

ALAN CAUÊ DE HOLANDA

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA E SUAS INTERAÇÕES
COM O SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, POMBAL-PB**

**RECIFE
Pernambuco - Brasil
2012**



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

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA E SUAS INTERAÇÕES
COM O SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, POMBAL-PB**

ALAN CAUÊ DE HOLANDA

**RECIFE
Pernambuco - Brasil
2012**

ALAN CAUÊ DE HOLANDA

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA E SUAS INTERAÇÕES
COM O SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, POMBAL-PB**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de concentração: Silvicultura.

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano

CO-ORIENTADORES:

Prof. Dr. Fernando José Freire

Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon

**RECIFE
Pernambuco - Brasil
2012**

Ficha catalográfica

H722e Holanda, Alan Cauê de
Estrutura da comunidade arbustivo-arbórea e suas
interações com o solo em uma área de caatinga,
Pombal-PB / Alan Cauê de Holanda – Recife, 2012.
164 f. : il.

Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano
Tese (Doutorado em Ciências Florestais) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Ciências Florestais, Recife, 2012.
Referências.

1. Fitossociologia 2. Serapilheira 3. Savana estépica
4. Ciclagem biogeoquímica I. Feliciano, Ana Lícia
Patriota,
orientadora II. Título

CDD 634.9

ALAN CAUÊ DE HOLANDA

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA E SUAS INTERAÇÕES
COM O SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, POMBAL-PB**

Aprovada em 29 de Fevereiro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jacob Silva Souto
(Universidade Federal de Campina Grande/UFCG)

Profa. Dra. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire
(Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE)

Profa. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal
(Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE)

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira
(Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE)

Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano
(Orientadora/UFRPE)

**RECIFE
Pernambuco - Brasil
2012**

Que sempre nos lembremos da mensagem de São Paulo, apóstolo, quando diz:

- Eviteis a convivência com quem leva vida ociosa.***
- Obterás o pão que alimenta com trabalho e fadiga.***
- Aquele que não quer trabalhar não tem direito de comer!***

*A toda minha família, e em especial as minhas Avós:
Maria dos Anjos de Oliveira (In memoriam) e
Maria de Holanda Sobrinho
A meus pais, José Simplicio de Holanda e
Dalvanir Maria de Holanda
A meus irmãos e sobrinhos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a base de inspiração para a realização dos meus trabalhos, e por me conceder serenidade que são convertidas em boas ações, para com o próximo;

Aos meus pais, Simplicio Holanda e Dalvanir Holanda, por todo amor, carinho, educação e conforto, concedidos durante a minha vida, e por ser um dos alicerces para a conquista de meus objetivos;

Aos meus irmãos Enio Holanda, Danielle Holanda e em especial Breno Holanda, por todo o companheirismo, amizade, e a satisfação no envio de mensagens de carinho que me confortaram em momentos difíceis;

A todos os meus ex-professores do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, pelo repasse de informações, que serviram de embasamento para toda essa jornada;

Aos meus ex-professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelos novos ensinamentos, proporcionando alcançar novos horizontes;

Ao comitê de orientação, Prof. Dr. Fernando Freire, e em especial aos Professores Dr. Luiz Carlos Marangon e a Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano, que foram peças fundamentais para escolha do trabalho, e mais uma vez, precisos e objetivos com os princípios que me levaram a conquista profissional (Grato!!!!);

A um casal que tenho um apreço enorme, pela condução de trabalhos, confiança, brincadeiras, conselhos e o mais importante, a amizade, Prof. Dr. Jacob e Profa. Dra. Patrícia, muito obrigado!!!!;

A todos os meus voluntários, que em nenhum momento mediram esforços em colaborar com a implantação, condução e análises realizadas em meu trabalho, pois muitas vezes sacrificavam coisas importantes que os beneficiavam, para me auxiliar em campo. Sou muito GRATO aos discentes do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (UFCA): Marcello Moura, Enio Holanda, Saul Ramos, Flaubert Queiroga, Félix Queiroga e Emanuel Neto;

Ao proprietário do Sítio Riachão, senhor José Ramos, pela concessão da área para a realização da pesquisa, e o comprometimento em isolar a área dos animais domésticos;

A funcionária do Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, por ser bastante prestativa em assumir responsabilidades na organização de todo o material que foi levado e trazido do campo, auxílio na separação das frações, titulação e preparo das soluções, muito obrigado Joyce;

A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), pelo suporte prestado para a realização de todas as análises químicas do material vegetal;

Ao seu Francisco, funcionário do laboratório de solos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (UFCG), pela colaboração na realização de algumas análises químicas;

A todos os docentes que fazem parte da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UFCG), por compreenderem que o meu afastamento em alguns momentos foi necessário para resolver assuntos de meu doutoramento;

A todos os meus amigos e colegas Allyson, Vágner, Mayara, Juninho, César, Perseu, Well, Pietro, Giongo, Carlos Frederico, Tarcísio, David, Gabriel, Priscila, Emanuel, Cybelle, Kleybiana, Rafael, Rubeni, Moisés, Clarinha, Lidiane e aos demais, por podermos compartilhar diversos momentos de alegrias e descontrações durante os anos de convivência no PPGCF.

MUITO OBRIGADO, E QUE DEUS ABENÇOE A TODOS!!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
RESUMO	
ABSTRACT	
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	7
CAPÍTULO 1. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO PARAIBANO	
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1. Caracterização da área	16
2.2. Histórico da área	18
2.3. Coleta dos dados florísticos e fitossociológicos	18
2.3.1. Componente arbustivo-arbóreo adulto e regeneração natural	18
2.4. Análise dos dados	20
2.4.1. Componente arbustivo-arbóreo adulto e regeneração natural	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1. Suficiência amostral	24
3.2. Análise fitossociológica da comunidade arbustivo/arbóreo	25
3.3. Estrutura diâmetrica	32
3.4. Estrutura vertical	33
3.5. Diversidade florística da comunidade arbustivo/arbórea	35
3.6. Similaridade florística da comunidade arbustivo/arbórea	35
3.7. Suficiência amostral da regeneração natural	38
3.8. Florística e estrutura da regeneração natural	38
3.9. Diversidade florística da regeneração natural	45
3.10. Similaridade florística da regeneração natural	45
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47

CAPÍTULO 2. APORTE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SERAPILHEIRA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NO SERTÃO DA PARAÍBA	
RESUMO	51
ABSTRACT	52
1. INTRODUÇÃO	53
2. MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1. Caracterização da área	56
2.2. Coleta dos dados da serapilheira	57
2.3. Análise dos dados da serapilheira	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.1. Aporte de serapilheira	62
3.2. Teores de nutrientes na serapilheira	73
3.3. Aporte de nutrientes via serapilheira	79
3.4. Análise multivariada aplicada aos teores de nutrientes presentes na serapilheira	82
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	88
CAPÍTULO 3. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR E RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NA PARAÍBA	
RESUMO	93
ABSTRACT	94
1. INTRODUÇÃO	95
2. MATERIAL E MÉTODOS	98
2.1. Caracterização da área	98
2.2. Coleta dos dados das medidas de perda de massa	99
2.3. Coleta dos dados da respiração edáfica	100
2.4. Análise da decomposição do material foliar e respiração edáfica	102
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	103
3.1. Decomposição do material foliar	103
3.2. Respiração edáfica	109
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
REFERÊNCIAS	116

CAPÍTULO 4. CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO SISTEMA SOLO-PLANTA EM ÁREA DE CAATINGA	
RESUMO	122
ABSTRACT	123
1. INTRODUÇÃO	124
2. MATERIAL E MÉTODOS	127
2.1. Caracterização da área	127
2.2. Amostragem e análise foliar	129
2.3. Amostragem e análise da manta orgânica e solo	129
2.4. Análise estatística	130
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	131
3.1. Distribuição dos nutrientes	131
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
REFERÊNCIAS	142

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO PARAIBANO	
Figura 1. Localização geográfica do município e fragmento com vegetação de Caatinga situado no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. (Holanda, 2012).	16
Figura 2. Formato digital da topografia do remanescente de Caatinga, localizado no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.	17
Figura 3. Imagem do remanescente de Caatinga, localizado no Sítio Riachão, Pombal, PB, no período chuvoso (à esquerda) e seco (à direita). (Foto: Holanda, 03/2011 e 09/2011, respectivamente).	18
Figura 4. Croqui do remanescente de Caatinga com seu perímetro delimitado e unidades amostrais implantadas, localizado no Sítio Riachão, Pombal, PB.	19
Figura 5. Representação gráfica da suficiência amostral do componente arbustivo-arbóreo adulto, “Área x Número de espécies amostradas”, em um remanescente de Caatinga, localizado no município de Pombal, PB.	24
Figura 6. Famílias com maior representatividade em número de indivíduos em um fragmento de Caatinga, localizado no Sítio Riachão, Pombal, PB.	25
Figura 7. As dez espécies com os maiores valores de importância, em uma área de Caatinga, em Pombal, PB.	31
Figura 8. Distribuição diâtrica dos indivíduos arbustivo-arbóreo amostrados em uma área de Caatinga, no município de Pombal, Paraíba.	32
Figura 9. Distribuição dos indivíduos lenhosos por classes de altura e dominância absoluta ($m^2 ha^{-1}$), em um fragmento de Caatinga, Pombal, PB.	34
Figura 10. Dendrograma de similaridade florística pelo Método de Ward, baseado na distância euclidiana entre os quatro blocos, em área de Caatinga no município de Pombal, PB.	36
Figura 11. Dendrograma de similaridade florística pelo Método de Ward, baseado na distância euclidiana entre oito remanescentes de Caatinga da Paraíba e Rio Grande do Norte.	37
Figura 12. Suficiência amostral da regeneração natural, “Área x Número de espécies amostradas”, em um remanescente de Caatinga, localizado no município de Pombal, Paraíba.	38
Figura 13. Dez espécies com maior contribuição no processo da regeneração natural total (RNT), em uma área de Caatinga situada no Sítio Riachão, Pombal, PB.	43

Figura 14.	Número de indivíduos por classe de altura amostrada no fragmento com vegetação de Caatinga, em Pombal, PB.	44
Figura 15.	Dendrograma de similaridade pelo Método de Ward, baseado na distância euclidiana entre os quatro blocos amostrados, referentes aos indivíduos da regeneração natural em um remanescente de Caatinga, PB.	45

CAPÍTULO 2. APORTE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SERAPILHEIRA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NO SERTÃO DA PARAÍBA

Figura 1.	Mapa de localização do município de Pombal e Sítio Riachão no estado da Paraíba. (Holanda, 2012).	56
Figura 2.	Remanescente de Caatinga com parcelas implantadas, e onde foram instaladas as caixas coletoras, Pombal, PB.	58
Figura 3.	Caixas coletoras instaladas no centro de cada unidade amostral em uma área de Caatinga localizada no município de Pombal, PB.	59
Figura 4.	A: Triagem; B: Secagem e C: Pesagem do material no laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, PB.	59
Figura 5.	Aporte de serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott a 5% de probabilidade.	65
Figura 6.	Aporte da fração folha da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott–Knott a 5% de probabilidade.	66
Figura 7.	Aporte da fração estrutura reprodutiva da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no sítio riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott–Knott a 5% de probabilidade.	68
Figura 8.	Aporte da fração galho da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no sítio riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott–Knott a 5% de probabilidade.	69
Figura 9.	Aporte da fração miscelânea da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no sítio riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott–Knott a 5% de probabilidade.	70

Figura 10.	Análise de componentes principais para as variáveis da serapilheira com uma variável suplementar num plano de projeção fatorial 1 x 2.	72
Figura 11.	Teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio da serapilheira e coeficiente de variação dos dados em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.	79
Figura 12.	Análise de componentes principais para as concentrações de nutrientes na serapilheira com uma variável suplementar num plano de projeção fatorial 1 x 2.	82
Figura 13.	Dendrogramas pelo método de ligações simples, que representa a relação entre a distribuição dos teores dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em função do tempo em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.	84
Figura 14.	Dendrograma pelo método de ligações simples, que representa a relação entre a distribuição dos meses em função das concentrações dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg em área de Caatinga no sítio riachão, município de Pombal, PB.	85

CAPÍTULO 3. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR E RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NA PARAÍBA

Figura 1.	Remanescente de Caatinga localizado no Sítio Riachão no município de Pombal, PB. (Holanda, 2012).	98
Figura 2.	Sacos de nylon preenchidos com folhas das dez espécies de maior valor de importância do fragmento de caatinga (A) e distribuídos próximos às caixas coletoras (B) de serapilheira, no Sítio Riachão no município de Pombal, PB.	99
Figura 3.	Ilustração de como foram instalados os recipientes com a solução de KOH (A) e sua distribuição (B) no fragmento de caatinga no Sítio Riachão no município de Pombal, PB.	101
Figura 4.	Resíduos foliares remanescentes em função do tempo em área de Caatinga no semiárido Paraibano.	103
Figura 5.	Concentrações de carbono total na serapilheira foliar ao longo do tempo em remanescente de Caatinga no município de Pombal, PB.	106
Figura 6.	Concentrações de N na serapilheira foliar, sob a superfície de um solo em um fragmento de Caatinga no interior da Paraíba.	107
Figura 7.	Relação C/N da serapilheira foliar em função do tempo, em área de caatinga no município de Pombal, PB.	108

CAPÍTULO 4. CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO SISTEMA SOLO-PLANTA EM ÁREA DE CAATINGA

Figura 1.	Localização do município de Pombal e do remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, Paraíba. (Holanda, 2012).	127
Figura 2.	Precipitação pluviométrica registrada para o município de Pombal, Paraíba, no período de abril de 2010 a setembro de 2011.	128
Figura 3.	Distribuição dos nutrientes P, K ⁺ , Ca ²⁺ e Mg ²⁺ em diferentes profundidades em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.	132
Figura 4.	Dendrogramas pelo método de ligações simples, que representa a relação entre as dez espécies de maior valor de importância e distribuição dos nutrientes.	138
Figura 5.	Análise de componentes principais para o número de indivíduos por espécie presente nos quatro blocos, com variáveis suplementares (P, K, Ca e Mg) num plano de projeção fatorial 1 x 2.	140

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO PARAIBANO

Tabela 1.	Famílias e espécies amostradas no componente arbustivo-arbóreo adulto com os respectivos nomes vulgares e hábito, Pombal (PB).	26
Tabela 2.	Estimativas fitossociológicas calculados para os indivíduos arbustivo/arbóreos adultos ($CAP \geq 10,0$ cm), em um fragmento de Caatinga Pombal, PB. DA - densidade absoluta (ind./ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta; FR - frequência relativa; DoA - dominância absoluta ($m^2 ha^{-1}$); DoR - dominância relativa (%); VC - valor de cobertura e VI - valor de importância.	28
Tabela 3.	Famílias e espécies amostradas na regeneração natural no Sítio Riachão, Pombal – PB, com os respectivos nomes vulgares, número de indivíduos por família e percentagem.	39
Tabela 4.	Estimativas da regeneração natural por classes de altura no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. DR= densidade relativa; FR= Frequência relativa e RNC= Regeneração natural.	41

CAPÍTULO 2. APORTE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SERAPILHEIRA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NO SERTÃO DA PARAÍBA

Tabela 1.	Valores médios de alguns atributos do solo em uma área de Caatinga no interior da Paraíba.	57
Tabela 2.	Esquema da análise de variância para a deposição e análise química da serapilheira.	61
Tabela 3.	Produção anual total e percentual dos componentes, estrutura reprodutiva, folha, galho e miscelânea da serapilheira em um remanescente de Caatinga no município de Pombal, PB.	62
Tabela 4.	Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na fração folha da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.	73
Tabela 5.	Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio no componente estrutura reprodutiva da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.	74
Tabela 6.	Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na fração galho da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.	76

Tabela 7.	Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na fração miscelânea da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.	77
Tabela 8.	Produção média de serapilheira e conteúdo de nutrientes que retornam ao solo em um remanescente de Caatinga no município de Pombal-PB.	80
 CAPÍTULO 3. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR E RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NA PARAÍBA		
Tabela 1.	Liberação de CO ₂ nos turnos diurnos e noturnos em área de Caatinga no município de Pombal, PB.	110
 CAPÍTULO 4. CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO SISTEMA SOLO-PLANTA EM ÁREA DE CAATINGA		
Tabela 1.	Atributos do solo em profundidade em uma área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB	131
Tabela 2.	Teores médios de P, K, Ca e Mg presentes no material foliar, manta e em diferentes profundidades do solo, em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão no município de Pombal, PB	133
Tabela 3.	Coefficientes de correlação linear entre as concentrações de P, K ⁺ , Ca ²⁺ e Mg ²⁺ do material foliar, manta orgânica, e profundidade do solo em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB	134
Tabela 4.	Concentração média de nutrientes nas folhas das dez espécies de maior valor de importância catalogadas em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, no município de Pombal, PB.	136

ALAN CAUÊ DE HOLANDA. Estrutura da comunidade arbustivo-arbórea e suas interações com o solo em uma área de Caatinga, Pombal-PB. 2012. Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano. Co-orientadores: Luiz Carlos Marangon e Fernando José Freire.

Resumo: A Caatinga é uma das únicas regiões do Brasil em que seus limites estão restritos ao território nacional, e apesar de ser o quarto bioma em área territorial no país, é o mais negligenciado pelas autoridades políticas, onde se verifica uma forte pressão antrópica e desordenada na exploração dos recursos naturais, principalmente para fins energéticos, agrícolas e pastoris. Diante dessa problemática, e da carência em trabalhos relacionado ao estudo da vegetação, é que o presente trabalho, tem por objetivo fazer o levantamento da vegetação em uma área de Caatinga, analisar o aporte de serapilheira e nutrientes; verificar a taxa de decomposição da serapilheira foliar das dez espécies de maior valor de importância e quantificar a distribuição de nutrientes no sistema solo-vegetação. O trabalho foi conduzido em um remanescente de savana estépica florestada localizada no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Para amostragem da vegetação adulta, foram instaladas 40 unidades amostrais de 10 m x 25 m de forma sistemática, onde foram inventariados todos os indivíduos com CAP ≥ 10 cm. A regeneração natural foi avaliada pela implantação de sub-unidades amostrais de 5 m x 5 m instaladas na parte noroeste de cada parcela, em que foram amostrados todos os indivíduos com altura $H > 1,0$ m e CNB $< 10,0$ cm. Para analisar o aporte de serapilheira foi instalada, no centro de cada unidade amostral, uma caixa coletora com dimensões de $1,0\text{ m}^2$, em que mensalmente durante o período de um ano, todo material presente nas caixas foi coletado e separado por frações, e das 40 parcelas instaladas, 16 foram sorteadas para a realização das análises químicas (N, P, K, Ca e Mg). A decomposição do material foliar foi realizada para as dez espécies de maior valor de importância (VI) registradas na área em consonância com a respiração edáfica. Após a coleta das folhas, as mesmas foram distribuídas em 288 *litter bags*, e que cada uma tinha a porção de 10,0 g. As coletas foram realizadas no período de um ano em intervalos de 45 dias, sendo posteriormente encaminhadas ao laboratório para a quantificação química de C e N. Para analisar a distribuição dos nutrientes nos diferentes compartimentos do sistema solo-planta, coletaram-se folhas recém maduras da porção média da copa das dez árvores de maior VI, nos diferentes pontos ortogonais, amostras de solo de oito parcelas em diferentes

profundidades (0-0,1 m; 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m) e porções de manta orgânica, posteriormente todo o material foi encaminhado para a realização das análises químicas. Foram amostrados 1338 indivíduos no componente arbustivo arbóreo adulto e 365 na regeneração natural. O índice de diversidade de Shannon calculado para o adulto e regeneração foi de 1,67 e 1,35 nats indivíduo⁻¹, respectivamente. Estimou-se uma deposição anual de serapilheira de 3.785,67 kg ha⁻¹, sendo a fração folha a maior contribuinte com 70% e a concentração de nutrientes na serapilheira seguiu a ordem Ca>N>K>Mg>P. Verificou-se ao longo de um ano de avaliação medidas de perda de massa de 67%, com a respiração edáfica sendo mais intensa no período noturno. A relação C/N foi relativamente baixa, indicativo de maior taxa de mineralização. O solo do remanescente é rico em nutrientes, e a alta concentração de nutrientes nas folhas, associada à baixa concentração observada na manta orgânica, pode ser um indicativo de maior eficiência do ciclo bioquímico.

Palavras-chave: Fitossociologia, Serapilheira, Savana Estépica, Ciclagem Biogeoquímica

ALAN CAUÊ DE HOLANDA. Community structure of shrubs and trees and their interactions with soil in an area of Caatinga, Pombal-PB. 2012. Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano. Co-orientadores: Luiz Carlos Marangon e Fernando José Freire.

Abstract: The Caatinga is one of the only regions in Brazil where its limits are restricted to national territory, and for being the biome fourth in land area in the country, is the most neglected by the political authorities, where there is a strong anthropic disturbance and disorderly exploitation of natural resources, especially for energy, agricultural and pastoral. Given this issue, and the deficiency related to the study of vegetation, is that the present work aims to survey the vegetation in an area of Caatinga, analyze litter production and nutrient; check the rate of decomposition of leaf litterfall of ten species of greatest importance value and quantify the distribution of nutrients in the soil-vegetation. The study was conducted in the remnant forested savanna Riachão Farm located in the municipality of Pombal, PB. For sampling of the adult vegetation were installed 40 plots of 10 m x 25 m in a systematic way, where were inventoried all the individuals with CAP \geq 10.0 cm. Natural regeneration was evaluated through the implementation of sub-plots of 5 m x 5 m located in the northwestern part of each installment, in which all individuals were sampled with a height $H > 1.0$ m CNB < 10.0 cm. To analyze litter production were installed in the center of each sample unit a collector box with dimensions of 1.0 m², in which monthly during the period of one year, all material in the boxes were collected and separated by fractions, and 40 plots installed, 16 were selected for realization of analyzes chemistry (N, P, K, Ca and Mg). The decomposition of leaf material was performed for the ten species of highest importance value (VI) recorded in the area in line with the soil respiration. After collecting the leaves, they were distributed in 288 litter bags, and each had a portion of 10.0 g. Samples were collected during one year at intervals of 45 days and then sent to the laboratory for chemical quantification of C and N. To analyze the distribution of nutrients in different compartments of the soil-plant system, was collected recent mature leaves from the middle portion of the canopy of ten trees of most important in different orthogonal points, eight soil samples from plots at different depths (0 - 0.1 m, 0.1-0.2 m, 0.2-0.3 m) and portions of organic mantle, all the papers were forwarded to the analyzes chemical. We sampled 1338 individuals in the adult tree shrub component and 365 in natural regeneration. The Shannon diversity index calculated for the adult and regeneration

was 1.67 and 1.35 nats individual⁻¹, respectively. Were estimated deposition an annual litter of 3785.67 kg ha⁻¹, the leaf fraction being the largest contributor with 70% and the concentration of nutrients in the litter followed the order Ca>N>K>Mg>P. It was found over a year of the study as a weight loss of 67% and with the soil respiration more intense at night. The C/N rate is relatively low, indicating a higher rate of mineralization. The remaining soil is rich in nutrients and high concentrations of nutrients in the leaves, associated with low concentrations observed in the organic mantle, may be indicative of greater efficiency of the biochemical cycle.

Keywords: Phytosociology, Litter, Savannah Steppe, Biogeochemical Cycling.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A Caatinga constitui um complexo vegetacional que reúne ambientes muito distintos, fisionomias variadas e flora diversificada, cujo conhecimento se encontra em curso (ANDRADE et al., 2011). Andrade-Lima (1989) descreve que a Caatinga deve, antes de tudo, ser aceita como um conjunto de paisagens da floresta caducifolia, com boa frequência de espinhosas.

A morfologia, a fisiologia e a ecologia das plantas da Caatinga determinam as características vegetacionais do bioma (COSTA et al., 2010). Segundo os autores, as espécies possuem caráter comportamental e fisiológico em relação às características do meio, determinando, dessa forma, as peculiaridades e ajustamento das plantas com as características físicas do meio em questão. Assim, os processos biológicos, dado o comando genético, selecionam peculiaridades adaptativas, tornando a flora endêmica da Caatinga compatível com as condições severas a que estão sujeitos os táxons. Essas peculiaridades adaptativas da vegetação são determinadas, principalmente, pela temperatura e disponibilidade de água. O estresse hídrico é um dos fatores mais limitantes de produtividade e distribuição geográfica das espécies vegetais.

A Caatinga é o menos protegido dentre os biomas brasileiros, com menos de 2% de sua área sob a forma de unidades de conservação de proteção integral. 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 (SANTANA et al., 2009).

A pecuária extensiva, a agricultura itinerante e a exploração de lenha constituem as principais causas dessa devastação, que promovem a perda de biodiversidade. Em extensas áreas do semiárido, já são raríssimos os remanescentes de Caatinga em bom estado de conservação (ANDRADE et al., 2009).

Dantas et al. (2010) descreveram que a ação do homem em busca de solos mais férteis para a prática agrícola e agropecuária vem sendo considerada uma das principais causas que levam as áreas da Caatinga a serem devastadas, deixando o solo exposto e suscetível ao processo erosivo, à desertificação e levando ao desaparecimento de inúmeras espécies vegetais e/ou animais. A degradação da

Caatinga pela ação antrópica acaba por comprometer cada vez mais os recursos naturais e a sustentabilidade deste bioma.

Segundo Albuquerque; Andrade (2002), a Caatinga está ligada à ideia de improdutividade, e seria uma fonte menor de recursos naturais. Essa ideia parece está sempre relacionada às áreas áridas e semiáridas de todo o mundo. Comumente, a Caatinga está associada ao fornecimento de recursos madeireiros e medicinais. Pelas formas de obtenção de alguns desses produtos não se tem enxergado alternativa que não seja a proteção total das áreas remanescentes, principalmente, quando se considera o uso intenso de algumas espécies que apresentam uma esparsa distribuição e/ou pequenas populações.

Apesar da significativa extensão, elevada importância social, econômica e ambiental da Caatinga para o Nordeste do Brasil, poucas são ainda as informações ecológicas sobre esse bioma, havendo enorme carência de pesquisas e resultados confiáveis enfocando diversos assuntos como a silvicultura, o manejo e a dinâmica das espécies, ciclagem de nutrientes entre outros assuntos relevantes (SANTANA, et al., 2009).

Segundo Santana (2005), há alguns anos a comunidade científica preocupa-se com a situação do bioma Caatinga, especialmente quanto à manutenção da sua biodiversidade vegetal e 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.

Perante a problemática observada, surge a necessidade de se realizar estudos sobre a dinâmica da relação solo versus vegetação na Caatinga, em que, Souto (2006) descreve que é cada vez maior o interesse em se conhecer o funcionamento dos ecossistemas naturais no que se refere ao equilíbrio em longo prazo, que depende em grande parte da ciclagem de nutrientes. A pesquisadora ainda descreve que o crescente processo de degradação em que ações antrópicas descontroladas contribuem para um processo de decadência dos ecossistemas florestais, resultando na redução dessas áreas e, conseqüentemente, na fragmentação dos ecossistemas.

Para Andrade et al. (2011), nos estudos de fitossociologia envolvendo comunidades arbóreas, normalmente os indivíduos são enquadrados em duas categorias: adulto e regenerantes, e esses estudos em áreas de Caatinga são bastante semelhantes aos que se fazem nas florestas úmidas; porém, esses conceitos e procedimentos são aplicados com pequenos ajustes ou adaptações metodológicas impostas pelas características da vegetação. Partindo deste princípio, torna-se de fundamental importância à realização de levantamentos florísticos, fitossociológicos em consonância com o estudo da ciclagem de nutrientes, objetivando entender parte do processo dinâmico que ocorre em áreas de Caatinga.

Segundo Soares et al. (2008), a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao solo pela queda dos componentes senescentes da parte aérea e sua posterior decomposição. Esses fragmentos orgânicos, ao caírem sobre o solo, formam uma camada denominada serapilheira, que compreende folhas, caules, frutos, flores, bem como restos de animais e material fecal.

Além do conhecimento da vegetação, o estudo da ciclagem de nutrientes minerais, via serapilheira, é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais (PAULA et al., 2009). Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá pela produção de serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004).

Entre os mecanismos envolvidos na ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, a queda de resíduos senescentes da parte aérea das plantas, que formam a serapilheira na superfície do solo e sua gradativa decomposição, tem papel fundamental na manutenção da sustentabilidade dos biomas. Quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo através da queda de componentes senescentes da parte aérea das plantas e sua posterior decomposição (CORREIA; ANDRADE, 1999).

O aporte de serapilheira é um processo dinâmico de avaliação da biomassa aérea em florestas, e a produção do material foliar representa um fluxo importante de transferência de nutrientes para o solo da floresta (JHA; MOHAPATRA, 2010).

Para Yang et al. (2005), a serapilheira representa uma importante via biológica para a transferência de nutrientes da vegetação ao solo e, corroborando essa informação, Schumacher; Witschoreck (2008), descrevem que essa afirmação deve ser considerada, pois sua permanência no povoamento reduz em parte o

déficit de nutrientes no solo que ocorre em consequência da exportação da biomassa durante a exploração florestal.

A decomposição da serrapilheira é um caminho importante para a liberação de elementos orgânicos e inorgânicos para a ciclagem de nutrientes e processos que controlam o retorno de nutrientes para o ecossistema florestal (WANG et al., 2008).

Pesquisas sobre a distribuição de nutrientes são importantes para a compreensão dos ecossistemas florestais. Além disso, as informações serão praticamente úteis para determinar as práticas silviculturais adotadas, objetivando maximizar o crescimento das árvores (SON et al., 2004).

As florestas tropicais possuem uma comunidade de múltiplas espécies de flora, fornecendo à serapilheira composição diversificada e um ciclo de nutriente mais estável, estabelecendo, conseqüentemente, uma comunidade de decompositores diversificada e de intensa dinâmica. Este fato ocorre em virtude dessas florestas se situarem em uma região em que o clima é definido por uma estação seca e outra úmida (SANCHES et al., 2009).

Segundo Souto et al. (2009), o conhecimento do comportamento das espécies em um ecossistema estável, diante das variações sazonais de clima, é primordial para se compreender os reservatórios e fluxos de nutrientes, nestes ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais.

No início do desenvolvimento de uma floresta, as plantas extraem altos níveis de nutrientes do solo, porém, após atingir certo desenvolvimento, parte dos nutrientes é fornecida pelo ciclo biogeoquímico. A dinâmica e magnitude da contribuição da redistribuição dos nutrientes variam entre os ecossistemas florestais. O microclima e populações de microrganismos são geralmente diferentes daqueles associados com a maioria dos solos agrícolas e a produção de serapilheira, decomposição e ciclagem de nutrientes são processos dinâmicos que dão caráter particular aos solos dos ecossistemas florestais (GAMA- RODRIGUES et al., 2007).

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nestes ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também buscando informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas

degradadas e manutenção da produtividade do sítio degradado em recuperação (SOUZA; DAVIDE, 2001).

Para Vitousek (1984), as ciclagens de nutrientes em ecossistemas de florestas tropicais poderiam ser eficientes se a maioria dos nutrientes liberados a partir das árvores fosse rapidamente absorvida pelas raízes, micorrizas e decompositores, e retido dentro do sistema; desta forma, seria eficiente e se caracterizaria por baixas perdas de nutrientes no sistema como um todo.

Segundo Campo et al. (2001), em áreas de baixa pluviosidade com vegetação caducifólia, a serapilheira é a principal fonte de nutrientes para o solo, e representa um pulso a mais na sincronizada entrada de nutrientes quando comparada a trópicos úmidos.

É válido ressaltar que vários fatores bióticos e abióticos afetam a produção de serapilheira, como tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, deciduidade da vegetação, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo (PINTO et al., 2008).

