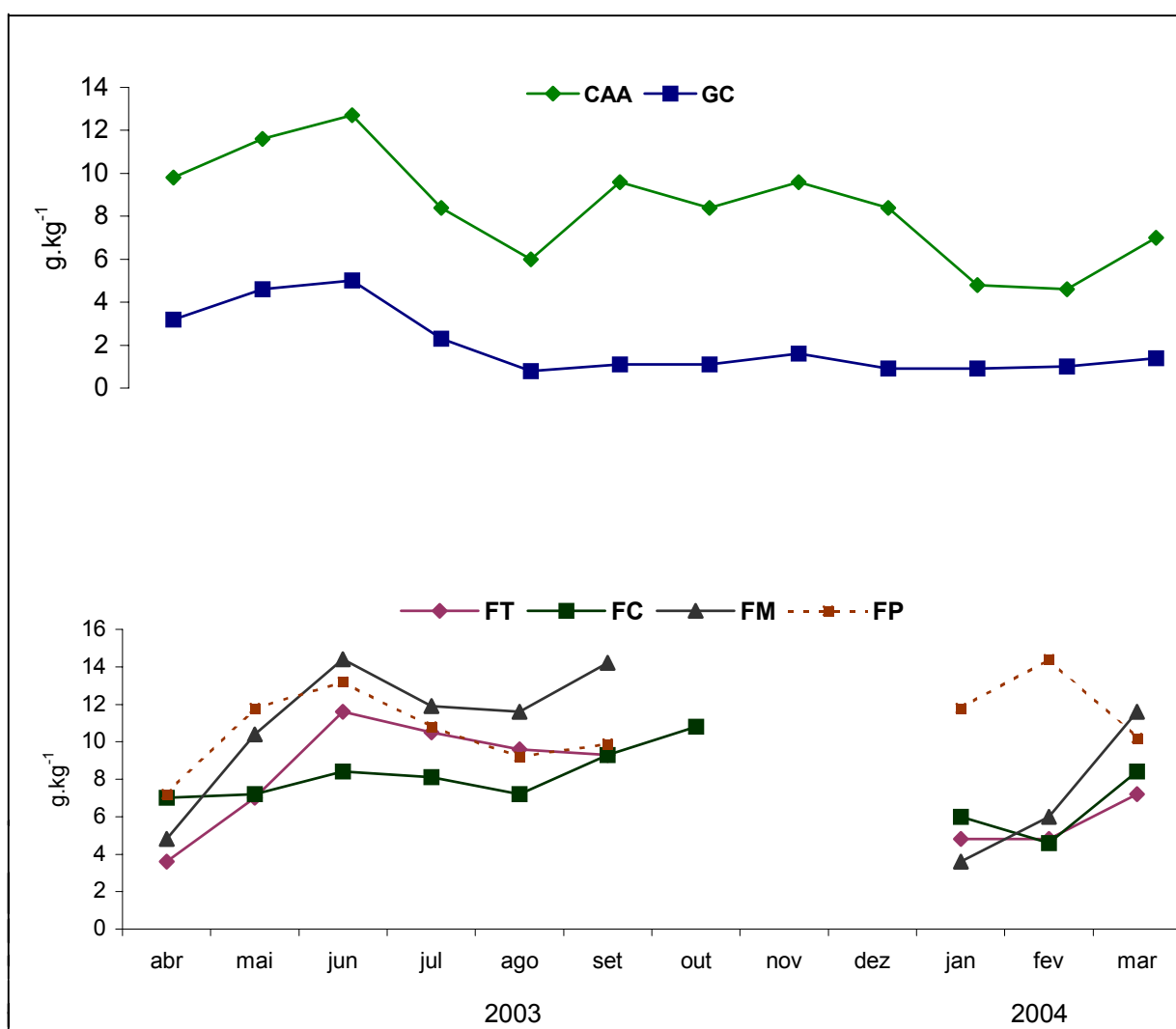


Figura 4 – Concentração mensal de K nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Para todas as frações foliares observou-se aumento na concentração à medida que a precipitação se reduzia, o que pode ser decorrente da redução na lavagem do elemento na serapilheira, como também observaram Andrade (1997), Cunha *et al.* (1993) e Schumacher *et al.* (2004) para outros ambientes. Cerca de 70 % do potássio total acha-se em forma iônica na célula, de onde pode ser retirado pela água, e os 30 % restantes são adsorvidos a proteínas das quais se libertam, porém, quando as folhas se tornam senescentes (Krebs, 2001).

A magnitude do declínio da concentração do nutriente na folhagem e a importância da lixiviação e retranslocação são muito diferentes entre os nutrientes e entre os biomas. Aber & Melillo (2001) afirmam que o nitrogênio, o fósforo e o potássio diminuíram substancialmente durante a senescência foliar em um plantio de coníferas com 55 anos idade no norte dos Estados Unidos, mas este padrão não foi observado para o K na caatinga da EsEc-Seridó.

Por outro lado, como o elemento encontra-se com grande disponibilidade no solo e não ocorreu translocação, é provável que esteja ocorrendo algum acúmulo de K nos tecidos, o que é corroborado pelos baixos valores da eficiência do uso do nutriente para todas as frações, especialmente para folhas de *A. pyrifolium* e *C. sonderianus*.

A distribuição mensal do cálcio (Figura 5) para as frações caatinga total e galhos e cascas mostrou padrão diferente do N, P e K, observando-se maior concentração nesta última fração. Em ambas, os menores valores ocorreram no período seco, notadamente entre julho a dezembro.

A maior participação do Ca nos galhos e cascas é explicada pelo fato deste elemento apresentar baixa mobilidade nos tecidos vegetais e estar associado à lignificação e constituição das paredes celulares (Schumacher *et al.*, 2004). Aber & Melillo (2001) também verificaram aumento na concentração de cálcio nas acículas de coníferas e acrescentaram que este resultado é representativo de muitas florestas das zonas boreais e temperadas, onde o Ca e o Mg são considerados menos móveis que o N, P e K.

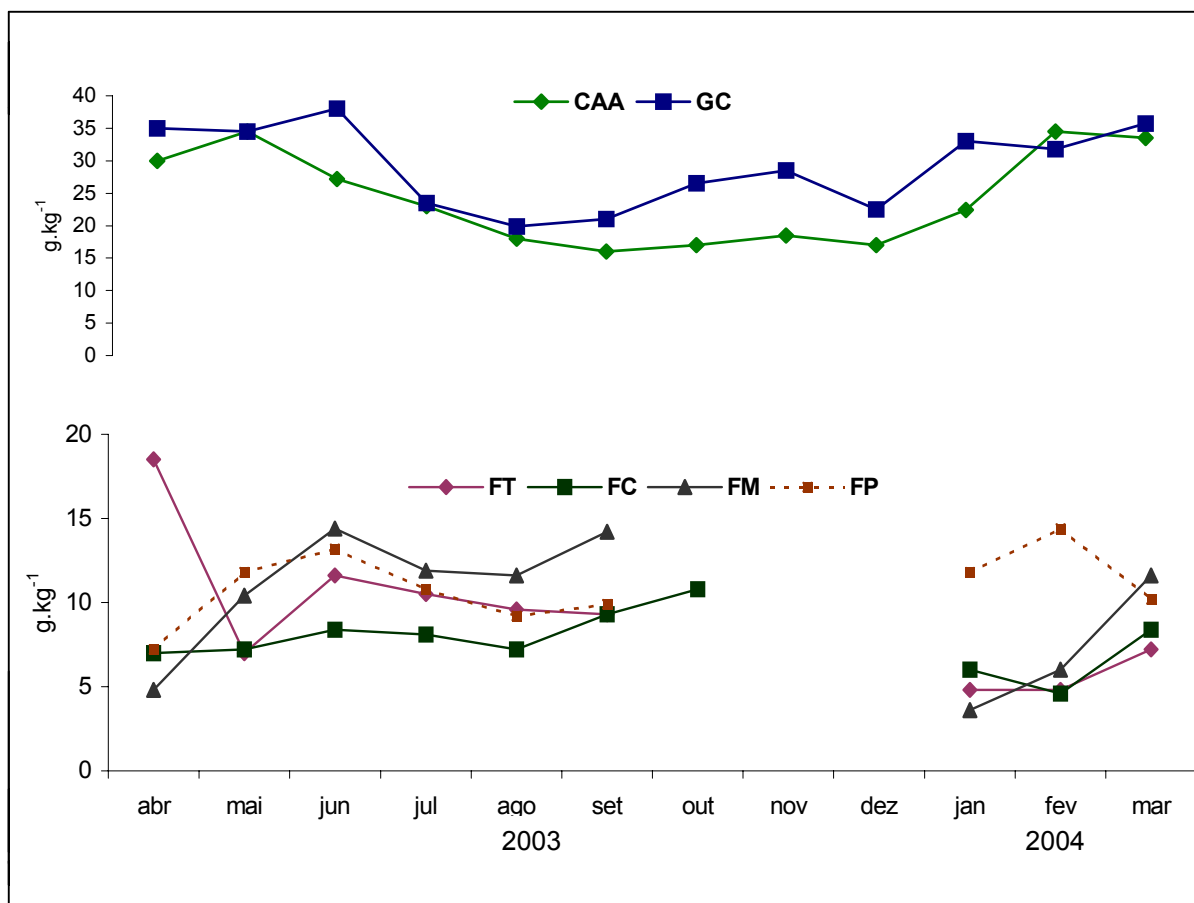


Figura 5 – Concentração mensal de Ca nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Assim, a maior concentração de Ca nos galhos e cascas parece ser padrão em vários ecossistemas e espécies, mas não é regra geral, ocorrendo também em folhas de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Andrade *et al.*, 2000), folhas de *Acacia mangium* (Andrade, 1997), mas não nas folhas de *Acacia mearnsii* (Schumacher *et al.*, 2003) e nas acículas de *Araucaria angustifolia* (Schumacher *et al.*, 2004). A umidade no solo é fundamental para a absorção de nutrientes, e para o Ca, que geralmente é absorvido pela planta por fluxo de massa, este processo é muito dificultado pela menor umidade do solo no período seco. Possivelmente, por isso é que se observou acentuada concentração do elemento no período chuvoso (janeiro-março) para todas as frações, exceto nas folhas de *A. pyrifolium* (FP),

espécie que parece ser menos sensível à falta de água no solo do que as outras duas estudadas isoladamente.

O magnésio na fração caatinga total (Figura 6) variou muito pouco ao longo do ano, apesar de apresentar um pico de concentração no fim do período chuvoso (abril/2003), mantendo-se quase constante depois, semelhante ao observado pela fração galhos e cascas, não parecendo sofrer significativa influência da redução na umidade no solo.

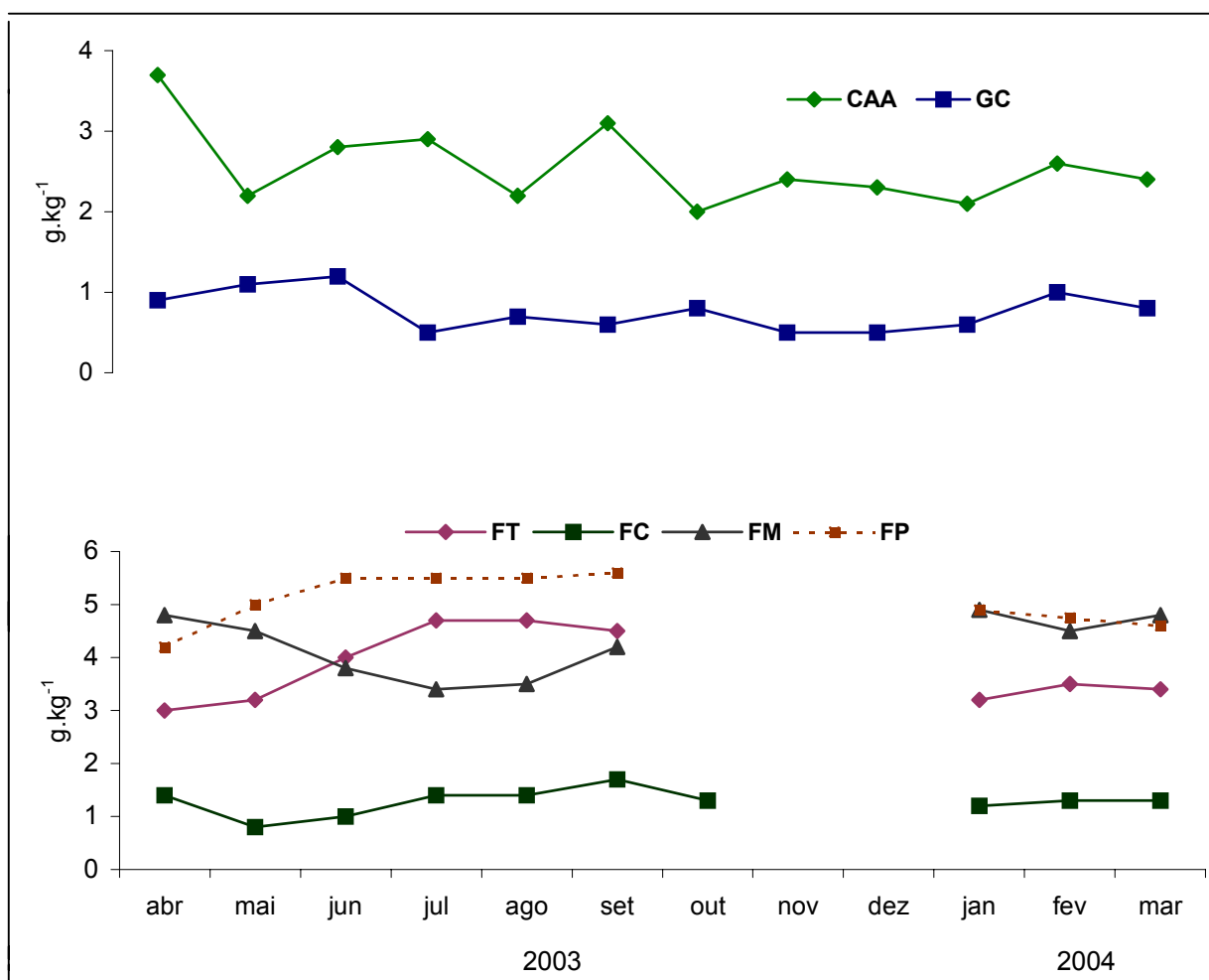


Figura 6 – Concentração mensal de Mg nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

O mesmo modelo de concentração foi também verificado para a fração folhas de *C. pyramidalis* que se manteve abaixo de $2,0 \text{ g.kg}^{-1}$, mas com padrão constante ao longo do ano. As folhas de *C. sonderianus* parecem ter sido as mais afetadas pela redução na umidade no solo, ao contrário das folhas de *A. pyrifolium* e da fração folha total, as quais aumentaram a concentração com a redução na umidade no solo, possivelmente por retranslocação do magnésio vindo das próprias folhas que não caíram no período seco ou de outros órgãos senescentes, como os frutos e flores.

Schumacher *et al.* (2003) observaram maior concentração de magnésio nos frutos de *Acacia mearnsii*, enquanto Froufe (1999) determinou significativa concentração do nutriente nas estruturas reprodutivas de *Eucalyptus grandis*.

As folhas de *A. pyrifolium* foram as que apresentaram os maiores teores de Mg nos seus tecidos (Tabela 2), evidenciando assim grande capacidade de reciclar o elemento, independente do déficit hídrico, sendo bem superior à *C. pyramidalis* e *C. sonderianus*.

Para o enxofre, na fração galho e casca (Figura 7) a concentração se manteve praticamente constante durante o estudo, independente da redução na precipitação após o mês de abril/2003.

Já para a fração caatinga total houve elevação na concentração do elemento no período compreendido entre agosto a outubro, depois voltando aos níveis anteriores. Esta fração é a mistura das demais frações, logo é muito complexa, já que cada espécie da caatinga tem um padrão diferente de absorção de nutrientes, translocação, adaptação ao déficit hídrico, porte, fenologia, etc. Além disso, o enxofre é o macronutriente que menos tem apresentado limitações em florestas nativas, assim é pouco estudado e os testes de sua disponibilidade e concentração não tem sido examinado extensivamente em nutrição florestal (Binkley, 1986), sendo assim difícil fazer comparações. Foi também o elemento que mostrou menor variabilidade entre as frações e ao longo dos meses, apresentando apenas um pico na fração folhas de *C. pyramidalis* em fevereiro, o que pode não configurar um padrão da espécie nem do elemento.

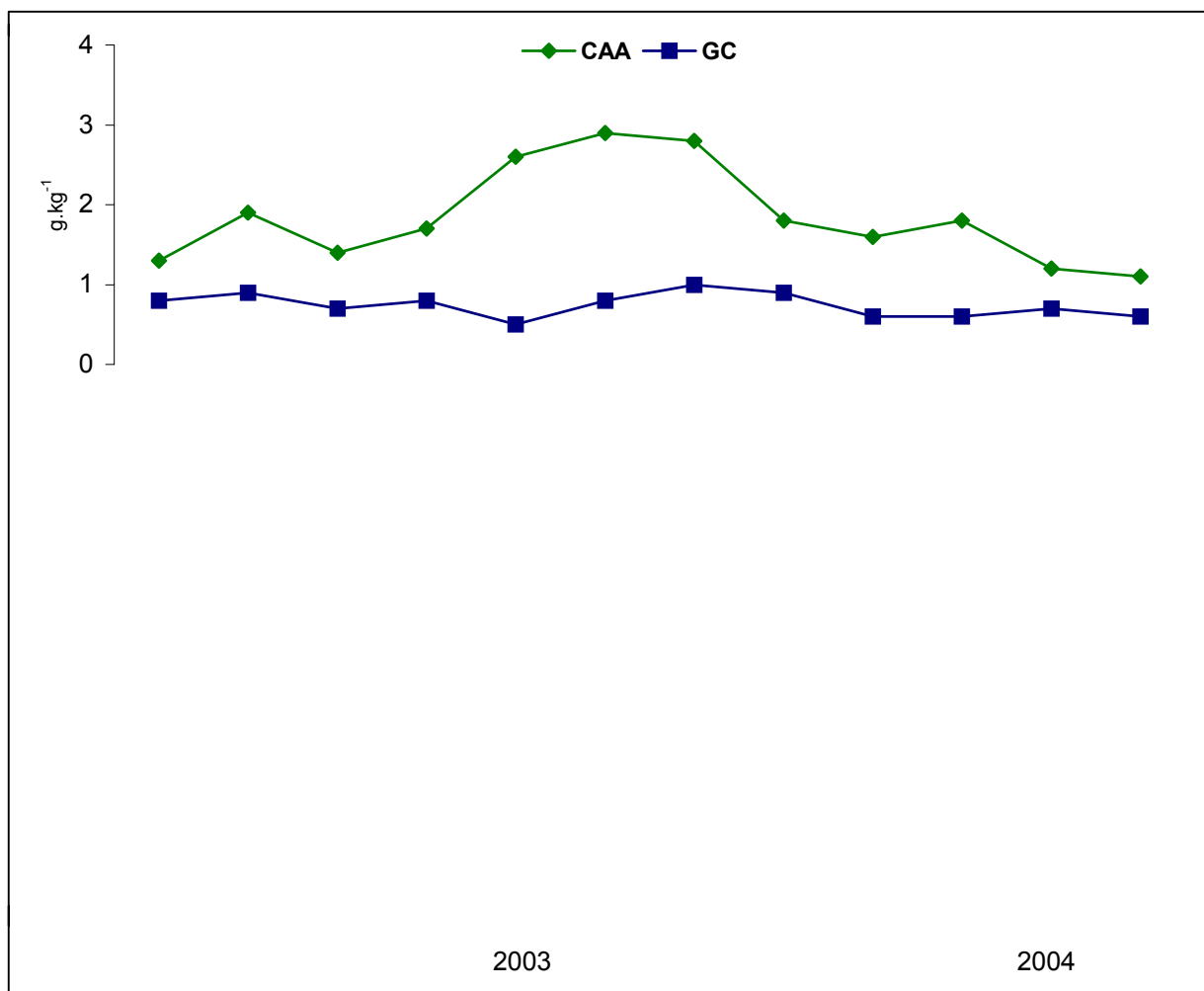


Figura 7 – Concentração mensal de S nas frações caatinga total (CAA), galhos e cascas (GC), folha total (FT), folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM) e folhas de *A. pyrifolium* (FP) na serapilheira da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Entre os poucos estudos que envolvem o nutriente, Bertalot *et al.* (2004) observaram que *Leucena leucocephala* e *Leucena diversifolia* apresentaram comportamentos semelhantes, com tendência a ocorrer maior teor de S no inverno, que não é o período de maior nem de menor precipitação, não ocorrendo assim uma sazonalidade marcante na concentração do elemento, como se observou na caatinga da EsEc-Seridó.