Regina (2001) descreve que qualidade da matéria orgânica é de fundamental importância para a maioria dos processos funcionais que ocorrem no solo dos ecossistemas florestais. Acima do solo, a serapilheira desempenha um papel na reposição de nutrientes e na transferência de energia entre as plantas e o solo, sendo a fonte de nutrientes acumulada nas camadas superiores. Em qualquer tipo de fitofisionomia, a queda maior de serapilheira ocorre em certos períodos que dependem da fenologia das espécies dominantes.

A ciclagem de nutrientes e o equilíbrio de energia podem ser considerados como as principais características para se compreender as relações em diferentes partes de um ecossistema. Forças antropogênicas como o desmatamento e a queima, irão causar uma rápida liberação de nutrientes acima do solo, e os nutrientes liberados podem ser usados pelas plantas em processo de sucessão por um curto período (ADEDEJI, 1984).

Em florestas tropicais a deposição de serapilheira é um dos aspectos da ciclagem de nutrientes mais importantes, pois a nutrição dos vegetais nesses ecossistemas, geralmente com baixo conteúdo de nutrientes no solo, depende da ciclagem dos nutrientes contidos na biomassa vegetal (ANDRADE et al., 2008), diferentemente ao observado em regiões semiárida onde os solos são ricos em nutrientes.

Para Campo et al. (2007), em geral, a limitação de nutrientes nos trópicos seco estão relacionado com limitação de água, porque as condições de seca impede absorção pelas plantas de nutrientes do solo, e reduzir a liberação de nutrientes durante a decomposição.

Pelo fato da vegetação ser uma das principais fontes de nutrientes, via deposição, decomposição e acúmulo de serapilehira sob a superfície do solo, é que se torna importante caracterizar as áreas fitofisionômicas da Caatinga, visando compreender melhor o fluxo de entrada e saída de nutrientes no sistema planta-solo em região semiárida da Paraíba, para que se possa propor medidas mitigadoras de conservação.

REFERÊNCIAS

- ADEDEJI, F.O. Nutrient cycles and successional changes following shifting cultivation practice in moist semi-deciduous forests in Nigeria. **Forest Ecology and Management**, v.9, p.87-99, 1984.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de Caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, n.3, p.273-285, 2002.
- ANDRADE-LIMA, D. Plantas das Caatingas. **Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. 1989. 243p.
- ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de serrapilheira em área de Caatinga na RPPN Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v.21, n.2, p.223-230, 2008.
- ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ARAÚJO, E.L. Estudos de fitossociologia em vegetação de Caatinga. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA NETO, J.A.A. **Fitossociologia no Brasil, métodos e estudo de caso**. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2011. p.339-371.
- ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.23, n.4, p.935-94, 2009.
- CAMPO, J.; SOLÍS, E.; VALENCIA, M.G. Litter N and P dynamics in two secondary tropical dry forests after relaxation of nutrient availability constraints. **Forest Ecology and Management**, v.252, p.33–40, 2007.
- CAMPO, J.; MAASS, M.; JARAMILLO, V.J.; YRIZAR, A.M.; SARUKHAN, J. Phosphorus cycling in a Mexican tropical dry forest ecosystem. **Biogeochemistry**, v.53, p.161–179, 2001.
- COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, C. M. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.259-265, 2010.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-225.
- DANTAS, J. G.; HOLANDA, A. C.; SOUTO, L. S.; JAPIASSU, A.; HOLANDA, E. M. Estrutura do componente arbustivo/arbóreo de uma área de Caatinga situada no município de Pombal-PB. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v.5, n.1, p. 134 -142, 2010.
- GAMA RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F.; COMEFORD, N.B. Biomass and nutrient cycling in pure and mixed stands of native tree species in Southeastern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31,n.2, p.287-298, 2007.

JHA, P.; MOHAPATRA, K.P. Leaf litterfall, fine root production and turnover in four major tree species of the semi-arid region of India. **Plant Soil**, v.326, p.481–491, 2010.

PAULA, R. R.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na Ilha da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 19, n.2, p.139-148, 2009.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.3, p.545-556, 2008.

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

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; Dinâmica sazonal da produção e decomposição de Serapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.13, n.2, p.183–189, 2009.

SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

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

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, M. V. R. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em área de segunda rotação com floresta de *Pinus taeda* L. no município de Camará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 4, p. 471-480, 2008.

SOARES, I.; QUEIROZ, J. A.; OLIVEIRA, V. H.; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, T. S. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes na cultura do Cajueiro anão precoce. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.32, n.1, p.173-181, 2008.

SON, Y.; PARK, H.; YI, M.J.; O JIM, H. ; KIM, D.Y.; KIM, R.H.; OK HWANG, J. Biomass, production and nutrient distribution of a natural oak forest in central Korea. **Ecological Research**, v.19, p.21-28, 2004.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 161 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A. Características químicas da serapilheira depositada em área de Caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v.22, n.1, p.264-272, 2009.

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

VITAL, A. R.T. ; GUERRINI, I.A. ; FRANKEN, W.K. ; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

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

WANG, Q.; WANG, S.; HUANG, Y. Comparisons of litterfall, litter decomposition and nutrient return in a monoculture *Cunninghamia lanceolata* and a mixed stand in southern China. **Forest Ecology and Management**, v.255, p.1210–1218, 2008.

YANG, Y.S.; GUO, J.F.; CHEN, G.S.; XIE, J.S.; GAO, R.; LI, Z.; JIN, Z. Litter production, seasonal pattern and nutrient return in seven natural forests compared with a plantation in southern China. **Forestry**, v.78, n.4, p.403-415 2005.

Capítulo I

ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA EM UMA ÁREA DE CAATINGA NA PARAIBA

ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA EM UMA ÁREA DE CAATINGA NA PARAIBA

Resumo: A vegetação da Caatinga ocupa uma área estimada em cerca de 10% do território nacional, é detentora de uma alta biodiversidade que, no entanto, é bastante desvalorizada social e ambientalmente, e que merece atenção por parte da sociedade. Partindo desse princípio, é que o trabalho objetiva realizar o levantamento da estrutura da vegetação adulta e regeneração natural em um remanescente de Caatinga localizado no município de Pombal, PB. Para amostragem do componente adulto, foram instaladas 40 unidades amostrais de 10 m x 25 m de forma sistemática, onde foram inventariados todos os indivíduos com $CAP \geq 10,0$ cm. No interior de cada unidade amostral, instalou-se uma sub-parcela de 5 m x 5 m para amostragem da regeneração natural, em que foram amostrados os indivíduos com altura superior a 1 m e $CNB < 10,0$ cm. Foram inventariados 1338 indivíduos no componente arbustivo-arbóreo adulto, os mesmos estão distribuídos em 19 espécies e 12 famílias botânicas. O índice de diversidade para os indivíduos adulto foi de $1,67 \text{ nats.indivíduo}^{-1}$. Na regeneração natural, foram amostrados 365 indivíduos, distribuídos em 16 espécies e 11 famílias. O índice de diversidade da regeneração natural foi de $1,35 \text{ nats.indivíduo}^{-1}$. Em função das interferências antrópicas sofridas e da grande concentração de indivíduos nas classes de menores diâmetros e com baixa altura, e por apresentar uma regeneração natural incipiente, o remanescente encontra-se em processo de sucessão natural, com a parte leste apresentando maior semelhança entre as parcelas e melhor estágio de conservação.

Palavras-chave: Fragmento, fisionomia, diversidade florística.

STRUCTURE OF COMMUNITY SHRUBS AND TREES IN AN AREA OF THE CAATINGA PARAIBA

Abstract: The vegetation of the Caatinga occupies an estimated area of about 10% of the country, is holding a high biodiversity, however, is very environmentally and socially devalued, and that deserves attention by the society. Based on this principle, is that the study aims to survey the structure of the adult vegetation and natural regeneration in a remnant of Caatinga in the municipality of Pombal, PB. For sampling the adult component were installed 40 units sample of 10 m x 25 m in a systematic way, where were inventoried all the individuals with $CAP \geq 10.0$ cm. Within each sampling unit, settled a sub-plot of 5 m x 5 m for sampling natural regeneration, in that were sampled individuals taller than 1.0 m $CNB < 10.0$ cm. Were inventoried 1338 individuals in the adult tree-shrub component, they are distributed in 19 species and 12 families. The diversity index for the adult subjects was $1.67 \text{ nats.individual}^{-1}$. In natural regeneration, we sampled 365 individuals belonging to 16 species and 11 families. The diversity index of natural regeneration was $1.35 \text{ nats.individual}^{-1}$. Due to the anthropogenic interference suffered and the large concentration of individuals in classes smaller diameter and low height, and submit an incipient natural regeneration, the remnant is in the process of natural succession, with the east part showing greater similarity between the plots and best stage of conservation.

Keywords: Fragment, physiognomy, floristic diversity.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste semiárido ocupa uma área global equivalente a aproximadamente 10% do território brasileiro. Com base na extensão geral da vegetação das Caatingas e, independentemente das nuances regionais de semiaridez, pode-se avaliar o Nordeste seco tendo uma área aproximada de 800.000 km² (AB'SABER, 1974).

Para Andrade et al. (2005), a Caatinga abrange uma área que corresponde aproximadamente a 54% da região Nordeste. Está compreendida entre os paralelos 2°54' S e 17°21' S e envolve áreas do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Piauí, Bahia e Minas Gerais.

Apesar da significativa extensão, da importância socioeconômica e de 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, além da reduzida área sob proteção e das restritivas condições climáticas, o impacto da atividade humana sobre o bioma é considerável (SANTANA et al., 2009).

Para Amorim et al. (2005), a Caatinga apresenta grande variação fisionômica, principalmente quanto à densidade e ao porte das plantas. Mudanças em escala local, a poucas dezenas de metros, são facilmente reconhecíveis e geralmente ligadas a uma alteração ambiental claramente identificável. É o caso do maior porte das plantas nos vales e do menor sobre lajedos e solos rasos, em consequência da maior e menor disponibilidade hídrica. As variações numa escala de regiões, abrangendo milhares de quilômetros quadrados, são mais difíceis de identificar, em virtude dos limites difusos, da causalidade múltipla e da variabilidade local interna a cada uma delas.

De acordo com Santana (2005), mesmo não sendo o maior bioma brasileiro em área, comparativamente a Caatinga é o menos conhecido e estudado, apesar de concentrar a maior população dependente de produtos naturais, principalmente de origem vegetal.

A vegetação lenhosa da Caatinga constitui a fonte mais importante de energia para a população nordestina. Segundo Benevides et al. (2007), a partir de 1974, com a crise mundial do petróleo, por decisão governamental, alguns setores industriais tiveram que buscar fontes alternativas de energia, concentrando-se na

biomassa. Como resultado, a lenha e o carvão passaram a ser a fonte mais importante de energia primária para a indústria. Em termos de consumo global para o Nordeste, estima-se que o uso de lenha e carvão atenda a aproximadamente 33% do consumo de energia.

Segundo informações do MMA (2003), dentre os biomas brasileiros, a Caatinga é, provavelmente, o mais desvalorizado e mal conhecido botanicamente, e esta situação é decorrente da crença injustificada, e que não deve ser aceita, de que a Caatinga é o resultado da modificação de outra formação vegetal, estando associada a uma diversidade muito baixa de plantas, sem espécies endêmicas e altamente modificadas pelas ações antrópicas. Apesar de estar, realmente, bastante alterada, especialmente nas terras mais baixas, a Caatinga contém uma grande variedade de tipos vegetacionais, com elevado número de espécies e também remanescentes de vegetação ainda bem preservada, que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos.

Dos biomas brasileiros, a Caatinga é um dos menos conhecidos em termos de funcionamento, havendo ausência de trabalhos sobre a influência da variação temporal na estrutura e composição das comunidades lenhosas, aspecto preocupante, pois a área do bioma como um todo sofre um intenso processo de antropização (CAVALCANTI et al., 2009).

De acordo com Sampaio (2010) a estrutura da vegetação das Caatingas é uma resposta à variação das disponibilidades hídrica, e de nutriente, sobreposta pelo antropismo. Para Silva et al. (2004), a permanência de determinada espécie em uma comunidade natural depende, não só da ocorrência de uma distribuição exponencial do número de indivíduos por classes de diâmetro, de tal modo que possa garantir sua estabilidade futura, mas também da existência de indivíduos reprodutivos. Desse modo, baixas densidades populacionais de adultos e regenerantes são indicativos de que a espécie poderá vir a ser substituída durante a evolução da vegetação.

Para Longhi et al. (1999), a garantia da permanência de uma determinada espécie em uma floresta é uma função direta do número de indivíduos e de sua distribuição nas classes de diâmetro. Desta forma, uma densidade populacional baixa, significa que existe uma possibilidade maior desta espécie ser substituída por outra no desenvolvimento da floresta, por razões naturais, ou em função das perturbações ocorridas na área.

A importância de se estudar a estrutura da vegetação em área de Caatinga em consonância com a avaliação da regeneração natural, justifica-se pela carência de trabalhos relacionados com o tema, diante o valor social e econômico que o componente arbustivo e arbóreo representa para a região. Desta forma, o diagnóstico de como se encontra a estrutura do componente arbustivo-arbóreo e a regeneração natural, tornam-se necessárias para se propor medidas mitigadoras que garantam a auto-sustentabilidade desse ecossistema.

Diante do exposto, e da desvalorização as quais muitas áreas das Caatingas são expostas, é que o estudo tem como objetivo realizar o levantamento da estrutura da vegetação arbustivo-arbórea adulta e regeneração natural, observando o estágio de conservação em que se encontra o remanescente de Caatinga localizado no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área

O estudo foi conduzido em uma área de Caatinga, localizada no Sítio Riachão, situada no município de Pombal, PB (Figura 1). O fragmento tem 26,4 ha, encontrando-se entre as coordenadas geográficas 06°52'31" latitude sul e 37°49'43" longitude oeste.

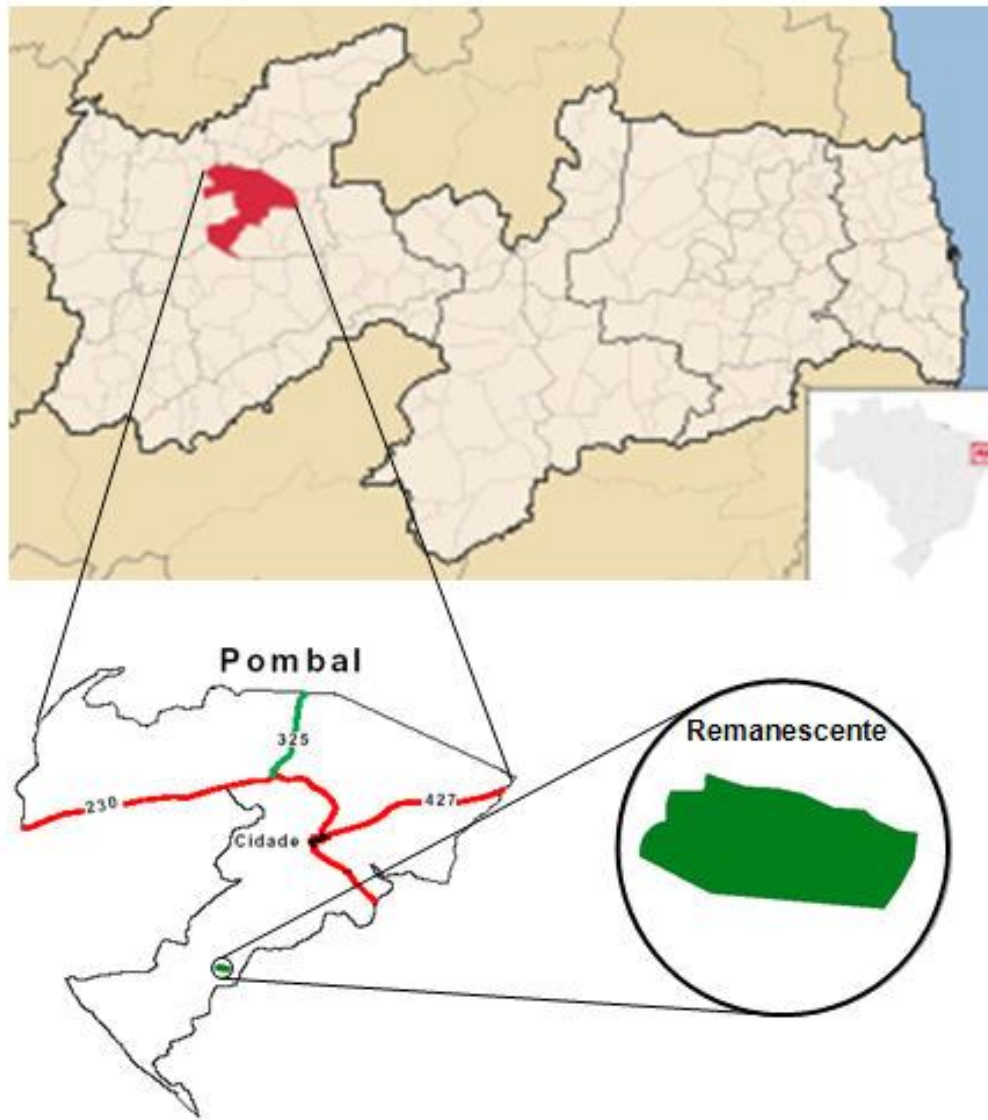


Figura 1. Localização geográfica do município e fragmento com vegetação de Caatinga situado no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. (Holanda, 2012).

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é caracterizado como BSh (clima semiárido quente), com precipitação pluviométrica média anual, mensurada nos últimos 10 anos, de 963,07 mm (AESA, 2011) e temperatura média

de 28°C. A área tem topografia ondulada, com alturas variando entre 200 e 230 metros em relação ao nível do mar (Figura 2). Os solos são classificados como Luvisolos em associação com Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2006).

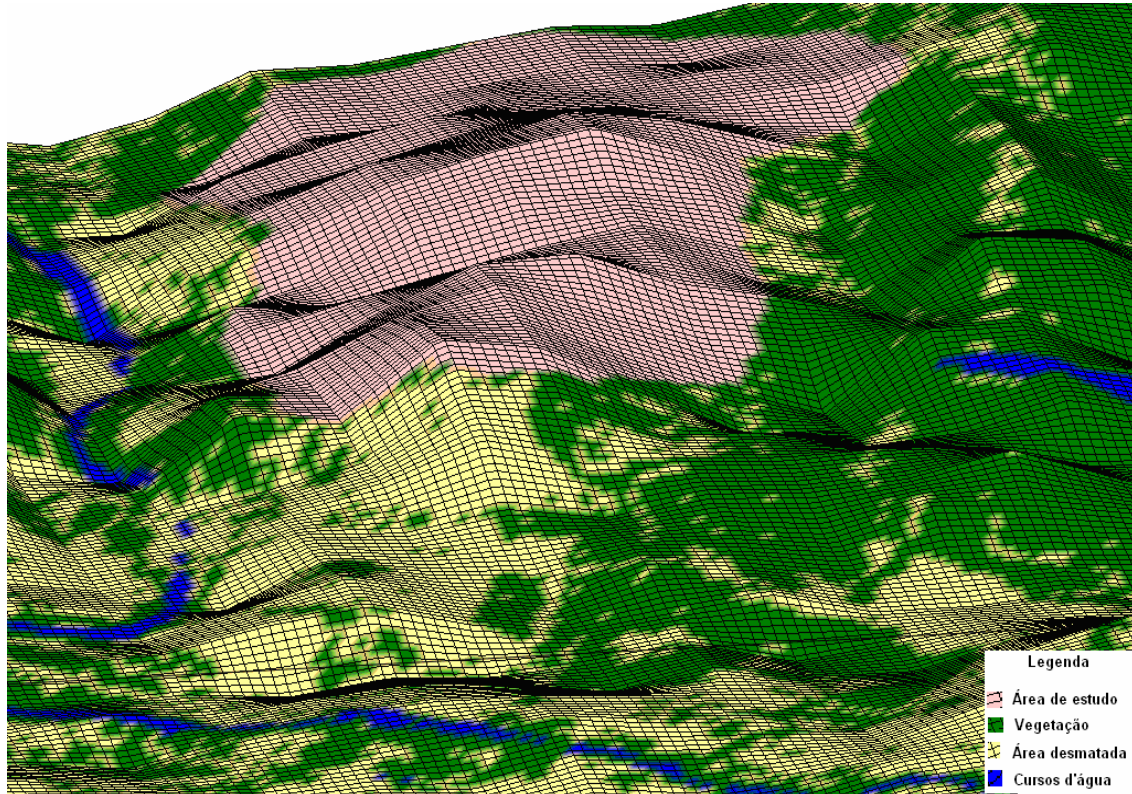


Figura 2. Formato digital da topografia do remanescente de Caatinga, localizado no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Após consulta ao sistema de classificação da vegetação brasileira adaptada ao sistema universal (VELOSO et al., 1991), a princípio pode-se considerar o fragmento como savana estépica florestada, pois se observa formação caracterizada por micro e/ou nanofanerófitos com média de até 5,0 metros, ultrapassando excepcionalmente os 7,0 metros de altura, mais ou menos densos, com grossos troncos e engalhamento bastante ramificado, em geral provido de espinhos e/ou acúleos, com total decidualidade na época desfavorável (Figura 3).



Figura 3. Imagem do remanescente de Caatinga, localizado no Sítio Riachão, Pombal, PB, no período chuvoso (à esquerda) e seco (à direita). (Foto: Holanda, 03/2011 e 09/2011, respectivamente).

2.2. Histórico da área

Segundo informações de moradores das adjacências ao remanescente, a área nunca foi desmatada para implantação de culturas agrícolas ou pastagem por ser imprópria para essas práticas, devido aos afloramentos de rochas presentes em seu interior e às declividades acentuadas em alguns pontos. Há aproximadamente 70 anos, registrou-se uma queimada no interior da mata, que foi causada por caçadores. Desse período aos dias atuais, as interferências existentes são para extração de lenha, estacas, moirão que são utilizadas como fonte de energia e construção de cercas, e em alguns casos extraiu-se madeira para confecção de móveis em algumas serrarias nos municípios vizinhos. Outro ponto observado que antecedeu o estudo, foi à soltura de alguns animais no interior do fragmento (Asininos e Ovinos), que é uma prática comum na região, devido à carência de recursos para suprir a alimentação desses animais.

2.3. Coleta dos dados florísticos e fitossociológicos

2.3.1. Componente arbustivo-arbóreo adulto e regeneração natural

Para amostragem do componente arbustivo-arbóreo foram implantadas 40 unidades amostrais de 10 m x 25 m, de forma sistemática. Em função da topografia, riachos e trilhas existentes no interior da área, as parcelas não ficaram distribuídas no mesmo alinhamento. Na amostragem da regeneração natural implantou-se uma sub-parcela na extremidade noroeste, de cada unidade amostral de 5,0 m x 5,0 m, totalizando 40 sub-parcelas, o equivalente a uma área amostral de 1000 m² (Figura 4).

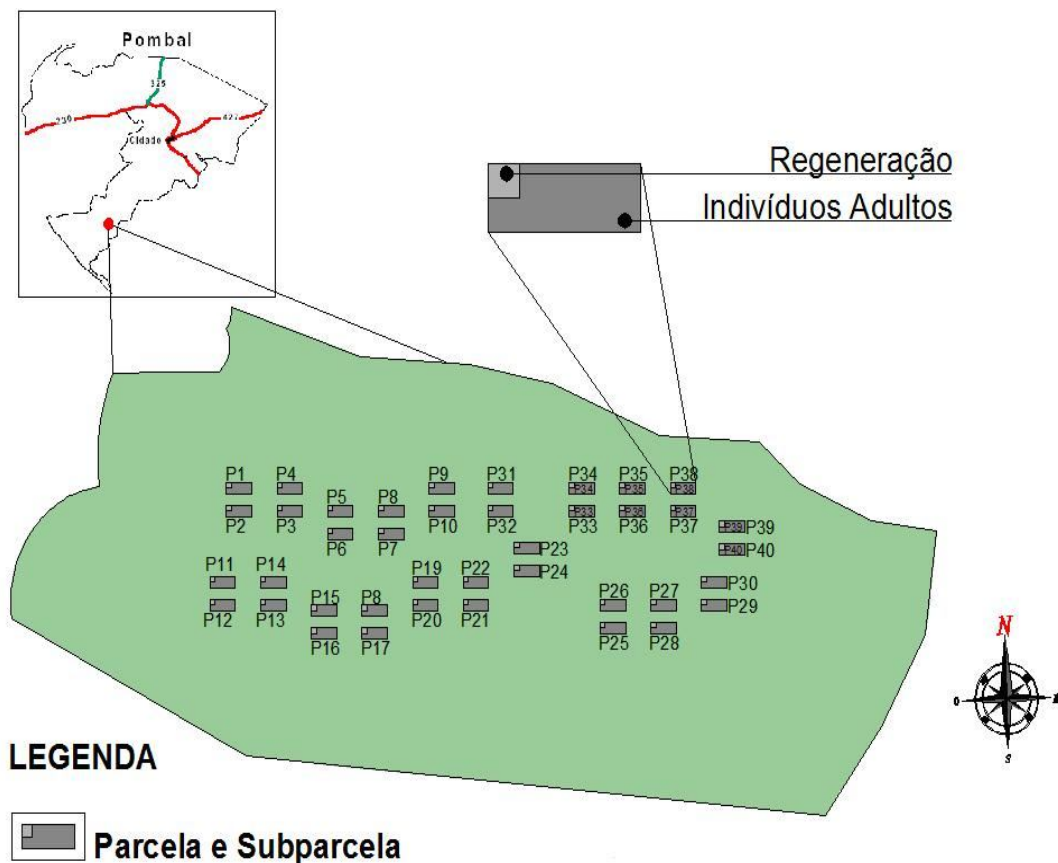


Figura 4. Croqui do remanescente de Caatinga com seu perímetro delimitado e unidades amostrais implantadas, localizado no Sítio Riachão, Pombal, PB.

Em cada parcela foram amostrados e etiquetados com placas de PVC todos os indivíduos arbustivo/arbóreo com circunferência a 1,30 m do solo (CAP) ≥ 10 cm. A circunferência foi mensurada com fita métrica e a altura estimada com tesoura de alta poda, de 6 metros de comprimento total.

No estudo da regeneração natural, os indivíduos amostrados foram etiquetados com placas de PVC e, após as medições foram agrupados por classes de altura, segundo metodologia proposta por Marangon (1999), em que: C1 = altura (H) $\geq 1,0$ até 2,0 m; C2 = H > 2,0 até 3,0 m; C3 = H > 3,0 m e CNB < 10 cm.

O material botânico de todas as espécies lenhosas foi coletado, prensado, secado em estufa a 70°C, enviado ao Herbário da Caatinga do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), para reconhecimento, por comparações com exsicatas já identificadas e verificações na literatura existente no local. Para a classificação das espécies adotou-se o sistema APG II (2003).

2.4. Análise dos dados

2.4.1. Componente arbustivo/arbóreo adulto e regeneração natural

A determinação da suficiência amostral foi realizada com o procedimento de ajustes de curvas pelo REGRELRP, do Sistema para Análise Estatística e Genética (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, conforme adotado por Ferreira; Vale (1992). Suficiência é obtida pela interseção do valor observado com o valor estimado, relacionando o número de espécies com a área amostral.

Para a realização dos cálculos da estrutura horizontal, vertical, diversidade e similaridade florística da vegetação, adotou-se-se as fórmulas apresentadas por Felfili; Rezende (2003) e o software Mata Nativa, versão 2.0.

As estimativas ds parâmetros calculados dos indivíduos arbustivos-arbóreos adultos foram:

I. Densidade absoluta e relativa

$$DA_i = \frac{N_i}{A}$$

Densidade Absoluta (DA) = considera o número de indivíduos (N_i) de uma determinada espécie na área; A= área amostrada em hectare

$$DR_i = \frac{DA_i}{\left(\sum_{i=1}^n DA_i\right)} \times 100$$

Densidade Relativa (DR) = relação entre o número de indivíduos de uma espécie e o número de indivíduos de todas as espécies. Onde, DA_i = número de indivíduos da espécie i ; DA = somatório das densidades

II. Frequência absoluta e relativa

$$FA_i = \left(\frac{P_i}{P_t}\right) \times 100$$

Frequência Absoluta (FA) = relação entre o número de parcelas em que determinada espécie ocorre e o número total de parcelas amostradas. Onde, P_i = número de parcelas com ocorrência da espécie i ; P_t = número total de parcelas.

$$FR_i = \frac{FA_i}{\left(\sum_{i=1}^n FA_i\right)} \times 100$$

Frequência Relativa (FR) = relação entre a freqüência absoluta de determinada espécie e a soma das freqüências absolutas de todas as espécies, expressa em percentagem. Onde, FA_i = frequência absoluta da espécie i ; FA = somatório das freqüências.

III. Dominância absoluta e relativa

$$DoA_i = \frac{\sum_{i=1}^n Ab_i}{A}$$

Dominância Absoluta (DoA_i) = expressa a área basal de uma espécie i na área. Onde, Ab_i = área basal da espécie i ; A = área total amostrada.

$$DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^n DoA_i}$$

Dominância Relativa (DoR_i) = relação, em percentagem, da área basal total de uma espécie i e da área basal total de todas as espécies amostradas (G).

IV. Valor de importância

$$VI_i = DR_i + FR_i + DoR_i$$

Valor de Importância (VI) = revela através dos valores (DR_i , FR_i e DoR_i) alcançados por uma espécie, sua posição sociológica na comunidade analisada.

V. Valor de cobertura

$$VC_i = DR_i + DoR_i$$

Valor de Cobertura (VC) = medida que fornece informações a respeito da importância de cada espécie no local de estudo.

Para analisar a distribuição diamétrica das espécies nas quarenta (40) parcelas, elaborou-se gráfico com o número de árvores por classe de diâmetro, com amplitudes de classe de 4,0 cm, para todos os indivíduos adultos, amostrados na área. O diâmetro mínimo considerado foi 1,9 cm.

Na estrutura vertical foi elaborada uma figura com número de indivíduos e área basal por classes de altura nos eixos das ordenadas. No eixo das abscissas, foram consideradas as alturas: $H < 3,0$ m; $3,0 \text{ m} \leq H < 6,0$ m e $H \geq 6,0$ m.

Os parâmetros estimados dos indivíduos presentes na regeneração natural foram:

I. Densidade absoluta e relativa

$$DA_{ij} = \frac{n_{ij}}{A}$$

DA_{ij} = Densidade absoluta para a i -ésima espécie, na j -ésima classe da regeneração natural; n_{ij} = Número de indivíduos da i -ésima espécie na j -ésima classe da regeneração natural; n_j = Número de classes da regeneração natural; A = Área amostrada, em hectare;

$$DR_{ij} = \left[\frac{DA_{ij}}{\sum_{i=1}^{nj} DA_{ij}} \right] \cdot 100$$

DR_{ij} = Densidade relativa para a i-ésima espécie, na j-ésima classe da regeneração natural.

II. Frequência absoluta e relativa

$$FA_{ij} = \left[\frac{U_{ij}}{U_t} \right] \cdot 100$$

FA_{ij} = Frequência absoluta da i-ésima espécie na j-ésima classe da regeneração (%); U_{ij} = Número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie está presente, na j-ésima classe da regeneração natural; U_t = Número total de unidades amostrais;

$$FR_{ij} = \left[\frac{FA_{ij}}{\sum_{j=1}^{nj} FA_{ij}} \right]$$

FR_{ij} = Frequência relativa da i-ésima espécie na j-ésima classe da regeneração natural (%); n_j = Número de classes de altura da regeneração natural; i = i-ésima espécie amostrada; j = Classes de altura

III. Estimativa da regeneração natural

$$RNC_{ij} = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2}$$

RNC_{ij} = Estimativa da regeneração natural da i-ésima espécie, na j-ésima classe de altura da regeneração natural, em percentagem; DR_{ij} = Densidade relativa, em percentagem, para a i-ésima espécie, na j-ésima classe de altura da regeneração natural; FR_{ij} = Frequência relativa em percentagem, da i-ésima espécie, na j-ésima classe de altura da regeneração natural.

IV. Regeneração natural total

$$RNT_i = \frac{\sum RNC_{ij}}{3}$$

RNT_i = estimativa da regeneração natural total da i-ésima espécie; RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da i-ésima espécie na j-ésima classe de altura de planta.

Em ambos os estudos (comunidade arbustiva/arbórea adulta e regeneração natural) foram realizados os cálculos de diversidade florística e similaridade florística.

Para cálculo da diversidade florística foi utilizado o índice de diversidade de Shannon (H') (MUELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974).

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Em que: H' = índice de Shannon;

S = número de espécies amostradas;

\ln = logaritmo na base de e ;

n_i = número de indivíduos da espécie i ;

N = número total de indivíduos amostrados.

Para as comparações florísticas foi empregada a análise de agrupamento, utilizando como medida a distância euclidiana, que foi estimada pela seguinte expressão:

$$d_{ii'} = \left[\sum_j (de_{ij} - de_{i'j})^2 \right]^{1/2}$$

Em que:

$d_{ii'}$ = a distância euclidiana entre as espécies i e i' ;

$de_{ij} - de_{i'j}$ = diferença entre as densidades das espécies i e i' , para uma variável j .

Para elaboração dos dendrogramas, as parcelas foram distribuídas em quatro subáreas, denominadas de blocos, em que o Bloco 1 compreende as parcelas de 1 à 10, Bloco 2 (11 à 20), Bloco 3 (21 à 30) e Bloco 4 (31 à 40).

Os cálculos foram realizados partindo-se da formação de uma matriz de presença e ausência das espécies, utilizando-se a distância euclidiana como medida de dissimilaridade e o algoritmo de agrupamento de Ward.

Os dados da similaridade florística foram realizados no programa Pc-Ord for Windows versão 4.14 (MCCUNE; MEFFORD, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Suficiência amostral

A intersecção da parte linear com a parte em forma de plateau foi obtida na 11ª parcela, ou seja, aos 2750 m². Esta seria a área mínima para a caracterização florística do remanescente de Caatinga, e como foi amostrado uma área maior, admite-se que o remanescente está bem representado (Figura 5).

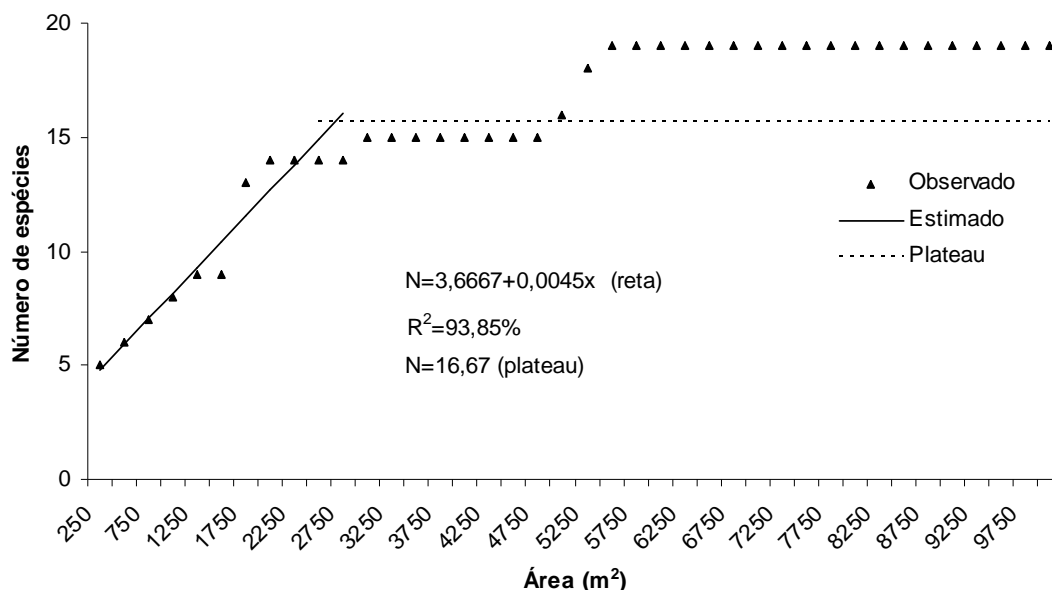


Figura 5. Representação gráfica da suficiência amostral do componente arbustivo-arbóreo adulto, “Área x Número de espécies amostradas”, em um remanescente de Caatinga, localizado no município de Pombal, PB.

Esse tipo de levantamento, em que há uma curva cumulativa das espécies na ordem real das parcelas, é fundamental, para determinar se o número de amostras estabelecido foi o suficiente para representar a comunidade.

Segundo Schilling; Batista (2008), a ideia de representatividade nesse caso está relacionada à indicação de que a composição florística e a densidade de indivíduos por espécie estão adequadamente amostradas. A curva do coletor é uma técnica que surgiu da relação espécie-área, considerada de grande valor na caracterização de comunidades vegetais, e que vem sendo extensivamente utilizada em estudos de fitossociologia, particularmente no Brasil para indicar a suficiência amostral.

3.2. Análise fitossociológica da comunidade arbustivo/arbórea

No levantamento da vegetação foram amostrados 1388 indivíduos no componente arbustivo-arbóreo pertencentes a 19 taxa, sendo 18 identificados até espécie, e 1 em nível de gênero. Os indivíduos amostrados estão distribuídos em 12 famílias botânicas, sendo as famílias com maiores representatividades, em número de indivíduos, a Euphorbiaceae com 782, seguida de Combretaceae (242), o grupo da família das Fabaceae com a subfamília Mimosoideae e Caesalpinoideae, (123 e 105, respectivamente), Apocynaceae (67), Burseraceae (26) e por fim, com o mesmo número de indivíduos amostrados, a Família Fabaceae com exemplares da subfamília Faboideae e Anacardiaceae com 12 cada (Figura 6).

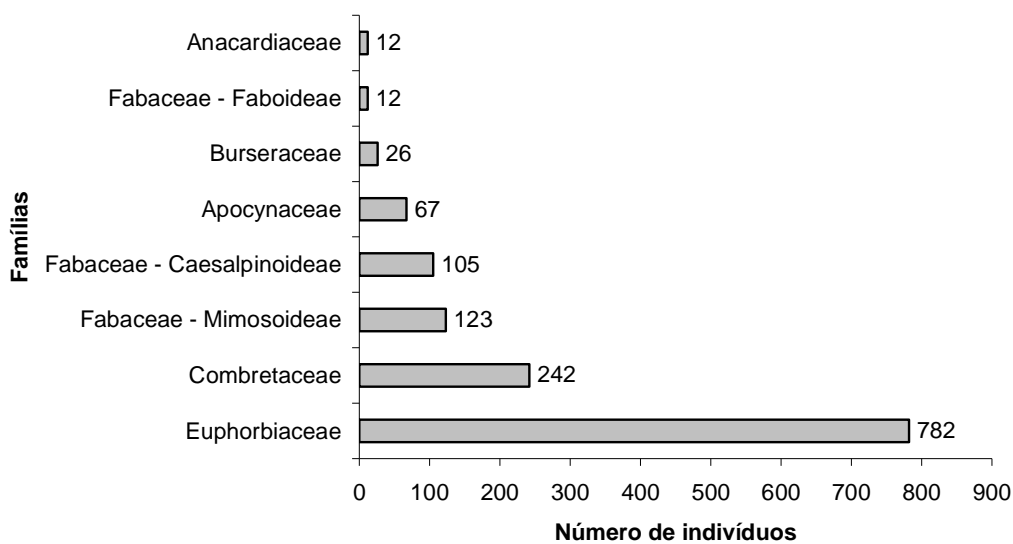


Figura 6. Famílias com maior representatividade em número de indivíduos em um fragmento de Caatinga, localizado no Sítio Riachão, Pombal, PB.

Das 19 espécies amostradas e identificadas no remanescente, 16 tem o hábito de vida arbóreo e três arbustivos. Ambas apresentam importância econômica, social e ambiental para a região nordeste. Quase todas as espécies listadas têm sua distribuição nas Caatingas, como exemplo o *Croton blanchetianus*, *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium*. De importância econômica e social varia, pois existem algumas com múltiplos usos, que vai desde medicinal (casca) a utilização da madeira para confecção de móveis. Como também existem algumas com potencial forrageiro: *Poincianella pyramidalis* e *Bauhinia cheilantha*.

Tabela 1. Famílias e espécies amostradas no componente arbustivo-arbóreo adulto com os respectivos nomes vulgares e hábito, Pombal (PB).

FAMÍLIA/ESPÉCIE	Nome Vulgar	Hábito
ANACARDIACEAE		
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	Árvore
APOCYNACEAE		
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	Árvore
<i>Aspidosperma</i> sp.	Pereiro Branco	Árvore
BIGNONIACEAE		
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.).	Ipê Roxo	Árvore
BURSERACEAE		
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillet	Imburana Cambão	Árvore
COMBRETACEAE		
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	Arbusto
ERYTHROXYLACEAE		
<i>Erythroxylum pungens</i> O.E. Schulz	Rompe Gibão	Árvore
EUPHORBIACEAE		
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	Arbusto
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão Bravo	Arbusto
<i>Cnidioscolus quercifolius</i> Pohl	Favela	Árvore
FABACEAE - CAESALPINIOIDEAE		
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz	Catingueira	Árvore
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tull.) L.P. Queiroz	Pau Ferro	Árvore
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Stand.	Mororó	Árvore
FABACEAE - FABOIDEAE		
<i>Amburana cearensis</i> (Arr.Cam.) A.C.Sm.	Cumarú	Árvore
FABACEAE - MIMOSOIDEAE		
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	Árvore
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema Preta	Árvore
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema Branca	Árvore
MALVACEAE		
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns	Embiratanha	Árvore
RHAMNACEAE		
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro	Árvore

Dos exemplares listados na Tabela 1, 3 encontram-se com uma demanda maior por parte dos residentes da circunvizinhança do remanescente e de pequenas serrarias, em que a *Anadenanthera colubrina* é muito utilizada como moirão, a *Amburana cearensis* é muito cobiçada para fabricação de móveis, o que tem ocasionado uma redução bastante significativa no número de indivíduos no interior do remanescente, e a espécie *Croton blanchetianus*, embora tenha uma rebrota com bastante expressão após o corte, é muito requerida para construção de cercas rústicas para pequenos animais.

Ao comparar o levantamento florístico realizado no presente trabalho com demais áreas no semiárido nordestino, percebe-se a complexidade na distribuição das espécies por famílias, onde o conjunto de interações ocorrentes entre os fatores bióticos e abióticos nas diferentes áreas que estão separadas geograficamente, determina as peculiaridades existentes em cada fitofisionomia, como observado por Santana; Souto (2006), onde em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte verificaram um número semelhante de espécies por família quando comparada ao presente trabalho, nas quais as subfamílias Caesalpinioideae (com 5 espécies), Mimosoideae (4) e a família Euphorbiaceae (4), obtiveram as maiores representatividades. Andrade et al. (2005) analisando a cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Paraíba, verificaram que as famílias com maior representatividade de espécies foram Euphorbiaceae com 5, seguida da família Fabaceae com 2, e as demais com apenas 1 espécie por família. Maracajá et al. (2003) avaliando a fitossociologia do extrato arbustivo- arbóreo de dois ambientes na Serra do Mel, RN, observou que as famílias Mimosaceae e Euphorbiaceae foram as que apresentaram o maior número de indivíduos.

Vários fatores influenciam na diferenciação da estrutura da vegetação entre as áreas de Caatinga, e principalmente quando estas estão em altitudes mais elevadas, onde o clima é mais ameno, como foi verificado por Lemos; Rodal (2002), estudando a fitossociologia do componente lenhoso de um trecho de vegetação de Caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara no Piauí, com uma altitude de 600 m, pois observaram que as famílias com maior representatividade de espécies foram: a família Fabaceae, com a subfamília Faboideae (com nove espécies), subfamília Caesalpinioideae (8), Myrtaceae (6), Bignoniaceae (5), Euphorbiaceae e

subfamília Mimosoideae (4 espécies cada), responderam por 63,2% das espécies, enquanto 16% das famílias apresentaram apenas uma espécie.

O fato é que, o determinante na formação de diferentes estruturas fisionômicas e florística nas diferentes áreas de ocorrência da Caatinga, além dos atributos químicos e físicos do solo, existem o clima, pois regiões mais secas e com muitos afloramentos e fragmentos de rocha, tende a ter uma menor biodiversidade.

Os parâmetros fitossociológicos encontram-se na Tabela 2, onde verifica-se que as espécies *Croton blanchetianus* e *Combretum leprosum* foram amostradas em quase 100% das parcelas implantadas no remanescente, destacando-se o *Croton blanchetianus* com um valor de cobertura de 81,18.

Tabela 2. Estimativas fitossociológicas calculados para os indivíduos arbustivo/arbóreos adultos (CAP \geq 10,0 cm), em um fragmento de Caatinga Pombal, PB. DA - densidade absoluta (ind./ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta; FR - frequência relativa; DoA - dominância absoluta ($m^2 ha^{-1}$); DoR - dominância relativa (%); VC - valor de cobertura e VI - valor de importância.

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Croton blanchetianus</i>	738	53,17	97,5	14,61	1,95	28,01	81,18	95,79
<i>Combretum leprosum</i>	242	17,44	97,5	14,61	0,682	9,80	27,24	41,85
<i>Anadenanthera colubrina</i>	69	4,97	77,5	11,61	1,727	24,81	29,79	41,40
<i>Poincianella pyramidalis</i>	95	6,84	65	9,74	0,964	13,86	20,70	30,44
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	63	4,54	65	9,74	0,351	5,05	9,58	19,32
<i>Mimosa tenuiflora</i>	34	2,45	52,5	7,87	0,229	3,30	5,75	13,61
<i>Jatropha mollissima</i>	38	2,74	50	7,49	0,101	1,45	4,19	11,68
<i>Commiphora leptophloeos</i>	26	1,87	35	5,24	0,145	2,09	3,96	9,21
<i>Amburana cearensis</i>	12	0,86	15	2,25	0,294	4,23	5,09	7,34
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	12	0,86	22,5	3,37	0,157	2,25	3,11	6,49
<i>Piptadenia stipulacea</i>	20	1,44	22,5	3,37	0,052	0,74	2,18	5,55
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	6	0,43	7,5	1,12	0,177	2,54	2,97	4,10
<i>Pseudobombax marginatum</i>	11	0,79	15	2,25	0,039	0,56	1,35	3,60
<i>Bauhinia cheilantha</i>	6	0,43	12,5	1,87	0,024	0,34	0,78	2,65
<i>Libidibia ferrea</i>	4	0,29	10	1,5	0,015	0,21	0,50	2,00
<i>Erythroxylum pungens</i>	5	0,36	7,5	1,12	0,011	0,16	0,52	1,64
<i>Aspidosperma</i> sp.	4	0,29	7,5	1,12	0,014	0,20	0,48	1,61
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	2	0,14	5	0,75	0,027	0,38	0,53	1,28
<i>Ziziphus joazeiro</i>	1	0,07	2,5	0,37	0,002	0,02	0,10	0,47
Total	1388	100	667,5	100	6,961	100	200	300

Verificou-se que as espécies com maior número de indivíduos foram *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Anadenanthera colubrina*, *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyriformis*, equivalentes a 87% de todos os indivíduos amostrados na área.

Resultado similar ao calculado por Dantas et al. (2010) em uma área de Caatinga também em Pombal-PB, na qual *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyriformis* totalizaram 92% dos indivíduos.

Dentre as 19 espécies amostradas, *Croton blanchetianus*, é a melhor distribuída, presente em quase todas as parcelas e com uma densidade relativa de 53,17%. Maia (2004) definiu-a como uma árvore de pequeno porte, que quando cortada assume aparência arbustiva, pelas ramificações que nascem desde a base. Segundo a autora, é uma planta pioneira, que ocupa capoeiras, margens de estradas e todo o tipo de áreas degradadas, com solos de fertilidade natural bom e boa drenagem, com exceções de lugares extremamente secos, podendo ser considerada como indicadora do nível de perturbação antrópica, ocorrendo com elevada frequência em lugares com vegetação muito devastada. Já Santana; Souto (2006) afirmaram sua ampla densidade nos levantamentos, é uma característica importante da espécie, indicando que pode ser usada na recuperação de áreas degradadas, podendo ocupar nichos inóspitos e, proporcionando assim melhorias nas condições do solo que podem permitir a continuidade da sucessão.

Combretum leprosum (mofumbo) teve frequência igual a do *Croton blanchetianus* (97,5), não sendo amostrada apenas em uma parcela. Segundo Maia (2004), o mofumbo é um arbusto com características de planta pioneira que é encontrada em muitas capoeiras, adaptando-se bem a todos os solos e capaz de sobreviver em solos extremamente degradados, porém, não implica afirmar que o solo do remanescente onde foi conduzido o presente estudo encontra-se degradado, muito pelo contrário, o que se observou, é uma superfície coberta por vegetação de porte elevado que embora os afloramentos de rochas se tornem obstáculos para o estabelecimento de algumas espécies de plantas, o mesmo não foi observado para o mofumbo que tem uma distribuição com tendência a formar agrupamento, sendo amostrada por quase toda a área.

Embora *Croton blanchetianus* tenha cerca de 90% de indivíduos a mais que *Anadenanthera colubrina*, a dominância absoluta calculada foi de $1,95 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, e

esse valor é 12,7% maior ao calculado para *Anadenanthera colubrina* com 1,73 m².ha⁻¹, e isso ocorre pelo fato das espécies apresentarem características morfológicas bastante diferentes.

As espécies que se encontram com os maiores portes são *Anadenanthera colubrina*, *Amburana cearensis*, *Myracrodruon urundeuva* e *Commiphora leptophloeos*, e representam apenas 8,6% dos indivíduos, porém, juntas somam 33,4% da dominância absoluta. Devido à importância comercial que as espécies representam para a região, as mesmas terminam sendo as mais extraídas, revelando um menor número de indivíduos amostrados para as três últimas citadas.

Das espécies registradas com os maiores portes (altura e diâmetro) no remanescente, apenas a *Anadenanthera colubrina* encontra-se com distribuição em toda a área, e isso, a princípio está relacionado com a alta capacidade na produção e germinação das sementes, que não apresentam dormência, e conforme verificou-se em campo, nos primeiros dias de chuvas (2 ou 3) as mesmas conseguem germinar.

Para Andrade et al. (2005), *Myracrodruon urundeuva* e *Commiphora leptophloeos* são comumente encontradas em áreas mais protegidas (cercada), ou em matas bem conservadas, e raramente são encontradas em áreas fortemente antropizadas.

Tratando-se de valor de cobertura, mesmo com um número inferior de indivíduos, *Anadenanthera colubrina* se sobressai (29,79), quando comparados a *Combretum leprosum* e *Poincianella pyramidalis*, por causa de seus maiores diâmetros, e embora o número de indivíduos seja inferior, sua distribuição se dá por quase toda a área do fragmento, sendo observado indivíduos próximo a rochas fragmentadas.

Quando se separam as dez espécies de maior valor de importância na área, verifica-se que não seguem os mesmos valores do valor de cobertura, e que juntas, *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Anadenanthera colubrina*, *Poincianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformium*, *Mimosa tenuiflora*, *Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Amburana cearensis* e *Myracrodruon urundeuva* equivalem a 95,7% dos indivíduos amostrados (Figura 7).

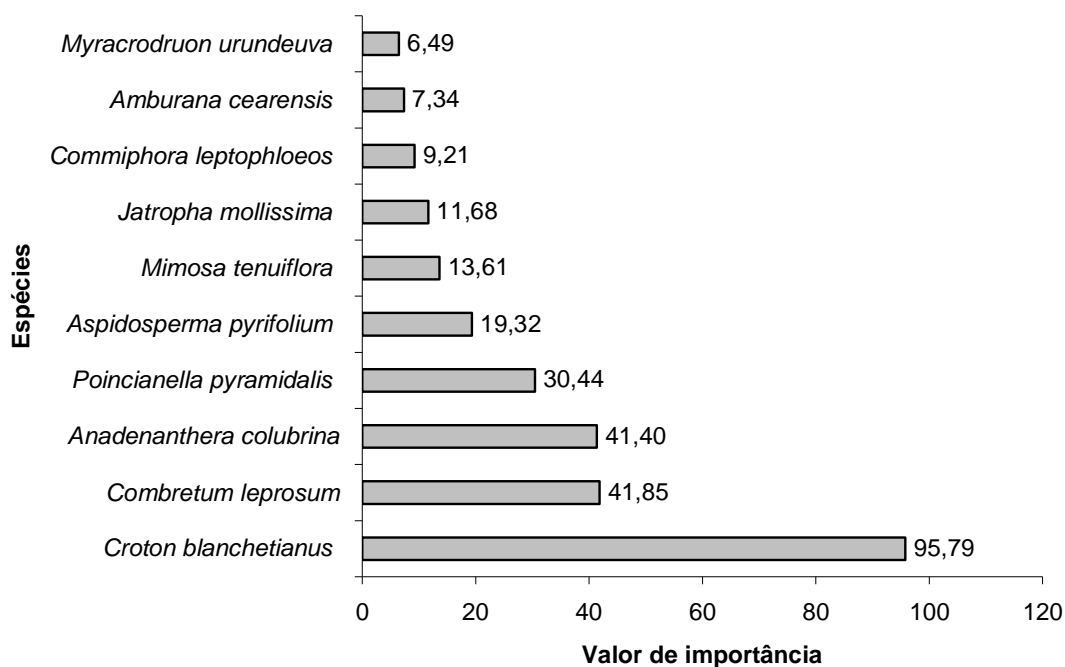


Figura 7. As dez espécies com os maiores valores de importância, em uma área de Caatinga, em Pombal, PB.

Dentre as plantas listadas com maiores valores de importância, três compõem o estágio inicial em processos de sucessão secundária: *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum* e *Mimosa tenuiflora*.

Mesmo sendo a quarta espécie de maior valor de importância, a *Poincianella pyramidalis* é uma das espécies de mais ampla dispersão no nordeste semiárido, segundo Andrade-Lima (1989), e rebrotando com intensidade quando cortada, daí sua dominância em certas comunidades.

Comparando o presente trabalho com o desenvolvido por Santana; Souto (2006), analisando a estrutura fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Serido, os mesmos observaram que as espécies *Poincianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Croton blanchetianus* responderam por 59% da densidade relativa, 32% da frequência relativa, 65% da dominância relativa e 52% do valor de importância, evidenciando, portanto, que são as mais importantes da comunidade estudada.

Das espécies listadas, duas (*Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*) se encontram na lista oficial do IBAMA das espécies da Flora Brasileira ameaçadas de extinção, e são bem cobiçadas pelo sertanejo (IBAMA, 2008). Ambas são espécies de alto valor comercial, pois se pode utilizar desde a madeira para postes,

mourões, estacas, dormentes, vigas, como também na medicina caseira, ornamentação, restauração florestal, fabricação de portas, janelas, obras internas, balcões, com uma ampla variedade de utilizações. Talvez a importância econômica que essas espécies tenham para o sertanejo, seja umas das justificativas pelo baixo número de indivíduos amostrados no presente estudo.

3.3. Estrutura diâmetrica

A distribuição diamétrica, do remanescente segue o formato de J-invertido, comum em florestas inequidâneas, concentrando a maior proporção de indivíduos nas classes de menor diâmetro (Figura 8).

O maior número de indivíduos (821), correspondente a 59% da amostragem, se encontra na primeira classe de diâmetro, em seguida, verifica-se a segunda classe com um total de 409 indivíduos, equivalente a 29%, totalizando 1230 indivíduos, ou seja, 89% dos indivíduos amostrados no componente arbustivo-arbóreo foram observados nas duas primeiras classes.

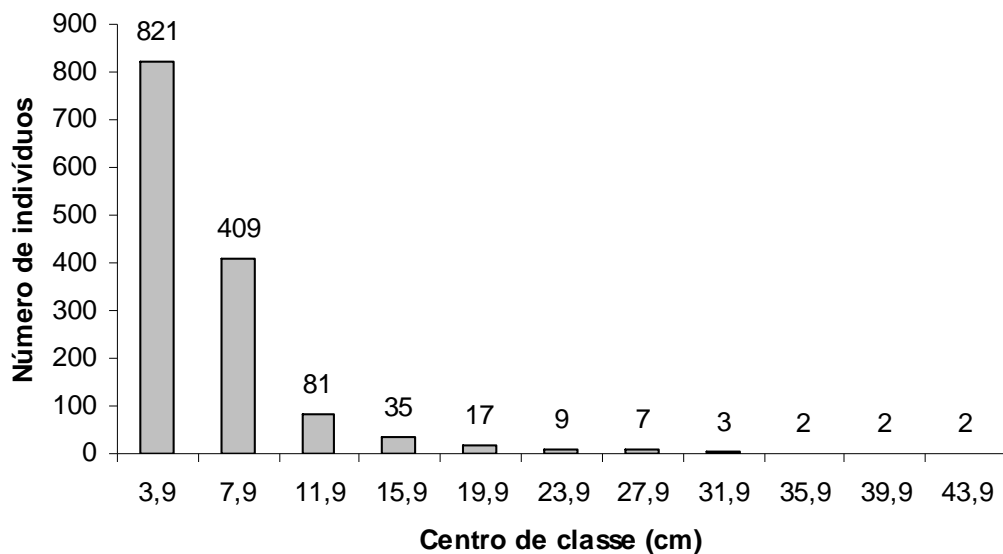


Figura 8. Distribuição diamétrica dos indivíduos arbustivo-arbóreo amostrados em uma área de Caatinga, no município de Pombal, Paraíba.

Conforme observado, existe uma diminuição de 80% quando se compara a segunda classe (7,9 cm), com a terceira (11,9), o que certamente, essa queda brusca no número de indivíduos pode comprometer a dinâmica e estrutura do

remanescente, e para as demais classes, verificou-se uma diminuição gradativa. É válido ressaltar que as espécies que dominam as duas primeiras classes de diâmetro são *Croton blachetianus* e *Combretum leprosum*, sendo estas de porte baixo, e de ampla distribuição na área, para as demais classes, observou-se em campo uma pequena participação das espécies de porte mais elevado, fato este preocupante e que comprometeria a existência de algumas espécies no ambiente, pois segundo Rodal et al. (2008), a existência de indivíduos em todas as classes de diâmetro não é suficiente para inferir sobre o estabelecimento das populações sem antes avaliar suas capacidades de produzir sementes viáveis.

Das espécies de porte elevado, uma única ocorre em todas as classes de diâmetro, que é a *Anadenanthera colubrina*, e embora os indivíduos da mesma sejam requeridos para servirem de moirões em cercas, a princípio, essa demanda era bem mais baixa a alguns anos atrás, pois os residentes da circuvizinhança exploravam em maior intensidade as espécies *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*, fato este preocupante nos dias atuais, pois a demanda pela espécie *Anadenanthera colubrina* aumentou, e em um futuro breve, a princípio restarão poucos exemplares da espécie, conseqüentemente trazendo percas na biodiversidade local.

3.4. Estrutura vertical

As alturas dos componentes arbustivo-arbóreos, variaram entre 2 e 13 m com o dossel formado por indivíduos arbóreos com alturas superiores a 8 m. São indivíduos de *Handroanthus impetiginosus* e *Amburana cearensis*; *Anadenanthera colubrina* com 11 m e *Myracrodruon urundeuva*, chegando a altura máxima de 13 m. O maior número de indivíduos ocorreu na classe de altura intermediária correspondendo a 82% do total. As espécies que compõem a segunda classe de altura encontram-se com dominância absoluta de $3,766 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e alturas variando de 3 a 6 metros. A terceira classe, embora com um número de indivíduos seja menor quando comparado ao segundo centro, possui uma dominância de $2,852 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 9).

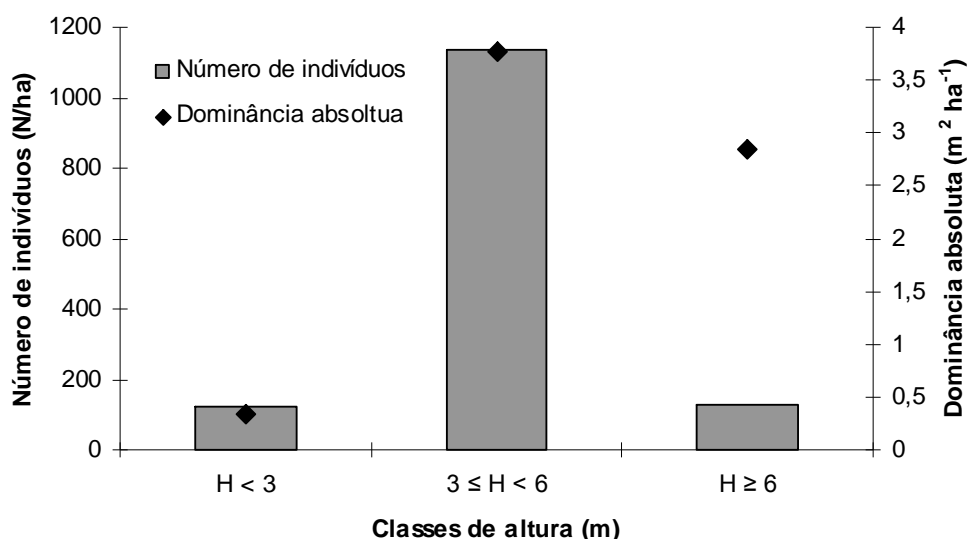


Figura 9. Distribuição dos indivíduos lenhosos por classes de altura e dominância absoluta ($m^2 ha^{-1}$), em um fragmento de Caatinga, Pombal, PB.

Embora a segunda classe de altura registre o maior número de indivíduos (1136) e a maior dominância absoluta, verifica-se uma redução no número de indivíduos e dominância absoluta na ordem de 89% e 24% respectivamente, para a terceira classe que tem 127 indivíduos. Isso demonstra mais uma vez a superioridade dos indivíduos de porte menor, o que evidencia a exploração irracional e desordenada de algumas espécies com altos valores comerciais, como é o caso da *Amburana cearensis*, *Handroanthus impetiginosus*, *Myracrodruon urundeuva* e *Libidibia ferrea*.

A dominância absoluta calculada para a área foi de $6,961 m^2 ha^{-1}$, com o maior diâmetro (41,2 cm) registrado em um indivíduo da Família Fabaceae, subfamília Mimosoideae com 10 m de altura. Comparando com outros remanescentes de Caatinga, Rodal et al. (2008), na RPPN Maurício Dantas, sertão central de Pernambuco, calcularam uma área basal total de $18,5 m^2 ha^{-1}$, altura máxima de 12 m e diâmetro 45,68 cm. Dantas et al. (2010) calcularam uma área basal de $11,546 m^2 ha^{-1}$ e Luna; Coutinho (2007) em áreas com pastejo descontrolado no cariri oriental Paraibano, registraram valores de 1,955 e $1,810 m^2 ha^{-1}$.

Analisando a estrutura diamétrica em conjunto com a estrutura vertical e o observado em campo, verificou-se que o remanescente tem muitos indivíduos

pequenos, principalmente de espécies pioneiras distribuídos em toda a área, o que, de certa forma, pode significar um processo de sucessão natural relativamente recente. Porém, também se observou ainda que o fragmento vem sofrendo em seu processo de sucessão ecológica, pelo fato de existir espécies importantes comercial e socialmente, que são extraídas sem manejo adequado, o que compromete a dinâmica.