4 - CONCLUSÕES

As concentrações dos nutrientes variaram entre as diversas frações, com os maiores valores de nitrogênio e o fósforo na miscelânea, de potássio no material reprodutivo, de cálcio nos galhos e cascas, de magnésio nas folhas de *Aspidosperma pyrifolium* e de enxofre na serapilheira total.

Entre as três espécies estudadas isoladamente, a serapilheira foliar de *Caesalpinia pyramidalis* foi a mais rica em nitrogênio e enxofre, enquanto nas folhas senescentes de *Aspidosperma pyrifolium* registraram-se as maiores concentrações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

A transferência de nutrientes durante doze meses, através da serapilheira da caatinga arbóreo-arbustiva da EsEc-Seridó, configurou a seguinte seqüência: Ca > N > K > Mg > S > P.

A ordem decrescente de transferência de nutrientes entre as três espécies estudadas isoladamente ocorreu da seguinte forma: *Caesalpinia pyramidalis* > *Aspidosperma pyrifolium* > *Croton sonderianus*.

Caesalpinia pyramidalis foi a espécie menos eficiente no uso de N e *Aspidosperma pyrifolium* no uso de P, K, Ca e Mg. *Caesalpinia pyramidalis* foi mais eficiente no uso de Mg, enquanto *Croton sonderianus* o foi no uso do N e Ca e a fração folha total no uso do P e K.

A sazonalidade da concentração de N e P parece estar associada ao regime pluviométrico, enquanto o K e o Ca foram mais concentrados na estação seca e o Mg e o S não mostraram padrão definido.

A exploração de madeira da caatinga se for realizada na estação chuvosa tende a exportar maior quantidade de P e Ca, enquanto qualquer atividade que implique na retirada de folhas da caatinga no mesmo período poderá exportar significativas quantidades de N, P e S.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.D.; MELILLO, J.M. **Terrestrial ecosystems**. San Diego: Academic Press. 2. ed. 2001. 430p.

AERTS, R. Nutrient resorption from senescing leaves of perennial: are there general patterns? **Journal of Ecology**, v.84, n.3, p.597-608, 1996.

AIDAR, M.P.M.; JOLY, C.A. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.193-202, 2003.

ANDRADE, A.G. **Ciclagem de Nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 182p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

ANDRADE, A.G.; COSTA, G.S.; FARIA, S.M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n.6, p.777-785, 2000.

ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. Desenvolvimento sustentado da caatinga. P.125-133. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Eds.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado**. Viçosa, SBCS/UFV. 1996.

BERTALOT, M.J.A.; GUERRINI, I.A.; MENDOZA, E. *et al.* Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira em quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n.65, p.219-227, 2004.

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

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. *et al.* Ciclagem de nutrientes em *Acacia mearnsii* De Wild. V. Quantificação do conteúdo de nutrientes na biomassa aérea de *Acacia mearnsii* De Wild. procedência australiana. **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.977-982, 2000.

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**, v.26, n.5, p.615-620, 2002.

CARPANEZZI, A.A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo**. 1980. 107p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

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.

CHAPIN III, F.S.; CLEVE, K.V. Approaches to studying nutrient uptake, use and loss in plants. p.184-207. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.; MOONEY, H.A. *et al.* (Eds.). **Plant physiological ecology: field methods and investigation**. London: Chapman & Hall. 5. ed. 1996.

COLE, D.W.; RAPP, M. Elemental cycling in forest ecosystems. In: REICHLE, D.E. (Ed.). **Dynamic principles of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. p.341-409.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrients dynamics within Amazonian forest ecosystems 1: Nutrient flux in fine litterfall and efficiency of nutrient utilization. **Oecologia**, n.68, n.2, p.466-472, 1986.

CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A. *et al.* Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, v.3, n.1, p.19-39, 1993.

CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G.A.D.C.; POGGIANI, F. *et al.* Produção de serapilheira e o retorno de macronutrientes em floresta pluvial atlântica. Estação Biológica de Boracéia (São Paulo, Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.8, n.1, p.1-16. 1996.

DAMES, J.F.; SCHOLE, M.C.; STRAKER, C.J. Nutrient cycling in a *Pinus patula* plantation in the Mpumalanga Province, South Africa. **Applied Soil Ecology**, v.20, n.3, p.211-226, 2002.

DANTAS, J.S. **Dinâmica da produção e decomposição de folheto e ciclagem de nutrientes em um ecossistema de caatinga arbórea no agreste da Paraíba**. 2003. 32p. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

DEL ARCO, J.M.; ESCUDERO, A.; GARRIDO, M.V. Effects of site characteristics on nitrogen retranslocation from senescing leaves. **Ecology**, v.72, n.3, p.701-708, 1991.

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

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

FASSBENDER, H.W.; GRIMM, U. Ciclos bioquímicos em um ecossistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y decomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, v.31, n.1, p.39-47, 1981.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. Maceió: Editora da UFAL. 3. ed. 419p. 2000.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal** 1. 2. ed. São Paulo: EPU. 1985. 362p.

FROUFE, L.C.M. **Decomposição de serapilheira e aporte de nutrientes em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acácia mangium* Willd.** 1999. 73p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

GARDA, E.C. **Atlas do meio ambiente do Brasil**. Brasília: Editora Terra Viva. 1996.

GARG, V.K. Litter production and nutrient concentration under high density plantation in some fuelwood species grown on sodic soils. **Indian Forester**, v.123, n.12, p.1155-1160, 1997.

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 de agosto de 2005.

JARAMILLO, V.J; SANFORD JR., R.L. Nutrient cycling in tropical deciduous forests. In: BULLOCK, S.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press. 1995. p.346-361.

JORDAN, C.F. **Nutrients cycling in tropical forest ecosystems**: principles and their application in management and conservation. Chichester: Wiley. 190p. 1985.

KAUFFMAN, J.B.; SANFORD JUNIOR, R.L.; CUMMINGS, D.L. *et al.* Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. **Ecology**, v.74, n.1, p.140-151, 1993.

KREBS, J.C. **Ecology**: The experimental analysis of distribution and abundance. 5. ed. Vancouver: Addison Wesley Longman. 2001. 608p.

LACERDA, C.M.B.; KAGEYAMA, P.Y.; FERRAZ, E.M. Diversidade isoenzimática em *Myracrodruon urundeuva* em duas situações antrópicas no semi-árido. **Scientia Forestalis**, n.55, p.89-95, 1999.

LAMBERT, J.D.H.; ARNASON, J.T.; GALE, J.L. Leaf-litter and changing nutrient levels in a seasonal in a dry tropical hardwood forest, Belize, C. A. **Plant and Soil**, v.55, p.429-433, 1980.

LUGO, A.E.; MURPHY, P.G. Nutrient dynamics of a Puerto Rican subtropical dry forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.2, n.1, p.22-72, 1986.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Desertificação: Caracterização e Impactos**. Brasília. 1998.

MORO, M.J.; DOMINGO, F.; ESCARRÉ, A. Organic matter and nitrogen cycles in a pine afforested catchment with a shrub layer of *Adenocarpus decorticans* and *Cistus laurifolius* in south-eastern Spain. **Annals of Botany**, v.78, n.6, p.675-685, 1996.

MURBACH, M.R.; BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T. *et al.* Nutrient cycling in a RRIM 600 clone rubber plantation. **Scientia Agricola**, v.60, n.2, p.353-357, 2003.

MYERS, R.J.K.; PALM, C.A.; CUEVAS, E. *et al.* The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, P.L. (Eds.). **The biological management of tropical soil fertility**. New York: Wiley, 1994. p.81-116.

NEVES, E.J.M.; MARTINS, E.G.; REISSMANN, C.B. Deposição de serapilheira e nutrientes de duas espécies da Amazônia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.43, p.47-60, 2001.

OLIVEIRA, M. **Fertilidade do solo em 15 semanas: lições de química, fertilidade e manejo de solos**. 2. ed. MEC/ESAM/DSG. Mossoró. 133p. 2000.

PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS, M.A.T. *et al.* Litter production in areas of brazilian “cerrados”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.9, p.1037-1043, 1983.

PRADO, D.E. 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 da UFPE. 2003. p.3-73.

REDDY, S.J. Climatic classification: the semiarid tropics and its environment – a review. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.7, p.823-847, 1983.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVA, G.C. Ciclagem de nutrientes. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J.; BARBOSA, M.R.V. (Eds.) **Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco. 1996. p.191-202.

SANTANA, J.A.S.; SANTANA JÚNIOR.; J.A.S., SOUTO, J.S. *et al.* Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. **Revista Caatinga** (no prelo).

SCHLITTLER, F.H.M. **Fitossociologia e ciclagem de nutrientes na Floresta Tropical do Parque Estadual do Morro do Diabo (Região do Pontal do Paranapanema), Estado de São Paulo**. 1990. 279p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I. *et al.* Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucária angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37, 2004.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M. *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**, v.27, n.6, p.791-798, 2003.

SCOTT, D.A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. **Journal of Ecology**, v. 80, n.4, p.705-717, 1992.

SILVA, M.F.F. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v.1, n.1/2, p.111-158, 1984.

SINGH, R.K.; DUTTA, R.K.; AGRAWAL, M. Litter decomposition and nutrient release in relation to atmospheric deposition of S and N in a dry tropical region. **Pedobiologia**, v.48, n.4, p.305-311, 2004.

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, Pernambuco. 2000. p.13.

VITOUSEK, P.M. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology**, v.65, n.1, p.285-298, 1984.

VITOUSEK, P.M. Nutrient cycling and use efficiency. **American Naturalist**, v.119, n.1, p.553-572, 1982.

VITOUSEK, P.M.; SANFORD, JR. R.L. Nutrient cycling in most tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.17, p.137-167, 1986.

Capítulo 4

DECOMPOSIÇÃO, LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES E ACÚMULO DE SERAPILHEIRA NA CAATINGA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

DECOMPOSIÇÃO, DINÂMICA DE NUTRIENTES E ACÚMULO DE SERAPILHEIRA NA CAATINGA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ-RN

RESUMO: A serapilheira da caatinga, o maior bioma ocorrente no Nordeste brasileiro, é composta em maior proporção por material foliar. Assim, durante mais de doze meses avaliou-se a dinâmica do processo de decomposição e liberação de nutrientes das folhas senescentes da caatinga arbórea-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, no Município de Serra Negra do Norte-RN. Os quatro tratamentos foram uma mistura de folhas decíduas de todas as espécies ocorrentes em 30 parcelas de 10 m x 20 m, folhas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), folhas de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro) e folhas de *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro), as três espécies com maior valor de importância na área. Utilizou-se sacolas contendo 10 g de biomassa foliar seca, com cinco repetições. Após 371 dias, *C. pyramidalis* decompôs 70,3 %, a mistura de folhas 57,8 %; *A. pyrifolium* 48,4 % e *C. sonderianus* 47,5 % da biomassa inicial, com maior perda de material ocorrendo no início das chuvas, sendo quase nula no período seco. As perdas foram mais bem correlacionadas com a relação C/N e a temperatura, mas não com a precipitação. De modo geral, a mistura de folhas apresentou significativa disponibilidade de N, P, K, Ca, Mg e S, enquanto *C. sonderianus* disponibilizou P, K e Mg, *A. pyrifolium* liberou K e Mg, e *C. pyramidalis* apenas K. O potássio foi o elemento com maior e mais rápida liberação em todos os tratamentos, chegando a mais de 88% logo no início do período chuvoso. O maior valor de K ocorreu nas folhas de *C. pyramidalis* e o menor no tratamento com *C. sonderianus*. O tempo para degradar 50 % da serapilheira variou de 172 a 349 dias, para *C. pyramidalis* e *C. sonderianus*, respectivamente. O acúmulo de serapilheira foi de 6.286 kg.ha⁻¹, sendo 60 % maior no período seco do que no chuvoso. A estimativa do retorno médio foi de 19,9 meses para a serapilheira foliar e de 36,9 meses para a serapilheira da caatinga.

PALAVRAS-CHAVES: Caatinga, decomposição, folhas, nutrientes.

DECOMPOSITION, NUTRIENTS DYNAMICS AND LITTER ACCUMULATION IN CAATINGA OF THE SERIDO ECOLOGICAL STATION-RN

ABSTRACT: The caatinga is the largest bioma in the brazilian northeast and its litterfall is composed in larger proportion by leaf. Thus, for twelve months was evaluated the dynamics of the decomposition process and nutrients liberation of the senescent leaves in the shrub-trees caatinga at Seridó Ecological Station, Serra Negra do Norte-RN. The four treatments were a mixture of deciduous leaves of all the species in 30 plots of 10 m x 20 m, leaves of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro) and *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro), the three species with larger value of importance in the area. The method of the litter-bags was used contains 10 g of dry leaf, with five repetitions. After 371 days, *C. pyramidalis* decomposed 70.3 %, the mixture of species 57.8 %; *A. pyriforme* 48.4 % and *C. sonderianus* 47.5 % of the initial biomass, with larger material loss happening in the beginning of the rains, being almost null in the dry period. The losses were better correlated with the relationship C/N and the temperature, but not with precipitation. In general, the mixture of species presented significant liberation of N, P, K, Ca, Mg and S, while *C. sonderianus* released P, K and Mg, *A. pyriforme* liberated K and Mg, and *C. pyramidalis* just K. The potassium was the element with larger and more abrupt liberation in all treatments, loss more than 88 % soon after the beginning of the rainy season. The largest value of k was in the *C. pyramidalis* leaves and the smallest in *C. sonderianus*. The time to degrade 50 % of the litterfall varied of 172 to 349 days, for *C. pyramidalis* and *C. sonderianus*, respectively. The litterfall accumulation was of 6,286 kg.ha⁻¹, being 60 % larger in the dry period than in the rainy season. The estimate of the medium return was 19.9 months to the leaf litter and 36.9 months to caatinga litter.

KEY WORDS: Caatinga, decomposition, leaves, nutrients.

1. INTRODUÇÃO

A caatinga é um dos mais importantes biomas brasileiros, constituindo-se na vegetação predominante do Nordeste e se distribuindo em todos os estados da região, além de Minas Gerais na região Sudeste. Certamente é um dos biomas nacionais com maior grau de antropização, com percentuais da área alterada variando entre 30,4 % a 51,7 %, dependendo da metodologia utilizada (Castelletti *et al.*, 2003), sendo, além disso, pouco conhecido e estudado.

Não obstante a falta de conhecimento sobre o bioma, a caatinga vem sendo sistematicamente devastada. Sampaio *et al.* (1987) observaram que há muitos séculos o homem vem usando a área recoberta pela caatinga para utilização com a pecuária intensiva, para agricultura nas partes mais úmidas, para 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 necessariamente levará o mesmo a um processo irreversível de degradação.

Estudos sobre decomposição e liberação de nutrientes, direcionados a espécies da caatinga ou a própria caatinga, são praticamente inexistentes, o que contribui para o baixo nível de conhecimento e utilização de plantas do bioma, restringindo-se assim sua utilização econômica apenas ao extrativismo seletivo e contribuindo para sua degradação.

O processo de decomposição, através do qual elementos minerais essenciais tornam-se disponíveis às plantas, é uma importante parte do ciclo de nutrientes e desempenha importante papel no funcionamento dos ecossistemas, sendo considerado tão importante quanto o processo de fotossíntese (Heal *et al.*, 1997).

Além disso, este tipo de conhecimento possibilita estabelecer sistemas agroflorestais com espécies de diferentes comportamentos fisiológicos, associando indivíduos que apresentem baixa relação C/N e grande potencial de liberação de nutrientes, como as leguminosas, com plantas de maior valor econômico e maior relação C/N ou com serapilheira mais recalcitrante, tornando-se assim um ambiente ecológico que aumentaria a eficiência de reciclagem de matéria orgânica e de nutrientes.

A dinâmica do processo de decomposição depende, dentre outros fatores, das características de cada componente da serapilheira, tais como: teor de lignina e nutrientes, resistência, componentes secundários, massa e tamanho do material (Haag, 1985). Dos componentes da serapilheira, as folhas em geral estão em maior proporção de massa e volume, além de apresentarem maior taxa de decomposição (Fassbender, 1993). Existem também frações de difícil decomposição, com muitas estruturas lignificadas, que representam em torno de 30 a 40 % da serapilheira (Anderson & Swift, 1983).

Uma série de fatores e suas interações exercem influência na velocidade de decomposição, principalmente umidade do solo, temperatura, composição química da serapilheira, estado nutricional do solo e características da biota do solo (Reynolds & Hunter, 2001).

Tem sido relacionado também com a concentração de carbono e nitrogênio, a relação C:N, o conteúdo de lignina, a relação lignina:N, o conteúdo de polifenóis e a relação polifenóis:N (Sivalapan & Fernando, 1985). As concentrações iniciais de N, P, K, Ca, Mg e S na serapilheira também são consideradas como de grande importância no processo (Andrade *et al.*, 1999).

Sob as mesmas condições climáticas, a velocidade de decomposição pode variar de acordo com a porcentagem de lignina, polifenóis, carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, entre outros componentes (Swift *et al.*, 1979). A relação entre algumas dessas substâncias tem sido usada para explicar diferenças entre a velocidade de decomposição de materiais orgânicos, principalmente a relação C/N.