3.5. Diversidade florística da comunidade arbustivo/arbórea

O índice de diversidade de Shannon (H'), do remanescente foi de 1,67 $\text{nats.indivíduo}^{-1}$, e isso pode estar relacionado as intervenções antrópicas realizadas na área, pois embora Santana; Souto (2006), em área de Caatinga no Rio Grande do Norte (Estação Ecológica do Seridó) tenham obtido um índice de 2,35 $\text{nats.indivíduo}^{-1}$, as condições ambientais entre ambos os fragmentos são bem similares.

É válido ressaltar que, na região semiárida do Brasil, existem diversas fitofisionomias e, distintos processos de amostragem e critérios de inclusões adotados para as diferentes áreas em estudo, podem causar diferenças nos valores da diversidade, e esses critérios associado também aos fatores ambientais como precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, tipos de solo, dentre outros, exercem forte influência na ocorrência e dispersão das espécies pela região.

Em outros trabalhos, como os de Pessoa et al. (2008), Amorim et al. (2005) e Maracajá et al. (2003), também realizados no Rio Grande do Norte, os valores variaram entre menores e maiores, a calculados para o Sítio Riachão, 1,10; 1,94 1,29 nats.ind^{-1} , respectivamente. No Cariri Paraibano, Andrade et al. (2005) reportaram índices inferiores em duas áreas 1,51 e 1,43 $\text{nats.indivíduo}^{-1}$. Lemos; Rodal (2002) em levantamento na Serra da Capivara no Piauí, calcularam um valor superior (3,00 nats.ind^{-1}).

3.6. Similaridade florística da comunidade arbustivo-arbórea

O dendrograma de classificação da vegetação por blocos (Figura 10) indica a formação de dois grupos, tomando-se como base a linha de feno, que segundo Souza et al. (1997) é o traçado de uma linha perpendicular ao eixo do Dendrograma no nível de 50%.

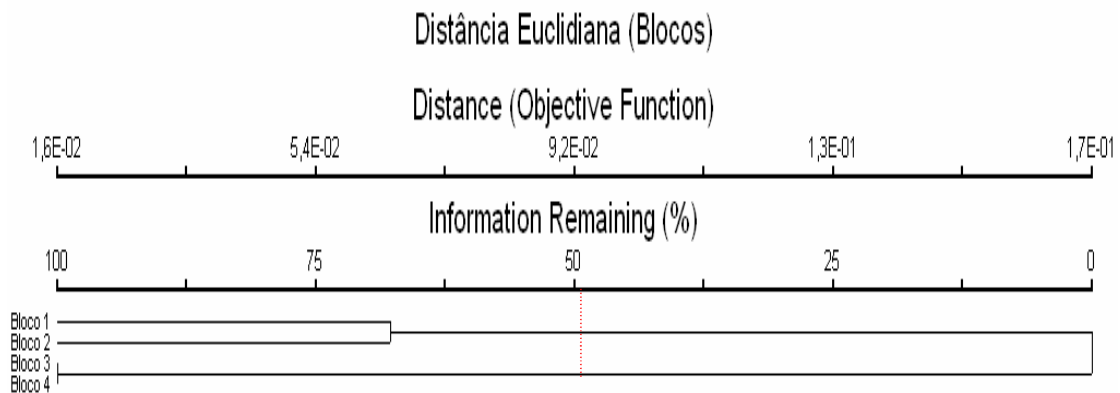


Figura 10. Dendrograma de similaridade florística pelo Método de Ward, baseado na distância euclidiana entre os quatro blocos, em área de Caatinga no município de Pombal, PB.

Os blocos 3 e 4 tiveram maior semelhança que os blocos 1 e 2. A semelhança pode vir da presença na parte leste (Parcelas 20-40) da área, de vários riachos que podem ter favorecido a ocorrência de *Myracrodruon urundeuva*, *Ziziphus joazeiro*, *Aspidosperma* sp., *Pseudobombax marginatum* e *Erythroxylum pungens*, devido a maior umidade ocorrente nessa área. Outro fato constatado são os afloramentos de rochas que existem na face oeste (Parcelas 1-19), concentrando um maior número de espécies generalistas e indivíduos de porte menor.

O fato é que o difícil acesso a face leste do fragmento e o distanciamento das casas dos moradores da circuvizinhança, pode ter influencia na exploração de espécies com maiores utilidades comerciais, pois as mesmas são de porte elevado, o que dificultaria o empilhamento e transporte, considerando as ferramentas rústicas usadas pelos moradores adjacentes à área.

Outro ponto importante de se destacar, é que, embora a face leste encontre-se em melhor estágio de conservação, a mesma abrigaria alguns animais, o que desperta a atenção de caçadores que fazem à abertura de trilhas e comprometem as interações entre as espécies no local.

Na Figura 12 é demosntrada comparações florísticas entre o remanescente do Sítio Riachão, PB, áreas da Paraíba e do Rio Grande do Norte, com base em consulta aos trabalhos de Dantas et al. (2010) representando na figura como (Dantas10), Pessoa et al. (2008) representado por (Pessoa08), Araujo (2007) como (Araujo07), Luna; Coutinho (2007) como (Luna07), Santana; Souto (2006) como (Santan06), Amorim et al. (2005) como (Amorim05) e Andrade et al. (2005) como (Andrad05), desta forma, gerando um Dendrograma de similaridade florística.

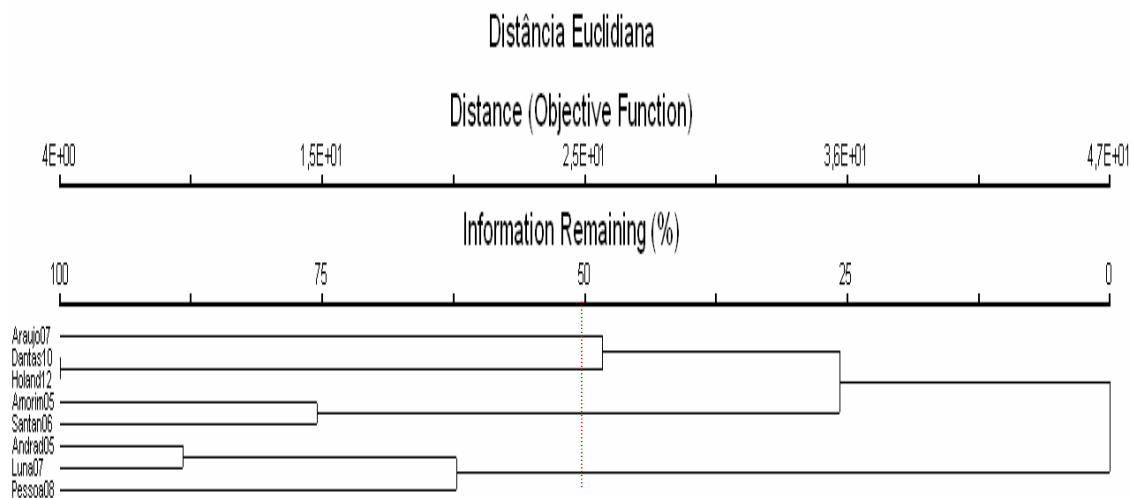


Figura 11. Dendrograma de similaridade florística pelo Método de Ward, baseado na distância euclidiana entre oito remanescentes de Caatinga da Paraíba e Rio Grande do Norte.

Visualizou-se a formação de quatro grupos, onde o primeiro que representa Araujo07 é uma RPPN, localizado em Santa Terezinha, PB, que por muitos anos não sofre qualquer tipo de intervenção antrópica; em seguida, destacou-se o segundo grupo com duas áreas (Dantas10 e Holand12) com as maiores semelhanças florísticas. Justifica-se a similaridade por serem áreas próximas (Pombal, PB) e por passarem pelos mesmos processos de transformações ao longo dos anos, porém, é válido ressaltar, que há alguns anos não passam por intervenções com grandes intensidades. Para o terceiro grupo, visualiza-se a semelhança que existe entre Amorim05 e Santan06, ambos foram realizados na mesma área (Esec-Seridó), no entanto, em períodos e com metodologias de amostragem e níveis de inclusão diferentes. O quarto grupo representa áreas que sofreram intervenções antrópicas com muita intensidade, em que Andrad05 e Luna07, refere-se ao estado da Paraíba e Pessoa08 o Rio Grande do Norte.

O interessante de se destacar, é que, embora as áreas estejam separadas geograficamente, existem alguns fatores abióticos e bióticos, que influenciam nas variações fisionômicas existentes na área, e que a princípio está relacionado com os atributos químicos e físicos do solo, agentes polinizadores e dispersores, bem como fatores antrópicos, pois de um modo geral, essas áreas concentram regimes pluviométricos, temperaturas e umidade relativa do ar similares.

3.7. Suficiência amostral da regeneração natural

Para a regeneração natural, a intersecção da parte linear com a parte em forma de plateau foi obtida na trigésima oitava parcela. Portanto, a amostragem de 40 parcelas foi suficiente para representá-la (Figura 13).

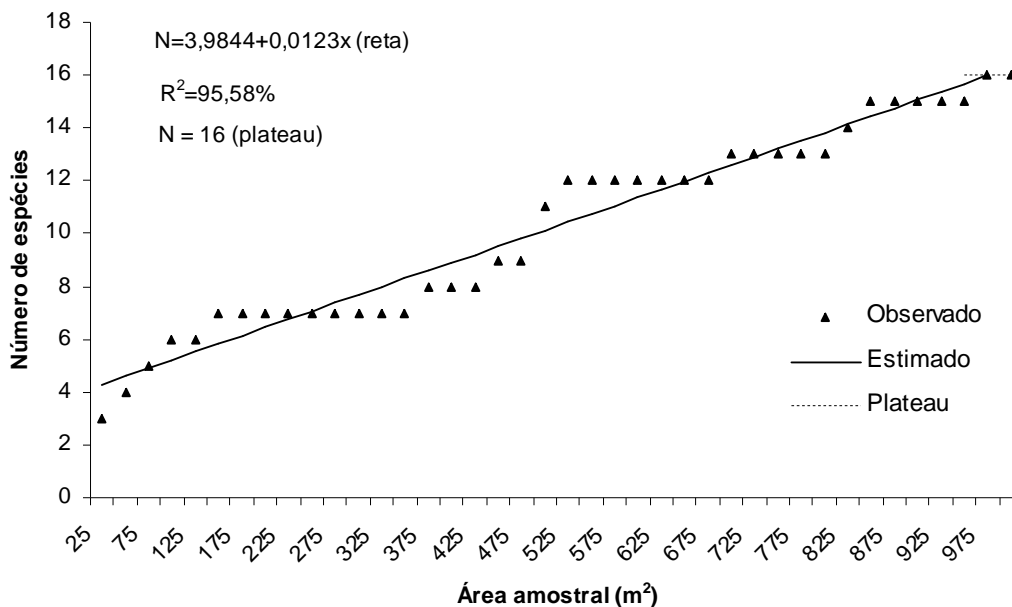


Figura 12. Suficiência amostral da regeneração natural, “Área x Número de espécies amostradas”, em um remanescente de Caatinga, localizado no município de Pombal, Paraíba.

Embora o remanescente esteja conservado quando comparado a outras áreas visitadas no município de Pombal-PB, em anos passados teve animais soltos em seu interior, o que pode ter influenciado na ocorrência de algumas espécies. Em alguns pontos haviam grande quantidade de plantas, que dificultavam transitar em seu interior; já em outros pontos, existiam árvores, porém, com pouca regeneração.

3.8. Florística e estrutura da regeneração natural

Na regeneração natural, nos 1000 m² de área amostral, foram inventariados 365 indivíduos, pertencentes a 16 taxa, distribuídos em 11 famílias, em que todas foram identificadas em nível de espécie (Tabela 3). De todas as espécies amostradas no componente arbustivo-arbóreo adulto, três não foram registradas na

regeneração natural (*Libidibia ferrea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Aspidosperma* sp.)

Tabela 3. Famílias e espécies amostradas na regeneração natural no Sítio Riachão, Pombal – PB, com os respectivos nomes vulgares, número de indivíduos por família e percentagem.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	Nome Vulgar	Núm. Indivíduos	% Total
ANACARDIACEAE			0,55
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	2	
APOCYNACEAE			2,74
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	10	
BURSERACEAE			0,82
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillet	Imburana de Cambão	3	
COMBRETACEAE			8,77
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	32	
ERYTHROXYLACEAE			0,55
<i>Erythroxylum pungens</i> O.E. Schulz	Rompe Gibão	2	
EUPHORBIACEAE			70,14
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	248	
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão	7	
<i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl	Favela	1	
FABACEAE - CAESALPINOIDEAE			9,04
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. de Queiroz	Catingueira	18	
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Stand.	Mororó	15	
FABACEAE - FABOIDEAE			0,55
<i>Amburana cearensis</i> (Arr.Cam.) A.C.Sm.	Cumaru	2	
FABACEAE - MIMOSOIDEAE			4,66
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema Preta	10	
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema Branca	5	
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	2	
MALVACEAE			1,92
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns	Embiratonha	7	
RHAMNACEAE			0,27
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro	1	

Verificou-se que a família Euphorbiaceae contribuiu com 70,14% de toda a regeneração natural seguida de Fabaceae, Subfamília Caesalpinoideae (9%), Combretaceae (8,8%), Fabaceae, Subfamília Mimosoideae (4,7%), Apocynaceae (2,7%) e Malvaceae (1,9%), estando as demais espécies com menos de um por cento de contribuição na regeneração. As espécies citadas somam 97% de toda a regeneração.

Constatado a ausência das três espécies que foram amostradas no componente arbustivo-arbóreo adulto e não foram inventariadas na regeneração natural (Tabela 4), pode-se inferir que o recrutamento de algumas espécies presentes no remanescente está comprometido, o que em um futuro breve possa vir a causar a inexistência das mesmas, comprometendo parte da biodiversidade (fauna e flora).

Realizado os cálculos da densidade absoluta no Sítio Riachão, PB, estimou-se um valor de 3560 ind ha⁻¹, sendo este inferior aos registrados por Pereira et al. (2001) para a regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação no Agreste Paraibano (6750, 5500, e 5100 ind ha⁻¹). Alves (2009) calculou uma regeneração natural em uma área de Caatinga, no município de Pombal, PB a densidade absoluta de 4272 ind ha⁻¹. Ao realizar essas comparações, percebe-se que o processo de sucessão ecológica no remanescente está incipiente, o que em um futuro breve, compromete a existência de algumas espécies, pois o registro de baixos números de indivíduos das espécies *Myracrodruon urundeuva*, *Amburana cearensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Ziziphus joazeiro*, *Commiphora leptophloeos*, *Erythroxylum pungens* e *Cnidoscolus quercifolius*, não garantem que as mesmas se estabeleçam, e conseqüentemente, é um indicador de como de estará à estrutura da vegetação futuramente. Embora os trabalhos relatem históricos de perturbação diferentes, pela a estimativa do número de indivíduos amostrados, leva-se crer que o Sítio Richão passou por intervenções antrópicas mais severas, no entanto, é válido ressaltar que, os critérios de estudos distintos entre os trabalhos e a área geográfica em si, podem levar a resultados distintos.

Dentre as 16 espécies amostradas na regeneração natural, apenas quatro foram registradas nas três classes (25%): *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Poincianella pyramidalis* e *Bauhinia cheilanta* (Tabela 4). Das demais, oito foram amostradas apenas nas duas classes de menores alturas: *Aspidosperma*

pyrifolium, *Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Pseudobombax marginatum*, *Myracrodruon urundeuva*, *Piptadenia stipulacea*, *Erythroxylum pungens* e *Amburana cearensis*. Duas espécies ocorreram apenas na classe de menor altura: *Mimosa tenuiflora* e *Cnidoscolus quercifolius*. Uma ocorreu apenas nas classes 2 e 3: *Anadenanthera colubrina* e *Ziziphus joazeiro*, apenas na classe 2.

Tabela 4. Estimativas da regeneração natural por classes de altura no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. DR= densidade relativa; FR= Freqüência relativa e RNC= Regeneração natural.

Nome Científico	DR1	FR1	RNC1	DR2	FR2	RNC2	DR3	FR3	RNC3
<i>Croton blanchetianus</i>	66,67	43,04	54,86	64,22	45,90	55,06	77,14	65,71	71,43
<i>Combretum leprosum</i>	9,68	10,13	9,91	7,34	9,84	8,59	8,57	14,29	11,43
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	3,23	7,59	5,41	3,67	6,56	5,12	-	-	-
<i>Poincianella pyramidalis</i>	4,30	6,33	5,32	5,50	8,20	6,85	7,14	11,43	9,29
<i>Jatropha mollissima</i>	2,69	6,33	4,51	4,59	6,56	5,58	-	-	-
<i>Commiphora leptophloeos</i>	1,61	3,80	2,71	2,75	4,92	3,84	-	-	-
<i>Bauhinia cheilantha</i>	3,23	5,06	4,15	4,59	4,92	4,76	5,71	5,71	5,71
<i>Pseudobombax marginatum</i>	2,15	5,06	3,61	2,75	4,92	3,84	-	-	-
<i>Mimosa tenuiflora</i>	2,15	3,80	2,98	-	-	-	-	-	-
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1,08	2,53	1,81	1,83	3,28	2,56	-	-	-
<i>Piptadenia stipulacea</i>	1,08	1,27	1,18	0,92	1,64	1,28	-	-	-
<i>Erythroxylum pungens</i>	0,54	1,27	0,91	0,92	1,64	1,28	-	-	-
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,54	1,27	0,91	-	-	-	-	-	-
<i>Ziziphus joazeiro</i>	-	-	-	0,92	1,64	1,28	-	-	-
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,54	1,27	0,91	-	-	-	1,43	2,86	2,15
<i>Amburana cearensis</i>	0,54	1,27	0,91	0,92	1,64	1,28	-	-	-
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Por mais que o remanescente se encontre por algum tempo conservado, principalmente isolado recentemente contra o pastoreio de animais domésticos, verifica-se que a regeneração natural está comprometida, já que algumas espécies não conseguem se estabelecer nas classes de regeneração RNC2 e RNC3, já que Silva (2006), descreve que as espécies ocorrentes nas três classes de altura da regeneração natural, são aquelas que teoricamente possuem maior potencial de estabelecimento e que estão presentes no futuro dossel.

Embora tenha-se observado em campo, que ao início das primeiras chuvas muitas sementes da espécie *Anadenanthera colubrina* germinavam, ficam

comprovadas pelos dados levantados na regeneração natural, que as mesmas não conseguem se estabelecer com tanta expressão.

Considerada como uma espécie pioneira, característica da Caatinga, bastante comum em formações secundárias, *Mimosa tenuiflora*, não foi observada nas duas classes de maiores tamanhos. Isso se deve em princípio, ao fato do remanescente se encontrar em estágio de sucessão natural, pois, segundo Maia (2004), por ser uma espécie de sucessão secundária progressiva ou de recuperação, a tendência ao longo do processo é de redução de densidade.

A espécie *Cnidoscolus quercifolius* também é uma espécie pioneira, exclusiva de matas xerófitas, ocorrendo segundo Maia (2004), preferencialmente, na Caatinga arbórea, em solo argiloso, pedregoso, com água em profundidade e de boa fertilidade. Ela foi encontrada apenas na classe de menor tamanho, não conseguindo se estabelecer nas demais. Vale salientar que, em toda a área amostral, foram registrados apenas seis exemplares adultos da espécie, e pelo fato de existir apenas um indivíduo amostrado na regeneração, o seu estabelecimento na área pode estar comprometido.

Ziziphus joazeiro, embora tenha sido observada apenas na segunda classe da regeneração, encontrou-se apenas na parte leste do fragmento, bem próxima a cursos d'água. Para Maia (2004), a espécie é seletiva higrófila e apresenta crescimento lento.

As dez espécies com maiores contribuições na regeneração natural de forma não muito diferente do que foi observado para os indivíduos arbustivo-arbóreo, tinha *Croton blanchetianus*, sobressaindo às demais, compreendendo, 68% dos indivíduos da regeneração.

Para Andrade-Lima (1989), *Croton blanchetianus* tem grande resistência à seca e capacidade de rebrotar intensamente na época das chuvas, mesmo que tenha sido cortada. Segundo o autor, a espécie se difundiu por quase toda a área de Caatinga, com exceção apenas dos espaços extremamente secos. Por ser uma espécie com tendência de agrupamentos, o que pode favorecer na dispersão, é a floração, frutificação e queda dos frutos, ocorrendo em plena estação chuvosa.

Embora todas as espécies amostradas contribuam no processo de regeneração natural, esse valor é muito baixo comparado ao *Croton blanchetianus* (60,45). *Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Piptadenia stipulacea*, *Erythroxylum pungens*, *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Ziziphus*

joazeiro, *Amburana cearensis* e *Cnidocolus quercifolius*, representaram apenas 6,8% de todos os indivíduos amostrados na regeneração natural (Figura 14).

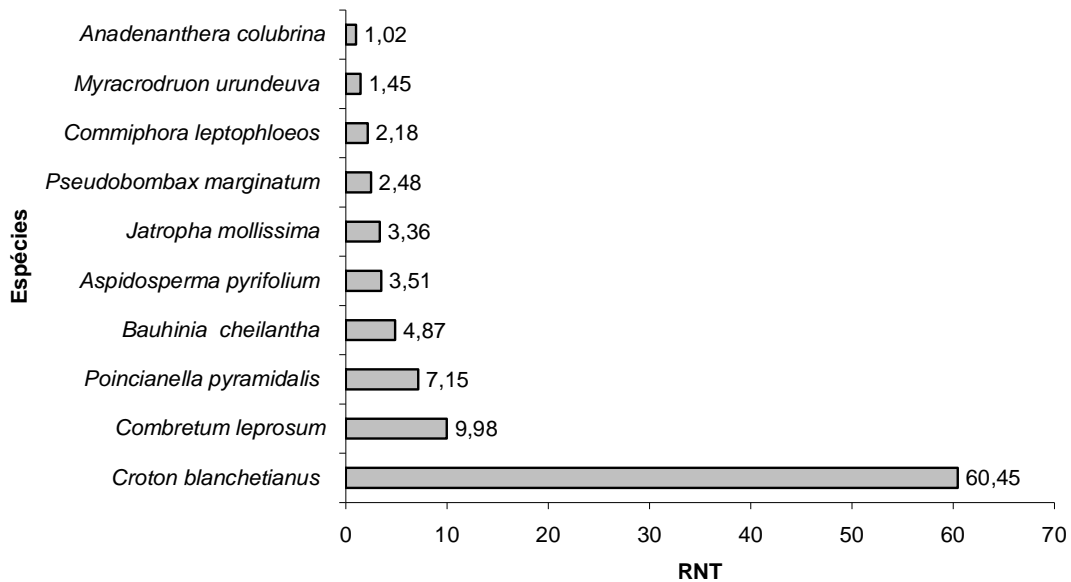


Figura 13. Dez espécies com maior contribuição no processo da regeneração natural total (RNT), em uma área de Caatinga situada no Sítio Riachão, Pombal, PB.

Não muito diferente ao observado para o componente arbustivo-arbóreo adulto, percebeu-se a dominância da espécie *Croton blanchetianus* sobre as demais espécies, representando certa resistência às adversidades ambientais que está imposta. Um fato observado para essa espécie é que, antes de iniciar o período de estiagem, suas folhas são as primeiras a apresentarem sinais de murcha e cores amareladas, a princípio causado pelo déficit hídrico, e logo no início das primeiras chuvas, é a primeira a apresentar conjunto de folhagem nova.

Todas as outras espécies parecem serem mais sensíveis às adversidades, e um outro ponto importante refere-se aos períodos que antecederam o início do experimento, em que os animais (asininos, bovinos e ovinos) vagavam pelo interior do remanescente; certamente, o pisoteio excessivo pode ter comprometido o banco de sementes, como também, algumas plantas podem ser fontes de alimentos principalmente para os asininos, que não é um animal seletivo.

Verificou-se que as espécies que apresentam o porte mais elevado e tem valor comercial maior (*Anadenanthera colubrina* e *Myracrodruon urundeuva*), a regeneração natural é bastante incipiente, e que pelo baixo número de indivíduos

inventariados, não existem certezas se as mesmas vão se estabelecer, evitando perdas na biodiversidade local.

O maior número de indivíduos foi amostrado na classe de altura C1, seguido da classe C2 e C3 com 109 e 70 indivíduos respectivamente, totalizando 365 indivíduos (Figura 15). Destes indivíduos que estão presentes nas classes, C1, C2 e C3, a espécie *Croton blanchetianus* contribui com 67; 64 e 77% respectivamente.

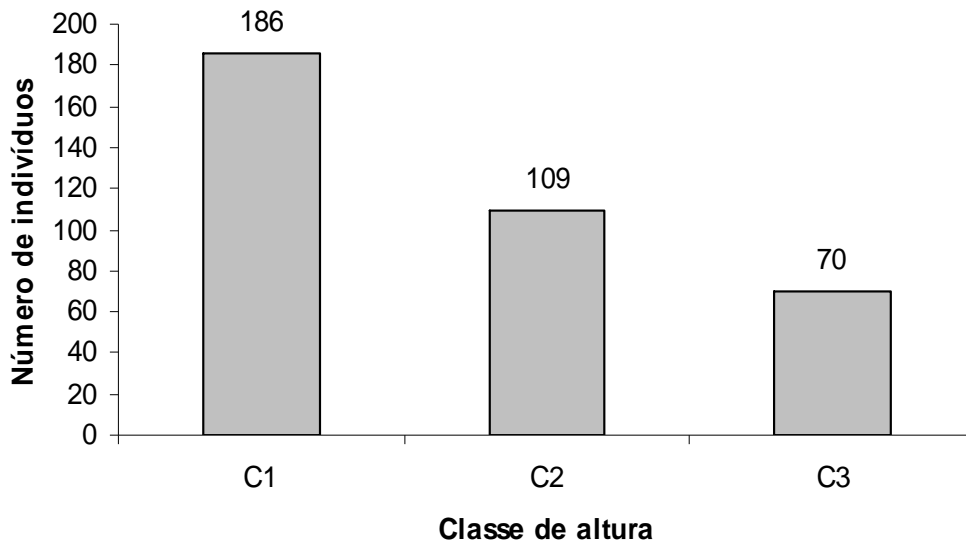


Figura 14. Número de indivíduos por classe de altura amostrada no fragmento com vegetação de Caatinga, em Pombal, PB.

Há uma redução de 62% no número de indivíduos da classe de altura C1 à C3, e como já se foi comentado, a princípio está relacionado com uma série de fatores abióticos, bióticos e antrópicos, que pode comprometer todo o processo dinâmico da regeneração natural.

O número de indivíduos inventariados na regeneração natural pode ser motivo de preocupação, pois há um comprometimento do desenvolvimento da vegetação como um todo, onde verificou-se que as espécies de porte mais elevado não conseguem se estabelecer, o que diferentemente ocorre com *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum* e *Poincianella pyramidalis*, espécies com intenso recrutamento, por melhor se ajustarem as condições existente no meio, desta forma predominando sobre as demais.

3.9. Diversidade florística da regeneração natural

O índice de diversidade de Shannon (H') calculado para a regeneração natural, foi de $1,35 \text{ nats.indivíduo}^{-1}$, valor um pouco inferior ao calculado para os indivíduos arbustivo-arbóreos, o que pode estar relacionado com o processo de sucessão ecológica, fazendo com que haja competição intra e interespecífica entre as espécies, pelo recurso proporcionado pelo ambiente, desta forma, fazendo com que alguns indivíduos de determinadas espécies não consigam se estabelecer.

3.10. Similaridade florística da regeneração natural

O Dendrograma de similaridade da regeneração natural por bloco, indica a formação de dois grupos, tomando-se como base a linha de feion, sendo os blocos 2 e 3 mais semelhantes (Figura 16).

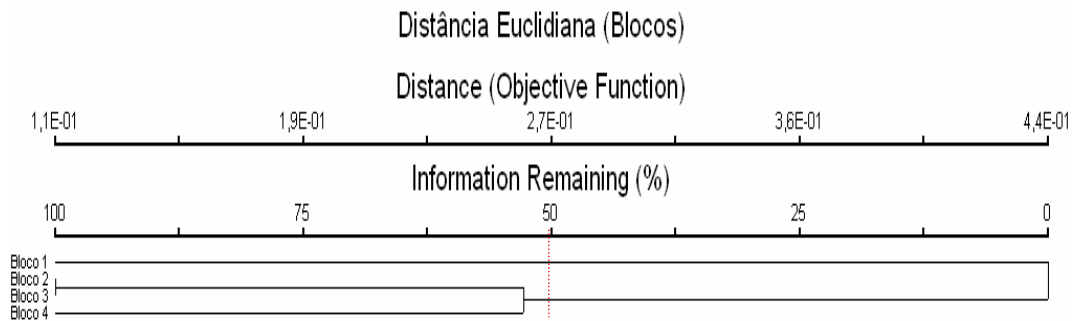


Figura 15. Dendrograma de similaridade pelo Método de Ward, baseado na distância euclidiana entre os quatro blocos amostrados, referentes aos indivíduos da regeneração natural em um remanescente de Caatinga, PB.

Sete espécies foram comuns aos blocos dois e três: *Croton blanchetianus*, *Aspidosperma pyriformium*, *Poincianella pyramidalis*, *Pseudobombax marginatum*, *Erythroxylum pungens*, *Commiphora leptophloeos* e *Bauhinia cheilantha*. Já *Croton blanchetianus*, *Aspidosperma pyriformium* e *Poincianella pyramidalis* ocorreram em todos os blocos. *Myracrodruon urundeuva* que foi encontrada na comunidade arbustivo-arbórea nos quatros blocos, na regeneração natural encontrou-se apenas no bloco três e próximo a um curso d'água.

Além dos animais que antes eram solto e adentravam o fragmento, o homem é um dos principais agentes a causarem distúrbios na área, em que às aberturas das trilhas, a caça indiscriminada, a supressão da vegetação, dentre outros fatores compromete todo o processo de regeneração natural no remanescente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não diferentemente de outros trabalhos, percebeu-se o domínio de algumas espécies com grande facilidade de rebrota e ampla distribuição, sendo elas, *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyriformium*.

A localização geográfica, afloramentos de rochas, os meses com excassez de chuva, alguns fatores bióticos e abióticos, e principalmente antrópicos, são interações que, ao longo de vários anos determinaram o baixo número de espécies no remanescente, conseqüentemente, estimou-se um índice de diversidade florística baixos para os componentes arbustivo-arbóreos adultos e regeneração natural.

O elevado número de indivíduos com diâmetro pequeno e baixo porte, evidencia que a área encontra-se em processo de regeneração, isso, em função da retirada da lenha para a cocção de alimentos, construção de cercas, soltura de animais, dentre outras.

Apesar do remanescente não sofrer nenhuma intervenção antrópica intensa nos últimos anos, verifica-se problemas relacionados ao estabelecimento de algumas espécies, visto que, observou-se uma regeneração natural incipiente, que a principio vinha sofrendo com o pisoteio de alguns animais domesticados que adentravam a vegetação.

REFERÊNCIAS

A'B SABER, A.N. O domínio morfoclimático semiárido das Caatingas brasileiras. In **Geomorfologia**. São Paulo: Instituto de Geografia, 1974. p.1-39.

AESA – Agência executiva de gestão das águas do estado da Paraíba. Monitoramento de chuvas acumuladas. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarChuvasAnuaisAtual>>. Acesso em 04 de abril de 2011.

ALVES, L.S. **Regeneração natural em um remanescente de Caatinga situada no município de Pombal-PB**. 2009. 32f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de Caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.3, p.615-623, 2005.

ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, v.11, n.3, p. 253-262, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. Plantas das Caatingas. **Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. 1989. 243p.

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

ARAUJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de Caatinga no semiárido Paraibano**. 2007. 121 f. (Doutorado em Agronomia, área de concentração Ecologia Vegetal e Meio Ambiente) Universidade Federal da Paraíba, Areia.

BENEVIDES, D.S.; MARACAJÁ, P.B.; SIZENANDO FILHO, F.A.; GUERRA, A. M. N. M.; PEREIRA, T. F. C. Estudo da flora herbácea da Caatinga no município de Caraúbas no estado do Rio Grande Do Norte. **Revista Verde**, v.2, n.1, p. 33-44, 2007.

CAVALCANTI, A. D. C.; RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; COSTA, K.C.C. Mudanças florísticas e estruturais, após cinco anos, em uma comunidade de Caatinga no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** (Nota Científica), vol.23, n.4, p. 1210-1212, 2009.

DANTAS, J. G.; HOLANDA, A. C.; SOUTO, L. S.; JAPIASSU, A.; HOLANDA, E. M. Estrutura do componente arbustivo/arbóreo de uma área de Caatinga situada no município de Pombal-PB. **Revista Verde**, v.5, n.1, p. 134 -142, 2010.

EMBRAPA. **Sistema brasileira de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa solo. 2006. 306 p.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Comunicações técnicas florestais. Brasília: Universidade de Brasília. 2003. 68 p.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S.; MACHADO, E. L. M. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In **Fitossociologia no Brasil, métodos e estudos de caso**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. p.122-155

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

LEMOS, J.R.; RODAL, M.J.N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de Caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v.16, n.1, p.23-42, 2002.

LONGHI, S.J.; NASCIMENTO, A.R.T.; FLEIG, F.D.; DELLA-FLORA, J.B.; FREITAS, R.A.; CHARÃO, L.W. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p.115-133, 1999.

LUNA, R.G.; COUTINHO, H.D.M. Efeitos do pastejo descontrolado sobre a fitocenose de duas áreas do cariri oriental Paraibano. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.08-15, 2007.

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

MARANGON, L. C. **Florística e fitossociologia de área de floresta estacional semidecidual visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no município de Viçosa, MG**. 1999. 139 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MARACAJÁ, P.B.; BATISTA, C.H.F.; SOUSA, A.H.; VASCONCELOS, W.E. Levantamento florístico e fitosociológico do extrato 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.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD version 4.14: Multivariate analysis of ecological data**. Glaneden Beach: MjM Software Design, Oregon, 1999. 237 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 382 p.

PESSOA, M. F.; GUERRA, A. M. N. M.; MARACAJÁ, P. B.; LIRA, J. F. B.; DINIZ FILHO, E. T. Estudo da cobertura vegetal em ambientes da Caatinga com diferentes formas de manejo no assentamento Moacir Lucena, Apodi – RN. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.40-48, 2008.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. **Acta Botanica Brasilica**. v.15, n.3, p. 413-426, 2001.

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

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

SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SAMPAIO, E.V.S.B. Características e potencialidades. In: GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro. 2010. p.29-48.

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

SCHILLING, A.C.; BATISTA, J.L.F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.1, p.179-187, 2008.

SILVA, W. C. **Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em quatro fragmentos de floresta ombrófila densa no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco**. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

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

SOUZA, A. L.; FERREIRA, R. L. C.; XAVIER, A. **Análise de agrupamento aplicada à área florestal**. Viçosa, MG: SIF, 1997. 109 p.

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

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

Capítulo II

APORTE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SERAPILHEIRA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NO SERTÃO DA PARAÍBA

APORTE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SERAPILHEIRA EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NO SERTÃO DA PARAÍBA

Resumo: A Caatinga é uma das grandes regiões do Brasil onde se registram os maiores índices de degradação, que está associada, principalmente, à supressão da vegetação para produção de energia e prática da agricultura de subsistência, que ocasionam interferências no processo dinâmico da ciclagem de nutrientes. O objetivo do trabalho foi quantificar e analisar quimicamente a deposição de serapilheira em um fragmento de Caatinga, localizado no município de Pombal, PB. Foi coletada e separada em diferentes frações mensalmente durante um ano, toda serapilheira depositada em quarenta caixas coletoras com dimensões de 1,0 m² distribuídas de forma sistemática em uma área de 26,4 ha. Os nutrientes analisados foram N, P, K, Ca e Mg. Estimou-se uma deposição anual de serapilheira de 3.785,67 kg ha⁻¹, sendo a fração folha a maior contribuinte com 70,2%. A concentração de nutrientes na serapilheira seguiu a ordem Ca > N > K > Mg > P. A deposição da serapilheira coincidiu com o período de sazonalidade da Caatinga e todas as frações apresentavam concentrações diferentes de nutrientes.

Palavras-chave: Deposição, resíduos orgânicos, nutrientes.

CONTRIBUTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF REMAINING IN A LITTER CAATINGA IN THE SERTÃO PARAÍBA

Abstract: The Caatinga is one of the major regions of Brazil where he record the highest rates of degradation, and that is mainly associated with the supression of vegetation for energy production and practice subsistence agriculture, which in turn cause interference in the dynamic process of nutrient cycling. The objective of this work was to quantify and analyze the chemical deposition of litter in a Caatinga fragment located in the municipality of Pombal, PB. Were collected monthly during one year, all litterfall deposited in forty collecting boxes with dimensions of 1.0 m² that were systematically distributed in an area of 26.4 ha. The nutrients analyzed were N, P, K, Ca and Mg. It has been estimated a deposition annual of 3785.67 kg ha of litterfall, being the contributor leaf fraction largest with 70.2%. The concentration of nutrients in the litter followed the order Ca>N>K>Mg>P. The deposition of litterfall coincided with the period of the seasonal Caatinga and all fractions had different concentrations of nutrients.

Keywords: Deposition, organic wastes, nutrients.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga cobre uma grande área do semiárido nordestino e parte delas, correspondendo a centenas de milhares de hectares, é derrubada anualmente para produção de lenha e para plantio no sistema de agricultura itinerante. Geralmente, nesses locais, após a retirada da madeira aproveitável, o material vegetal é queimado (SAMPAIO et al., 1998), razão pela qual se gera perdas consideráveis de nutrientes.

Nos ecossistemas florestais, as reservas minerais e orgânicas acumulam-se na biomassa vegetal e animal, na serapilheira e no solo (PEREIRA et al., 2008), e intervenções antrópicas comprometem o fluxo de entrada e saída de nutrientes no sistema. A partir daí é que Andrade et al. (2008) relataram que a deposição de serapilheira é um dos aspectos da ciclagem de nutrientes mais importantes, pois a nutrição dos vegetais nos ecossistemas, geralmente com baixo conteúdo de nutrientes no solo, depende da ciclagem dos nutrientes contidos na biomassa vegetal.

Espig et al. (2009) descreveram que a manutenção da exuberância das florestas tropicais ocorre em função da sincronia entre disponibilidade e demanda de nutrientes das espécies, tendo a diversidade biológica e a deposição da serapilheira como elementos essenciais para o equilíbrio e sustentabilidade dos ecossistemas florestais.

Para Shumacher et al. (2004), a produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico (fluxo de nutrientes no sistema solo-planta-solo). Este ciclo, juntamente com o bioquímico (circulação de nutrientes no interior da planta), permite que as árvores possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese, reciclando principalmente os nutrientes em solos, onde a biomassa vegetal pode ser o principal reservatório.

A geração de informações sobre a deposição de serapilheira e análise do seu conteúdo são importantes ferramentas para a compreensão e conservação dessas áreas, bem como suas inter-relações com o meio. Na pesquisa sobre produção de serapilheira, destaca-se a importância desse material na conservação e manutenção natural dos ecossistemas, uma vez que, além dos processos naturais

de ciclagem, esse material abriga grande quantidade de sementes em estado de dormência (COSTA et al., 2010).

A importância de se avaliar a produção de serapilheira está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes nestes ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais (SOUZA; DAVIDE, 2001).

Entender a estrutura e a composição do ecossistema florestal é um dos primeiros passos para se determinar um manejo melhor de sistemas. Os estudos de produção de serapilheira são importantes visto que contribuem para a definição de modelos de fluxo e conteúdo de C em determinadas regiões e mostra, de forma mais consistente, as suas dinâmicas ecossistêmicas (SANCHES et al., 2009).

Segundo Santana (2005), 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.

Vários fatores bióticos e abióticos afetam a produção de serapilheira, tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, decíduosidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo. Dependendo das características de cada ecossistema um determinado fator pode prevalecer sobre os demais (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003).

O acúmulo e distribuição de nutrientes nos diversos componentes da planta e no solo podem servir de indicadores de diferenças entre os ecossistemas, em especial no que tange à disponibilidade de nutrientes para as plantas (CUNHA et al., 2005).

A quantidade de serapilheira e seu conteúdo de nutrientes irão refletir na capacidade produtiva e no seu potencial de recuperação ambiental, tendo em vista as modificações que irão ocorrer nas características químicas do solo e, conseqüentemente, na cadeia alimentar resultante do material orgânico adicionado ao solo (SHUMACHER, et al., 2004).

Segundo Souto et al. (2009), o conhecimento do comportamento das espécies em um ecossistema, diante das variações sazonais de clima, é primordial para se compreender os reservatórios e fluxos de nutrientes nestes ecossistemas,

os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais.

A serapilheira tem múltiplas funções positivas em ecossistemas terrestres, o que propicia melhoria nos atributos químicos e físicos do solo, porém, a estrutura da vegetação, tipo de solo, índices pluviométricos, dentre outros fatores que ocorrem em diferentes áreas fitofisionômicas, demonstram comportamentos distintos de aporte de resíduos vegetais e nutrientes.

Partindo do princípio dos benefícios que a serapilheira propicia aos ciclos biogeoquímicos e químicos, como também aos atributos físicos do solo nas mais diversas áreas fitofisionômicas do Brasil, é que o presente estudo, objetiva analisar a deposição de serapilheira e o aporte de nutrientes em uma área de Caatinga situada no município de Pombal, PB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área

O estudo foi desenvolvido no Sítio Riachão localizado no município de Pombal, PB. A área onde foi conduzido o trabalho tem 26,4 ha e encontra-se inserida entre as coordenadas geográficas 6°52'31" latitude sul e 37°49'43" longitude oeste.

O município de Pombal situa-se na região oeste do estado da Paraíba, Meso Região do Sertão Paraibano e Micro-Região de Sousa. O acesso é feito a partir de João Pessoa pela Rodovia Federal BR-230, leste-oeste (Figura 1).

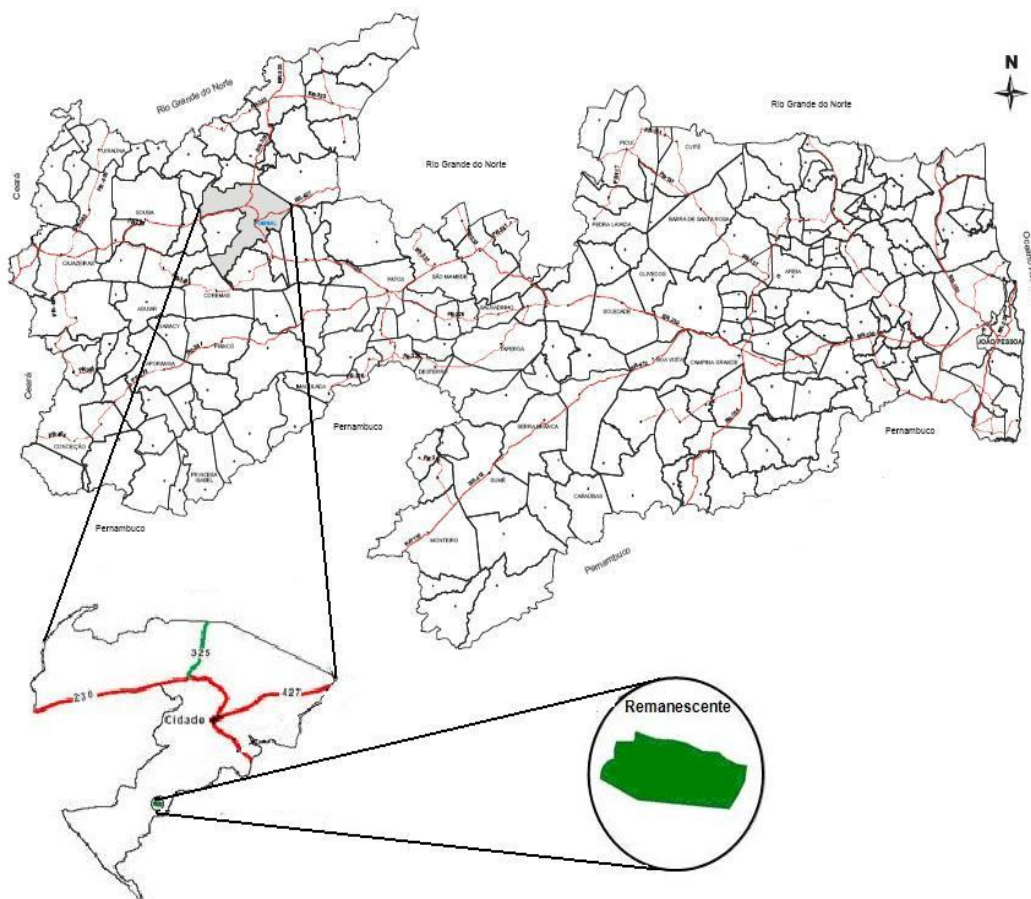


Figura 1. Mapa de localização do município de Pombal e Sítio Riachão no estado da Paraíba. (Holanda, 2012).

A área está inserida na unidade geoambiental da depressão sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (CPRM, 2005).

O clima da região é caracterizado como BSh (clima semiárido quente) segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média anual mensurada nos últimos 10 anos de 963,07 mm (AESAs, 2011) e temperatura média de 28°C. A área encontra-se com altitudes variando entre 200 e 230 m. Os solos são classificados como Luvisolos em associação com Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2006).

Para caracterização de alguns atributos químicos do solo foram coletadas oito amostras em diferentes profundidades (10, 20 e 30 cm) e destas foram retiradas as médias as quais são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de alguns atributos do solo em uma área de Caatinga no interior da Paraíba.

pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	SB	T	V
H ₂ O	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
5,49	3,45	0,64	6,82	3,85	0,16	0,165	11,47	11,63	98,58

P, K, Na: extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; SB=Ca⁺²+Mg⁺²+K⁺+Na⁺.

Segundo a classificação de Veloso et al. (1991) o fragmento é uma área de savana estépica florestada, com a presença de micro e/ou nanofanerófitos com média de até 5,0 m, ultrapassando excepcionalmente os 7,0 m de altura, mais ou menos densos, com grossos troncos e engalhamento bastante ramificado, em geral provido de espinhos e/ou acúleos, com total deciduidade na época desfavorável.

2.2. Coleta dos dados da serapilheira

Foram instaladas quarenta caixas coletoras, no centro de quarenta unidades amostrais (Inventário florestal) pré-estabelecidas (Figura 2).

As espécies que apresentaram o maior valor de importância (VI) foram: *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Anadenanthera colubrina*, *Poincianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Mimosa tenuiflora*, *Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Amburana cearensis* e *Myracrodruon urundeuva* (Presentes no capítulo I).

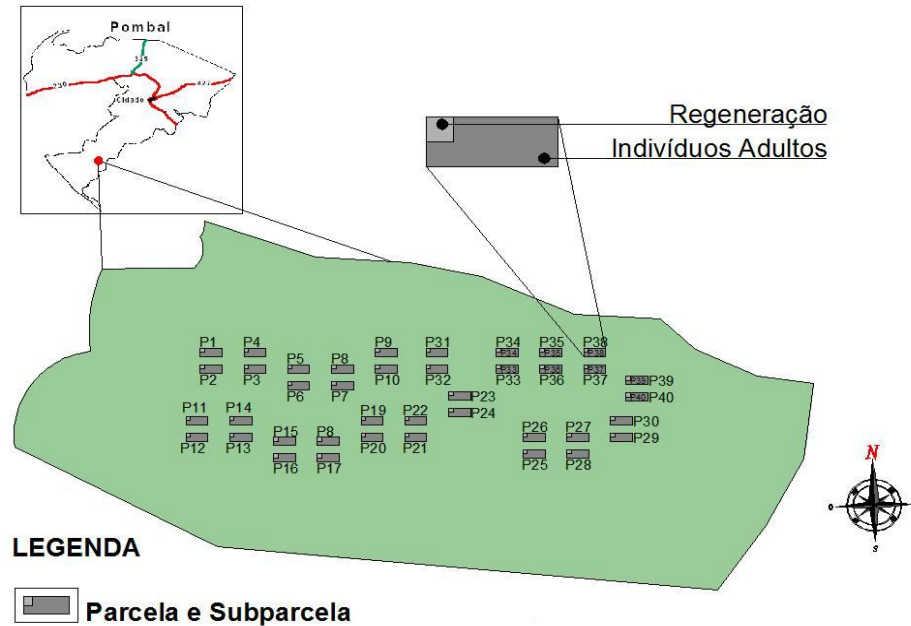


Figura 2. Remanescente de Caatinga com parcelas implantadas, e onde foram instaladas as caixas coletoras, Pombal, PB.

As caixas coletoras possuíam dimensões de $1,0 \text{ m}^2$, com as laterais de tabuas de madeira, com $15,0 \text{ cm}$ de altura e o fundo de tela de náilon com malha de $1,0 \text{ mm}^2$, suspensa a $10,0 \text{ cm}$ acima da superfície do solo (Figura 3). A serapilheira contida na caixa foi coletada mensalmente durante um ano, de abril de 2010 a março de 2011, e encaminhada ao Laboratório de Fisiologia Vegetal do CCTA/UFCG do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Na serapilheira foi feita a separação dos constituintes: folhas, estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes), galhos (correspondente às partes lenhosas arbustivo-arbóreas com dimensões menores que $2,0 \text{ cm}$ de diâmetro, mais cascas) e miscelânea (material vegetal que não pode ser determinado e material de origem animal).





Figura 3. Caixas coletoras instaladas no centro de cada unidade amostral em uma área de Caatinga localizada no município de Pombal, PB.

Feita a triagem, as frações foram acondicionados em sacos de papel, secas a 70 °C, e posteriormente pesadas (Figura 4).



Figura 4. A: Triagem; B: Secagem e C: Pesagem do material no laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, PB.

2.3. Análise dos dados da serapilheira

A produção de serapilheira foi estimada pela seguinte equação matemática:

$$PAS = \frac{(PS * 10.000)}{Ac}$$

Em que:

PAS = produção média anual de serapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); PS = produção média mensal de serapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$); 10.000 = um hectare expresso em m^2 ; e Ac = área do coletor (m^2).

Para a caracterização química foram sorteadas dezesseis parcelas, entre as quarenta. O material foi moído em moinho do tipo “Wiley” equipado com peneira de malha de 20 mesh e devidamente acondicionado em sacos de papel para a realização das análises químicas.

Posteriormente, o material foi enviado ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Empresa de Pesquisas Agropecuárias do Rio Grande do Norte-EMPARN para análises de N, P, K, Ca e Mg.

O N foi determinado pelo método semimicro-kjeldahl após digestão sulfúrica. A determinação das concentrações de P, K, Ca e Mg foram realizadas mediante a digestão nítro-perclórica (3:1) e leitura por colorimetria de metavanadato para P; fotometria de emissão de chama para K e espectrofotometria de absorção atômica para Ca e Mg (EMBRAPA, 1999; MALAVOLTA, 1989).

O delineamento experimental utilizado para análise da deposição da serapilheira e concentração dos nutrientes foi em blocos casualizados. As médias obtidas para as variáveis foram comparadas pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 5% (Tabela 2), e o software utilizado foi o Sisvar versão 5.3.

Aplicou-se a técnica multivariada (Análise de Agrupamento, utilizando como medida de similaridade a distância euclidiana) para se entender a dinâmica dos teores de cada nutriente (N, P, K, Ca e Mg) nas frações. A análise foi realizada com base na elaboração de uma matriz (para cada elemento) com as quatro frações e os teores de cada nutriente durante os dozes meses. Elaborou-se outra matriz, com todos os elementos em conjunto, para verificar a dinâmica em função dos meses. Para verificar as correlações entre o aporte de serapilheira e os teores de nutrientes em função da precipitação pluviométrica, utilizou-se a análise de componentes principais. As análises foram realizadas com o auxílio do software Statistica 7.

Tabela 2. Esquema da análise de variância para a deposição e análise química da serapilheira.

Deposição serapilheira		Análise química serapilheira	
Fonte de variação	Graus de liberdade	Fonte de variação	Graus de liberdade
Tratamento	11	Tratamento	11
Blocos	39	Blocos	15
Resíduo	429	Resíduo	165
Total	479	Total	181

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1. Aporte de serapilheira

A produção de serapilheira de Abril de 2010 a Março de 2011 foi estimada em 3.785,67 kg ha⁻¹ (Tabela 3). A fração folha teve a maior contribuição (70%), seguida das estruturas reprodutivas (18%), galhos (9%) e miscelânea (2%).

Tabela 3. Produção anual total e percentual dos componentes: estrutura reprodutiva, folha, galho e miscelânea da serapilheira em um remanescente de Caatinga no município de Pombal, PB.

Frações	Biomassa (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Proporção (%)
E. Reprodutiva	694,26	18,34
Folha	2.658,33	70,22
Galho	352,29	9,31
Miscelânea	80,79	2,13
Total	3.785,67	100

Em média, a produção de serapilheira no bioma Caatinga, para Costa et al. (2010), gira em torno de 1.500 a 3.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹, tanto em florestas arbóreas quanto em arbustivas, sendo esses valores determinados pelas características morfológicas e fisiológicas comuns das plantas que compõem o bioma.

Não diferentemente de outras áreas de Caatinga, verifica-se a fração folha com a maior contribuição na produção de serapilheira, sendo esta uma estratégia das plantas para evitar a perda de água por transpiração. Outros pesquisadores (Santana, 2005; Alves et al., 2006; Souto, 2006; Espig et al., 2009; Lopes et al., 2009; Paula et al., 2009) reportam em seus trabalhos a fração folha com maiores taxas de deposição.

Em uma área de Caatinga na Floresta Nacional de Açu, RN, Costa et al. (2010) calcularam uma taxa de deposição de serapilheira semelhante ao presente trabalho, com 3.384 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em fragmento de vegetação arbóreo e de 2.580 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em vegetação arbustiva, tal comportamento pode ser explicado em função das adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas.

Comparando a deposição ocorrida no presente estudo com outras áreas de Caatinga, observou-se aportes diferenciados, o que a princípio está relacionado com a estrutura da vegetação, em que, na Reserva Particular do Patrimônio Natural

(RPPN) no semiárido da Paraíba, Souza (2009), em três anos de coleta, registrou 6.800,67 kg ha⁻¹ ano⁻¹, sendo as folhas a fração predominante (78%), galhos apenas com 11% e as frações estrutura reprodutiva e miscelânea representaram 8% e 3%, respectivamente. Na mesma RPPN, Alves et al. (2006) estimou em 10 meses uma deposição de 899,2 kg ha⁻¹. Para Santana; Souto (2011) em uma outra área de Caatinga (Estação Ecológica do Seridó, RN) estimaram a deposição de serapilheira em 2.068,55 kg ha⁻¹ ano⁻¹, sendo as folhas a fração responsável por 80% da deposição, galhos e cascas 9%, material reprodutivo 3% e miscelânea 8%.

A produção de serapilheira nas diferentes áreas encontra-se de forma contínua ao longo dos meses e anos, porém, se observa diferenciações na intensidade dos aportes mensais, que na maioria dos casos está relacionado com o regime pluviométrico. Conforme menciona Souto (2006), a análise sazonal da deposição da serapilheira permite que se tenha o conhecimento de como a vegetação responde às variações físicas e químicas no meio, à distribuição e estoque dos nutrientes, e quais as estratégias usadas pela vegetação na manutenção da sustentabilidade do ecossistema.

Confrontando os dados do presente estudo, com áreas de plantios homogêneos, observou-se para o trabalho de Souza; Davide (2001), em uma área de plantios de *Mimosa scabrella*, *Eucalyptus saligna* e floresta, uma taxa de deposição de serapilheira de 3.460; 7.100 e 4.490 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Os autores atribuíram à superioridade do eucalipto devido ao maior volume de massa verde. Já em área com floresta de segunda rotação de *Pinus taeda*, Schumacher et al. (2008) calcularam um aporte de 4.519,1 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Corrêa Neto et al. (2001) em área de floresta secundária em Seropédica (RJ) e plantio de Eucalipto verificaram que as maiores taxas de deposição ocorreram na estação do inverno na floresta secundária (2.390 kg ha⁻¹) enquanto na área de Eucalipto foi 2.010 kg ha⁻¹. Em um bosque de *Mimosa caesalpiniiifolia*, Ferreira et al. (2007) verificaram um aporte de serapilheira na ordem de 7.830,44 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Já Mochiutti et al. (2006), em um povoamento de Taxi Branco e em uma área de floresta secundária no Amapá, concluíram que o povoamento contribuiu 2,2 vezes a mais (9.646 kg ha⁻¹) que a vegetação secundária, que depôs 4.474 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Vieira; Schumacher (2010) avaliando a deposição de serapilheira durante dois anos em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. estimaram um aporte médio de 4.320 kg ha⁻¹.

Para áreas de floresta natural, em fragmento de floresta ombrófila densa, Espig et al. (2009), calcularam uma taxa de deposição de serapilheira de 10.070 kg ha⁻¹ano⁻¹. Já Gomes et al. (2010) em quatro fragmentos de floresta ombrófila densa calcularam um aporte de produção média de serapilheira de 4.900 kg ha⁻¹ ano⁻¹. König et al. (2002) em área de floresta estacional relataram uma deposição de 9.200 kg ha⁻¹ano⁻¹. Em área de floresta estacional semidecidual Pinto et al. (2008), estimaram uma produção de 6.310 kg ha⁻¹ na floresta inicial e 8.819 kg ha⁻¹ na floresta madura. Já em uma área de transição de floresta tropical úmida e Cerrado, Sanches et al. (2009) estimaram uma produção mensal de serapilheira de 0,05 a 1,53 kg ha⁻¹mês⁻¹. Fernandes; Escaramuzza (2007) na área de Reserva de Campo Verde–MT, verificaram que a produção de serapilheira foi mais elevada em área de floresta nativa a Capoeira, com 9.038,34 e 6.363,56 kg ha⁻¹.

Dos vários trabalhos analisados, verificou-se que em maior parte dos casos, os maiores valores de deposição de serapilheira estavam associados a períodos secos, o que, conseqüentemente, levaria as plantas a perderem as folhas e registrarem as maiores taxas de deposição de serapilheira, porém, existem variações entre ecossistemas, como verificado por Paula et al. (2009) em áreas de restinga no RJ, onde observaram nos meses de estação chuvosa (janeiro e fevereiro) a maior produção mensal, com cerca de 1.850,6; 1.742,6 e 1468,1 kg ha⁻¹ para as três formações, e os meses de maio e junho (estação seca) caracterizaram-se pela menor produção, e durante o período analisado, estimaram uma deposição de 11.300 kg ha⁻¹ ano⁻¹; 11.100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e 10.800 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Não muito diferente de outras tipologias florestais do Brasil, verifica-se que em área de Caatinga, os maiores aportes de serapilheira são em períodos com maior escassez de água (Figura 5).

Os meses com maiores taxas de deposição foram Agosto de 2010 com 1.041 kg ha⁻¹, seguido de junho/10 com 726,1 kg ha⁻¹ e setembro/10 com 382 kg ha⁻¹. Os meses com menores valores de deposição foram novembro e dezembro de 2010 com 130 kg ha⁻¹ e 90,4 kg ha⁻¹, respectivamente.

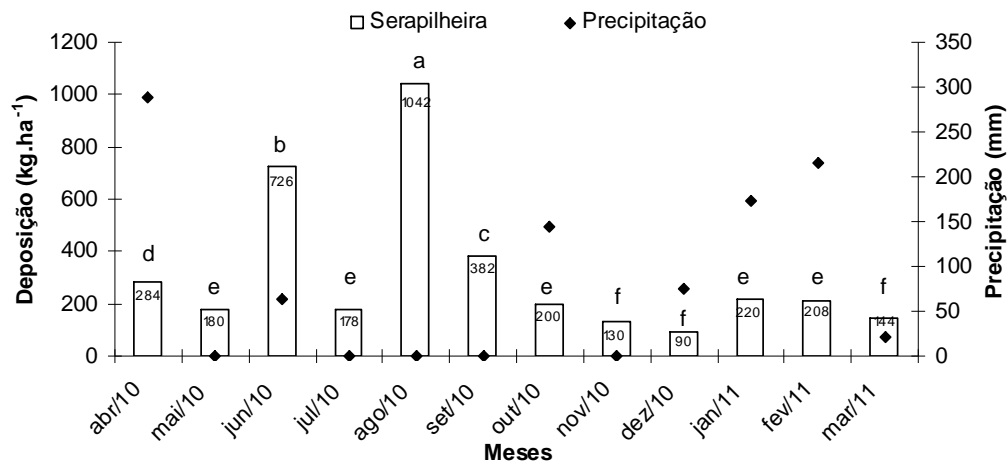


Figura 5. Aporte de serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott a 5% de probabilidade.

Percebeu-se que a variável chuva, associada a princípio com outros fatores climáticos, como temperatura, dentre outros, tem influência direta nas taxas de deposição, e a sua ausência, propicia um maior aporte desse material nesse período. Os demais meses com os baixos valores de aporte, coincidem com o início das chuvas e renovação da folhagem das plantas. Segundo Costa et al. (2010), as folhas são fundamentais nos processos de fotossíntese e transpiração vegetal, processos que demandam grande quantidade de água, dessa forma, no período da estiagem na Caatinga as plantas perdem suas folhas como mecanismo adaptativo ao estresse hídrico que estão submetidas.

Para Correia; Andrade (1999), vários fatores afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas e irão formar a serapilheira, entre eles destacam-se o clima, as características genéticas das plantas, a idade e a densidade de plantas. Em uma escala mais ampla, a produtividade vegetal é determinada pela distribuição de chuvas, que influencia a disponibilidade de água no solo e, numa escala mais restrita, pela disponibilidade de nutrientes.

Analisando a produção de serapilheira em área reflorestada, Moreira; Silva (2004) atribuíram a maior produção dos resíduos vegetais no período de abril a setembro à estação seca.

O padrão de distribuição da serapilheira e folhas é similar (Figura 6), o que vem a se assemelhar ao observado por Fernandes; Scaramuzza (2007), que

atribuíram ao estresse hídrico, o fator de resposta da vegetação a derrubada das folhas para reduzir a perda de água por transpiração.

A deciduidade é característica das espécies lenhosas amostradas no presente estudo. Observa-se (Figura 6) que há diferenças estatísticas da deposição de folhas ao longo das avaliações, sendo registrados as menores taxas de deposição nos meses de maio, outubro, novembro e dezembro de 2010 e março de 2011.

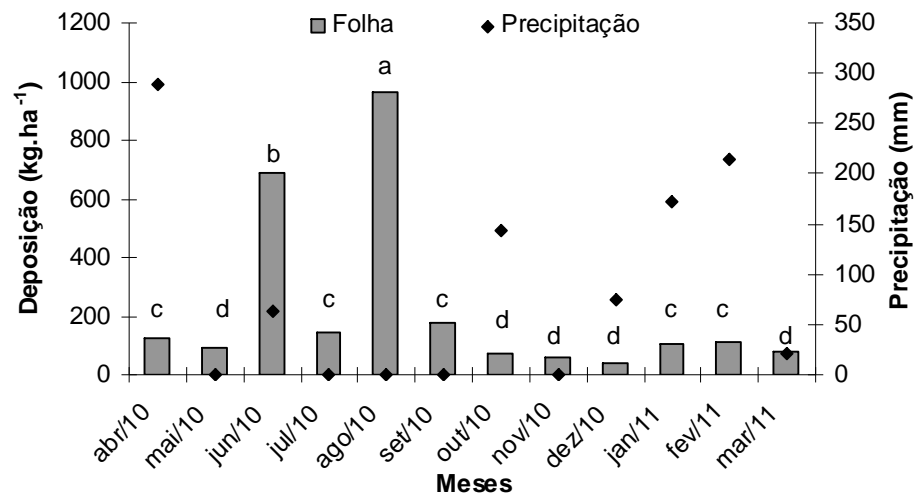


Figura 6. Aporte da fração folha da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os meses de maio, julho, setembro e novembro de 2010 foram os quais em que se observaram a falta de chuva e encontram-se pequenas contribuições no aporte das folhas, já para os demais meses, com exceção de junho e agosto de 2010, verificou-se que há a ocorrência de chuvas e conseqüentemente um menor aporte da fração.