A qualidade da serapilheira é fator determinante da decomposição dos resíduos adicionados e também dependente do tipo de vegetação encontrada em determinado ecossistema. Desta forma a organização do sistema florestal, homogêneo ou heterogêneo, conferirá a serapilheira uma diversidade de resíduos que determinará uma maior diversidade de nichos para a comunidade de decompositores a ela associados (Wardle *et al.*, 1995).

Os três principais métodos que têm sido utilizados para estimar a decomposição da camada de serapilheira são a respiração do solo (que avalia a evolução do CO₂ produzido pela decomposição), o valor K, que é a relação entre a quantidade de material que cai do dossel e a que está depositada sobre o solo, e

avaliações diretas através de medidas da perda de massa em sacolas (Andrade, 1997).

O valor K tem sido amplamente utilizado para se avaliar a taxa de decaimento da serapilheira ou o tempo de renovação dessa camada. Algumas críticas têm sido atribuídas ao seu uso indiscriminado em ecossistemas que ainda não atingiram equilíbrio entre o material que cai e o material que é decomposto (Anderson & Swift, 1983), como nos reflorestamentos jovens.

O acúmulo de serapilheira sobre o solo pode revelar a capacidade que o ambiente tem em decompor o material que cai sobre o mesmo, podendo-se assim fazer inferências, mesmo que genéricas, sobre a qualidade e quantidade da população microbiana do solo, a composição química da serapilheira e as condições climáticas do ambiente.

Estudos de decomposição e liberação de nutrientes com espécies florestais nativas não são comuns no Brasil, limitando-se às espécies consideradas de valor econômico, em condições de reflorestamento, com as do gênero *Eucalyptus*, *Araucaria* e *Pinus*. Além disso, existem algumas outras pesquisas sobre a dinâmica de decomposição de florestas naturais (Aidar & Joly, 2003; Meguro *et al.*, 1980) que são ferramentas importantes para o manejo e conservação desses ambientes.

Desse modo, com o objetivo de disponibilizar maiores informações sobre as espécies da caatinga, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a dinâmica da decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes da biomassa foliar de espécies da caatinga arbóreo-arbustiva da Estação Ecológica do Seridó, além de quantificar o acúmulo de material senescente sobre o solo e seu retorno nas épocas seca e chuvosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área experimental

O estudo foi realizado na Estação Ecológica do Seridó (EsEc-Seridó), uma das poucas unidades federais de preservação integral do bioma Caatinga, localizada no município de Serra Negra do Norte-RN e ocupando área de 1.166,38 ha. É administrada pelo IBAMA e faz parte da rede de unidades de preservação desde maio de 1982, sendo utilizada anteriormente como fazenda agropecuária.

Santana *et al.* (no prelo) classificaram o clima da região, pelo método de Thornthwaite, como DdA'a' tratando-se de clima semi-árido, com nenhum excesso de água, megatérmico, e com evapotranspiração real e deficiência hídrica de 733,7 mm e 1.169,7 mm, respectivamente.

Os valores referentes às chuvas dos últimos dez anos, coletados na Estação Climatológica da EsEc-Seridó, evidenciam que a precipitação é extremamente variável entre os anos, atingindo o mínimo de 232,4 mm em 1998 e o máximo de 1.135,2 em 2002, com a média anual atingindo 699,5 mm. O período chuvoso se estende de janeiro a maio, com 86,5 % do volume precipitado se concentrando nesses cinco primeiros meses do ano, enquanto que no trimestre agosto-outubro, época mais seca do ano, chove em média apenas 2,2 % do volume total (Figura 1).

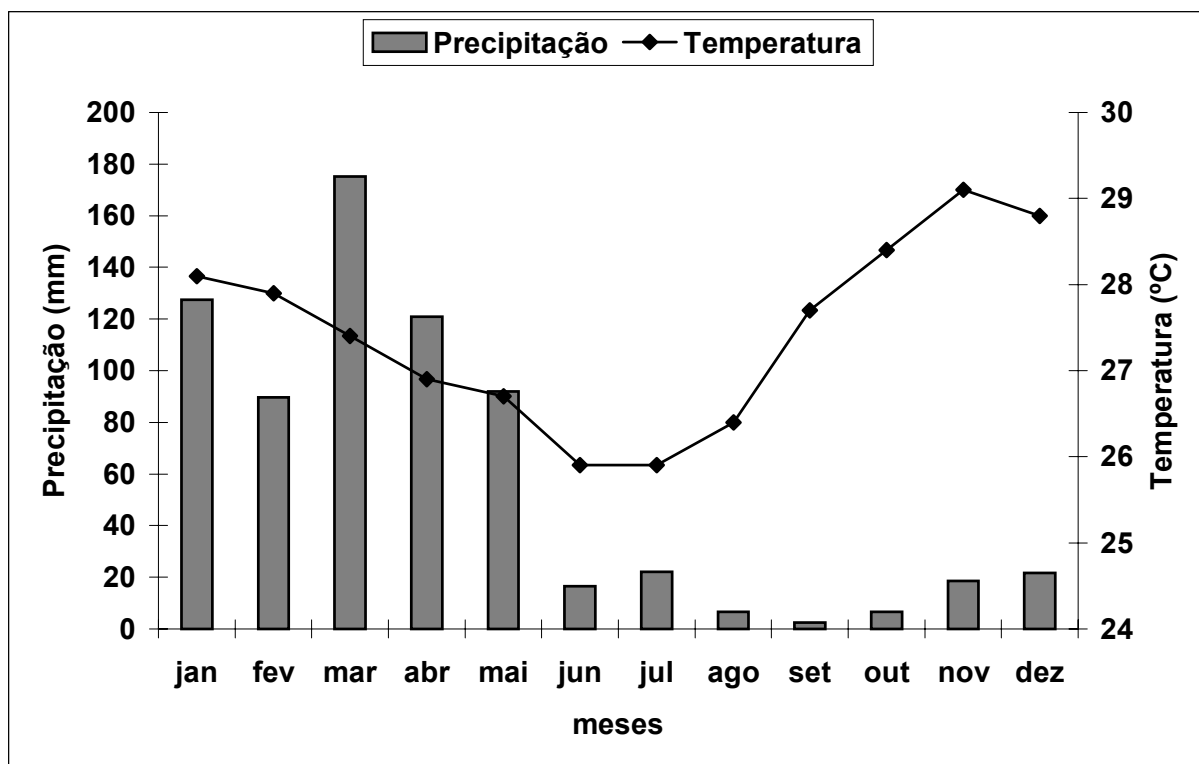


Figura 1 – Distribuição da precipitação e da temperatura na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período de 1995-2004.

A temperatura mensal média da EsEc-Seridó nos últimos dez anos atingiu o pico máximo de 29,1 °C no mês de novembro e o mínimo de 25,9 °C em junho, evidenciando, portanto, pequena amplitude térmica de 3,2 °C. A média da temperatura máxima é de 34,7 °C, enquanto que a da mínima alcança 20,4 °C. Por outro lado, a umidade relativa média mensal do ar é considerada média, atingindo o máximo de 73 % em abril, quando ainda chove na região, e o mínimo nos meses de setembro-outubro, com 54 % de umidade.

A área da EsEc-Seridó está incrustada no complexo cristalino, apresentando predominância de solos Luvisolos Crômicos, apresentando relevo plano a forte ondulado, com profundidade variando de pouco profunda a rasa e horizonte B textural rico em nutrientes, com a granulometria sendo predominantemente arenosa e as classes texturais variando entre Areia Franca a Franco Arenosa. Há ocorrência também de manchas localizadas de Neossolos Litólicos e Vertissolos, além da presença de grandes rochas, denominadas localmente de lajeiros ou lajedos. Nas baixadas e várzeas há predomínio de Neossolos Flúvicos.

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios de alguns atributos químicos dos solos das trinta parcelas instaladas na EsEc-Seridó, determinados pelo Laboratório de Fertilidade de Solos do Centro de Ciências Agrárias da UFPB-Areia (EMBRAPA, 1997).

Tabela 1 – Valores máximos, médios e mínimos de alguns atributos químicos dos solos da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, na camada de 0-20 cm. N= 30

	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	MO
	H ₂ O	mg.dm ⁻³	-----cmol _c .dm ⁻³ -----								g.kg ⁻¹
Máx.	7,3	28,57	0,43	0,07	4,62	0,2	7,15	1,95	9,6	14,2	25,33
Méd.	6,3	6,23	0,30	0,04	2,29	0,1	3,80	1,08	5,2	7,5	15,34
Min.	5,4	2,14	0,21	0,02	0,99	0,0	1,45	0,40	2,1	3,1	6,86

A flora local é classificada como caatinga arbórea-arbustiva, hiperxerófila, com características próprias, sendo por isso denominada de Caatinga do Seridó e está representada de forma significativa na EsEc-Seridó. Sua fisionomia é caracterizada por indivíduos de pequeno porte, freqüentemente com altura inferior a 7 m, apresentando distribuição esparsa e menor número de espécies quando comparada a outros tipos de caatingas existentes (Duque, 1980).

Isaia *et al.* (1992) acrescenta que a caatinga do Seridó é representada por um estrato rasteiro composto principalmente por gramíneas, acima da qual emergem arbustos e árvores de porte baixo a médio (3 a 7 metros de altura), caducifólias de caráter xerófilo, com grande quantidade de plantas espinhosas, de esgalhamento baixo, entremeadas de diversas cactáceas e bromeliáceas ocorrentes em algumas áreas.

A vegetação da EsEc-Seridó é considerada como secundária, porém, a parte onde este trabalho foi desenvolvido é relativamente bem conservada, não apresentando sinais de forte ação antrópica. Há predominância de *Mimosa hostilis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Piptadenia stipulata* e *Croton sonderianus*, além de inúmeras gramíneas que recobrem o solo durante vários meses do ano, independentemente do déficit hídrico, como *Aristida adscensionis*.

2.2. Instalação e desenvolvimento do experimento

Inicialmente, fez-se o levantamento florístico e a análise fitossociológica da vegetação ocorrente em 30 parcelas retangulares, com as dimensões de 10 m x 20 m (Capítulo 1). Nesta primeira fase, através do valor de importância, selecionou-se *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro) e *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro) como as três espécies mais importantes da população, respondendo juntas por juntas por 58,66 % do número de indivíduos, 65,19 % da área basal e 51,85 % do valor de importância.

Assim, em indivíduos escolhidos ao acaso na população, foram coletadas folhas recém-senescentes destas três espécies, as quais constituíram os três primeiros tratamentos (FC, FM, FP). O quarto tratamento (FCA) foi composto por uma mistura de folhas, também recém-senescentes, de todas as espécies inventariadas no levantamento florístico, coletadas em proporções semelhantes ao seu valor de importância obtido no Capítulo 1. O material foliar foi colocado para secar em estufa de ventilação forçada a 60 °C por 48 horas na própria EsEc-Seridó. Posteriormente, foram pesadas, em balança de precisão, 10 g de cada fração e colocadas em sacolas, confeccionadas em nylon, com dimensões de 20 cm x 30 cm e malha de 1 mm.

As sacolas foram depositadas na superfície das parcelas, em contato direto com o solo, sendo distribuídas de forma sistemática nas mesmas, de modo que cada parcela recebeu oito sacolas, sendo dois de cada tratamento.

Cada sacola recebeu uma etiqueta metálica de 1 cm x 3 cm, presa por arame, pintada integralmente na cor vermelha (FC), apenas a metade pintada de vermelho (FM), sem pintura (FM) e sem pintura com arame amarelo (FCA). Este procedimento foi feito para facilitar a identificação dos tratamentos, sem necessidade de movimentar as sacolas, no momento das coletas. Além disso, cada sacola foi amarrada a um piquete de 0,50 m de altura para permitir sua rápida localização no interior das parcelas.

Para cada um dos tratamentos foram utilizadas sessenta sacolas, sendo coletadas cinco a cada mês (vinte em todo o experimento), sempre nos três primeiros dias do mês. As coletas foram feitas de modo aleatório, sendo sorteadas previamente as parcelas e as sacolas a serem recolhidas.

Após as coletas, o material contido nas sacolas era lavado em água corrente para retirar partículas de solo, seco em estufa a 60 °C por 48 horas e pesado. O experimento foi instalado em julho/2003 e concluído no início de agosto/2004, durando 371 dias.

O material coletado mensalmente em cada tratamento era misturado, moído e enviado para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-EMPARN para análises de P, K, Ca, Mg e S, conforme descrito em EMBRAPA (1997). Todas as análises foram realizadas em duplicata e os resultados representam os teores médios mensais.

O fósforo (P) foi determinado por espectrofotometria de UV após adição de molibdato de amônio 2 % e o potássio (K) foi obtido por fotometria de chama. Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica após adição de La 0,1 % em solução ácida para os dois primeiros elementos; para o S utilizou-se o bário (Ba).

O N_{total} foi analisado no Laboratório de Nutrição Mineral da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo método da digestão de microkjeldahl, seguido de titulação com NaOH 40 % (EMBRAPA, 1997). O C foi determinado no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB, segundo a metodologia descrita em EMBRAPA (1997).

Os teores iniciais (t_0) e finais (t_{371}) de lignina e celulose dos tratamentos foram determinados no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB (EMBRAPA, 1997).

A matéria seca decomposta com o tempo foi calculada pela diferença entre a massa original (10 g) e a massa determinada ao final de cada período de decomposição, multiplicada por 100, obtendo-se, assim, o percentual de massa de matéria seca foliar remanescente.

As médias mensais das biomassas remanescentes em cada tratamento foram analisadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %. Além disso, foram estabelecidas correlações, com os respectivos coeficientes de Pearson, entre a biomassa foliar remanescente, temperatura do ar, precipitação e relação carbono:nitrogênio, e com as concentrações mensais de N, P, K, Ca, Mg e S no material foliar em decomposição dos quatro tratamentos.

A taxa de decomposição foliar das espécies foi calculada segundo a função $C = C_0 e^{-kt}$, onde C é a massa final das amostras (t_{371}); C_0 é a massa inicial (10 g); t , o tempo decorrido na experimentação (371 dias) e k a constante de decomposição (Pardo *et al.*, 1997).

O tempo necessário para que 50 % da biomassa seja transformada (meia vida), foi obtido pela equação $t_{1/2} = \ln 2/k = 0,693/k$ (De Costa & Atapattu, 2001).

O valor K , que reflete o tempo de renovação da serapilheira, foi calculado pela relação entre a biomassa da serapilheira da caatinga (Artigo 2) e a biomassa do material acumulado sobre o solo, conforme Jaramillo & Sanford Jr. (1995). Este método é muito utilizado para ecossistemas que atingiram o equilíbrio entre o material que cai e o material que é decomposto.

A coleta da biomassa acumulada foi realizada com auxílio de uma moldura metálica, de forma quadrada, medindo 30 cm x 30 cm, lançada cinco vezes aleatoriamente no solo. O material circunscrito à moldura foi cuidadosamente retirado, evitando a coleta de solo e raízes vivas, colocado em saco de papel com capacidade para 5 kg e identificado. As coletas foram realizadas bimensalmente a partir de maio/2003 até junho/2004, exceto em janeiro/2004 devido ao excesso de água na superfície das parcelas. Realizou-se a última coleta em outubro/2004, com o objetivo de caracterizar melhor o acúmulo no período seco.

O material coletado foi seco ao ar e separado nas frações folhas, galhos + cascas e resíduos (flores, frutos, sementes e material orgânico de difícil identificação, que incluía também fezes de pássaros e insetos, além de insetos mortos), eliminando-se os galhos com diâmetro superior a 1 cm e lavadas em água corrente para retirar as impurezas. Posteriormente, foram secas em estufa de ventilação forçada à 65 °C durante 48 horas e pesadas em balança de precisão de 0,01 g para obter a massa seca média de cada fração.

Com base nos dados de massa seca de serapilheira calculou-se a biomassa acumulada de cada fração.hectare⁻¹. O tempo médio de permanência da serapilheira no solo ou o tempo de retorno é o inverso de K ($1/K$), sendo expresso em meses ou ano (Moro *et al.*, 1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição da biomassa foliar inicial

As concentrações iniciais de N, P, K, Ca, Mg, S, C, lignina e celulose, além das relações C/N e lignina/N das folhas senescentes de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e da mistura de folhas (FCA) estão relacionadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Concentração inicial de N, P, K, Ca, Mg, S, C, lignina, celulose e relação C/N e lignina/N em folhas senescentes de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) da caatinga na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	C	Lig.	Cel.	C/N	Lig./N
	----- g.kg ⁻¹ -----										
FC	18,0	0,80	9,3	18,5	0,9	1,8	390,3	117,2	98,2	21,7	6,51
FM	12,8	1,50	18,6	17,0	4,0	1,2	403,3	197,5	171,0	31,5	15,43
FP	14,6	8,00	15,1	28,0	5,5	1,8	386,1	162,2	133,6	26,4	11,11
FCA	19,5	3,20	11,6	26,5	4,4	2,6	421,0	168,8	141,4	21,6	8,66

Os teores de nitrogênio foram mais elevados na mistura de folhas, o que pode ser justificado pelo fato deste tratamento ser composto por folhas de todas as espécies da caatinga, em cuja composição florística a família Leguminosae se destacou, apresentando o maior número de espécies e cerca de 868 indivíduos, o que representa mais de 35 % de toda a população amostrada (Capítulo 1).

As folhas de *C. pyramidalis*, uma espécie pertencente à família Leguminosae e potencialmente fixadora de nitrogênio, não apresentaram as maiores concentrações iniciais do elemento, como era esperado, sendo menores do que na mistura de folhas, mas muito superior ao observado nas folhas de *A. pyrifolium* e *C. sonderianus*.

Os teores de fósforo, potássio e magnésio nas folhas de *C. pyramidalis* foram os menores entre os tratamentos, assim como os de lignina e celulose. Por

outro lado, a relação C/N da espécie foi pequena, semelhante ao observado na mistura de folhas, e foi bem mais elevada nas folhas de *C. sonderianus*.

A relação C/N é considerada o mais importante parâmetro a ser levado em conta em estudos de decomposição. Moro & Domingo (2000) consideram que a relação crítica situa-se entre 20:1 a 30:1 para uma efetiva decomposição e Larcher (2000) comenta que a velocidade de decomposição é mais rápida quando esta relação atinge valores abaixo de 25:1. Entretanto, Cortez *et al.* (1996) afirmam que a relação C:N parece não representar adequadamente a decomposição de materiais orgânicos, devido ao fato de não levar em conta a qualidade do carbono.