Quando começou o período de escassez de água no início de maio de 2010, observou-se que no mês subsequente (Junho de 2010) as plantas começaram a perder as folhas, e nesse mesmo mês, é registrada a ocorrência de uma chuva de 63 mm, que posteriormente causa uma diminuição no aporte das folhas no mês de julho, porém, a falta d'água nos dois meses seguidos (julho e agosto), fez com que grande parte das plantas apresentassem queda de folhas no mês de agosto, que apresentou o maior registro de deposição, com 963,28 kg ha⁻¹.

Para Santana; Souto (2011), 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 consequente e imediata abscisão das folhas para reduzir as perdas de água por transpiração. Assim, como algumas espécies da Caatinga mantêm parte das suas folhas durante o ano, mesmo com 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.

Segundo Souto (2006) a caducifolia da maioria das espécies permite sua sobrevivência nos períodos de seca que sempre assolam a região, em maior ou menor intensidade. A autora ainda citou que a menor produção de serapilheira no período chuvoso pode ser explicada pela renovação da folhagem, levando a um período fotossinteticamente ativo e à produção e acúmulo de nutrientes para desencadear todos os processos fenológicos ainda no período de maior suprimento hídrico, que na região semiárida é limitado.

A deposição das estruturas reprodutivas apresenta comportamento diferente quando comparada às folhas (Figura 7), estando esse fator relacionado principalmente a eventos fisiológicos e bioquímicos que conduzem à floração em períodos de chuva e estiagem para as mais diferentes espécies de ocorrência na Caatinga. Para Fish et al. (2000), a fase reprodutiva corresponde ao período da vida do vegetal mais susceptível às variações nos ambientes e diferentes aspectos, tais como fotoperíodo, umidade, temperatura, polinizadores e dispersores, podem estar envolvidos nas variações apresentadas pelas florações e frutificações de um ano para o outro.

A fração estrutura reprodutiva se figurou como a de segundo maior aporte $694,26 \text{ kg ha}^{-1}$ e coincidentemente os meses com as menores médias de deposição estão associados aos meses com menores índices pluviométricos, com exceção apenas para o mês maio de 2010 (Figura 7).

Há diferenças estatísticas entre os meses, onde as maiores médias de deposição foram registradas nos meses de setembro e outubro de 2010 com $161,33 \text{ kg ha}^{-1}$ e $98,16 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente.

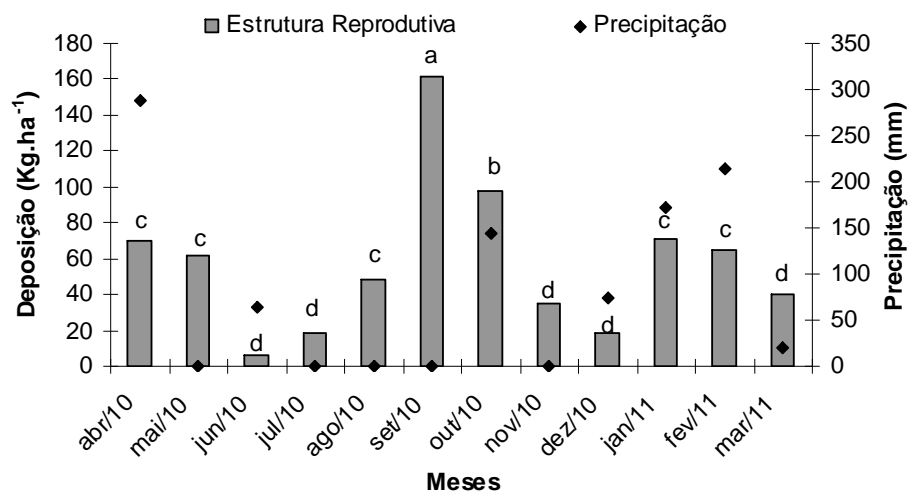


Figura 7. Aporte da fração estrutura reprodutiva da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O que confere a alta deposição das estruturas reprodutivas nos meses de setembro e outubro de 2010, diz respeito ao período floração e frutificação intensa da espécie *Anadenanthera colubrina* (Benth.) Brenan, que encontra-se bem distribuída em toda a área e seus frutos estão todos amadurecidos.

De um modo geral, verificou-se que a fração estrutura reprodutiva foi a segunda com maior taxa de deposição em relação às demais com 18%. Andrade et al. (2008), avaliando a deposição de serapilheira em uma área de Caatinga no município de Santa Terezinha, PB, reportaram que a fração estruturas reprodutivas, que incluiu flores, frutos e sementes foi responsável por apenas 8,7% da produção total da serapilheira.

A literatura reporta padrões distintos de floração e frutificação das espécies arbustivo-arbóreas listadas nesse trabalho, algumas apresentando floração na fase de transição chuva-seca e vice-versa, floração e frutificação no período chuvoso, floração e frutificação após perder as folhas, floração na estação chuvosa e frutificação na seca e floração no final da estação seca (MAIA, 2004), podendo essas variações na deposição serem explicadas por esses fatores fisiológicos de ciclo reprodutivo das plantas.

Em uma floresta de transição, Sanches et al. (2009), constataram que a deposição de flores, mesmo menor que a de folhas, ocorreu somente nos meses de dezembro e janeiro (estação úmida) e a deposição de frutos não apresentaram

tendência com relação às condições climáticas, indicando que sua deposição seja possivelmente dependente da estratégia de dispersão adotada pela espécie para sua reprodução e não esteja em função das variações do microclima.

A fração galho foi o terceiro componente com maior taxa de deposição (352,29 kg ha⁻¹) representando 9,3% do total. Os meses com as maiores contribuições foram abril e setembro de 2010 e janeiro de 2011, com 67,24; 40,47 e 40,56 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 8).

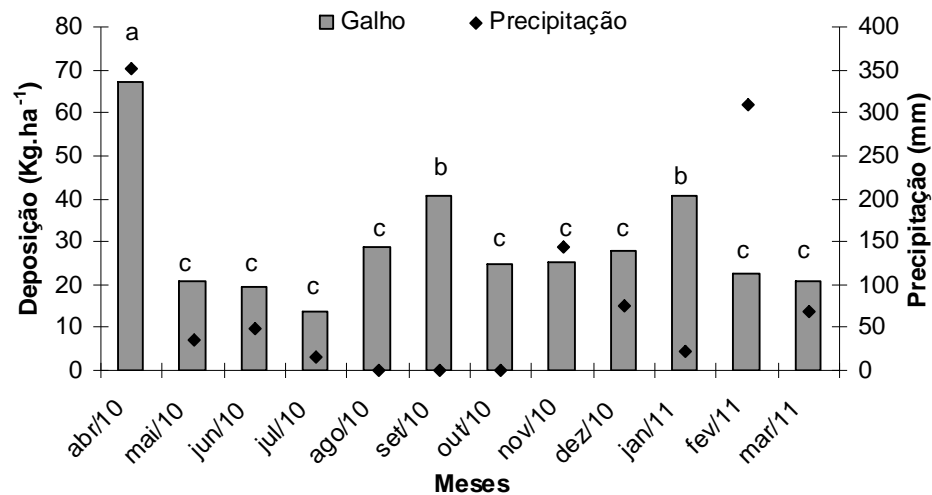


Figura 8. Aporte da fração galho da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Verificou-se uniformidade no aporte desta fração, apesar de terem sido observadas diferenças entre os meses.

O mês com a maior deposição foi abril de 2010, e isso pode ter ocorrido por conta de ventos fortes associados à alta precipitação pluviométrica do mês (352,3 mm), encharcando os galhos secos presos às copas das árvores, tornando-os mais pesados, e mais propensos à ação dos ventos. 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 (SANTANA, 2005). Souto (2006) concordou que a falta de padronização dificulta as comparações.

Para Alves et al. (2006) existe uma grande importância em se estudar o ciclo hidrológico, pois verificaram que, nos meses de outubro, novembro e dezembro a serrapilheira produzida é baixa e a maior contribuição é dada pela fração galhos, devido, provavelmente a forte ação dos ventos neste período, visto que, como a maioria das espécies que ocorrem na Caatinga apresenta caducifolia, pouco ou nenhuma folha se encontra na vegetação. Em floresta estacional decidual, König et al. (2002) verificaram que o aporte de quantidades variáveis de queda de galhos podem ser atribuídas à ocorrência de fenômenos climáticos adversos, como tempestades com ventos anormais, como também, esse fato pode ser explicado pelo menor tamanho da área amostral (coletor), pouco apropriado para a coleta dessa fração.

Dentre as quatro frações, a miscelânea foi a de menor proporção com 80,79 kg ha⁻¹ referente a 2,1% de toda a serapilheira. Na fase de triagem do material, quase sempre, tinha-se como reconhecer a maior parte, porém, sempre havia minúsculas frações em forma de pó, que não eram reconhecidas.

A fração miscelânea teve altos picos de deposição em abril, junho e novembro de 2010, totalizando 58%, com grande discrepância entre o valor máximo (22,12 kg ha⁻¹) e mínimo (1,23 kg ha⁻¹) de deposição (Figura 9). Vale ressaltar, que essa fração representada no estudo, compreende todo material depositado nas caixas coletoras de difícil identificação, que vão além dos próprios resíduos vegetais bastante fragmentados, a insetos, partes destes, fezes, dentre outros.

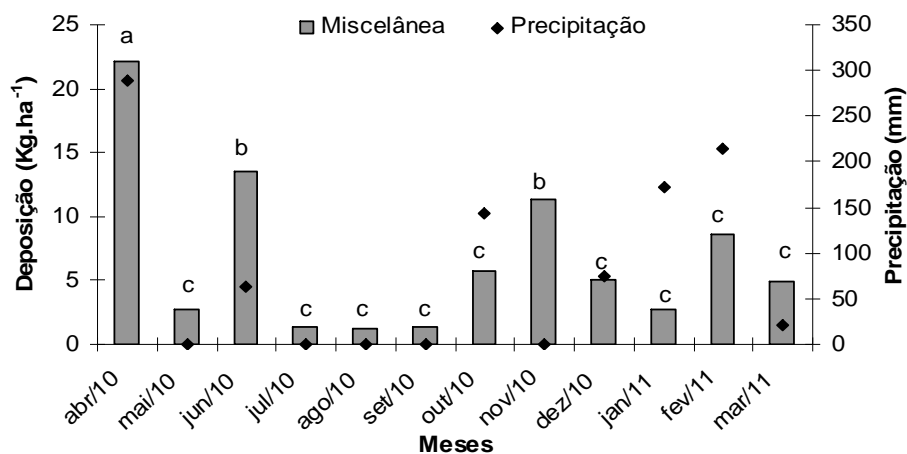


Figura 9. Aporte da fração miscelânea da serapilheira e precipitação pluviométrica em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os 2% da serapilheira correspondente à fração miscelânea encontrados nesse trabalho representam mais que as proporções calculadas por Andrade et al. (2008) de 0,78% e Souto (2006) com 1,46% da serapilheira total depositada, e inferior ao constatado por Santana (2005) que encontrou 7,9%.

Apesar das irregularidades no padrão de distribuição dessa fração ao longo dos meses, não se pode afirmar que o fator sazonalidade tenha influência direta em sua distribuição. Fernandes; Scaramuzza (2007) observaram que a variação temporal da queda de miscelânea foi irregular, não apresentando padrão sazonal, ou seja, apresentou maiores deposições nos meses de setembro, outubro e julho para a floresta nativa, e na capoeira a maior produção se deu nos meses de novembro e fevereiro.

Para Santana (2005), 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, e em seu trabalho, esta fração foi composta em grande parte por penas de pássaros, corpos e fezes. Schumacher et al. (2003) quantificaram a deposição de fezes de lagartas ao observar uma alta contribuição dessa fração na serapilheira, que era de 14% e isso ocorria no verão, período de maior consumo de folhagem pelas lagartas.

Para analisar as correlação entre a deposição das frações que compõem a serapilheira e a precipitação pluviométrica, utilizou-se a análise de componentes principais, e verificou-se que os dois primeiros componentes principais apresentaram acumulação de 72,66% da variação total. Na figura 10 representado o círculo de correlação unitário com as variáveis.

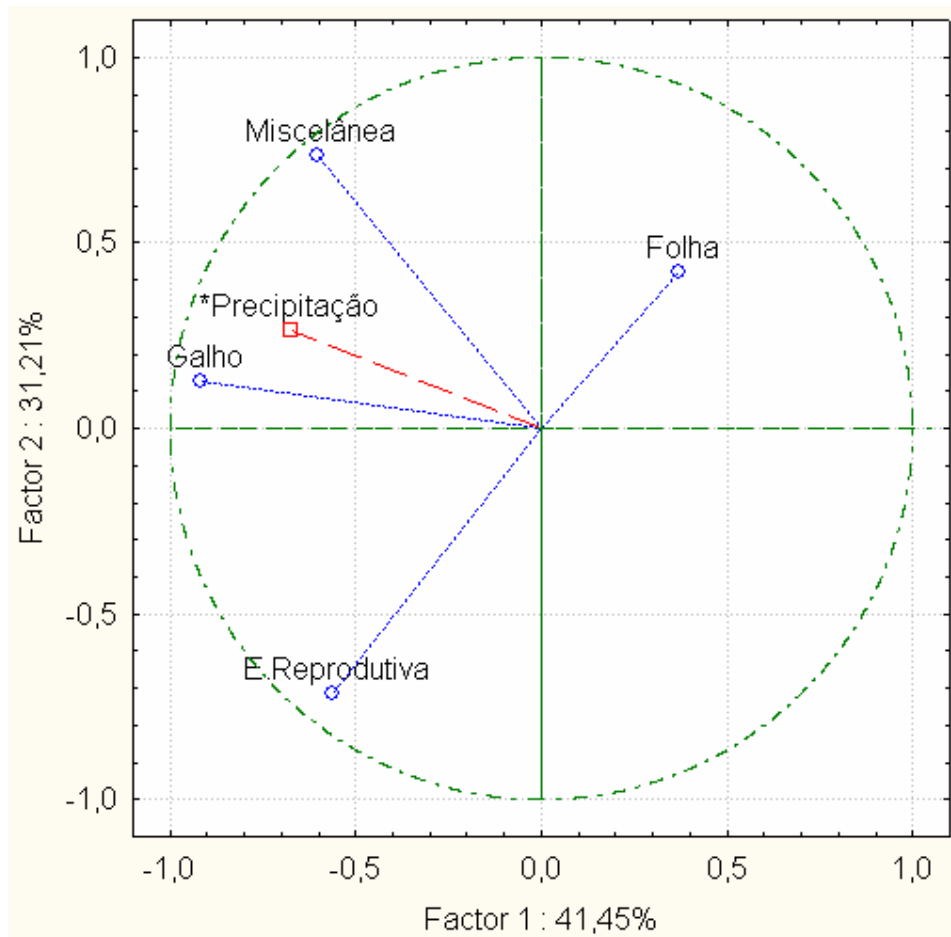


Figura 10. Análise de componentes principais para as variáveis da serapilheira com uma variável suplementar num plano de projeção fatorial 1 x 2.

Ao analisar os dados de correlação da serapilheira com a variável suplementar (precipitação), verificou-se que apenas as frações galho e miscelânea encontraram-se significativas com 0,63 e 0,62 respectivamente ao nível de $p < 0,05$ e para as demais, as correlações foram -0,25 para a componente folha e 0,14 para estruturas reprodutivas.

Pelo fato das variáveis miscelânea e galho encontrarem-se presente no mesmo quadrante da variável suplementar (precipitação), pode-se constatar a existência de uma correlação positiva entre ambas, ou seja, o fator chuva demonstra uma maior interação na contribuição do aporte dessas frações, o que ocorre diferentemente para a fração folha por estar presente em quadrante oposto, conseqüentemente uma correlação negativa, onde foi observado que em períodos com escassez de chuva existiu uma maior taxa de deposição. Para estrutura reprodutiva, verificou-se uma correlação positiva, porém baixa, estando isso

relacionado principalmente com os processos fisiológicos das plantas que encontram-se distinções entre os períodos de floração e frutificação.

3.2. Teores de nutrientes na serapilheira

Os teores médios mensais de N de 16 caixas coletoras na fração folha da serapilheira variaram de 8,52 a 20,2 g kg⁻¹. Os teores de P variaram entre 1,25 e 2,63 g kg⁻¹, estando os mesmo oscilando entre os meses de avaliação da serapilheira. Para o K os meses com menores e maiores teores foram junho de 2010 e agosto de 2010 com 2,02 e 7,87 g kg⁻¹, respectivamente. O Ca foi o elemento observado com maiores teores quando comparado aos demais, variando entre 16,81 e 26,18 g kg⁻¹. O Mg foi o segundo elemento a encontrar-se com a segunda menor média de nutrientes, ficando acima apenas do P, e seu teor variou de 2,33 a 4,07 g kg⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4. Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na fração folha da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Meses/Ano	N		P		K		Ca		Mg	
	-----g kg ⁻¹ -----									
abr/10	10,05	c	1,52	c	2,97	d	20,4	b	3,03	b
mai/10	8,52	c	2,81	a	8,35	a	20,77	b	4,07	a
jun/10	9,11	c	1,42	c	2,02	d	26,18	a	3,57	a
jul/10	10,35	c	2,33	b	5,7	b	22,83	a	3,23	b
ago/10	9,52	c	2,63	a	7,87	a	24,81	a	3,65	a
set/10	12,06	b	2,03	b	5,99	b	19,22	b	3,06	b
out/10	12,25	b	1,56	c	6,46	b	26,02	a	3,23	b
nov/10	20,2	a	2,23	b	6,91	b	16,81	b	2,35	c
dez/10	12,28	b	1,25	c	3,97	c	20,1	b	2,33	c
jan/11	14,4	b	1,49	c	5,28	b	21,28	b	3,15	b
fev/11	12,52	b	1,45	c	3,9	c	24,39	a	3,81	c
mar/11	12,44	b	2,23	b	6,3	c	19,46	b	3,3	b
Média	11,98		1,91		5,47		21,86		3,23	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Uma das hipóteses que justificaria os altos teores do elemento Ca na fração folha quando comparado aos demais, primeiramente pode está relacionado com o solo, onde se verificou um alto teor desse elemento, conseqüentemente proporcionando ao longo do tempo um maior acúmulo do nutriente na planta, e pelo fato do Ca ser um elemento estruturante, apresentar-se com baixíssima mobilidade

no ciclo bioquímico, e considerando que as folhas vão senescer, posteriormente irão depositar-se sobre a superfície do solo, a princípio espera-se que o nutriente encontre-se com maiores teores nas folhas.

Percebeu-se que para todos os nutrientes analisados existem diferenças estatísticas em seus teores ao longo dos meses, e essas oscilações entre médias baixas e altas, a princípio não tem relação direta com o regime pluviométrico. O teor de nutrientes na fração folha obedece a seguinte ordem decrescente: Ca > N > K > Mg > P.

Tratando-se dos teores de nutrientes nas estruturas reprodutivas, observa-se que o N varia de 9,33 a 22,85 g kg⁻¹ e os maiores conteúdos estão presentes nos meses de setembro, outubro e novembro de 2010, com 22,11; 22,85 e 19,85 g kg⁻¹, respectivamente, o que coincide com o período de floração e frutificação de uma espécie de leguminosa dominante na área (*Anadenanthera colubrina*). Os teores de P apesar de não apresentarem diferenças estatísticas, variaram de 1,15 a 2,16 g kg⁻¹. Para o K, percebem-se diferenças estatísticas, e os meses com as maiores concentrações foi julho, agosto, setembro e outubro de 2010, período esse com menores valores acumulados de chuvas (Tabela 5).

Tabela 5. Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio no componente estrutura reprodutiva da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB

Meses/Ano	N		P		K		Ca		Mg	
	-----g kg ⁻¹ -----									
abr/10	14,31	b	1,55	a	3,25	c	2,76	c	1,81	c
mai/10	9,33	b	1,88	a	7,26	b	1,68	c	2,28	b
jun/10	12,8	b	1,63	a	4,73	c	2,56	c	1,75	c
jul/10	12,58	b	1,78	a	10,71	a	4,25	c	1,06	c
ago/10	14,73	b	1,85	a	9,5	a	1,81	c	1,11	c
set/10	22,11	a	2,16	a	10,31	a	5,91	b	1,2	c
out/10	22,85	a	1,96	a	11,05	a	7,61	b	1,31	c
nov/10	19,95	a	1,96	a	8,78	b	8,55	b	1,03	c
dez/10	11,8	b	1,15	a	5,48	c	18,95	a	1,51	c
jan/11	19,23	a	1,51	a	5,63	c	15,56	a	2,75	b
fev/11	14,53	b	1,65	a	3,76	c	19,18	a	3,26	a
Mar/11	13,13	b	1,76	a	7,53	b	6,63	b	1,38	c
Média	15,61		1,74		7,33		7,96		1,70	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

O que a princípio está relacionado com os maiores teores de N encontrados em maiores proporções nas estruturas reprodutivas, diz respeito a sua função nas plantas, pois é um elemento integral de compostos orgânicos, sendo constituinte de todos os aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos, dentre outros compostos, e quando a planta inicia o seu processo de floração e frutificação o N é removido das folhas, sendo retranslocado para as estruturas reprodutivas, que irá estimular a produção de sementes.

Quando se compara os teores do nutriente Mg presentes nas folhas e estruturas reprodutivas (Tabela 3 e 4), percebeu-se que o mesmo encontra-se com maior conteúdo no componente folha, e isso é explicado pelo fato desse elemento ser um constituinte da clorofila que está presente nas folhas, sendo bastante essencial à fotossíntese.

O elemento Ca, não muito diferente da fração folha, encontra-se com o segundo maior teor quando comparado aos outros elementos, e os maiores conteúdos são observados de setembro de 2010 a março de 2011. Em relação ao Mg, verifica-se que houve diferenças estatísticas entre os meses e seu teor variou de 1,03 a 3,26 g kg⁻¹ (Tabela 4).

Em relação aos teores de nutrientes na fração estrutura reprodutiva, verificou-se que os mesmos não obedecem à mesma sequência das folhas, e os teores em ordem decrescente foram N > Ca > K > P > Mg.

A fração galho encontra-se com as menores médias de teores dos nutrientes quando comparada às demais frações. O N apresentou diferenças estatísticas nas variando entre 5,75 a 16 g kg⁻¹. Em relação ao P, seus maiores teores foram observados de abril a setembro de 2011, com exceção para o mês de junho com 0,69 g kg⁻¹. O K apresentou padrões distintos, com variações mensais intercaladas que apresentaram diferenças estatísticas, com exceção a partir de janeiro de 2011. Verifica-se que os teores do elemento Ca são maiores a partir de setembro de 2010 a março de 2011, diferindo estaticamente dos demais, com exceção apenas de fevereiro de 2011 que não diferiu dos primeiros meses. O Mg apresenta seu maior teor registrado no mês de maio de 2010, com 2,09 g kg⁻¹, o que diferiu estatisticamente dos demais meses avaliados (Tabela 6).

Tabela 6. Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na fração galho da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Meses/Ano	N		P		K		Ca		Mg	
	-----g kg ⁻¹ -----									
abr/10	8,13	c	1,13	b	2,37	b	6,51	b	1,45	b
mai/10	7,91	c	1,94	a	5,35	a	3,72	b	2,09	a
jun/10	5,75	c	0,69	c	1,53	b	4,32	b	1,26	b
jul/10	7,48	c	1,28	b	4,84	a	9,19	b	1,19	b
ago/10	8,24	c	0,87	c	1,83	b	5,67	b	0,9	b
set/10	11,65	b	1,16	b	4,96	a	23,09	a	1,04	b
out/10	11,54	b	0,67	c	2,93	b	29,86	a	0,82	b
nov/10	16,00	a	0,61	c	5,82	a	24,74	a	0,85	b
dez/10	7,86	c	0,82	c	4,54	a	28,8	a	0,97	b
jan/11	10,58	b	0,82	c	2,08	b	24,9	a	1,17	b
fev/11	6,86	c	0,54	c	1,06	b	15,21	b	1,15	b
mar/11	10,61	b	0,52	c	1,15	b	23,67	a	0,59	b
Média	9,36		0,92		3,18		16,56		1,13	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Apesar de ser a terceira fração com maiores taxas de deposição, o componente galho é o último em teores de nutrientes quando comparado com as demais frações, com exceção apenas para o nutriente Ca, que apresenta uma média geral (16,65 g kg⁻¹), superior à estrutura reprodutiva e miscelânea com 7,95 e 9,15 g kg⁻¹. Os teores de nutrientes na fração galho da serapilheira ocorre na seguinte ordem decrescente: Ca > N > K > Mg > P.

Uma das hipóteses para a estrutura galho encontrar-se com os menores teores dos nutrientes quando comparado às folhas e estruturas reprodutivas, exceto para o teor do elemento Ca na estrutura reprodutiva, deve-se as suas funções, que está relacionado principalmente a sustentação e transporte dos compostos orgânicos e inorgânicos. O Ca é encontrado com maiores teores no galho ao compará-lo com as estruturas reprodutivas, provavelmente por ser um elemento essencial para reforçar a parede celular dos tecidos das plantas.

Os teores de N diferiram estatisticamente para a fração miscelânea, sendo novembro e dezembro de 2010 e março de 2011 os meses com maiores teores, 21,23; 17,86 e 21,03 g kg⁻¹, respectivamente. Para o nutriente P verifica-se que existem diferenças estatísticas entre os meses, com as concentrações variando entre 0,66 a 4,1 g kg⁻¹, o equivalente em termos percentuais a 521%. O K não muito diferente do P apresenta valores discrepantes de concentrações, quando se analisa

o maior e o menor conteúdo registrado (530% de variação), que refere-se aos meses de junho (2,03 g kg⁻¹) e setembro de 2010 (12,8 g kg⁻¹). Os teores do Ca e Mg variaram entre 3,03 a 18,43 g kg⁻¹ e 1,23 e 3,7 g kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 7. Teores médios mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na fração miscelânea da serapilheira em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Meses/Ano	-----g kg ⁻¹ -----									
	N		P		K		Ca		Mg	
abr/10	12,46	b	1,5	c	3,56	d	6,03	b	1,93	b
mai/10	8,93	b	2,06	b	8,93	b	3,03	b	2,8	a
jun/10	14,83	b	1,6	c	2,03	d	4,06	b	3,13	a
jul/10	12,10	b	1,9	c	4,2	d	3,5	b	2,2	a
ago/10	12,50	b	4,1	a	8,9	b	4,7	b	3,7	a
set/10	7,30	b	1,1	d	12,8	a	18,5	a	1,4	b
out/10	11,10	b	0,66	d	3,33	d	11,6	a	0,96	b
nov/10	21,23	a	2,1	b	6,4	c	9,66	b	1,23	b
dez/10	17,86	a	1,9	c	3,9	d	15,56	a	2,36	a
jan/11	12,20	b	0,8	d	7,3	b	9,4	b	1,4	b
fev/11	14,70	b	2,23	b	2,13	d	18,43	a	2,63	a
mar/11	21,03	a	2,56	b	6,1	c	13,93	a	3,00	a
Média	13,85		1,87		5,80		9,86		2,23	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Embora a fração miscelânea encontre-se com menores proporções de deposição quando comparada-se com as demais, verificou-se para os elementos químicos, que isso ocorre diferente, pois dos nutrientes analisados, apenas o Ca teve menor teor observado, comparando-o com a estrutura galho. Pelo fato dessa fração (miscelânea) ser de difícil identificação, torna-se complexo fazer inferências sobre os seus teores, pois parte desse material pode estar associada à estruturas de insetos, fezes, dentre outros. Porém, por ser um material bastante fragmentado, e o elemento Ca está ligado a polissacarídeos na parede celular, a princípio, seja uma explicação para se encontrar um baixo teor desse elemento quando comparado-se as frações folhas e galhos com teores médios de 21,86 e 16,56 g kg⁻¹ respectivamente.

O teor de nutrientes no componente miscelânea ocorreu na seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > P. Observou-se que o nutriente K sempre esteve como o terceiro elemento com maior teor em todas as frações.

De um modo geral, observou-se que em média o N foi encontrado com maiores teores nas estruturas reprodutivas (15,61 g kg⁻¹), seguindo-se a miscelânea, folhas e galhos com 13,85; 11,98 e 9,39 g kg⁻¹, respectivamente. O baixo teor de N nas folhas, a princípio está relacionado com a senescência, pois segundo Morenco; Lopes (2011) o elemento é facilmente translocável, e quando as folhas se tornam amarelo-pardas e logo senessem, as folhas novas permanecem verdes, pois formas solúveis do N são retranslocadas das mais velhas.

A fração que apresentou o maior teor de P foram às folhas, com 1,92 g kg⁻¹, seguida de miscelânea (1,88 g kg⁻¹), estrutura reprodutiva (1,74 g kg⁻¹) e galhos (0,93 g kg⁻¹). O teor de P foi que se encontrou em menores proporções quando comparado aos demais, e isso pode estar relacionado, ao fato dos solos da Caatinga terem baixos teores desse elemento.

O K teve maiores teores observados nas estruturas reprodutivas com 7,33 g kg⁻¹, em seguida vem às folhas, miscelânea e galhos (5,48; 5,8 e 3,21 g kg⁻¹, respectivamente). Para Shumacher et al. (2003) as concentrações maiores do K nas estruturas reprodutivas se devem ao fato de ser um elemento altamente móvel no floema e prontamente redistribuído para os órgãos novos em crescimento, sendo uma de suas funções proteger a planta contra doenças, além de auxiliar na manutenção dos frutos. Outro ponto importante, é que o K é facilmente lixiviado, desta forma, nos períodos chuvosos seus teores na serapilheira podem ser encontrados em menores proporções.

O Ca teve os maiores teores observados em relação aos demais nutrientes, com a componente folha com maiores valores (21,86 g kg⁻¹), seguida de galhos, miscelânea e estruturas reprodutivas com 16,65; 9,15 e 7,95 g kg⁻¹, respectivamente. Segundo Dias et al. (2002), o teor de Ca tende a apresentar uma maior variação com picos positivos durante os meses mais secos, provavelmente por haver uma menor taxa metabólica neste período, o que reduziria ainda mais a mobilidade deste elemento que é considerado pouco móvel. Isto faz com que o Ca, mesmo em excesso, armazenado em forma de cristais na folha, permaneça nela mesmo na sua senescência.

Os maiores teores do Mg foram verificadas nas folhas (3,24 g kg⁻¹), seguida por miscelânea (2,23 g kg⁻¹), estrutura reprodutiva (1,71 g kg⁻¹) e galhos com 1,13 g kg⁻¹. Dos nutrientes analisados o Mg é um dos que apresenta os menores teores nas frações. Segundo Morenco; Lopes (2011) ele é absorvido em quantidade menor que

o Ca e o K, e é um elemento facilmente translocado dos tecidos velhos para os mais novos, o que seria uma das justificativas para as menores concentrações na serapilheira.