As concentrações de lignina oscilaram entre 11 e 20 g.kg⁻¹, que podem ser consideradas médias, já que são folhas de espécies arbóreas de floresta seca, comumente consideradas como esclerófilas. Por outro lado, nas acículas de *Pinus laricio*, *P. pinea* e *P. sylvestris* Fioretto *et al.* (1998) encontraram valores de 27,6; 36,9 e 25,6 %, respectivamente. Segundo Fox *et al.* (1990), o aumento das concentrações de lignina nos tecidos dos restos vegetais diminui a velocidade de decomposição devido a sua resistência ao ataque microbiano, em função, principalmente, da grande quantidade de anéis fenólicos na sua composição química, os quais são letais para os microrganismos (Palm & Sanches, 1991; Melillo *et al.*, 1982).

Diversos autores (Cortez *et al.*, 1996; Harris & Safford, 1996) reportam que a lignina é o principal regulador da decomposição da matéria orgânica nos estágios mais avançados do processo, havendo incremento nos teores de lignina com o decorrer da decomposição.

Berg & Agren (1984) desenvolveram um modelo de decomposição, sugerindo que a primeira fase do processo, quando são perdidos cerca de 30 % da massa inicial, é regulada pelo conteúdo de nutrientes, enquanto a segunda fase é regulada pela lignina e pela relação holocelulose:lignina.

A celulose é considerada o principal componente estrutural das plantas, e lhes confere rigidez e forma (Mason, 1980). Nas folhas senescentes das plantas estudadas da caatinga, o composto variou de 9 a 18 %, sendo menor nas folhas de *C. pyramidalis* e maior nas de *C. sonderianus*, o que pode ser considerado como valores médios.

A variabilidade na concentração de celulose nas serapilheiras foliares em diferentes biomas é muito ampla. Moore (1984) encontrou valores entre 8 e 29 % em folhas e acículas de espécies típicas da região subártica do Canadá, enquanto Mesquita *et al.* (1998), estudando a decomposição de sete espécies em uma floresta secundária na Amazônia, verificaram teores oscilando entre 11 e 43 %.

A relação lignina/N tem sido também correlacionada com a decomposição (Melillo *et al.*, 1982; Taylor *et al.*, 1989), com valores baixos indicando maiores taxas de decomposição, já que o material seria mais lábil para os microrganismos em função de maior disponibilidade de nitrogênio.

Desse modo, considerando essa relação, os resultados obtidos na EsEc-Seridó evidenciam que a serapilheira foliar de *C. pyramidalis* e da mistura de folhas são mais facilmente decompostas do que os outros dois tratamentos.

3.2. Marcha de decomposição da biomassa foliar

A caatinga, como todas as demais vegetações secas do mundo, tem forte correlação com o padrão de precipitação, assim, este parâmetro climático é considerado como o principal agente regulador das atividades fisiológicas das plantas e animais no bioma.

Para Araújo (1998) a característica ambiental mais marcante no domínio das caatingas é a estacionalidade hídrica, com apenas 4 a 6 meses de chuva por ano. Entretanto, dados de precipitação dos últimos dez anos na EsEc-Seridó (Santana *et al.*, no prelo) mostram que no período compreendido entre janeiro-maio ocorreram cerca de 77 a 96 % das chuvas anuais, mas apresentando grande erraticidade em termos de volume de água, chegando a 80 % entre os anos. Assim, o que parece ser mais drástico na região é a variabilidade anual no volume de chuva.

Os primeiros 180 dias do experimento na EsEc-Seridó coincidiram com a época de seca na área, ocorrendo apenas três chuvas neste período, sendo uma em julho/2003 (16,2 mm), a outra em agosto (2,0 mm) e a terceira em novembro (0,5 mm), totalizando 18,7 mm (Figura 2). A partir de janeiro voltou a chover na região,

com o maior pico de precipitação ocorrendo em janeiro/2004 e se reduzindo paulatinamente a partir deste mês até junho/2004.

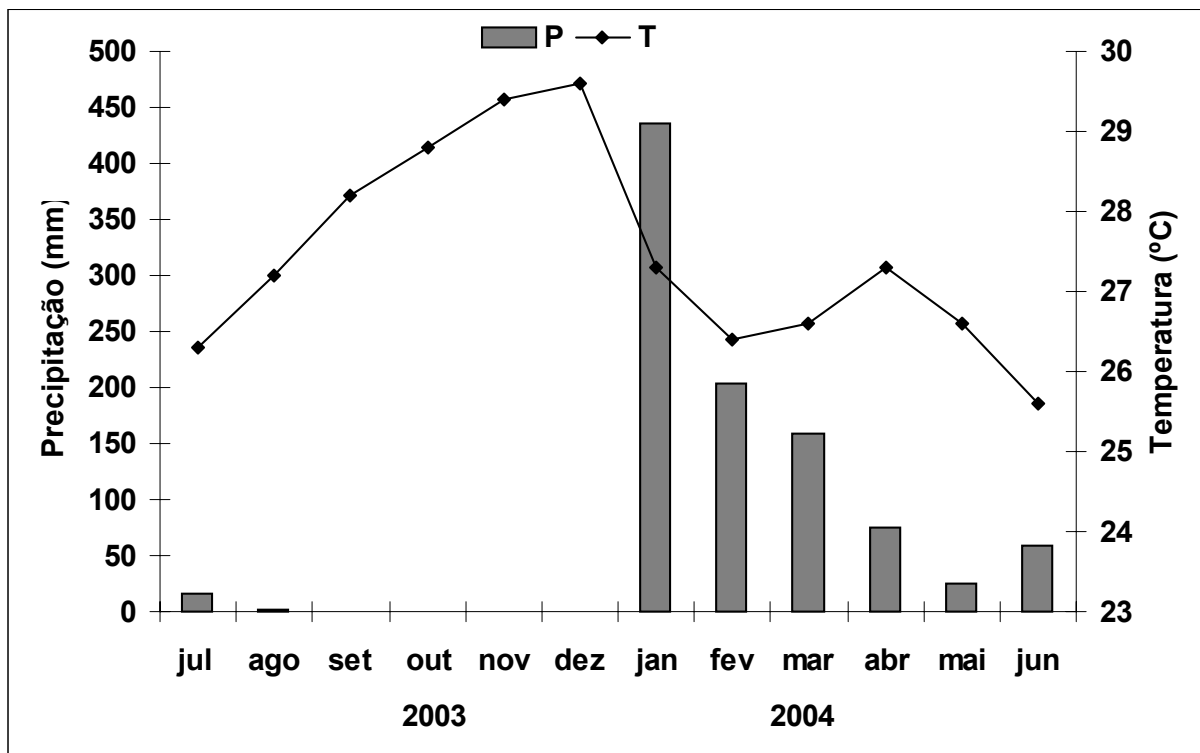


Figura 2 – Precipitação (P) e temperatura (T) mensal na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, no período experimental. Dados obtidos na Estação Climatológica da EsEc-Seridó.

A umidade do solo é um dos mais importantes parâmetros que regula a decomposição. Martínez-Yrizar (1995) concluiu que, em um experimento instalado no princípio da estação seca, as folhas permaneceram quase inteiramente intactas por 3 a 4 meses, até a chegada de novo período chuvoso. Este comportamento também foi observado na EsEc-Seridó, onde as folhas praticamente não sofreram decomposição até o início das chuvas na área. Entretanto, a umidade do solo não é apenas função direta da precipitação e evaporação, assim deve-se levar em conta também a textura e estrutura do solo, além do conteúdo e qualidade da matéria orgânica.

As curvas de perda de biomassa foliar (Figura 3) no período seco mostraram que o processo de decomposição foi muito lento e com padrões

semelhantes entre os tratamentos, apesar das diferentes composições químicas das folhas utilizadas.

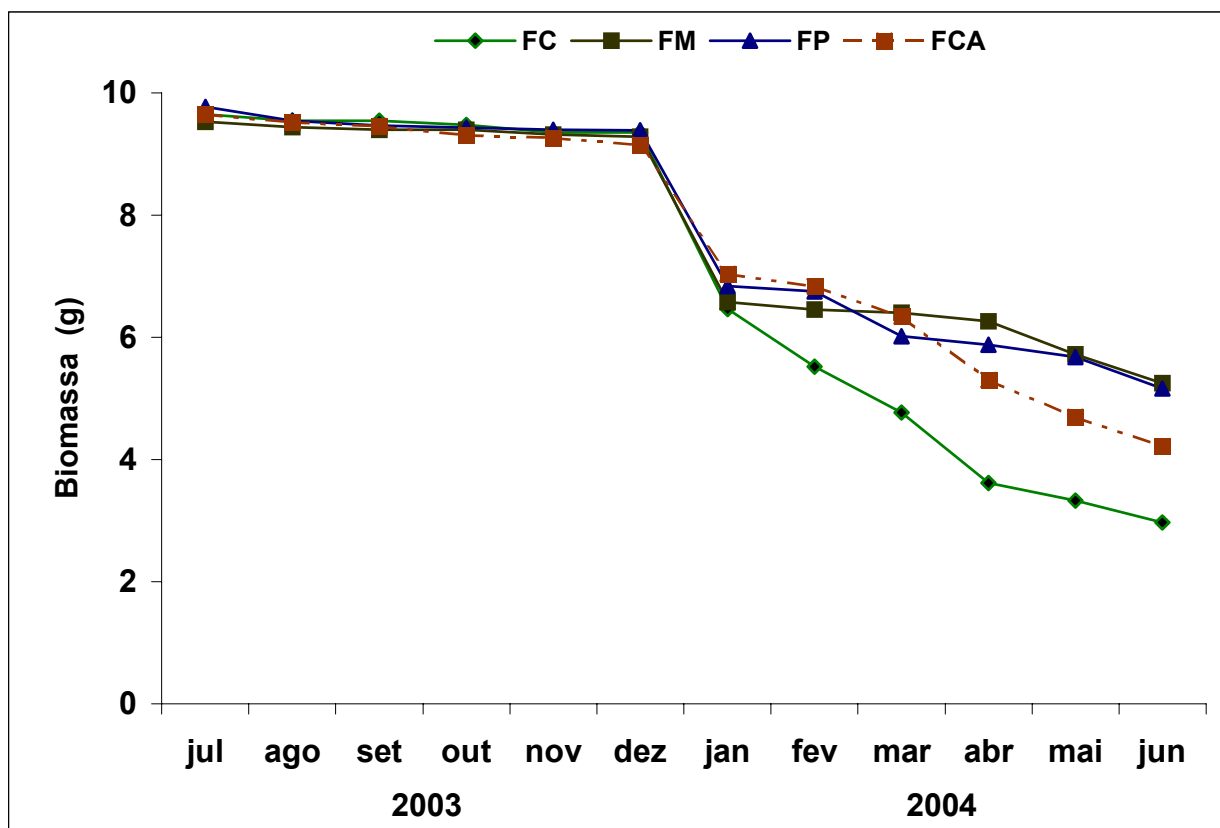


Figura 3 – Marcha mensal de perda de biomassa foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e da mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Em ambientes com forte insolação durante o ano, como na caatinga estudada, o processo cíclico de umedecimento e secagem, aliado ao vento seco, provoca acentuada degradação mecânica da lâmina foliar em pequenos fragmentos, como se observou no tratamento com folhas de *C. sonderianus*, o que pode mascarar os resultados da decomposição, principalmente se a malha dos litterbags for maior do que 2,0 mm.

Durante o período inicial ou primeiro estágio do processo de decomposição, a lixiviação é o fator que mais influencia na perda de biomassa, com esta fase sendo seguida por um estágio de degradação pelos microrganismos e a mesofauna (Pardo *et al.*, 1997). Entretanto, esta primeira fase é diretamente

dependente da ação das chuvas, que na área estudada tiveram início somente em janeiro/2004.

Nos seis primeiros meses do experimento (julho-dezembro) foram decompostas, em média, apenas 6,8 % da biomassa foliar inicial, sem serem observadas diferenças significativas entre os tratamentos, apesar destes apresentarem composições químicas diversas, evidenciando o efeito da umidade no processo.

Em janeiro/2004, com o início da estação chuvosa, foi observada a maior taxa média mensal de decomposição, sendo quase 26 % maior do que no mês anterior, embora os quatro tratamentos ainda apresentassem comportamento semelhante.

Segundo Zimmer (2002), enquanto a lixiviação de muitos compostos solúveis em água, normalmente de baixo peso molecular, tem início imediatamente após a queda da folha, a degradação biótica de compostos moleculares de alto peso é irrelevante neste estágio de decomposição, resultando em aumento relativo no conteúdo de compostos recalcitrantes, como lignina e celulose, que apresentam baixa degradação enzimática. Assim, pode-se inferir que a perda de material ocorrida entre os meses de janeiro-fevereiro foi principalmente via lixiviação de compostos e/ou elementos menos recalcitrantes, ocorrendo maior perda de material no tratamento com folhas de *C. pyramidalis* e o menor com folhas de *C. sonderianus*, ambos em relação ao peso inicial. Neste período não pode ser descartado também o papel da população microbiana do solo atuando na degradação do material, já que a biomassa microbiana normalmente tende a aumentar estimulada pela elevação da umidade no solo, como também observaram Singh & Shekhar (1986), Reddy (1992), Matson & Vitousek (1995), Guerra & Soares (2000) em diferentes condições de solo e clima.

A partir de março, a decomposição das folhas de *C. pyramidalis* foi mais acentuada, destacando-se das demais. Esse padrão diferenciado, certamente, foi decorrente da sua composição química, com menor teor inicial de lignina, celulose, baixa relação C/N e lignina/N, aliado ao fato de possuir significativos valores de N, sendo assim, um material mais lábil para os microorganismos decompositores.

Ao final do experimento, após 371 dias de incubação no campo, as folhas senescentes de *C. pyramidalis* foram as que apresentaram maior decomposição,

perdendo cerca de 70,3 % da sua biomassa inicial, enquanto o material da mistura das folhas sofreu perda de 57,8 %. Nos outros dois tratamentos, com folhas de *A. pyrifolium* e de *C. sonderianus*, o desaparecimento da biomassa foliar foi de 48,4 % e 47,5 %, respectivamente, sem evidenciar diferença estatística entre eles.

Apesar das condições restritivas de umidade nos seis primeiros meses do experimento, o processo de decomposição na caatinga pode ser considerado efetivo, mesmo quando comparado com outros resultados em ambientes com maior disponibilidade hídrica.

Em área italiana do Mediterrâneo, com precipitação anual em torno de 680 mm, Fioretto *et al.* (2001) calcularam a perda de biomassa de folhas de *Cistus incanus* em cerca de 30 % ao fim do primeiro ano e 40 % depois de dezoito meses de incubação. Já nas condições mais secas do Deserto de Mojave, Nevada-EUA, Strojan *et al.* (1987) quantificaram em 42,5; 58,4 e 63,4 % a perda de biomassa foliar de *Larrea tridentata*, *Lycium pallidum* e *Ambrosia dumosa*, respectivamente, após 54 semanas ou 378 dias.

Estes resultados evidenciam que, apenas um parâmetro, analisado de forma isolada, no caso a precipitação, não pode ser considerado como responsável pela decomposição. Na caatinga, a umidade teve papel preponderante no processo de decomposição após o mês de janeiro, mas a composição química das folhas também exerceu influência no mecanismo de decomposição, principalmente a relação C/N ao longo do período experimental (Figura 4).

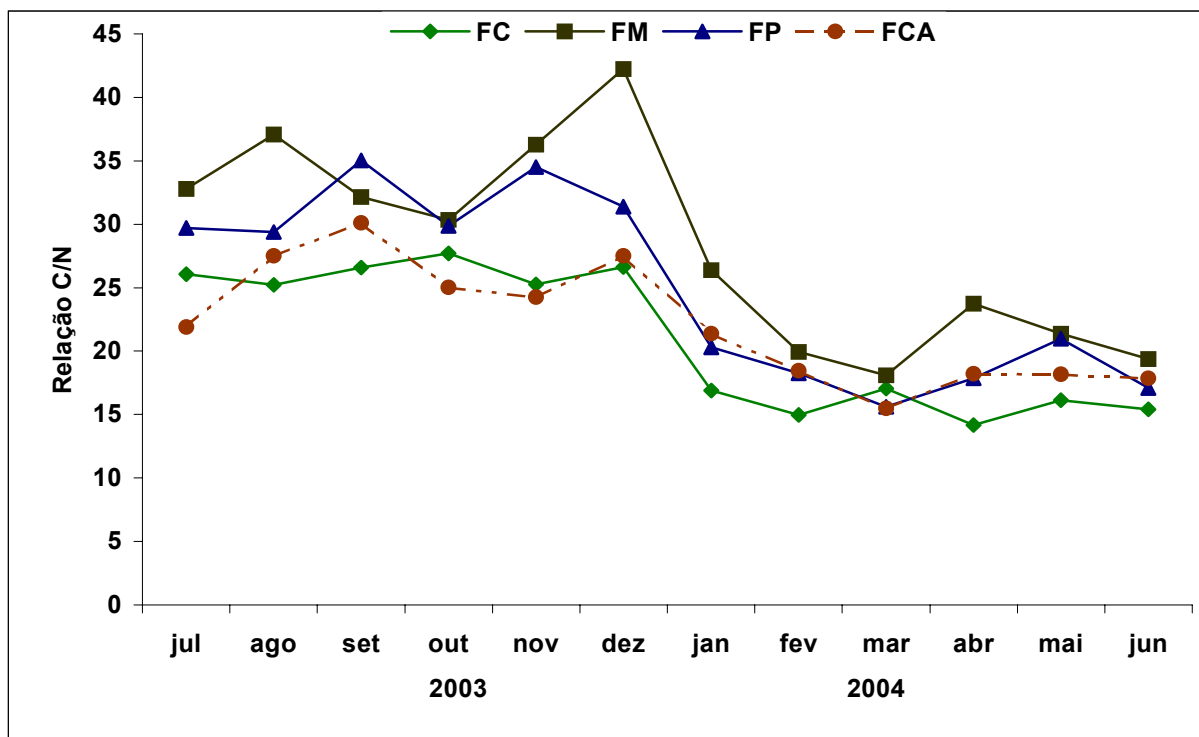


Figura 4 – Relação C/N mensal da serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e da mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

As curvas da relação C/N mostraram certa estabilidade no período seco, com maior variação no tratamento de *C. sonderianus* no final de 2003. A partir do início das chuvas, todos os valores de C/N apresentaram forte diminuição de valores, notadamente em janeiro e fevereiro, voltando a estabilizar depois de março.

Comparando a relação C/N entre o início e o fim do experimento, observou-se redução de 42,5 % para folhas de *C. sonderianus*, 40,9 % para folhas de *C. pyramidalis* e de *A. pyrifolium*, enquanto para o tratamento mistura de folhas o decréscimo foi de apenas 18,4 %, mas o ponto de aceleração no processo de decomposição foi em janeiro, com o início das chuvas, observando-se concomitante redução na relação C/N de 36,6; 37,5; 35,3 e 22,2 % para as folhas de *C. pyramidalis*, *C. sonderianus*, *A. pyrifolium* e mistura de folhas, respectivamente, em relação a dezembro.

Em janeiro, com aumento na disponibilidade de umidade no solo e conseqüente aceleração na atividade da população microbiana do solo, a relação C/N reduziu em todos os tratamentos, atingindo valores de 16,9; 26,4; 20,3 e 21,4 na

biomassa foliar remanescente de *C. pyramidalis*, *C. sonderianus*, *A. pyrifolium* e mistura de folhas, respectivamente, estando, portanto, na faixa ideal para o processo de decomposição, e conseqüente liberação de N e outros nutrientes.

Na Figura 5 observa-se que no momento da instalação do experimento, *C. pyramidalis* apresentava os menores teores de lignina e celulose, cujos maiores valores foram verificados no material de *C. sonderianus*, enquanto nos outros dois tratamentos as concentrações desses compostos eram intermediárias e semelhantes.

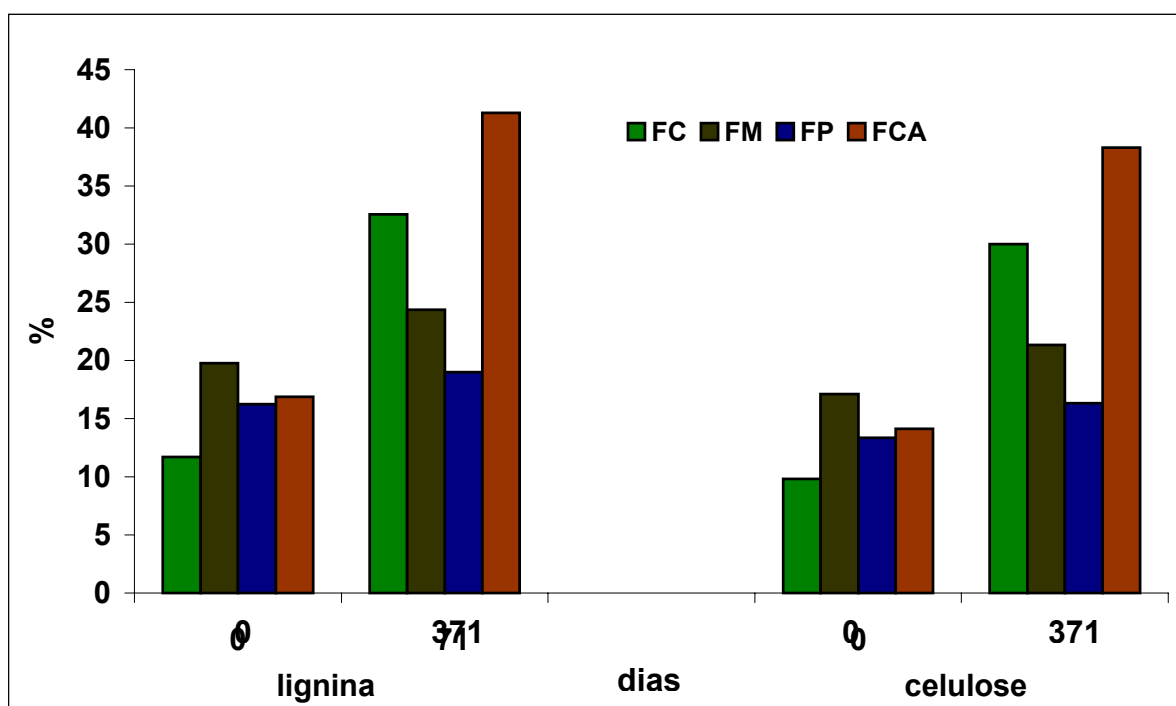


Figura 5 – Concentração inicial e final de lignina e celulose na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Após 371 dias, os maiores teores de lignina e celulose foram detectados na mistura de folhas e de *C. pyramidalis*, com o primeiro tratamento apresentando valores bem mais elevados. Entretanto, percentualmente, o incremento na concentração final de lignina e celulose foi muito maior em *C. pyramidalis*, 278 % e 305 %, respectivamente, do que na mistura de folhas, com 244 % e 271 %, respectivamente.

A elevação na concentração de lignina e celulose ao fim do período experimental foi devido a liberação de outros compostos da serapilheira pelo processo de decomposição, restando assim, substâncias mais recalcitrantes, como lignina, celulose e polifenóis que são quantificados em maiores quantidades. Entretanto, Gama-Rodrigues *et al.* (2003) não observaram aumento de celulose nos plantios puros de *Centrolobium robustum*, *Cordia trichotoma* e *Macrolobium latifolium* depois de 360 dias de experimento.

Os teores de lignina e celulose variam de acordo com a espécie vegetal e a idade da planta. Quando estas são jovens, apresentam maiores concentrações de proteínas, enquanto à medida que envelhecem as frações dos compostos orgânicos aumentam, e sua degradação depende basicamente da estrutura de cada uma delas e das condições ambientais, dessa forma, a concentração de lignina nos tecidos dos vegetais tem sido considerada como um dos fatores que mais exercem influência na velocidade de decomposição (Entry & Backman, 1995). Assim, Rutigliano *et al.* (1996) constataram que a degradação de lignina durante o período do estudo foi menor nas acículas de *Abies Alba* do que nas folhas de *Fagus sylvatica*, com redução de 60 a 67 % e 73 a 87 % dos valores iniciais, respectivamente. Estes resultados são contraditórios aos obtidos nos tratamentos da EsEc-Seridó, onde observou-se maior aumento percentual de lignina ao fim do experimento, com valores de 277,7 %, 244,5 %, 123,2 % e 116,9 % para folhas de *C. pyramidalis*, mistura de folhas, folhas de *C. sonderianus* e folhas de *A. pyrifolium*, respectivamente.

Cortez *et al.* (1996) consideraram que o teor de lignina foi o parâmetro que mais se relacionou com as taxas de decomposição da serapilheira, observando incremento superior a 34 % após 90 dias de decomposição de folhas de quatro espécies da região do Mediterrâneo, porém foi constatada redução nos valores de celulose, discordando do observado neste trabalho.

Apesar da importância da precipitação em todos os processos fisiológicos ocorrentes nas vegetações secas como a caatinga, este parâmetro climático não se correlacionou significativamente com a biomassa foliar remanescente (BFR) de nenhum tratamento, como pode ser visualizado na Tabela 3, enquanto a temperatura do ar se correlacionou positivamente com esta variável em todos os tratamentos.

Tabela 3 – Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre a biomassa foliar remanescente (BFR), temperatura (Temp.), precipitação (Precip.) e relação carbono:nitrogênio (C/N) e com as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S no material foliar em decomposição de espécies da caatinga na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. folhas de *C. pyramidalis* (FC), folhas de *C. sonderianus* (FM), folhas de *A. pyrifolium* (FP) e mistura de folhas (FCA).

FC	Temp.	Precip.	C/N	N	P	K	Ca	Mg	S
BFR	0,67*	-0,32 ^{ns}	0,93*	-0,75*	-0,02 ^{ns}	0,91*	-0,60*	-0,90*	-0,91*
Temp.	1	-0,32 ^{ns}	0,70*	-0,55 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,75*	-0,47 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	-0,68 ^{ns}
Pluv.		1	-0,57 ^{ns}	0,79*	0,60 ^{ns}	-0,63 ^{ns}	0,81*	0,34 ^{ns}	0,53 ^{ns}
C/N			1	-0,91*	-0,23 ^{ns}	0,98*	-0,79*	-0,89*	-0,97*

FM	Temp.	Precip.	C/N	N	P	K	Ca	Mg	S
BFR	0,70*	-0,50 ^{ns}	0,88*	-0,92*	0,65*	0,94*	-0,77*	0,93*	-0,87*
Temp.	1	-0,32 ^{ns}	0,77*	-0,70 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,75*	-0,17 ^{ns}	0,69 ^{ns}	-0,71 ^{ns}
Pluv.		1	-0,45 ^{ns}	0,52 ^{ns}	-0,38 ^{ns}	-0,61 ^{ns}	0,40 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	0,32 ^{ns}
C/N			1	-0,97*	0,58*	0,82*	-0,45 ^{ns}	0,95*	-0,86*

FP	Temp.	Precip.	C/N	N	P	K	Ca	Mg	S
BFR	0,68*	-0,45 ^{ns}	0,93*	-0,97*	-0,55 ^{ns}	0,94*	-0,59*	0,94*	-0,68*
Temp.	1	-0,32 ^{ns}	0,75*	-0,69 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,76*	-0,21 ^{ns}	0,77*	-0,37 ^{ns}
Pluv.		1	-0,57 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,38 ^{ns}	-0,62*	0,59*	-0,46 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
C/N			1	-0,97*	-0,46 ^{ns}	0,96*	-0,52 ^{ns}	0,96*	-0,57 ^{ns}

FCA	Temp.	Precip.	C/N	N	P	K	Ca	Mg	S
BFR	0,68*	-0,34 ^{ns}	0,83*	-0,92*	0,55 ^{ns}	0,91*	-0,34 ^{ns}	0,89*	0,59*
Temp.	1	-0,32 ^{ns}	0,70*	-0,60 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,75*	-0,31 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,63 ^{ns}
Pluv.		1	-0,41 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,63 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,55 ^{ns}	-0,44 ^{ns}
C/N			1	-0,90*	0,40 ^{ns}	0,87*	-0,05 ^{ns}	0,78*	0,52 ^{ns}

^{ns} e *: não significativo e significativo a 5 % de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

A precipitação, medida como a quantidade de água que chove em um determinado local, isoladamente não pode ser considerada como um agente direto no processo de decomposição. A textura, estrutura, teor de matéria orgânica e profundidade do solo, devem ser consideradas também, já que determinam a capacidade de armazenamento de água do solo. Além disso, na caatinga estudada, os solos são, via de regra, rasos a pouco profundos e com presença de rochas fragmentadas no perfil, além da predominância da fração areia, assim, a capacidade de armazenamento de água destes solos é reduzida.

Para que a degradação do material ocorra é necessário o ataque da microfauna do solo, principalmente através da liberação de enzimas pela microbiota saprofítica (Zimmer, 2002), sendo a quantidade de umidade no material em decomposição fator preponderante nesta dinâmica (Pardo *et al.*, 1997). Outros autores, como Santos *et al.* (1984), estudando a decomposição de folhas de *Larrea tridentata* no deserto de Sonora, também não observaram correlação entre a decomposição de serapilheira foliar e a precipitação no transcorrer do processo, sugerindo que a atividade da microfauna do solo é ativa mesmo na ausência de água disponível.

Fioretto *et al.* (1998), por outro lado, explicaram que as taxas de decomposição de três tipos de serapilheira foram muito baixas durante o período de estudo, com a escassez de água parecendo ser a principal causa, já que observaram boa relação entre o conteúdo de umidade do material e a atividade microbiana, e pelo aumento desta quando as folhas foram rehidratadas. Assim, no processo de decomposição na caatinga, certamente o mais importante parece não ser a água da precipitação, mas a umidade que permanece no ambiente, regulando a ação da microfauna.

Ao contrário da precipitação, a temperatura durante a fase experimental foi significativamente correlacionada com a biomassa foliar remanescente (BFR), como já havia sido relatado por outros autores, como Reynolds & Hunter (2001) e Meguro *et al.* (1980), que afirmam ser as altas temperaturas favoráveis às atividades biológicas, mas também aumentam o dessecamento das folhas.

A relação C/N foi a variável que melhor explicou o desaparecimento do material no interior das sacolas, mantendo também correlação negativa significativa com a temperatura, mas não com a precipitação. Essa relação é explicada pela

maior atividade da microfauna com o aumento da temperatura, até certo grau, e conseqüente redução na biomassa em decomposição e liberação de nitrogênio para o solo.

3.3. Dinâmica dos nutrientes durante o processo de decomposição

A perda de biomassa da serapilheira foliar durante a decomposição é acompanhada por marcantes alterações na composição química da serapilheira. Essas mudanças são causadas pela lixiviação, consumo e digestão por animais saprófagos do solo e pela degradação dos componentes do litter foliar através das atividades das enzimas dos microrganismos (Zimmer, 2002).

A dinâmica do nitrogênio em serapilheiras pobres no elemento se desenvolve em três fases: inicialmente há a lixiviação de compostos solúveis, resultando em redução nos níveis de N no material; depois ocorre a fase de acumulação, a qual pode ser causada pela transferência de N por fungos ou por fixação biológica, e, finalmente, no último estágio o N é mineralizado e os teores do elemento voltam a cair (Scheu & Schauermann, 1994).

Reddy (1992) observa que, para o nitrogênio, normalmente há uma primeira fase de imobilização ou acumulação, o que significa retenção pela biomassa de microrganismos que decompõem a serapilheira. O aumento de concentração de nitrogênio na serapilheira reflete tal imobilização, porém, em paralelo com a imobilização, pode ocorrer o processo de mineralização, que é a liberação de nitrogênio.

A concentração de nitrogênio nas sacolas da EsEc-Seridó (Figura 6), expressa como percentagem do conteúdo inicial, se manteve relativamente estável nos seis primeiros meses do experimento, quando a disponibilidade de umidade e a decomposição eram reduzidas.

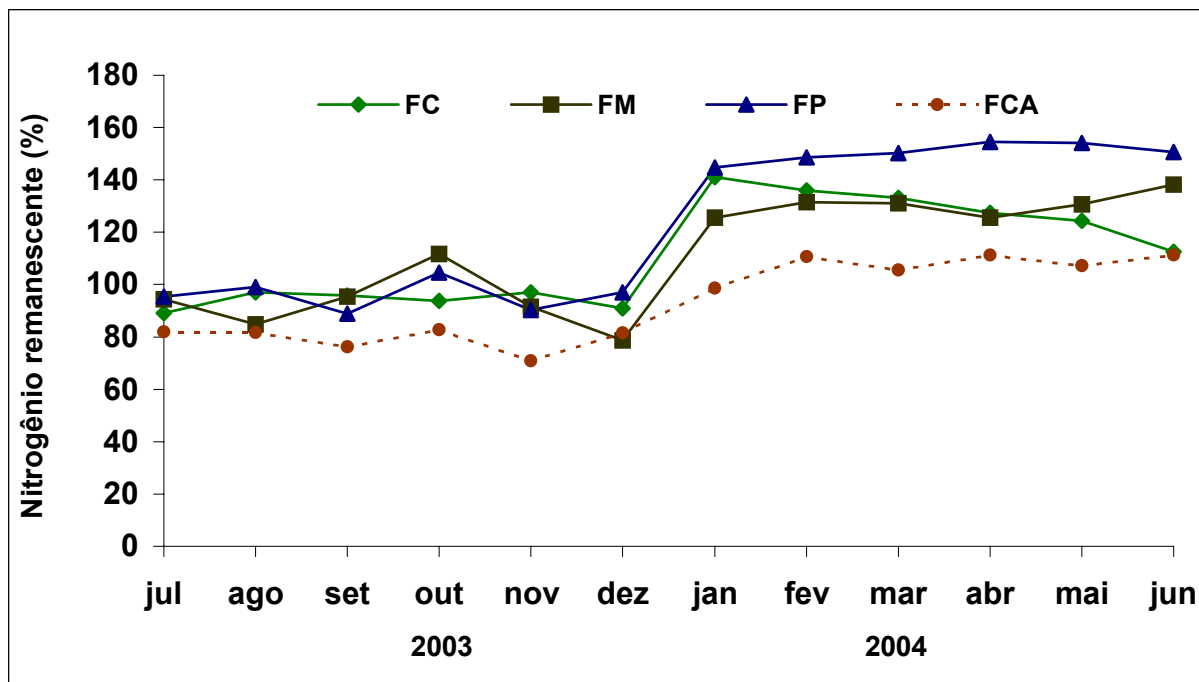


Figura 6 – Nitrogênio remanescente em relação ao teor inicial na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

A partir de janeiro, com a chegada das chuvas e a conseqüente aceleração no processo de decomposição, observou-se significativo aumento ou acumulação de N, principalmente para os tratamentos com folhas de *A. pyrifolium*, *C. pyramidalis* e *C. sonderianus*, enquanto no tratamento com mistura de folhas o aumento foi menor.

Segundo Blair (1988), em serapilheiras de florestas naturais, o fluxo de N segue um padrão caracterizado por uma curva com três fases: lixiviação, acumulação e liberação, podendo ocorrer mais de uma fase ao mesmo tempo, e não necessariamente na mesma ordem. Neste estudo, houve uma fase de liberação de N na época seca e outra de acumulação nos seis meses finais do estudo. O processo de liberação ou disponibilidade de N foi relativamente reduzido, com pequeno aporte mensal do nutriente para o solo, principalmente pelas folhas senescentes das três espécies, cuja maior contribuição foi dada em novembro pelo material foliar de *C. sonderianus*, com 21,3 % em relação à concentração inicial. A

serapilheira da mistura de folhas foi a que apresentou o maior aporte percentual de N, com cerca de 29,0 % em setembro, também considerando o N inicial.

Situação semelhante foi relatada por Wood (1974) que verificou aumentos dos teores de N durante a decomposição da serapilheira de *Eucalyptus delegatensis*, sugerindo que isso ocorreu através da translocação de nitrogênio pelas hifas dos fungos no material. Berg & Söderström (1979) também mostraram que os fungos podem exercer papel fundamental na acumulação de N em acículas em processo de decomposição.

O maior disponibilidade do nutriente no período seco também foi observado por Chadwick *et al.* (1998), os quais acrescentam que uma das maiores fontes de erro nas simulações do microclima do solo em estudos de decomposição é admitir que o conteúdo de umidade da serapilheira é diretamente relacionado àquela da camada superior do solo.

Durante as coletas no período seco, observou-se que a face inferior das sacolas, ou seja, a que estava em contato direto com a superfície do solo, sempre se apresentou mais úmida que a parte superior e o próprio solo nas proximidades, proporcionando um microclima que pode dar condições ao desenvolvimento da microfauna do solo, e assim, exercer influência na decomposição e na liberação de nutrientes.

Quando a decomposição é favorecida pela microfauna, a percentagem de N imobilizado por unidade de biomassa perdida é pequena (Aber & Melillo, 1980), como provavelmente aconteceu no tratamento com a mistura de folhas, onde se observou aparecimento de hifas de fungos durante todo o período experimental.

Gama-Rodrigues *et al.* (2003) estudando a decomposição do folheto de espécies florestais nativas também observaram maior umidade nos folhetos das espécies florestais em plantio misto, mesmo nos períodos de baixa precipitação.

Estudos realizados no deserto de Chihuahua, Novo México-EUA, evidenciam que a taxa de decomposição é relativamente independente da evapotranspiração no período experimental (Santos *et al.*, 1984), o que sugere que a relativa independência da decomposição nesses ambientes pode ser devido a atuação da fauna do solo que é ativa, mesmo com pouca água disponível (Whitford *et al.*, 1981).

O aumento de N na serapilheira caracteriza a fase de acumulação do elemento, fornecido certamente por uma fonte externa. Köchy & Wilson (1997) observaram que o N da atmosfera foi retido pela serapilheira de *Populus tremuloides* e gramínea de pradaria, e aumentou significativamente a concentração do elemento na serapilheira. Acrescentam ainda que o N atmosférico originado de processos industriais é uma potencial fonte de entrada de N, mesmo em regiões consideradas aparentemente remotas.