Considerando o teor de nutrientes na serapilheira como a média de cada nutriente em cada componente (Figura 11), verifica-se que a distribuição dos nutrientes na serapilheira apresenta padrões similares aos observados para as frações folhas e galhos, pois constata-se a seguinte ordem decrescente: Ca > N > K > Mg > P.

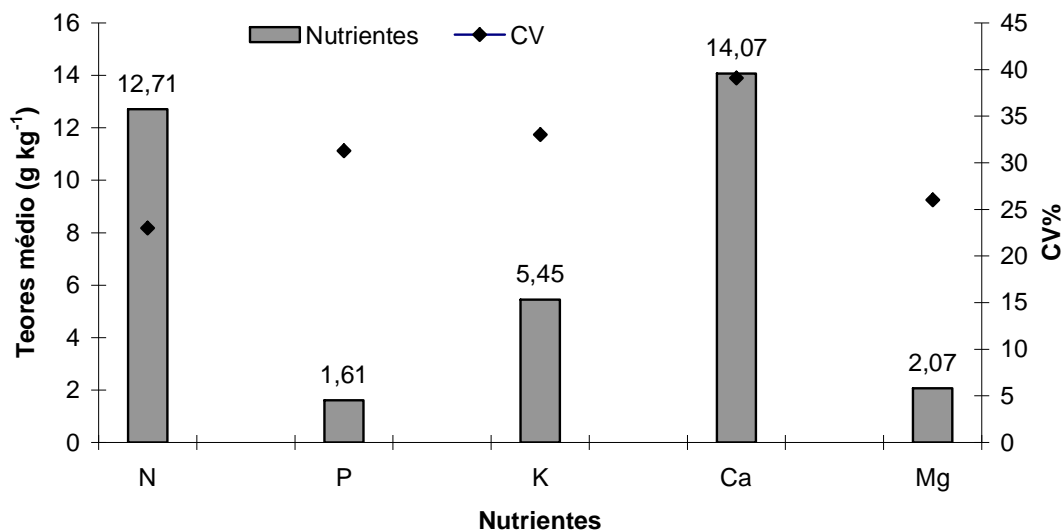


Figura 11. Teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio da serapilheira e coeficiente de variação dos dados em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Conforme observado na Figura 11, percebeu-se que os teores de nutrientes analisados na serapilheira de um modo geral, apresentam coeficientes de variação considerado alto e muito alto (PIMENTEL GOMES, 1970) variando entre 23,01% (N) e 39,09 (Ca), e isso pode ser atribuído as funções e teores distintos que cada nutriente apresenta na formação dos compostos orgânicos e inorgânicos para cada componente da serapilheira.

3.3. Aporte de nutrientes via serapilheira

Em períodos adversos, com maiores índice de escassez de água, é comum adentrar um remanescente de Caatinga e observar que a maioria das plantas perdem suas folhas como uma forma de evitar a perda de água por transpiração,

neste sentido, os nutrientes contidos no material que irá depositar-se sobre a superfície do solo retornarão a este através da decomposição da matéria orgânica, assim, conhecer os totais dos nutrientes que retornam ao solo via serapilheira torna-se interessante.

As quantidades de nutrientes que retornam ao solo da Caatinga no Sítio Riachão estão representadas na Tabela 8.

Tabela 8. Produção média de serapilheira e conteúdo de nutrientes que retornam ao solo em um remanescente de Caatinga no município de Pombal-PB.

Frações	Serapilheira kg ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg
		-----kg ha ⁻¹ -----				
Folha	2658,33	31,89	5,10	14,57	58,12	8,60
E. Reprodutiva	694,26	10,84	1,21	5,09	5,52	1,18
Galho	352,29	3,31	0,33	1,13	5,86	0,40
Miscelânea	80,79	1,12	0,15	0,47	0,80	0,18
Total	3785,67	47,16	6,79	21,26	70,30	10,36

Em relação ao retorno de nutrientes entre as frações, verificou-se que o componente folha foi o que apresentou a maior contribuição, seguidos de estrutura reprodutiva, galho e miscelânea. Seguindo essa mesma ordem, observou-se que a fração galho através do elemento Ca encontra-se com uma concentração de 6% a mais que estrutura reprodutiva.

Os elementos que estão em maiores concentrações na serapilheira, e que irão retornar ao solo obedecem a seguinte ordem: Ca > N > K > Mg > P.

Resultado semelhante ao observado por Santana (2005) em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó do RN, com a mesma seqüência de retorno, porém, com concentrações diferentes. Quando comparados com o trabalho de Souto (2006), percebeu-se diferenças na seqüência do retorno N > Ca > S > K > Mg > P estando o retorno de nutrientes através da serapilheira bem abaixo ao observado no presente trabalho.

Os resultados levantados no presente trabalho, diferiram dos observados por Souto et al. (2009) em área de Caatinga, em que os autores constataram que o nutriente em maior concentração na serapilheira foi o N e o gradiente de concentração dos nutrientes apresentou a seguinte ordem: N > Ca > S > K > Mg > P. Santana (2005), em uma área de Caatinga localizada no Seridó do Rio Grande do

Norte, constatou a mesma sequência da concentração de nutrientes observada no presente trabalho (Ca > N > K > Mg > P), porém com valores mais altos.

Souto et al. (2009) atribuíram essas variações a presença de espécies diferentes, com idades diferentes e, também, às alterações nas condições edafoclimáticas, apesar de ser em área de Caatinga. Para Schumacher et al. (2004), a concentração de nutrientes na serapilheira pode variar, para uma mesma espécie, em função do sítio, das características da planta e das do próprio elemento.

Sequência semelhante ao presente trabalho, no que diz respeito à concentração de nutrientes na serapilheira foi observado por Cunha et al. (1993), em floresta estacional decidual: Ca > N > K > Mg > P. Gomes et al. (2010), em fragmento de Mata Atlântica, observou a seguinte ordem de concentração de nutrientes via serapilheira: Ca > K > Mg > P. Também em fragmento de Mata Atlântica, Dickow (2010), verificou que as concentrações dos elementos variou na seguinte ordem: N > Ca > K > Mg > P > Na. Em área de floresta estacional semidecidual no interior de São Paulo, Vital et al. (2004), verificaram para N uma concentração de 21,58 g kg⁻¹, P 1,37 g kg⁻¹, K 6,23 g kg⁻¹, Ca 22,85 g kg⁻¹ e Mg 4,4 g kg⁻¹. Já Pinto et al. (2009) em dois trechos de floresta estacional semidecidual, verificaram concentrações médias para N, P, K, Ca e Mg de 19,9; 0,92; 2,27; 14,13; 2,63 g kg⁻¹, respectivamente.

Para plantios homogêneos Schumacher et al. (2008) analisando a transferência de nutrientes em uma área de floresta de Pinus, observaram que a magnitude de transferência de nutrientes ao solo do povoamento foi: Ca > N > Mg > K > S > P e os teores de P, K e Mg foram bastante baixos, devido à baixa disponibilidade desses elementos no solo em consequência da elevada acidez. Em uma área de Taxi Branco e floresta secundária no Amapá, Mochiutti et al. (2006) reportam uma concentração dos elementos na seguinte ordem: N > Ca > Mg > K > P. Em uma mata não minerada e em plantações de Bracatinga e Eucalipto em áreas de mineração de Bauxita, Souza; Davide (2001), descrevem que as concentrações de nutrientes que poderiam retornar ao solo, podem fazê-lo de acordo com duas sequências: Ca > N > Mg > K > P para a mata não minerada e eucalipto, e N > Ca > Mg > K > P para a bracatinga. Em povoamento de Acácia Negra, Vieira; Schumacher (2010), descrevem as seguintes concentrações na serapilheira, N (17,88 g kg⁻¹), P (0,71 g kg⁻¹), K (4,83 g kg⁻¹), Ca (4,71 g kg⁻¹) e Mg (1,8 g kg⁻¹).

3.4. Análise multivariada aplicada aos teores de nutrientes presentes na serapilheira

Analisando a correlação entre os nutrientes contidos na serapilheira e a precipitação pluviométrica, verifica-se na Figura 12, que os dois primeiros componentes principais apresentam uma acumulação de 82,01% da variação total dos dados.

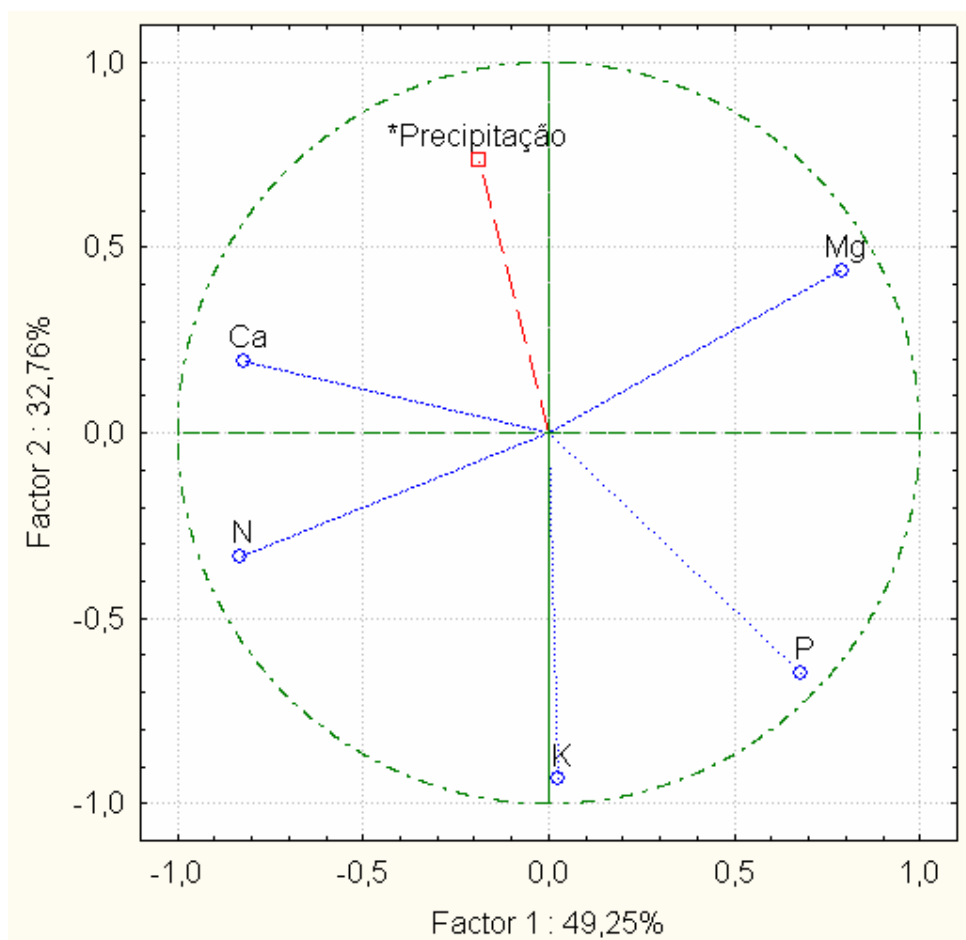
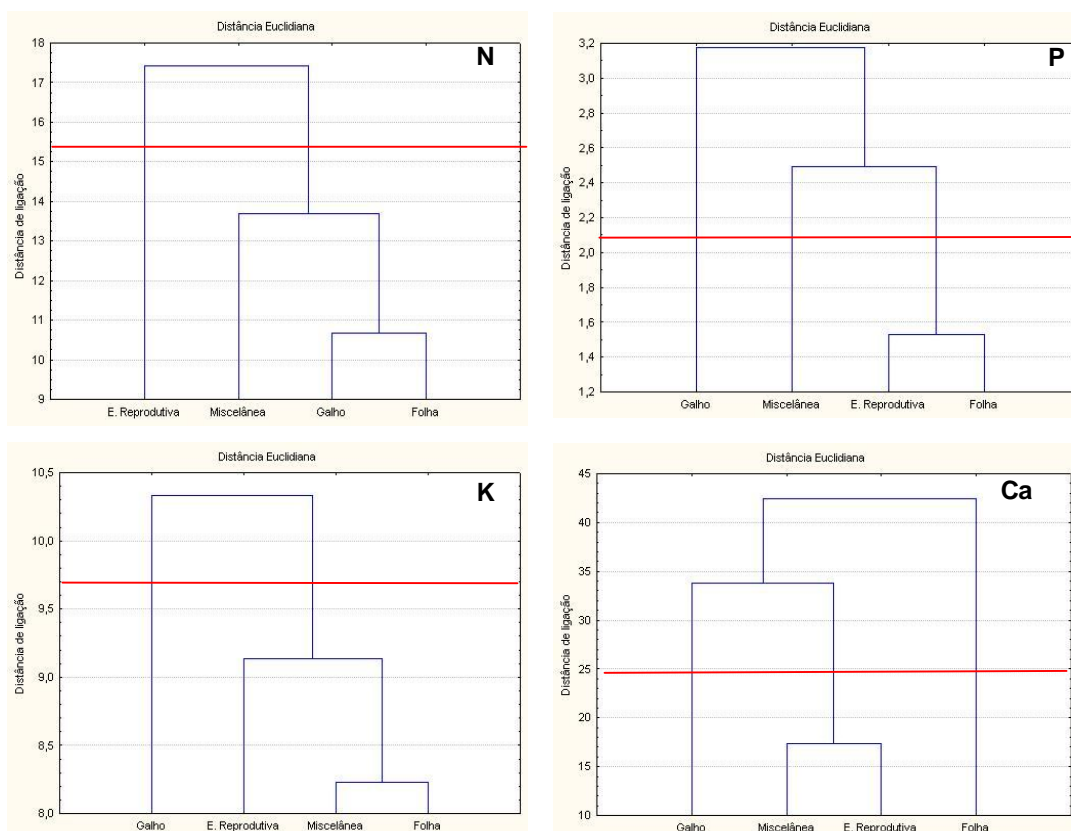


Figura 12. Análise de componentes principais para as concentrações de nutrientes na serapilheira com uma variável suplementar num plano de projeção fatorial 1 x 2.

Analisando as correlações da precipitação, em função das concentrações de nutrientes, verificou-se que as mesmas foram significativas para o P e K com -0,63 e -0,72 (correlações negativas) para os demais observou-se -0,06 para N, e 0,22 e 0,15 para Ca e Mg respectivamente, o nível de significância foi $p < 0,05$.

Uma das hipóteses que justificaria a significância e as correlações negativas observadas para os nutrientes P e K podem ser atribuídas às funções desses nutrientes, como também a sua dinâmica no sistema, em que o K é facilmente lixiviado, ou seja, o período que concentra a precipitação pluviométrica será o que verificará os menores teores desse elemento na serapilheira, e pelo fato do P ser um elemento papel chave em todos os metabólitos relacionados com a aquisição, estocagem e utilização de energia através dos açúcares, esse elemento antes de iniciar o período adverso (excassez de chuva) é retranslocado para outros compartimentos da planta (ex. caule), desta forma conferindo-lhe um baixo teor a serapilheira depositada em período de estiagem.

Verificando a distribuição dos nutrientes separadamente entre os diferentes componentes da serapilheira, percebe-se a formação de diferentes grupos. Dois grupos são formados entre os nutrientes P e K, e para os demais visualiza-se a formação de três grupos (Figura 13).



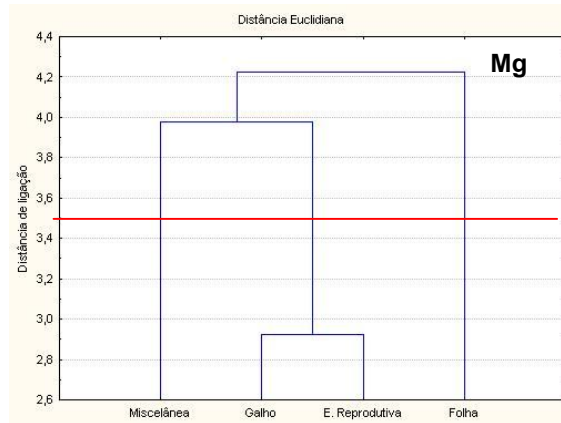


Figura 13. Dendrogramas pelo método de ligações simples, que representa a relação entre a distribuição dos teores dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em função do tempo em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Conforme observado, as variáveis miscelânea, galhos e folhas encontram-se com maiores semelhanças quanto a concentração de N. Para o nutriente P observou-se uma maior similaridade entre estrutura reprodutiva e folha. Nos teores de K percebe-se maior similaridade para as estruturas miscelânea e folha. Nas concentrações do Ca, a semelhança é maior para miscelânea e estrutura reprodutiva, e por fim para Mg, os galhos e estrutura reprodutivas apresentaram maior similaridade.

Ao ter observado na Figura 13 a formação de diferentes grupos para os nutrientes, verifica-se que os mesmos apresentam dinâmicas diferentes em seus teores para os diferentes componentes, em que, verificou-se para o elemento N um maior teor observado nas estruturas reprodutivas, e pelo fato das espécies inventariadas no remanescente apresentarem fenofase distintas, parte do elemento que estaria presente nas folhas foram retranslocado para as estruturas reprodutivas. O P por ser um elemento utilizado para a produção de energia, foi observado com menor teor no galho, em que o mesmo encontra-se com alta dissimilaridade quando comparada às demais frações, e isso pode ser atribuído à função do mesmo, que além do suporte e órgão de reserva, serve para condução do elemento do sistema radicular para as folhas, o que não é muito diferente para o K que também foi observado com menor teor nos galhos, onde o mesmo tem a função de ser um ativador de enzimas. Para o Ca, verificou-se a dissimilaridade entre os componentes, estando os maiores teores nas folhas e galhos e isso relaciona-se a sua função como elemento estruturante. O Mg encontra-se também com maiores

teores nas folhas por ser um constituinte da clorofila que dá suporte para o processo de fotossíntese, e por isso os teores são inferiores para os demais componentes.

Ao analisar a divisão dos meses entre teores dos nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) das quatro frações, pode-se verificar que os mesmos encontram-se distintos, com a formação de dois grupos (Figura 14). O primeiro grupo refere-se aos meses de abril, junho, maio, julho e agosto de 2010, o que corresponde aos meses iniciais de instalação, e apresentou um regime pluviométrico acumulado de 451,6 mm, e um segundo grupo formado pelos demais meses com um regime de chuva acumulado em 617,6 mm.

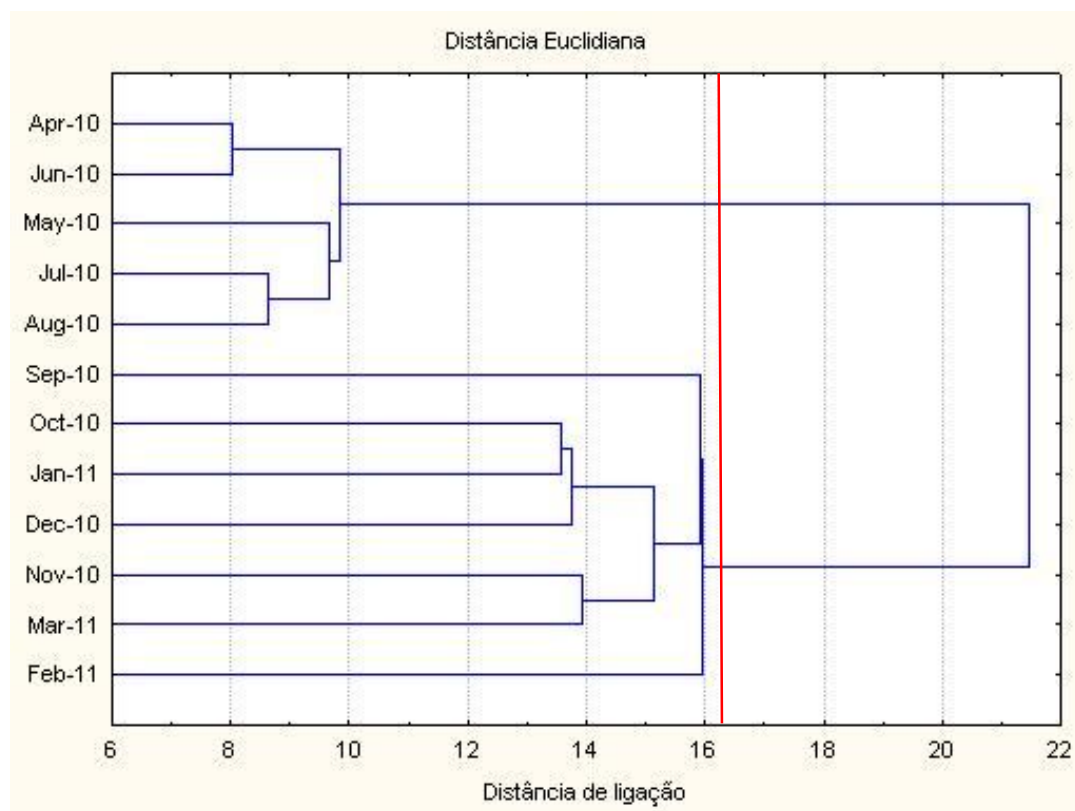


Figura 14. Dendrograma pelo método de ligações simples, que representa a relação entre a distribuição dos meses em função das concentrações dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg em área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB.

Avaliando o dendrograma, percebe-se que os teores e distribuições dos nutrientes ao longo dos meses têm relações com algum fator abiótico que influenciou nos processos bioquímicos e fisiológicos das plantas. Isso pode estar relacionado com o baixo conteúdo de água no solo, pois quando compara-se as chuvas acumuladas para os dois grupos, verificou-se que no primeiro grupo, o regime pluviométrico foi menor que o segundo, o que a princípio influenciou na

absorção em quantidades inferiores dos nutrientes, desta forma, os mesmos acumularam-se em menores proporções nas estruturas.

É válido ressaltar que a estrutura da vegetação, temperatura e luz também são outros fatores que tem influencia na mobilidade dos nutrientes, o que pode ocasionar a distribuição irregular dos elementos, conferindo médias de teores menores nos meses de abril a agosto de 2010.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deposição da serapilheira no Sítio Riachão pode ser considerada baixa quando comparada a outros ecossistemas florestais e plantios homogêneos, e teve comportamento sazonal, estando as maiores médias de deposição registradas em períodos de escassez de chuva;

O componente folha foi o maior contribuinte na produção total da serapilheira, e sua deposição em maiores proporções está diretamente relacionado ao ajustamento das plantas em evitar a perda de água por transpiração em períodos adversos;

Os teores de nutrientes nas frações variam em função do tempo, e isso está relacionado a princípio a fatores advesos (excasses de chuva em alguns meses), como também aos diferentes processos fisiológicos ocorrentes entre as espécies (senescência, deciduidade, floração, frutificação, dentre outros).

Os meses onde se verificou baixos índices pluviométricos coincidem com o período que se registraram baixos teores de nutrientes na serapilheira, levando-se a crer, que houve retranslocação de alguns nutrientes para outros compartimentos da planta, e uma baixa absorção de nutrientes presentes no solo em função da pouca disponibilidade de água armazenada no solo.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência executiva de gestão das águas do estado da Paraíba. Monitoramento de chuvas acumuladas. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarChuvasAnuaisAtual>>. Acesso em 04 de abril de 2011.

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

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

CORRÊA NETO, T.A.; PEREIRA, M.G.; CORREA, M.E.F.; ANJOS, L.H.C. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, v.8,n.1, p.70 - 75, 2001.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da Serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-225.

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, C. M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.259-265, 2010.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Pombal, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 23p.

CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A.; BRESSAN, D.A. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, v.3, n.1, p. 35-64, 1993.

CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* w. Hill ex Maiden no Norte Fluminense. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.353-363, 2005.

DIAS, H.C.T.; FIGUEIRA, M.D.; SIVEIRA, V.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R.S. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG. **Revista Cerne**, v.8, n.2, p.1-16, 2002.

DICKOW, K.M.C. **Ciclagem de fitomassa e nutrientes em sucessão secundária na Floresta Atlântica, Antonina, PR**. 2010. 215 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Paraná, Curitiba.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. 370 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileira de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa solo. 2006. 306 p.

ESPIG, S.A.; FREIRE, F.J.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, M.B.G.S.; ESPIG, D.B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v.33, n.5, p.949-956, 2009.

FERNANDES, F. C. S.; SCARAMUZZA, W. L. M. P. Produção e decomposição da liteira em fragmento florestal em campo verde (MT). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 47, p. 173-186, 2007.

FERREIRA, R.L.C.; LIRA JUNIOR, M.A.; ROCHA, M.S.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; BARRETO, L.P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.7-12, 2007.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G.F.; SCHAAF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência florestal**, v.13, n.1, p.11-18, 2003.

FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba – SP). **Revista Biociência**, v.6, n.2, p.31-37, 2000.

GOMES, J.M.; PEREIRA, M.G.; PINA-RODRIGUES, F.C.M.; PEREIRA, G.H.A.; GONDIM, F.R.; SILVA, E.M.R. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.383-391, 2010.

KÖNIG, F.G.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; SELING, I. 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.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agroambiente**, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009.

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

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potassa e do Fosfato. 1989. 201 p.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM JUNIOR, N.J. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de Táxi Branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.52, p.3-20, 2006.

MOREIRA, P.R.; SILVA, O.A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.1, p.49-59, 2004.

MORENCO, R.A.; LOPES, N.F. Nutrição Mineral. In **Fisiologia vegetal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. p.248-326

PEREIRA, M.G.; MENEZES, T.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na Floresta Atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ciência Florestal**, v.18, n.4, p.443-454, 2008.

PAULA, R.R.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, L.F.T. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na ilha da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, v.19, n.2, p.139-148, 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1970, 478 p.

PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F.; DIAS, H.C.T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.545-556, 2008.

PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F.; DIAS, H.C.T. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.653-663, 2009.

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

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; Dinâmica sazonal da produção e decomposição de Serapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.183-189, 2009.

SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia**, v.29, n.2, p.87-94, 2011.

SHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M.; SANTOS, E.M. 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.

SHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANES, J.I.; KONIG, F.G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37, 2004.

SHUMACHER, M.V.; VIEIRA, M.; WITSCHORECK, R. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em área de segunda rotação com floresta de *Pinus taeda*

I. no município de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, v.18, n.4, p.471-480, 2008.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 161 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A. Características químicas da serapilheira depositada em área de Caatinga. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.264-272, 2009.

SOUZA, B.V. **Avaliação da sazonalidade da deposição da serapilheira em RPPN no semiárido da Paraíba, PB**. 2009. 29p. (Monografia em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

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

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M.V. Deposição de serapilheira e de macronutrientes em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.20, n.2, p.225-233, 2010.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

Capítulo III

DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NA PARAÍBA

DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR EM UM REMANESCENTE DE CAATINGA NA PARAÍBA

Resumo: A serapilheira é uma das principais fontes de transferência de nutrientes para o solo, assumindo preponderância no processo de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, e como se tem dado pouca atenção a esse estudo em área de Caatinga, é que o trabalho tem por objetivo analisar a decomposição de uma mistura foliar de dez espécies da Caatinga em paralelo com a respiração edáfica. O estudo foi conduzido no Sítio Riachão localizado no município de Pombal, PB. A taxa de decomposição foi determinada por medidas de perda de massa, com o auxílio de sacolas de nylon (288) que continham 10,0 g de folhas das espécies. A respiração edáfica foi mensurada através da liberação de CO₂ com o auxílio de baldes plásticos durante turnos de 24 horas. As coletas foram realizadas a intervalos de 45 dias. Ao longo de um ano de avaliação foi decomposto 67% do material foliar. A respiração edáfica foi mais intensa no período noturno e em períodos onde houve maiores precipitações pluviométricas. A relação C/N foi relativamente baixa, indicativo de maior taxa de mineralização. A precipitação pluviométrica e outras variáveis ambientais, são importantes fenômenos que influenciam a atividade dos microorganismos no solo fazendo que se torne mais intenso a decomposição da serapilheira.

Palavras-chave: Litterbags, respiração edáfica, carbono, nitrogênio.

LITTER DECOMPOSITION LEAF IN A REMNANT OF THE CAATINGA PARAÍBA

Abstract: The Litterfall is a major source of transfer of nutrients to the soil, taking precedence in the process of nutrient cycling in forest ecosystems, and how little attention has been given to this area of study in Caatinga, is that the study aims to analyze decomposing of mixture of ten species of Caatinga in parallel with the soil respiration. The study was conducted at farm Riachão located in the municipality of Pombal, PB. The rate of decomposition was determined by measurements of weight loss, with the aid of nylon bags (288) containing 10.0 g of leaves of the species. The soil respiration was measured through the release of CO₂ with the help of plastic buckets for 24-hour shifts. Samples were collected every 45 days. Over a year of the study was decomposed 67% of leaf material. The soil respiration was more intense at night and during periods where there was more rainfall. The C/N rate is relatively low, indicating a higher rate of mineralization. The rainfall and other environmental variables, are important phenomena that influence the activity of microorganisms in the soil causing it to become more decomposition intense of litterfall.

Keywords: Litterbags, soil respiration, carbon, nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é uma das regiões semiárida mais habitada do mundo (DRUMOND et al., 2008) e a principal formação vegetal presente nessa região é a Caatinga, considerada o único tipo de vegetação com os limites inteiramente restritos ao território nacional. Nela vivem cerca de $\frac{1}{4}$ da população brasileira (IBGE, 2004).

Segundo dados do MMA (2002), não há dúvida de que a Caatinga é um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas. É nessa região que estão localizadas as maiores áreas que passam por processo de desertificação. As causas das modificações são múltiplas e complexas, e variam desde a exploração de madeira para combustível até a substituição da vegetação nativa por culturas agrícolas.

Para Lopes et al. (2009) e segundo Santana (2005), 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 conhecimento sobre a produção e decomposição da serapilheira e a forma de liberação de nutrientes é importante para se compreender o processo de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais e essas informações em áreas de Caatinga são bastante escassas ou não são publicadas (SOUTO, 2006).

O compartimento formado pela serapilheira e pelo solo é o sítio de todas as etapas da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes, entretanto, não significa que os diversos fenômenos envolvidos nesse processo ocorram exclusivamente nessa estreita porção do ambiente, pois, assim que o tecido vegetal é formado, começa a ocorrer sua decomposição (CORREIA; ANDRADE, 1999).

Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção de serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004). Além de ser fonte de nutrientes para os vegetais e

microorganismos, a serapilheira permite uma maior retenção de umidade, evita erosão, melhora os atributos físicos do solo, dentre outros.

Segundo Regina (2001), a qualidade da matéria orgânica é muito importante para a maioria dos processos funcionais que ocorrem no solo, e a liberação de nutrientes da decomposição, é uma importante via interna para o fluxo de nutrientes em ecossistemas florestais.

A permanência da serapilheira na floresta fará com que essa seja reaproveitada no ciclo de nutrientes do ecossistema, através de sua decomposição e da liberação dos elementos constituintes para uma posterior reabsorção pelas raízes das plantas (SCHUMACHER et al., 2003).

Segundo Soares et al. (2008), a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao solo pela queda dos componentes senescentes da parte aérea e sua posterior decomposição.

A produção e a decomposição de serapilheira são processos fundamentais à manutenção da ciclagem de nutrientes, sendo este o aspecto mais estudado e geralmente associado com a quantificação dos nutrientes que retornam ao solo pela decomposição (CIANCIARUSO et al., 2006).

Para Scheer (2008), a decomposição da serapilheira resulta do acúmulo da matéria orgânica do solo, na liberação de seus nutrientes para a biota e na dissipação de parte do carbono, como dióxido de carbono, sendo um processo que mantém a fertilidade e a produtividade do sítio. É devido à eficiência do processo de ciclagem que ocorre nas camadas e horizontes mais superficiais do solo que a maior parte das florestas tropicais e subtropicais, mantém sua alta produtividade, mesmo em solos com baixa disponibilidade de nutrientes.

A decomposição da serapilheira corresponde a uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes em um bioma. O seu acúmulo na superfície do solo é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e sua taxa de decomposição (ALVES et al., 2006).