Do mesmo modo, a grande taxa de imobilização de N pode ser devido a grande disponibilidade de N no solo, o qual pode ser efetuado pelos microorganismos na camada de serapilheira (Pardo *et al.* 1997), podendo ser resultado tanto da grande densidade de espécies da família Leguminosae existente na população (Capítulo 1), que são potenciais fixadoras do N atmosférico, ou mesmo oriundo de detritos da densa camada herbácea que se regenera fortemente no início do período chuvoso.

De modo geral, serapilheiras com alto teor de lignina e baixa concentração de N, têm pequena taxa de decomposição e imobilizam muito nitrogênio em relação a serapilheiras com baixo conteúdo de lignina e altas concentrações deste elemento (Hendricks & Boring, 1992), como foi observado para as folhas de *C. sonderianus*, que apresentou maior teor de lignina (19,75 %), menor de nitrogênio (1,28 %) e imobilizou mais de 38 % de N ao fim do experimento.

Resultados semelhantes também foram verificados para folhas em decomposição de um povoamento misto de *Eucalyptus grandis*/*Eucalyptus urophylla* no sudeste da Bahia por Gama-Rodrigues & Barros (2002), os quais atribuíram ao baixo teor inicial de N como o principal fator limitante da sua decomposição.

O fósforo remanescente durante o período experimental apresentou padrão bem definido, com a precipitação na área parecendo não exercer influência significativa na liberação do elemento (Figura 7).

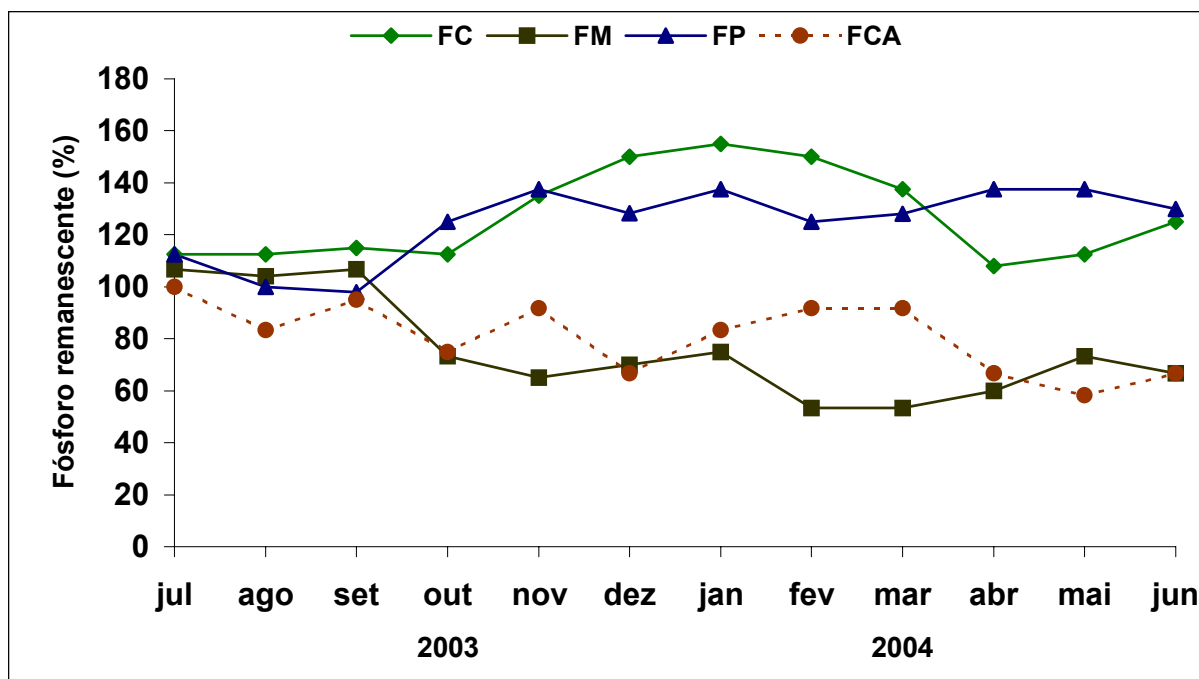


Figura 7 – Fósforo remanescente em relação ao teor inicial na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Observou-se aumento na concentração do nutriente na serapilheira de *C. pyramidalis* e *A. pyrifolium* e redução nos outros dois tratamentos em relação aos valores iniciais. Em *C. pyramidalis* houve significativo enriquecimento de 55 % de P em janeiro no material em decomposição, enquanto nos litterbags de *A. pyrifolium* o maior aumento foi de aproximadamente 38 % em novembro (Figura 7), não havendo evidências de liberação de fósforo para o solo nos dois tratamentos.

Como observou Blair (1988), a concentração de P na serapilheira no interior dos litterbags pode aumentar em valores absolutos durante o processo de decomposição em algumas espécies arbóreas, mesmo depois de significativa perda de biomassa, que foi observado por Froufe (1999) na serapilheira de *Pseudosamanea guachapele* em todos os períodos de observação. É muito provável que esse aumento de P seja decorrente do efeito acumulativo da concentração do nutriente na serapilheira, já que outros nutrientes como o K e o Mg são rapidamente liberados. O mesmo mecanismo de translocação via hifas de fungos existentes na serapilheira para o N, foi proposto para o P por Lisanework & Michelsen (1994), em

estudo de decomposição da serapilheira de *Eucalyptus globulus*, *Cupressus lusitanica*, *Juniperus procera* e da floresta nativa altomontana na Etiópia.

A concentração de P no material remanescente de *C. sonderianus* mostrou leve aumento nos três primeiros meses, voltando então a liberar o nutriente para o solo, mas mesmo assim, a liberação foi em pequenas taxas, crescendo a partir de novembro, oscilando entre 26,3 % a 46,7 % da concentração inicial. No tratamento da mistura de folhas, observou-se menor liberação mensal do elemento, variando entre 5 % a 41,7 %, maior valor ocorrido em maio.

Fioretto *et al.* (2001) comentam que o nutriente é liberado do litter quando sua concentração está acima do valor limite para o crescimento dos microorganismos, enquanto aquele elemento que está limitando o crescimento é geralmente imobilizado. Pode-se inferir assim, que os teores de P na serapilheira de *C. sonderianus* e na mistura de folhas, provavelmente excederam as necessidades da população de organismos decompositores existentes no material. Assim, as serapilheiras da mistura de folhas e de *C. sonderianus* evidenciam ser um sistema mais efetivo e econômico na liberação do elemento, disponibilizando pequenas quantidades do nutriente a cada mês, independente da velocidade do processo de decomposição e da magnitude de perda de biomassa. Este padrão pode, de certo modo, compensar as eventuais perdas por erosão, adsorção e exportação de nutrientes via exploração madeireira, mas pode ser completamente eliminado através do fogo.

O padrão temporal da concentração de potássio na serapilheira remanescente (Figura 8) mostra dois comportamentos distintos: um na fase inicial do processo, durante o período seco, e outro no período chuvoso após a retomada das chuvas em janeiro, evidenciando assim correlação com a precipitação, como é comum para o elemento, já que o mesmo encontra-se na forma iônica K^+ e é facilmente lixiviado dos tecidos vegetais (Andrade, 1997).

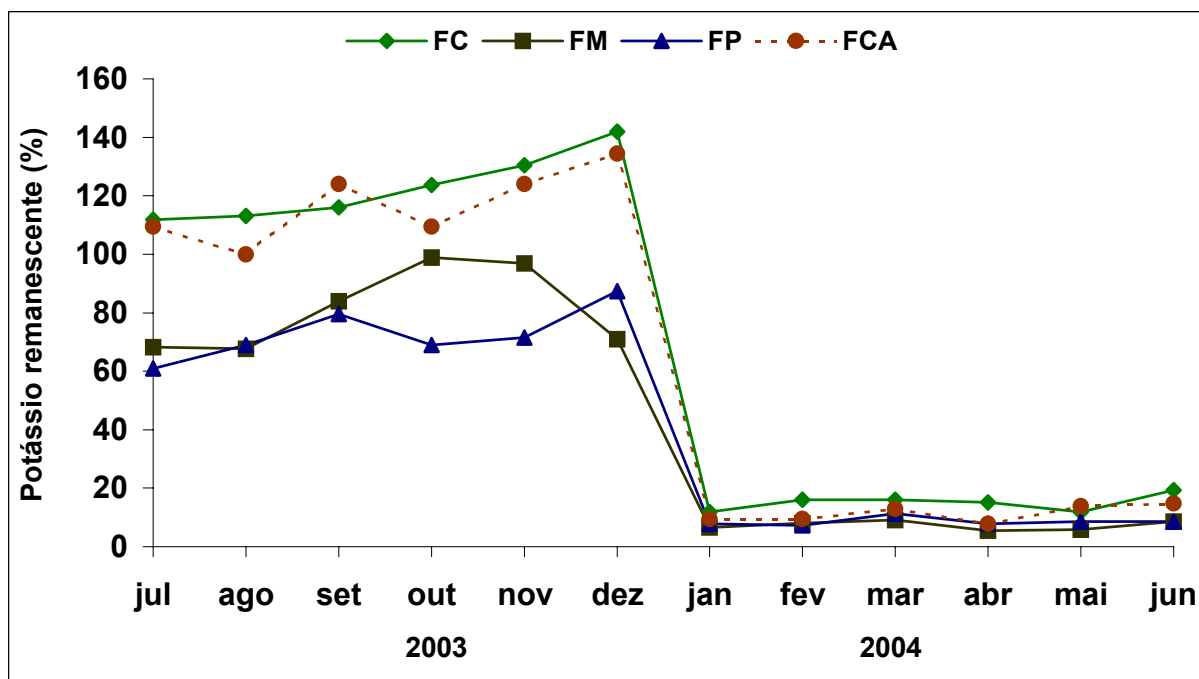


Figura 8 – Potássio remanescente em relação ao teor inicial na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Os tratamentos com material de *C. pyramidalis* e da mistura de folhas evidenciaram aumentos mensais nos teores de K logo após serem colocados no campo, atingindo o máximo de 41,9 % e 34,5 % em dezembro, respectivamente. Neste mesmo período ocorreu liberação de K para o solo a partir dos outros dois materiais, com aporte máximo de 39,1 % através das folhas de *A. pyrifolium* (dezembro) e 31,7 % via serapilheira de *C. sonderianus* (outubro).

Em janeiro, com o início das chuvas na região, a disponibilidade de potássio foi elevada, sendo de 94 % em *C. sonderianus*, 92 % em *A. pyrifolium*, 91 % na mistura de folhas e 88 % no tratamento com *C. pyramidalis*, em relação a concentração inicial.

De Costa & Atapattu (2001) observaram semelhante comportamento de disponibilidade do elemento em folhas incubadas de seis espécies florestais no Sri Lanka, com todas as espécies, exceto *Flemingia congesta*, disponibilizando mais do que 80 % do K foliar inicial nas três primeiras semanas do experimento.

Esse padrão de grande liberação de potássio no período chuvoso significa que o mesmo retorna rapidamente ao solo, podendo assim tornar-se disponível para o sistema radicular, embora a magnitude das perdas, devido a precipitação, possa afetar tal disponibilidade, como foi observado por Moore (1984). Na caatinga, a precipitação nem sempre é muito pequena e, normalmente, o período chuvoso se concentra em 4-5 meses, assim, é provável que significativas perdas de K possam ocorrer.

O cálcio no material remanescente (Figura 9), tal como o P, também não mostrou forte correlação com a precipitação nem com a marcha mensal de decomposição da serapilheira. No tratamento com *C. pyramidalis* verificou-se uma fase de liberação de Ca durante todo o período seco, com aporte mensal inferior a 20 % da concentração inicial. Após o início das chuvas, o material apresentou um padrão de aumento nos teores do elemento durante três meses, quando atingiu 30 % a mais do que no início do experimento. Este modelo foi muito semelhante para o material de *C. sonderianus* e *A. pyrifolium* também, com pequena variabilidade nos teores máximos mensais liberados para o solo, sendo de 28,6 % e 7,1 % respectivamente.

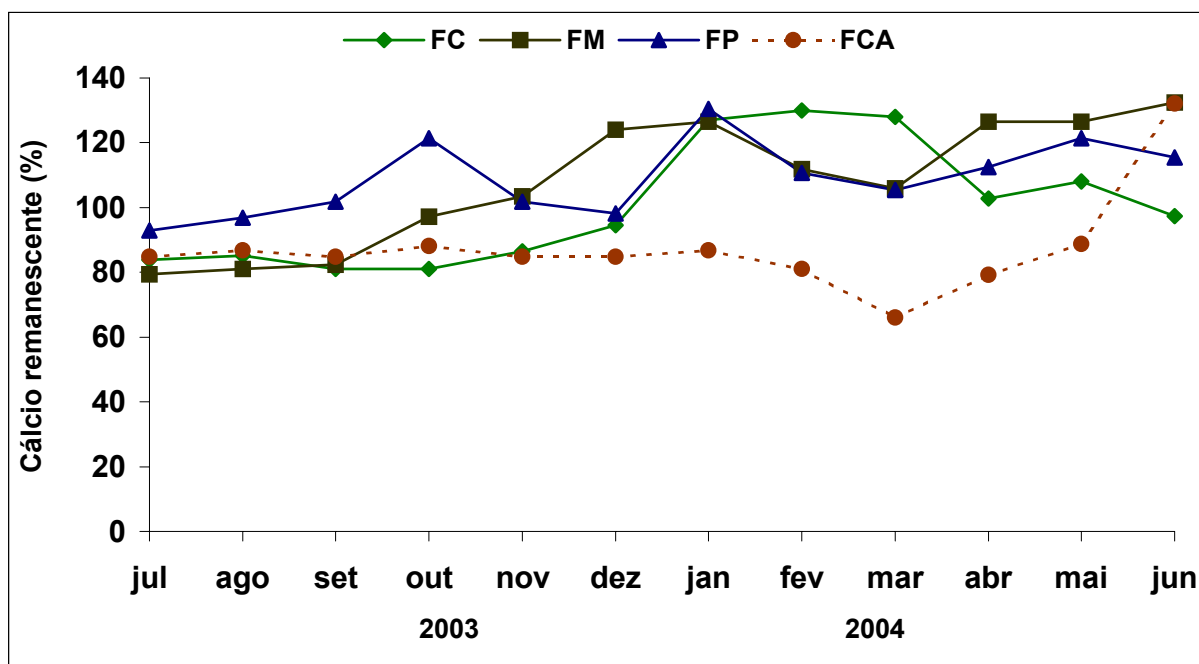


Figura 9 – Cálcio remanescente em relação ao teor inicial, na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Chadwick *et al.* (1998) também verificaram aumento dos teores de Ca nas sacolas e citaram que o transporte do nutriente foi provavelmente uma combinação de (i) lixiviação a partir do litter nativo, seguido por difusão do nutriente ao longo de um filme contínuo de água de áreas de alta concentração para áreas de baixa concentração, (ii) translocação via hifas de fungos e (iii) movimento massal do nutriente no momento da lixiviação. Thomas & Asakawa (1993) também reportaram imobilização de cálcio durante a decomposição de folhas de espécies leguminosas, concluindo ainda que estas espécies são eficientes fontes de nitrogênio, potássio e magnésio, porém, pobres em fósforo e cálcio. *Caesalpinia pyramidalis* é uma espécie pertencente à família Leguminosae e se encontra em grande densidade na área da EsEc-Seridó, sendo a mais importante componente da população estudada.

O maior e mais duradouro aporte de cálcio para o solo foi proporcionado pela decomposição da mistura de folhas, liberando o elemento durante todo o processo, exceto no último mês quando se observou acúmulo de Ca. Em termos mensais foi superior ao liberado pelos demais tratamentos, repondo entre 11,3 % a 34,0 % do teor inicial, sendo maior no período chuvoso, quando a decomposição foi mais acelerada.

A liberação inicial de cálcio ocorreu também em pequenas taxas, como também observou Blair (1988), aumentando paulatinamente, mas não evidenciando relação direta com a marcha de decomposição nos seis primeiros meses (julho-dezembro). Neste período seco, todos os tratamentos disponibilizaram Ca, com as folhas de *A. pyrifolium* mostrando acúmulo a partir de setembro, diferindo dos demais tratamentos que liberaram o elemento por mais tempo.

Com a chegada das chuvas, exceto na mistura de folhas, os demais materiais acumularam cálcio, mesmo em baixos teores, com valor médio mensal não ultrapassando 30 % da concentração inicial, enquanto a mistura de folhas manteve um padrão regular de disponibilidade do elemento, chegando a 34 % em março.

Desse modo, como também observado para o N e o P, o tratamento com a mistura de folhas da caatinga parece ser um sistema mais eficiente de fornecimento destes elementos do que os demais tratamentos, prolongando o efeito por mais tempo e em taxas mensais não tão elevadas, o que garante um suprimento relativamente constante dos nutrientes para o sistema radicular, independente do ciclo de precipitação.

A caatinga estudada faz parte de um ambiente considerado rico em cálcio, tanto no solo como na serapilheira. Assim, a pouca disponibilidade de cálcio via decomposição foliar parece ser suficiente para suprir as necessidades da vegetação, ainda mais considerando que o maior reservatório do elemento é o material lenhoso, estando, portanto, subestimada a concentração do elemento já que os galhos não foram utilizados neste experimento.

Os resultados do comportamento do magnésio nos três tratamentos utilizando folhas de espécies (Figura 10), evidencia um efeito quase linear no período seco, com acúmulo máximo de 15 % para *C. sonderianus* em dezembro e disponibilidade inferior a 10 % por folhas de *A. pyrifolium*. No período chuvoso, o acúmulo do elemento em *C. pyramidalis* aumentou até 67 % em relação a concentração inicial, enquanto nas outras duas espécies aumentou a disponibilidade, chegando a atingir 42,5 % e 69,1 %, respectivamente, para folhas de *C. sonderianus* e *A. pyrifolium*.

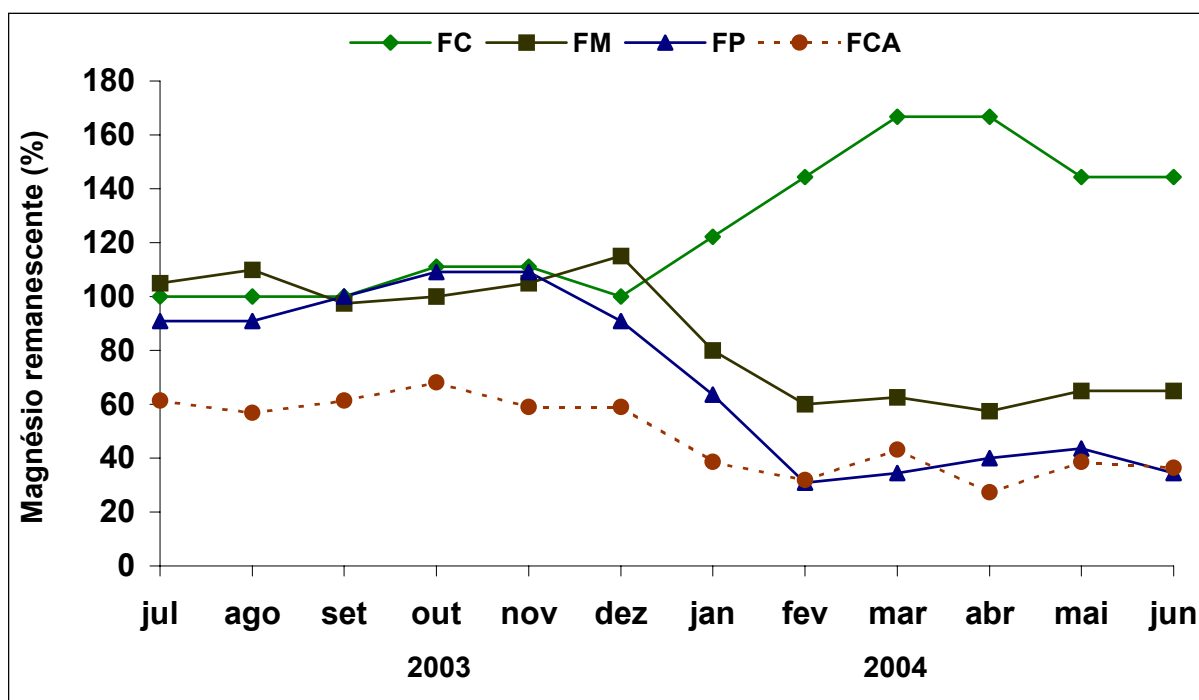


Figura 10 – Magnésio remanescente em relação ao teor inicial, na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

O padrão de disponibilidade do nutriente pelo tratamento com a mistura de folhas foi diferente das demais, mostrando uma curva descendente de liberação desde o início do estudo, ocorrendo aporte de quase 40 % do Mg logo nos primeiros 30 dias do material no campo e restando no último mês cerca de 36 % do Mg inicial.

A concentração inicial de Mg nas folhas de *C. pyramidalis* era de apenas 0,9 g.kg⁻¹, enquanto nas folhas de *C. sonderianus*, *A. pyrifolium* e na mistura de folhas atingia 4,0 g.kg⁻¹; 5,5 g.kg⁻¹ e 4,4 g.kg⁻¹, respectivamente. Assim, provavelmente por ser um elemento limitante ao desenvolvimento da população microbiana existente na serapilheira da espécie, ele é acumulado para ser consumido e desse modo permanece no sistema, e não é liberado (Fioretto *et al.*, 2001).

O enxofre (Figura 11) foi o nutriente que mostrou a menor taxa de liberação a partir dos materiais estudados, com disponibilização máxima de apenas 11 % pelas folhas senescentes de *C.pyramidalis* e *A. pyrifolium*, enquanto ocorreu grande acúmulo nas folhas de *C. sonderianus* e da mistura de folhas, sendo o máximo de 105 % e 47 %, respectivamente, ocorrendo sempre no período chuvoso.

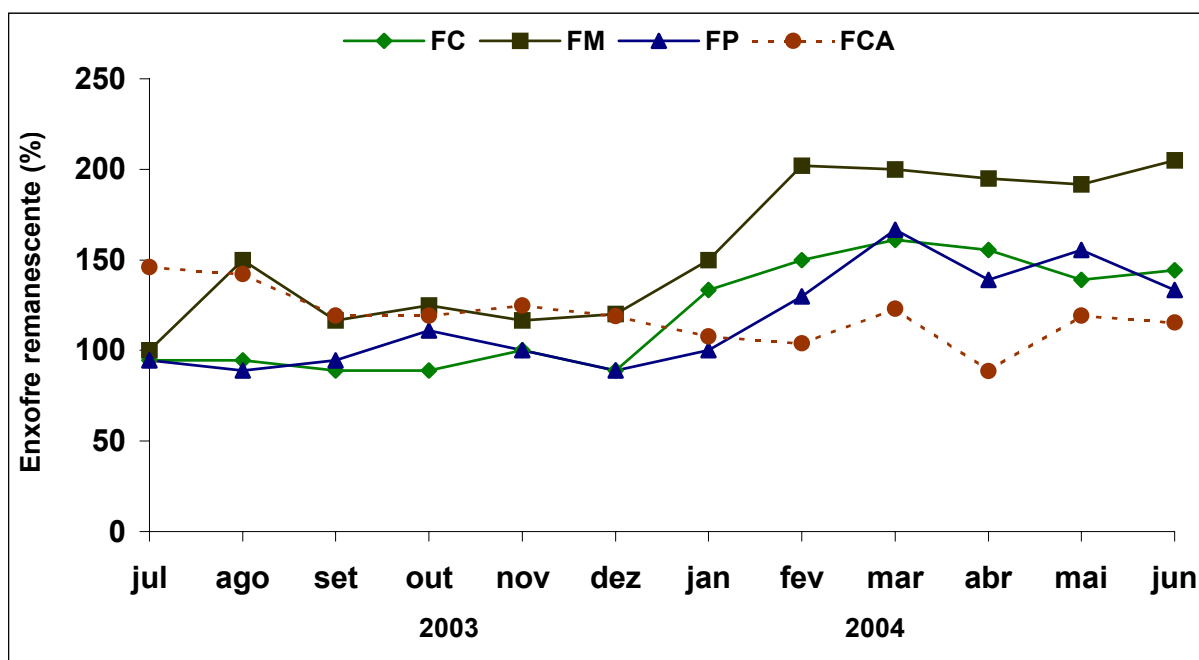


Figura 11 – Enxofre remanescente em relação ao teor inicial, na serapilheira foliar de *C. pyramidalis* (FC), *C. sonderianus* (FM), *A. pyrifolium* (FP) e na mistura de folhas (FCA) Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Como observado para o magnésio, a maior taxa de acumulação ocorreu também no material que tinha a menor concentração inicial do elemento, neste caso o tratamento com folhas de *C. sonderianus*, cujos teores em julho/2003 eram de 1,2 g.kg⁻¹ e chegou a 2,4 g.kg⁻¹ em junho/2004.

De modo generalizado, o comportamento do S foi relacionado com o período chuvoso, aumentando de forma significativa para todos os tratamentos após janeiro, exceto para a mistura de folhas da caatinga que mostrou maior disponibilidade (17 %) em abril. No tratamento com folhas de *C. sonderianus* observou-se maior imobilização do elemento no período das chuvas, notadamente entre fevereiro-junho, com valores oscilando entre 91 % a 105 % dos teores iniciais.

Poucos artigos científicos abordam a dinâmica do comportamento do enxofre em materiais em decomposição, e entre eles Singh *et al.* (2004) observaram redução na concentração de SO₄⁻² durante o transcorrer do experimento, sendo negativamente correlacionada com a perda relativa de biomassa.

Na região seca do norte do Mediterrâneo, Fioretto *et al.* (2001) relataram que, após um ano de incubação do litter foliar de *Cistus incanus*, houve redução de apenas 15-31 % do teor original de enxofre, quantidade superior a liberada na vegetação da EsEc-Seridó.

Em folhas de *Centrolobium tomentosum*, Aidar & Joly (2003) verificaram que o enxofre apresentou um decaimento logarítmico e um comportamento complexo quanto às concentrações nos tecidos durante o processo, comentando também que a retenção de S poderia estar associada à sua imobilização no protoplasma dos organismos decompositores.

3.4. Constante de decomposição e acúmulo de serapilheira

A constante de decomposição, conhecido também como valor *k*, normalmente é obtida através da mensuração da perda de biomassa seca em sacolas. É um método de avaliação direta e é o mais usado para medir a decomposição da camada de serapilheira.

Na caatinga da EsEc-Seridó, o maior valor de *k*, que significa maior velocidade de decomposição, foi de 0,1210, observado para as folhas de *C.*

pyramidalis, enquanto o menor valor ocorreu no tratamento com folhas de *C. sonderianus*, com k de 0,0596 (Tabela 4).

Tabela 4 – Biomassa foliar final, equações exponenciais ajustadas aos valores das amostras após 371 dias de decomposição na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN, com respectivos coeficientes ao nível de 1 % de significância (r^2), valor k e tempo necessário para decompor 50 % da biomassa inicial de *C. pyramidalis*, *C. sonderianus*, *A. pyrifolium* e mistura de folhas.

Tratamentos	Biomassa final (%)	Equações	r^2	k (dias ⁻¹)	$t_{1/2}$ (dias)
Folhas de <i>C. pyramidalis</i>	29,71	$C = 13,985 e^{-0,1210 t}$	0,88**	0,1210	172
Folhas de <i>C. sonderianus</i>	52,50	$C = 11,188 e^{-0,0596 t}$	0,87**	0,0596	349
Folhas de <i>A. pyrifolium</i>	51,62	$C = 11,547 e^{-0,0649 t}$	0,89**	0,0649	320
Mistura de folhas	42,20	$C = 12,168 e^{-0,0795 t}$	0,89**	0,0795	262

A decomposição mais rápida de *C. pyramidalis* certamente está relacionada aos seus teores iniciais elevados de N e baixo de C, resultando em uma relação C/N pouco maior do que 21, juntamente com a mistura de folhas, enquanto em *C. sonderianus* este valor foi superior a 31, apesar de não apresentar o maior valor de C. Assim, a menor decomponibilidade deste material foi devido a sua baixa concentração inicial de N e alta de lignina e celulose, sendo, portanto, uma folha de mais difícil digestibilidade pelos microorganismos decompositores, apesar de parecer ser mais tenra e menos rígida do que as folhas de *A. pyrifolium*. É provável também que a menor decomposição de folhas de *C. sonderianus* esteja relacionada à presença de substâncias químicas que possam dificultar o ataque das enzimas liberadas pela microfauna decompositora, como observado em *Fagus sylvatica* (Pardo *et al.*, 1997). Palm & Sanchez (1991) acrescentam que materiais com altas concentrações de lignina, taninos e compostos fenólicos podem decompor mais lentamente do que aqueles com baixas concentrações desses compostos.

Quando se deseja determinar a taxa de decomposição, os dados devem ser ajustados a um modelo matemático, sendo que os que melhor descrevem a perda de massa ao longo do tempo são as equações exponenciais simples e dupla,

as quais melhor se ajustam ao comportamento biológico (Froufe, 1999). Na EsEc-Seridó, as equações exponenciais simples mostraram o mais alto coeficiente de determinação explicando, no mínimo, 87 % do processo de decomposição.

O tempo necessário para decompor metade da serapilheira foi menor no tratamento com folhas de *C. pyramidalis*, demorando quase 6 meses, enquanto para degradar a mesma quantidade de folhas de *C. sonderianus* e de *A. pyrifolium* são necessários em torno de 12 e 11 meses, respectivamente.

Do mesmo modo, o tratamento composto pela mistura de folhas de todas as espécies da caatinga necessita de quase nove meses para degradar metade de sua biomassa foliar. Este material é formado por folhas de espécies com decomposição rápida, como as Leguminosas, e por folhas de espécies mais resistentes a decomposição, como *C. sonderianus*, *A. pyrifolium* e *Capparis flexuosa* (feijão bravo), entre outras, daí o valor intermediário obtido.

Considerando as restritivas condições climáticas da área, os valores de meia vida da mistura de folhas das espécies da caatinga não são tão altos. Meguro *et al.* (1980) quantificaram em 5 meses para *Alchornea sidifolia*, 6 meses para *Rudgea jasminoides* e o material misto, e 8 meses para *Cedrella fissilis* e *Guarea tuberculata*, todas espécies de mata mesófila secundária em ambiente com maior taxa de precipitação do que a caatinga. Na mesma mata mesófila secundária, Meguro *et al.* (1979) quantificaram em 9-10 meses o tempo de meia vida para o folheto total, possivelmente por conter material mais lignificado.

Na região espanhola do Mediterrâneo, em condições de precipitação semelhantes às da EsEc-Seridó, Moro & Domingo (2000) estimaram em 1,3 e 5,5 anos a meia vida de folhas de *Adenocarpus decorticans* e das acículas de *Pinus pinaster*, respectivamente, evidenciando a importância também da composição química do material no processo de decomposição.

Outra constante muito utilizada para comparar a taxa de decomposição entre materiais é o K ou taxa de decomposição instantânea, que relaciona a biomassa da serapilheira coletada em bandejas com a quantidade média de biomassa acumulada sobre o solo (Jaramillo & Sanford Jr., 1995). De certo modo, estima a proporção de decomposição, em um ano, da camada de serapilheira acumulada sobre o solo.

A serapilheira acumulada na EsEc-Seridó (Figura 12) mostrou significativa variação ao longo do tempo de coleta, sendo 36 % maior nos meses considerados secos (julho, setembro e novembro/2003; outubro/2004) em relação aos meses considerados chuvosos (maio/2003; março, abril, junho e julho/2004), que foi quando ocorreu maior decomposição da camada. O maior acúmulo foi de 7.945,12 kg.ha⁻¹, verificado em outubro/2004 e o menor foi de 4.457,09 kg.ha⁻¹ em julho/2003, com média anual de 6.286,43 kg.ha⁻¹, valor pouco inferior aos citados por Jaramillo & Sanford Jr. (1995) para várias florestas secas do mundo.

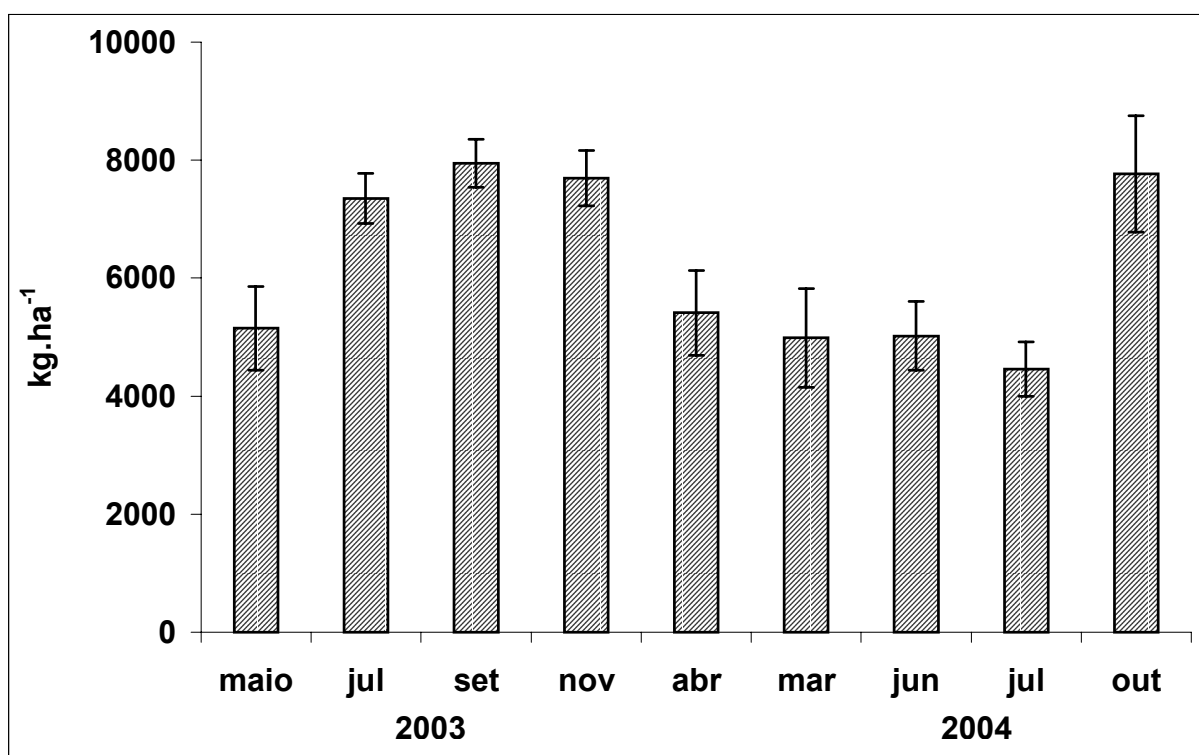


Figura 12 – Acúmulo médio mensal e erro padrão da serapilheira no solo da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

Em termos de frações, a serapilheira acumulada (Tabela 5) foi composta em média por 43,2 % de folhas, 16,5 % de galhos finos e 40,3 % de resíduos ou material de difícil identificação, sendo esta última fração 44 % maior no período seco do que no chuvoso, evidenciando grande fragmentação física do material, principalmente das folhas. Como a camada de folhas leva mais de um ano para decompor, certamente grande parte dos resíduos era proveniente de deposição do

ano anterior, sendo assim, material de mais difícil degradação, como partes das nervuras e raquis de folhas.

Assim, como houve aporte de $2.068,55 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de serapilheira, o valor K da caatinga estudada foi de $0,33 \text{ ano}^{-1}$, próximo ao obtido por Lugo & Murphy (1986) para a biomassa foliar em floresta seca subtropical.

Tabela 5 – Serapilheira acumulada média nos meses secos e chuvosos (kg.ha^{-1}), média da área (kg.ha^{-1}), serapilheira produzida ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), constantes de decomposição e tempo de retorno da serapilheira (ano^{-1}) na caatinga da EsEc-Seridó, Serra Negra do Norte-RN.

	Folhas	Galhos	Resíduos	Total
Período Seco	3.111,66	1.066,67	3.509,44	7.687,77
Período Chuvoso	2.319,41	1.003,43	1.562,25	4.885,09
Média	2.715,54	1.035,05	2.535,85	6.286,43
Serapilheira produzida	1.652,73	191,83	223,99	2.068,55
K	0,61	0,18	0,09	0,33
1/K	1,64	5,55	11,11	3,03

Existem pouquíssimas citações sobre o valor K para vegetações secas tropicais, e dos três valores citados por Jaramillo & Sanford Jr. (1995), dois se reportam ao material foliar ($0,73\text{-}0,35 \text{ ano}^{-1}$) e um para o material total em Belize, alcançando $1,76 \text{ ano}^{-1}$.

Anderson & Swift (1983) compararam o K em diferentes tipologias florestais e regiões, e, como esperado, em função das altas taxas de temperatura e precipitação, as taxas de decomposição nos trópicos foram as maiores. Entretanto, se observa considerável variabilidade entre os valores, oscilando entre 1,1 a $3,3 \text{ ano}^{-1}$ em florestas tropicais e 0,4 a $1,4 \text{ ano}^{-1}$ em florestas temperadas, como os obtidos por Liu *et al.* (2000) para as folhas de *Lithocarpus xylocarpus*, *Lithocarpus chintungensis*, *Castanopsis wattii*, *Sinarundinaria nitida* (bambu) e musgos, que foram de 0,62; 0,50; 0,64; 0,40 e $0,22 \text{ ano}^{-1}$, respectivamente.

Desse modo, o valor de K da caatinga estudada se aproxima mais dos determinados em florestas temperadas do que aqueles obtidos em floresta tropical, certamente por apresentar condição climática que, durante 7-8 meses de déficit

hídrico, reduz acentuadamente a produtividade biológica do bioma, tanto das plantas como da população microbiana, mas, mesmo assim, cerca de 1/3 da biomassa que cai é decomposta anualmente, certamente no curto período chuvoso.

Além disso, como se observou em várias parcelas durante a coleta que deveria ser realizada em janeiro/2004, quando ocorrem chuvas de grande volume, o solo raso não consegue absorver toda a água que cai, e o excesso provoca erosão laminar, transportando grande parte da camada de serapilheira acumulada para partes mais baixas do relevo, reduzindo assim a camada que poderia ser efetivamente decomposta e liberar nutrientes para o sistema.

Quando se considera o valor K para a fração folhas, a constante de decomposição aumenta para 0,61, quase o dobro do obtida para a caatinga total, que incluía todo o material que aportou no solo e nas bandejas. Este valor é superior ao verificado por Lugo & Murphy (1986) para a biomassa foliar em floresta seca subtropical em Porto Rico, e próximo do valor de $0,73 \text{ ano}^{-1}$ calculado para a fração folhas no México (Jaramillo & Sanford Jr., 1995).

O inverso de K na caatinga da EsEc-Seridó, denominado tempo médio de retorno da serapilheira ($1/K$), foi de 3,03 anos, sendo superior ao valor de 2,87 anos quantificado para folhas por Lugo & Murphy (1986). Entretanto, quando se compara a fração folhas, com o citado por estes últimos autores, observa-se que na caatinga o tempo de residência da serapilheira é menor, renovando em prazo inferior a dois anos, ou em cerca de pouco mais do que dezenove meses.

Do mesmo modo, nas condições secas e frias do sudeste da Espanha, Moro *et al.* (1996) encontraram valores, em anos, de 7,1 para o retorno da serapilheira de *Adenocarpus decorticans* e 4,2 para o folheto de *Cistus laurifolius*, duas espécies arbustivas de sub-bosque, levando muito mais tempo para degradar do que a serapilheira da caatinga estudada.

4. CONCLUSÕES

O processo de decomposição da biomassa foliar na caatinga estudada ocorre quase que totalmente no período chuvoso, sendo praticamente nula durante a estação seca;

As taxas de decomposição das folhas foram mais bem correlacionadas com a relação C/N e apresentaram comportamento exponencial, com a seguinte ordem de perda de biomassa foliar: *C. pyramidalis* > mistura de folhas > *A. pyrifolium* > *C. sonderianus*;

A liberação de N, P, K, Ca, Mg e S foi mais efetiva nas folhas da mistura de espécies da caatinga, disponibilizando N, P, Ca e Mg mesmo no período seco;

As espécies estudadas disponibilizaram pouco S através da decomposição das folhas, sugerindo provável deficiência do nutriente, enquanto para o K ocorreu grande aporte através da lixiviação da serapilheira;

O fósforo mostrou comportamento independente do ciclo das chuvas, ocorrendo liberação na mistura de folhas e de *C. sonderianus* e acúmulo nas folhas de *C. pyramidalis* e *A. pyrifolium* a partir de outubro, ainda na estação seca;

As folhas de *C. pyramidalis* apresentaram maior velocidade de decomposição, enquanto a menor ocorreu no tratamento com folhas de *C. sonderianus*, possivelmente devido a presença de compostos recalcitrantes na sua composição química;

Em decorrência das condições mais adversas para o processo de decomposição no período seco, o acúmulo de serapilheira é maior nesta época;

O tempo médio de retorno da serapilheira da caatinga da EsEc-Seridó é de 3,03 anos, enquanto o retorno apenas da serapilheira foliar ocorre em pouco mais do que 19 meses;

Como o sistema solo-vegetação da caatinga estudada não é tão pobre em nutrientes, a importância da permanência da serapilheira por mais de um ano sobre o solo pode ser mais um mecanismo do bioma para reter umidade, conservar e manter viável propágulos, dar condições para a manutenção da microfauna edáfica, servir de proteção contra a erosão hídrica e eólica, e proporcionar melhoria do microclima local.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.D.; MELLILO, J.M. Litter decomposition: measuring relative contributions of organic matter and nitrogen to forest soils. **Canadian Journal of Botany**, v.58, n.2 p.416-421, 1980.

AIDAR, M.P.M.; JOLY, C.A. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.193-202, 2003.

ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Decomposition in tropical forests. In: SUTON, S. L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (Eds.). **Tropical rain forest ecology and management**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, London, 1983. , p.287-310.

ANDRADE, A.G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 182p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S.S.U.; FARIA, S.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22p. (Documentos, 13).

BERG, B.; ÅGREN, G.I. Decomposition of needle litter and its organic chemical components: theory and field experiments. Long-term decomposition in a Scot pine forest III. **Canadian Journal of Botany**, v.62, n.11, p.2880-2888, 1984.

BERG, B.; SÖDERSTRÖM, B. Fungal biomass and nitrogen in decomposing Scots pine needle litter. **Soil Biology and Biochemistry**, v.11, n.4, p.339-341, 1979.

BLAIR, J.M. Nitrogen, sulphur and phosphorus dynamics in decomposing deciduous leaf litter in the southern Appalachians. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, n.5, p.693-701, 1988.

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. p.719-734. 2003.

CHADWICK, D.R., INESON, P.; WOODS, C. *et al.* Decomposition of *Pinus sylvestris* litter in litter bags: influence of underlying native litter layer. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30, n.1, p.47-55, 1998.

CORTEZ, J.; DEMARD, J.M.; BOTTNER, P. *et al.* Decomposition of mediterranean leaf litters: A microcosm experiment investigating relationships between decomposition rates and litter quality. **Soil Biology and Biochemistry**, v.28, n.4/5, p.443-452, 1996.

CORTEZ, J.; HAMEED, R.; BOUCHÉ, M.B. Estimation de la sapidité des litières et différenciation des activités lombriciennes et microbiennes par des mesures respirométriques en microcosmes. **Pedobiologia**, v.37, n.2, p.121-128, 1993.

De COSTA, W.A.J.M.; ATAPATTU, A.M.L.K. Decomposition and nutrient loss from prunings of different contour hedgerow species in tea plantations in the sloping highlands of Sri Lanka. **Agroforestry Systems**, v.51, n.3, p.201–211, 2001.

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

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

ENTRY, J.A.; BACKMAN, C.B. Influence of carbon and nitrogen on cellulose and lignin degradation in forest soils. **Canadian Journal of Forest Research**, v.25, n.8, p.1231-1236, 1995.

FASSBENDER, H.W. Modelos edafologicos de sistemas agroforestales. 2. ed. Turrialba, Costa Rica: **Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza**. 491p. 1993.

FIORETTO, A.; MUSACCHIO, G.; ANDOLFI, G. *et al.* Decomposition dynamics of litters of various pine species in a corsican pine forest. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30, n.6, p.721-727, 1998.

FIORETTO, A.; PAPA, S.; SORRENTINO, G. *et al.* Decomposition of *Cistus incanus* leaf litter in a Mediterranean maquis ecosystem: mass loss microbial enzyme activities and nutrient changes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, n.3, p.311-321, 2001.

FOX, R.H.; MYERS, R.J.K.; VALLIS, I. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin, and nitrogen contents. **Plant and Soil**, v.129, n.2, p.251-259, 1990.

FROUFE, L.C.M. **Decomposição de serapilheira e aporte de nutrientes em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acácia mangium* Willd.** 1999. 73p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em florestal natural e em plantios de eucalipto e dandá no sudeste da Bahia. **Revista Árvore**, v.26, n.2, p.193-207, 2002.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F.; SANTOS, M.L. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p. 1021-1031, 2003.

GUERRA, R.A.T.; SOARES, D.M.B. variação sazonal da decomposição da liteira em solo de Mata Atlântica e de Tabuleiro em João Pessoa, PB, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v.14, n.1/2, p.51-60, 2000.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas, SP, Brasil. Fundação Cargill. 1985. 114p.

HARRIS, M.M.; SAFFORD, L.O. Effects of season and four tree species on soluble carbon content in fresh and decomposing litter of temperate forests. **Soil Science**, v.161, n.2, p.130-135, 1996.

HEAL, O.W; ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In.: CADISCH, G.; GILLER, K.E. (Eds.). **Driven by nature: plant litter quality and decomposition**. CAB International. 1997. p.3-30.

HENDRICKS, J.J.; BORING, L.R. Litter quality of native herbaceous legumes in a burned pine forest of the Georgia Piedmont. **Canadian Journal Forest Research**, v.22, n.8, p.2007-2010, 1992.

ISAIA, E.M.B.I.; ISAIA,T.; VERSYLPE, C. *et al.* Avaliação do estoque lenheiro do estado do Rio Grande do Norte – 1ª. Etapa: Estratificação e mapeamento da vegetação nativa lenhosa através de composições coloridas do TM Landsat. IBAMA/FAO/PNUD. Natal-RN, 1992, 38p. (**Documentos de Campo**, nº 4).

JARAMILLO, V.J; SANFORD JR., R.L. Nutrient cycling in tropical deciduous forests. In: BULLOCK, S.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press. 1995. p.346-361.

KÖCHY, M.; WILSON, S.D. Litter decomposition and nitrogen dynamics in aspen forest and mixed-grass prairie. **Ecology**, v.78, n.3, p.732-739, 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa. 2000. 531p.

LISANERWORK, N.; MICHELSEN, A. Litterfall and nutrient release by decomposition in three plantations compared with a natural forest in the Ethiopian highland. **Forest Ecology and Management**, v.65, n.2-3, p.149-164, 1994.

LIU, W.; FOX, J.E.D.; XU, Z. Leaf litter decomposition of canopy trees, bamboo and moss in a montane moist evergreen broad-leaved forest on Ailao Mountain, Yunnan, south-west China. **Ecological Research**, v.15, n.4, p.435-44, 2000.

LUGO, A.E.; MURPHY, P.G. Nutrient dynamics of a Puerto Rican subtropical dry forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.2, n.1, p.22-72, 1986.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A. Biomass distribution and primary productivity of tropical dry forests. In: Bullock, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press. 1995. p.326-345.

MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: EPU/EDUSP. 1980. 63p.

MATSON, P.A.; VITOUSEK, P.M. Nitrogen trace gas emissions in a tropical dry forest ecosystem. In: Bullock, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press. 1995. p.384-398.

MORO, M.J.; DOMINGO, F. Litter decomposition in four woody species in a Mediterranean climate: weight loss, N and P dynamics. **Annals of Botany**, v.86, n.6, p.1065-1071, 2000.

MORO, M.J.; DOMINGO, F.; ESCARRÉ, A. Organic matter and nitrogen cycles in a pine afforested catchment with a shrub layer of *Adenocarpus decorticans* and *Cistus laurifolius* in south-eastern Spain. **Annals of Botany**, v.78, n.6, p.675-685, 1996.

MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais do folheto. **Boletim de Botânica**, v.7, p.11-31, 1979.

MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. III – Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Boletim de Botânica**, v.8, p.7-20, 1980.

MELILLO, J.M.; ABER, J.D.; MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, v.63, n.3, p.621-626, 1982.

MESQUITA, R.C.G.; WORKMAN, S.W.; NEELY, C.L. Slow litter decomposition in a *Cecropia*-dominated secondary forest of Central Amazonia. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30, n.2, p.167-175, 1998.

MOORE, T.R. Litter decomposition in a subarctic spruce-lichen woodland, eastern Canada. **Ecology**, v.65, n.1, p.299-308, 1984.

PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, n.1, p.83-88, 1991.

PARDO, F.; GIL, L.; PARDOS, J.A. Field study of beech (*Fagus sylvatica* L.) and melojo oak (*Quercus pyrenaica* Willd) leaf litter decomposition in the centre of the Iberian Peninsula. **Plant and Soil**, v.191, n.1, p.89-100, 1997.

REDDY, M.V. Effects of microarthropod abundance and abiotic variables on mass-loss, and concentration of nutrients during decomposition of *Azadirachta indica* leaf litter. **Tropical Ecology**, v.33, n.1, p.89-96, 1992.

REYNOLDS, B.C.; HUNTER, M.D. Responses of soil respiration, soil nutrients, a litter decomposition to inputs from canopy herbivores. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, n.12/13, p.1641-1652, 2001.

RUTIGLIANO, F.A.; SANTO, A.V.; BERG, B. *et al.* Lignin decomposition in decaying leaves of *Fagus sylvatica* L. and needles of *Abies alba* Mill. **Soil Biology and Biochemistry**, v.28, n.1, p.101-106, 1996.

SAMPAIO, Y.; SAMPAIO, E.V.S.B.; BASTOS, E. **Parâmetros para determinação de prioridades de pesquisas agropecuárias no Nordeste semi-árido**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1987. 224p.

SANTANA, J.A.S.; SANTANA JÚNIOR.; J.A.S., SOUTO, J.S. *et al.* Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. **Revista Caatinga** (no prelo).

SANTOS, P.F.; ELKINS, N.Z.; STEINBERGER, Y. *et al.* A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. **Ecology**, v.65, n.1, p.278-284, 1984.

SCHEU, S.; SCHAUERMANN, J. Decomposition of roots and twigs: effects of wood type (beech and ash), diameter, site of exposure and macrofauna exclusion. **Plant and Soil**, v.163, n.1, p.13-24, 1994.

SINGH, K.P.; SHEKHAR, C. Seasonal pattern of total soil respiration, its fractionation and soil carbon balance in a wheat-maize rotation cropland at Varanasi. **Pedobiologia**, v.29, n.4, p.305-318, 1986.

SINGH, R.K.; DUTTA, R.K.; AGRAWAL, M. Litter decomposition and nutrient release in relation to atmospheric deposition of S and N in a dry tropical region. **Pedobiologia**, v.48, n.4, p.305-311, 2004.

STROJAN, C.L.; RANDALL, D.C.; TURNER, F.B. Relationship of leaf litter decomposition rates to rainfall in the Mojave Desert. **Ecology**, v.68, n.3, p.741-744, 1987.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford: Blackwell. 1979. 372p.

TAYLOR, B.R.; PARKINSON, D.; PARSONS, W.F.J. Nitrogen and lignin content as predictor of litter decay rates: a microcosm test. **Ecology**, v.70, n.1, p.97-104, 1989.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W.; WATSON, R. N. *et al.* The detritus food-web and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. **Plant and Soil**, v.170, n.1, p.35-43. 1995.

WHITFORD, W.G.; FREEKMAN, D.W.; ELKINS, N.Z. *et al.* Diurnal migration and responses to simulated rainfall in desert soil microarthropods and nematodes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.13, n.5, p.417-425, 1981.

WOOD, T.G. Field investigations on the decomposition of leaves of *Eucalyptus delegatensis* in relation to environmental factors. **Pedobiologia**, v.14, n.4, p.343-371, 1974.

ZIMMER, M. Is decomposition of woodland leaf litter influenced by its species richness? **Soil Biology and Biochemistry**, v.34, n.2, p.277-284, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caatinga estudada na Estação Ecológica do Seridó, que, em última análise, é um retrato mais conservado da típica Caatinga do Seridó, mostrou-se pouco rica em termos de espécies e indivíduos, e com diversidade média quando comparada a outras caatingas em melhor estado de conservação.

A ausência de espécies comumente encontradas em outros levantamentos, o diâmetro reduzido de seus indivíduos e a pequena altura, além do próprio número de indivíduos.ha⁻¹ reflete o quadro de degradação a que está submetido o bioma, evidenciando o antropismo e a necessidade de serem criadas outras áreas de preservação integral da caatinga.

A Caatinga, hoje, é o bioma brasileiro menos protegido, com menos de 2 % de sua área sob a condição de reserva de proteção integral, seja em nível federal ou estadual. Além disso, como ocupa área menor do que os outros grandes biomas nacionais (Floresta Amazônica, Cerrado e Mata Atlântica), não há dúvida de que a situação da Caatinga é a mais dramática de todas, tanto em termos relativos como em número absoluto de hectares protegidos, havendo um flagrante desbalanceamento em termos de representatividade de área protegida.

Essa realidade mostra que há necessidade de serem produzidas urgentemente mais informações básicas sobre sua flora, fauna, hidrologia, solos etc. e a implementação de uma efetiva política de uso sustentável e proteção de seus recursos naturais.

Este trabalho desenvolvido na EsEc-Seridó, até mesmo por sua própria condição de pioneirismo no bioma, apresentou alguns problemas de ordem metodológica, como a impossibilidade de mensurar a condição de umidade do solo durante o período experimental e a utilização de dados climáticos oriundos de estação situada distante do ambiente efetivamente estudado.

A determinação dos teores de nutrientes que entram no sistema solo, através da água que escorre pela copa das árvores (throughfall), é uma importante parte do ciclo de nutrientes que não pôde ser quantificada, em função das dificuldades operacionais do trabalho. Entretanto, é uma interessante linha de pesquisa para determinação do ciclo completo da movimentação de nutrientes no bioma.

Sugere-se que, em futuros trabalhos nesta linha de pesquisa de ciclagem de nutrientes, sejam desenvolvidos estudos relacionados à respiração edáfica nos períodos seco e chuvoso, especialmente durante a parte noturna na estação seca, já que ficou evidente a presença de hifas de fungos nas sacolas nessa época.

A atuação da microfauna na degradação da serapilheira é outro assunto que merece ser investigado especificamente, já que pode contribuir para o entendimento da dinâmica do processo em um ambiente com severas restrições hídricas e altas temperaturas. Neste trabalho, a produção da fração miscelânea foi basicamente dependente da atuação de *Cephalocoema* sp. (falso bicho-pau), acelerando a decomposição foliar de algumas espécies durante o período chuvoso.

Estudos a respeito da ciclagem de nutrientes poderiam fornecer mais informações, se abrangessem além da vegetação como um componente uniforme, outras espécies importantes da comunidade, assim, quando possível, como foi feito neste estudo, dever-se-ia realizar preliminarmente o levantamento florístico e a caracterização fitossociológica. Assim, pode ser possível identificar a potencialidade dessas espécies para determinados fins, como na recuperação de áreas degradadas, produção de lenha, reposição florestal, utilização em sistemas agro-florestais, proteção de encostas etc.

Apesar de pouco utilizado em estudos de ciclagem de nutrientes, o conhecimento da fenologia das espécies mais importantes da população estudada é fundamental, fornecendo resultados que muito contribuem para o entendimento do processo de ciclagem, especialmente de espécies decíduas. Assim, recomenda-se a realização de estudos paralelos nessa linha de pesquisa.

Finalmente, espera-se que estes resultados contribuam para o conhecimento sobre a Caatinga, e provoque debates, implementação de outros estudos, alocação de recursos financeiros e humanos pelos órgãos envolvidos no assunto e a efetivação de medidas consistentes de proteção e desenvolvimento na área do bioma, desviando assim o foco do extrativismo dos seus recursos naturais.