Paula et al. (2009) descreveram que a regulação das taxas de decomposição da matéria orgânica depende fundamentalmente das condições físicas e químicas do ambiente e da qualidade orgânica e nutricional do material que é aportado.

Os três principais índices que têm sido usados para estimar a decomposição da serapilheira, segundo Correia; Andrade (1999), são: o valor K, que é a relação entre a quantidade de material que cai e a que está depositada sobre o solo, a

respiração do solo, e avaliações diretas mediante medidas de perda de massa (*litter bags*).

A vegetação nos estágios iniciais e intermediários de sucessão secundária tem estreita dependência com a decomposição da serapilheira depositada pelas espécies pioneiras, as quais contribuem para a restituição da matéria orgânica dos horizontes superficiais do solo e para a disponibilização de nutrientes. Nesse processo, são criadas condições para a colonização por espécies vegetais mais exigentes, aumentando a produção primária e promovendo o avanço do processo sucessional (SCHEER, 2008).

Diante do exposto, verificou-se que a decomposição dos resíduos vegetais é uma das etapas de grande importância no processo de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, pois parte do suprimento dos elementos que mantém a estabilidade e a funcionalidade do sistema provém desse material.

Como a serapilheira é uma das principais fontes biológicas de nutrientes para vegetais e microorganismos presentes no solo, e sua decomposição é uma etapa fundamental no ciclo biogeoquímico, é que o presente trabalho teve por objetivo analisar a decomposição do material foliar das dez espécies de maior valor de importância (VI) em consonância com a respiração edáfica em uma área de Caatinga localizada no interior da Paraíba.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área

O local onde foi conduzido o estudo encontra-se no município de Pombal, PB que está distante 370 km da capital do estado, João Pessoa. O local é denominado Sítio Riachão, e a área onde foi desenvolvida a pesquisa é de 26,4 ha que está inserida entre as coordenadas geográficas 6°52'31" latitude sul e 37°49'43" longitude oeste (Figura 1).

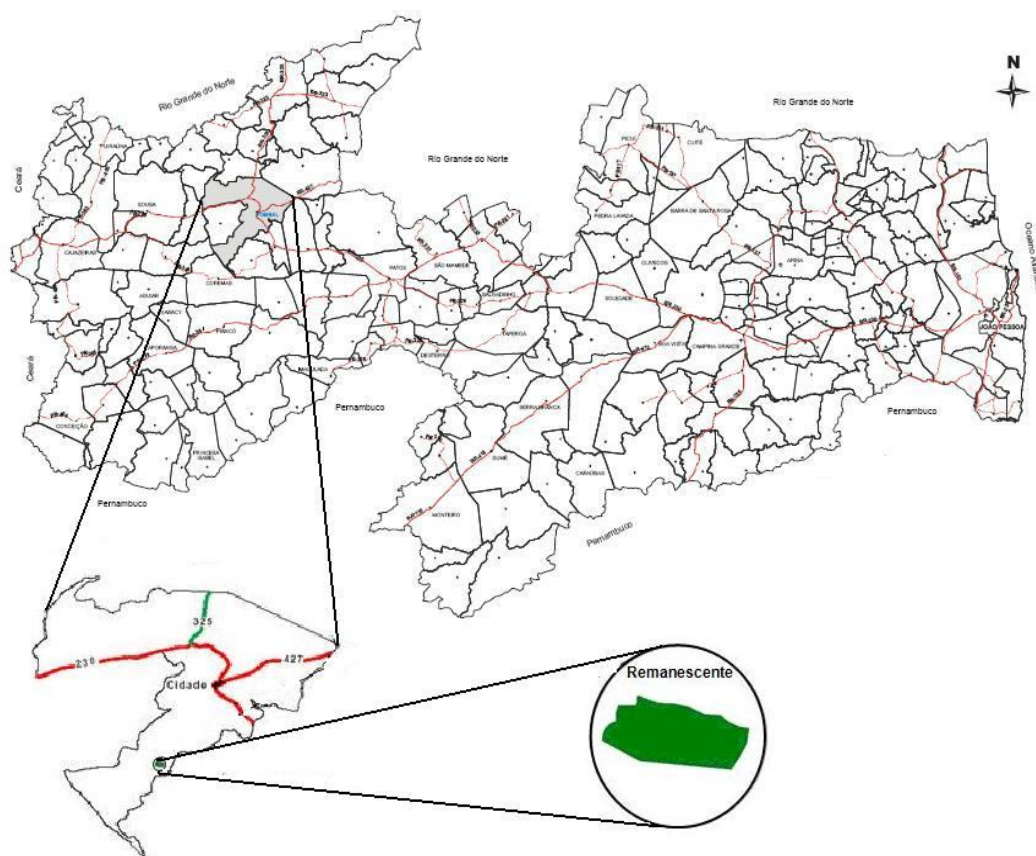


Figura 1. Remanescente de Caatinga localizado no Sítio Riachão no município de Pombal, PB. (Holanda, 2012).

O clima da região segundo a classificação de Köppen é caracterizado como BSh (clima semiárido quente), com precipitação pluviométrica média anual mensurada nos últimos 10 anos de 963,07 mm (AESAs, 2011) e temperatura média de 28 °C. A área tem topografia ondulada, com altitudes entre 200 e 230 m. Os solos são classificados como Luvisolos em associação com Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2006).

Segundo a classificação de Veloso et al. (1991), o fragmento é uma área de savana estépica florestada, com a presença de micro e/ou nanofanerófitos com média de até 5,0 m, ultrapassando excepcionalmente os 7,0 m de altura, mais ou menos densos, com grossos troncos e engalhamento bastante ramificado, em geral provido de espinhos e/ou acúleos, com total deciduidade na época desfavorável.

2.2. Coleta dos dados das medidas de perda de massa

Para avaliar a taxa de decomposição das folhas e a liberação de nutrientes, foi utilizado o método de perda de massa em sacos de telas de nylon (*litter bags*). As folhas foram provenientes das dez espécies de maior valor importância (VI) amostradas na área (*Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Anadenanthera colubrina*, *Poincianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Mimosa tenuiflora*, *Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Amburana cearensis* e *Myracrodruon urundeuva*). As bolsas de decomposição foram confeccionadas com telas de nylon com malha de 1 mm², com dimensões 20 x 20 cm. Em cada bolsa foram colocadas 10 g das folhas das plantas, sendo coletadas da copa, secas a 65 °C, misturadas em proporções iguais e colocadas em sacolas de nylon (Figura 2 A).

De quarenta unidades amostrais instaladas na área, sortearam-se doze, onde foram distribuídas 24 bolsas em cada, de forma a ficarem próxima às caixas coletoras (Figura 2 B), totalizando 288 bolsas. Foram realizadas oito coletas em intervalos de quarenta e cinco dias, e em cada unidade amostral eram retiradas 3 *litter bags*/parcela.



Figura 2. Sacos de nylon preenchidos com folhas das dez espécies de maior valor de importância do fragmento de Caatinga (A) e distribuídos próximos às caixas coletoras (B) de serapilheira, no Sítio Riachão no município de Pombal, PB.

Após cada coleta, o material foi encaminhado ao Laboratório de Fisiologia Vegetal do CCTA/UFCG, seco a 65 °C, pesado e moído em moinho do tipo “Wiley” equipado com peneira de malha de 20 mesh, para a realização das análises químicas posteriores.

Todo o material referente à decomposição foliar que compõe a serapilheira foi encaminhado ao laboratório de solos e nutrição de plantas da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, onde foram realizadas as análises do N e C total. O N foi determinado pelo método de Kjeldahl, após digestão sulfúrica a determinação do C total foi baseada na oxidação da matéria orgânica em presença de ácido sulfúrico e dicromato de potássio (BEZERRA NETO; BARRETO, 2004).

2.3. Coleta dos dados da respiração edáfica

Para mensurar a respiração edáfica, foram utilizadas as mesmas parcelas e os mesmos períodos de avaliações das medidas de perdas de massa.

A metodologia adotada foi descrita por Grisi (1978), em que o CO₂ desprendido do solo é absorvido por uma solução de KOH e posteriormente titulada com HCl.

Primeiramente as áreas de amostragem utilizadas em cada medição do CO₂ foram previamente limpas dos detritos orgânicos e da vegetação rasteira para colocação dos recipientes com a solução (10 ml de solução 0,5 mol L⁻¹ de KOH) sobre o solo. Esses recipientes (baldes), depois de destampados, foram cobertos imediatamente com baldes de PVC com 27,5 cm de diâmetro, cobrindo uma área do solo de 588 cm², de forma que este permanecesse em contacto apenas com o ar proveniente do solo (Figura 3 B). O CO₂ liberado no sistema foi captado por uma solução alcalina de hidróxido de potássio 0,5 mol L⁻¹, de modo a estabelecer um sistema de equilíbrio ácido-base, no qual predominam os íons OH⁻ e CO₃²⁻.

Foi utilizado em cada coleta 36 recipientes de vidro, cada um contendo 10 ml de solução. Próximo as caixas coletoras foram deixados três recipientes com a solução (Figura 3 A), desta forma totalizando 18 recipientes no período diurno (6:00 h às 18:00 h) e 18 recipientes no período noturno (18:00 h às 6:00 h), totalizando 24 h de amostragem.

Após 12 h, correspondentes ao período diurno ou noturno, os recipientes foram recolhidos e imediatamente fechados, de modo a evitar as trocas gasosas com o meio, e levados ao Laboratório de Fisiologia Vegetal do CCTA/UFCG.

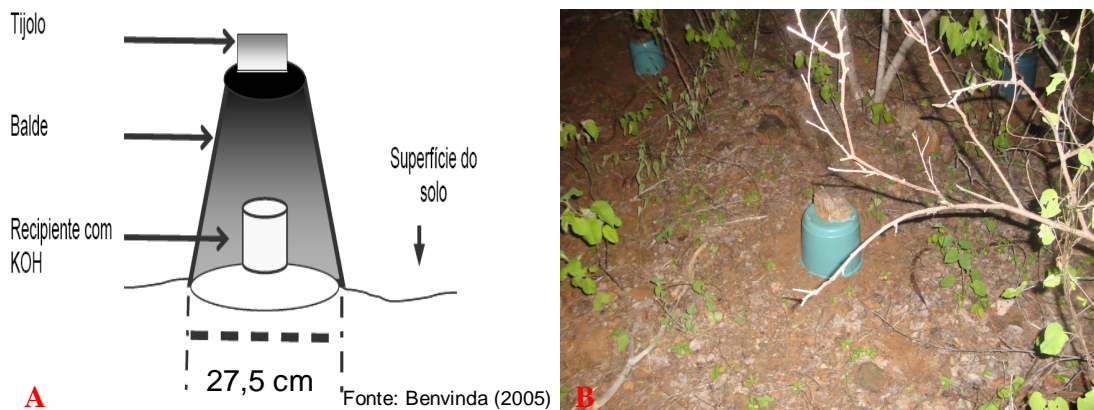


Figura 3. Ilustração de como foram instalados os recipientes com a solução de KOH (A) e sua distribuição (B) no fragmento de Caatinga no Sítio Riachão no município de Pombal, PB.

A quantificação do CO_2 na solução de KOH foi feita com titulação com solução padrão ácida ($\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$), após a precipitação do íon carbonato presente nas amostras, inclusive nas amostras controle (solução hermeticamente fechado, que permanece no laboratório). Na titulação das amostras foram utilizadas duas gotas de fenolftaleína (1ª viragem) e no ponto de viragem foram adicionadas duas gotas de alaranjado de metila (2ª viragem), até a solução titulada apresentar a cor alaranjada. A massa de CO_2 desprendida por unidade de área e tempo foi obtida considerando a massa total desprendida no período de permanência na área e a área do balde, utilizando-se a seguinte equação (GRISI, 1978):

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{352.(\Delta VA - \Delta VC).N_B.N_A}{3.P.A_B} .10^4$$

Em que:

m_{CO_2} = massa de CO_2 em $\text{mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$; ΔVA = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação da amostra (mL); ΔVC = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação do controle (mL); N_A = concentração de HCl, em mol L^{-1} ; N_B = concentração de KOH, em mol L^{-1} ; P = período de permanência da amostra no solo (h); A_B = área de abrangência do balde (cm^2).

2.4. Análise da decomposição do material foliar e respiração edáfica

A massa residual foi determinada em balança analítica com precisão de 0,01 g, estimando-se, a velocidade de decomposição (g/45 dias) desse material em relação ao peso inicial (10,0 g). O percentual de material remanescente foi calculado com a seguinte equação:

$$\% \text{ Remanescente} = \frac{\text{MassaFinal}}{\text{MassaInicial}} \times 100$$

Com as informações do material foliar remanescente e os teores de C, N e C/N, estimaram-se a taxa de decomposição através de modelos de regressão que melhor se ajustassem aos dados.

Todas as médias tomadas nos intervalos de 45 dias da respiração edáfica, para os turnos (diurno e noturno), geral (entre o período) e a cada intervalo de dias foram comparadas pelo teste F.

As estimativas das análises de decomposição da massa seca foliar, teores de C, N, C/N e respiração edáfica foram feitas com o auxílio do software Saeg.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1. Decomposição do material foliar

A decomposição da serapilheira foi contínua e regular durante o período avaliado, onde o fator tempo associado aos fatores microclimáticos e as ações dos microorganismos, teve influência no processo de decomposição, e a maior porcentagem das perdas de massa da fração foliar foi registrada nos primeiros 45 dias, em que se verificou uma redução de 26,3% (7,37 g) quando comparado ao conteúdo inicial (Figura 4).

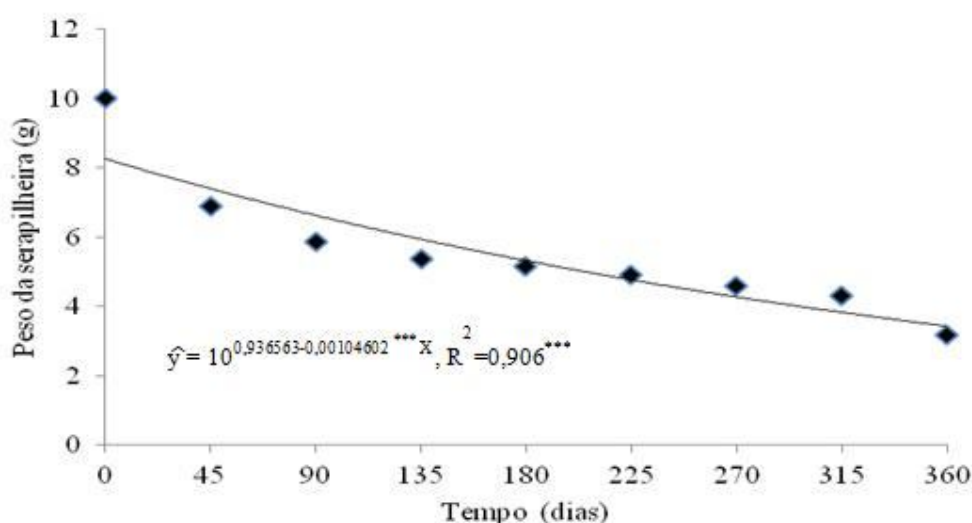


Figura 4. Resíduos foliares remanescentes em função do tempo em área de Caatinga no semiárido Paraibano.

Constataram-se diferenças nas perdas de massa durante o período de avaliação, sendo a menor média registrada aos 360 dias, com uma massa remanescente de 32,9% (3,29 g), ou seja, nesse intervalo de tempo, 67,1% dos resíduos foliares a princípio foram decompostos pela ação dos microorganismos.

Estudando a decomposição de resíduos vegetais em área de Caatinga, Alves et al. (2006), observaram que após 90 dias de instalado o experimento, a decomposição aumentou significativamente, e os pesquisadores atribuem isso, a princípio, ao aumento da umidade do solo. No final do trabalho, constataram que restavam 43,6% dos resíduos utilizados.

Verificando a decomposição foliar de quatro espécies da Caatinga, Pegado et al. (2009), observaram que, quando comparados os diferentes locais que foram

submetidas (Caatinga bem conservada - I e Caatinga em estado regular de conservação - II), no ambiente I, as espécies *Croton blanchetinaus* e *Poincianella pyramidalis*, apresentaram maior taxa de decomposição, onde a pluviosidade teve influência marcante na taxa de decomposição inicial e a massa foliar das espécies com relação C/N inferior a 30 apresentou maior taxa de decomposição.

Em outro tipo de vegetação, diferentemente da Caatinga, Cianciaruso et al. (2006), em um cerradão no município de Luiz Antonio, SP, verificaram que o processo de decomposição do material foliar ocorreu com maior intensidade nos primeiros meses, com perda de 33,6% da massa inicial e nos meses subseqüentes, houve decomposição mais lenta e mais ou menos constante, sendo que, ao final de um ano, 43% da massa original foi decomposta. Terror et al. (2011) em uma floresta paludosa de altitude, constatou, ao final de 170 dias, uma perda de massa de 36%, indicando uma decomposição relativamente lenta, sendo atribuída às baixas temperaturas registradas na região, podendo ocorrer, durante o inverno, temperaturas próximas a 0°C. Em área de floresta com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral-RJ, Menezes et al. (2010) relatam que, na área de floresta secundária em estágio avançado, ocorreram as mais altas taxas de decomposição da serapilheira, quando comparadas às duas outras áreas sob estádios mais jovens de sucessão (floresta secundária em estágio inicial e estágio médio), e atribuíram isso à maior diversidade de espécies florestais, o que, possivelmente, influenciou positivamente na atividade da comunidade decompositora. Fernandes et al. (2006), em área de floresta secundária, plantio de Sabiá e Andiroda, no RJ, observaram que 30 dias decorridos após a instalação do experimento, os menores valores de perdas de massa foram registradas para os plantios homogêneos, entretanto, a partir de 30 dias, esse comportamento se inverte e as menores perdas de massa passam a ser verificadas na área de floresta de sucessão secundária espontânea.

Analisando a sazonalidade na decomposição da serapilheira foliar em floresta ombrófila densa, Scheer (2008) observou diferenças estatisticamente significativas entre os períodos (outono e primavera), após 15 dias de decomposição, indicando a maior decomposição inicial no período mais quente e úmido (primavera).

Torna-se válido ressaltar, que o processo de decomposição dos resíduos foliares tem comportamentos diferentes entre os ecossistemas, pois o material de origem em associação com os organismos decompositores e fatores ambientais é

quem vão determinar as taxas de perdas de massa. Para Scheer (2008), nas fases iniciais da decomposição, ocorre a fragmentação de partículas por agentes físicos e pela biota e a liberação de compostos mais solúveis, como açúcares, amido e proteínas, os quais são rapidamente utilizados pelos decompositores.

Apesar da decomposição da serapilheira ser favorecida pelo aumento da umidade do solo na maioria dos ecossistemas sazonais da região tropical, aparentemente, existe um limite de saturação do solo a partir do qual o aumento na umidade passa a exercer um efeito semelhante ao ocasionado pelo déficit hídrico, reduzindo a velocidade com que a matéria orgânica depositada sobre o solo é decomposta (TERROR et al., 2011). Para Aduan et al. (2003), a velocidade da decomposição da serapilheira é influenciada, principalmente, pelos efeitos das condições de temperatura e umidade da camada superior do solo sobre a fauna edáfica. No entanto, a quantidade e a qualidade da serapilheira, associada às particularidades físicoquímicas do solo, podem tornar muito mais complexa a expressão do clima nas taxas de decomposição.

Os principais responsáveis por processos de decomposição são os microrganismos do solo (fungos e bactérias), algas e microfauna, cuja massa ou biomassa microbiana está permanentemente em renovação, porque utilizam a energia da MO, atuando assim como fonte e dreno (mineralização/imobilização temporária) dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (FERREIRA et al., 2007).

Em relação às concentrações de C total presentes na serapilheira foliar, verifica-se que sua concentração diminuiu gradativamente ao longo do período, variando entre 288 a 180,8 g kg⁻¹, ou seja, durante a decomposição foliar cerca de 37,2% do C presente no material foi dissipado para a atmosfera, ou utilizado pelo os microorganismos durante o processo de respiração (Figura 5).

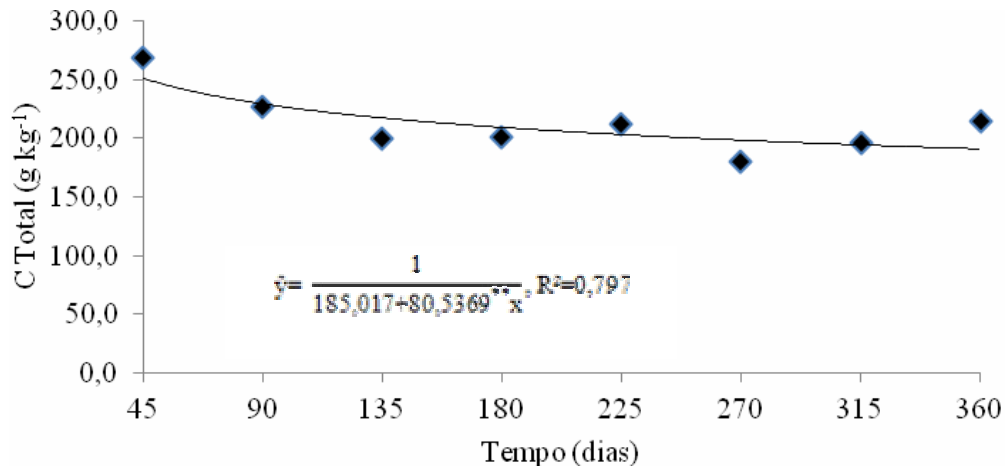


Figura 5. Concentrações de carbono total na serapilheira foliar ao longo do tempo em remanescente de Caatinga no município de Pombal, PB.

Conforme observado no capítulo 2, verificou-se que a contribuição da fração folha na serapilheira total, foi de 2.658,33 kg ha⁻¹. Levando-se em consideração esse valor e a concentração inicial de C na fração folha, pode-se estimar uma produção anual de C de 765,59 kg ha⁻¹ ano⁻¹, e deste montante, considerando um perda de 37% ao longo de um ano, retornam para atmosfera cerca de 283,26 kg de C. Resultado bastante superior foi observado por Scheer (2008) em área de floresta ombrófila densa, considerando a concentração de C na serapilheira total, em que, estimou um retorno de 2,8 t ha⁻¹ de C para o piso florestal, podendo 61% (1,7 t) serem liberados em 1 ano para outros compartimentos do ecossistema.

Em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte Fluminense, Costa et al. (2005) verificaram concentrações bem mais elevadas de C na fração foliar, quando comparadas ao presente estudo, com médias iniciais e finais para os tratamentos plantio com 8 anos de idade, rebrota com 2 anos e rebrota com 5 anos, em 479 e 493; 473 e 378; 490 e 390 g kg⁻¹ respectivamente. Gama-Rodrigues (2003) em floresta nativa, plantio puro e misto no sudeste da Bahia, observou as seguintes concentrações no folheto 460 g kg⁻¹ (misto); 429 g kg⁻¹ (capoeira) e 457,5 g kg⁻¹ em área de floresta natural. Santana (2005) em área de Caatinga, verificou para o folheto de *Poincianella pyramidalis*, *Croton blanchetinaus* e *Aspidosperma pyrifolium* concentrações de 390,3; 403,3 e 386,1 g kg⁻¹, respectivamente.

Segundo Aduan et al. (2003), nas folhas está a principal via de entrada de C para o ecossistema, e o C proveniente da vegetação entra no solo pela queda do

folheto, do *turnover* das raízes e micorrizas e da exudação de C pelas raízes finas. Em condições de equilíbrio, o ganho de C é compensado pelas perdas sob a forma de respiração heterotrófica dos decompositores do folheto e da matéria orgânica do solo.

Em relação às concentrações do N na serapilheira foliar, percebe-se que há uma inconstância em suas concentrações ao longo do tempo, em que, no tempo 0 é registrada seu maior teor (22 g kg^{-1}). No intervalo entre 45 e 90 dias, percebe-se uma queda brusca nas concentrações na ordem de 34,7%, e a partir desse intervalo, constata-se que a concentração começa a aumentar, e haverá uma diminuição novamente entre os últimos dias de avaliação (Figura 6).

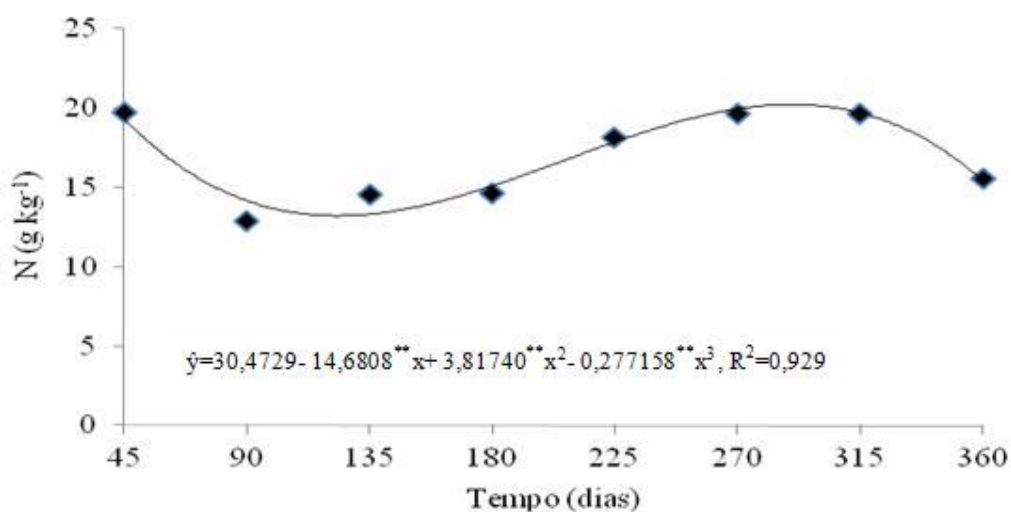


Figura 6. Concentrações de N na serapilheira foliar, sob a superfície de um solo em um fragmento de Caatinga no interior da Paraíba.

Comparando os dados observados no presente trabalho, com o de Aidar; Joly (2003), Costa et al. (2005), Santana (2005), Fernandes et al. (2006); Pereira et al. (2008), Scheer (2008), Pinto et al. (2009), Dickow (2010) e Terror et al. (2011), verifica-se uma semelhança, porém, sem que os teores de N ao longo do tempo se configurassem maior que o inicial, conforme foi observado por esses autores, em que observaram que ao passar dos dias os teores de N aumentaram em relação ao conteúdo inicial, e atribuíram esse aumento em sua maior parte a precipitação atmosférica, atividades de microrganismos que fixam N, e contaminação, em alguns outros casos citam a concentração de compostos orgânicos produzidos, liberados e/ou excretados pelos microorganismos decompositores.

Segundo Terror et al. (2001), o N e P orgânicos são os elementos mais importantes para o crescimento de microrganismos envolvidos no processo de decomposição da matéria orgânica.

O C da matéria orgânica provém do gás carbônico do ar, fixado pelas plantas clorofiladas através do processo de fotossíntese. O N provém de pequenas adições anuais de N inorgânico pela água da chuva e fixação do N atmosférico por microrganismos. Em um determinado ecossistema em equilíbrio, o teor de matéria orgânica do solo é relativamente constante, refletindo o equilíbrio entre a incorporação de novos restos orgânicos e a decomposição por ação dos organismos (RAIJ, 1991).

Para a relação C/N, verifica-se que seus valores variaram entre 18/1 (máximo) aos 90 dias e 10/1 (mínimo) aos 270 dias, ou seja, a diferença da maior concentração para a menor em um intervalo de 180 dias foi de 44% (Figura 7).

A relação C/N pode ser considerada como um dos grandes indicadores na taxa de decomposição da serapilheira, pois se sabe que, quanto maior for o valor, maior será o tempo para que os microrganismos presentes no solo levam para decompô-la. Estudos apontam que uma relação C/N entre 20 e 30, é considerada adequada para as atividades microbianas, cujos nutrientes são mineralizados ou imobilizados; no entanto, se essa relação for abaixo desse valor, os nutrientes ficarão mais rapidamente disponíveis para as plantas.

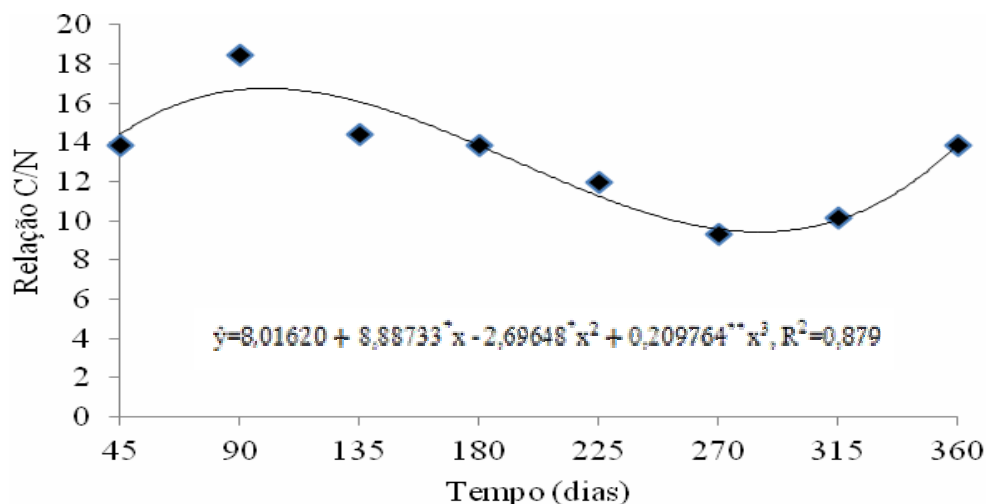


Figura 7. Relação C/N da serapilheira foliar em função do tempo, em área de Caatinga no município de Pombal, PB.

Conforme observado nas relações C/N do presente estudo, verificou-se que as mesmas encontram-se com valores baixos, implicando em dizer que, a princípio, existindo condições ambientais favoráveis, esse material será rapidamente mineralizado.

Por outro lado, Andrade et al. (2003) descreveram que sob mesmas condições pedoambientais, a velocidade de decomposição da serapilheira varia de acordo com a porcentagem de lignina, polifenóis, C, N, P, e S, entre outros componentes. Luz (2007) afirmou que a velocidade de decomposição dos materiais orgânicos é afetada pela composição bioquímica dos mesmos, porque os constituintes carbonados precisam ser atacados inicialmente por enzimas extracelulares da microflora. Algumas destas enzimas são produzidas por um grande número de microrganismos, enquanto outras são produzidas por um número restrito de espécies microbianas.

Durante a decomposição de materiais orgânicos, os ciclos do C e do N no solo ocorrem com estreita relação, uma vez que a assimilação de C pelos microrganismos deverá ser acompanhada pela assimilação simultânea de N (LUZ, 2007).

Valores superiores ao constatado no presente trabalho para a relação C/N foram verificados em área de Caatinga por Santana (2005) e Souto (2006), que encontraram 21,6 (mistura de folhas) e 32,9 (serapilheira total), respectivamente, em área de Floresta Atlântica Borena; Ramos (2002) verificaram uma relação de 22/1, Scheer (2008) calculou uma relação 25,8, Terror (2011), em floresta paludosa, calculou 44/1, e Dickow (2010), em área em sucessão secundária em Floresta Atlântica, verificou que a relação C/N variou entre 20 e 60.

3.2. Respiração edáfica

As médias da respiração edáfica nos turnos diurnos e noturnos apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 1), sendo o período noturno o que se encontra com os maiores valores de CO₂ liberado, com 169,36 mg m⁻² h⁻¹. Uma das justificativas para a alta liberação de CO₂ em período noturno, está relacionada a princípio com a diminuição da temperatura nesse horário o que pode levar a um aumento da umidade relativa e, conseqüentemente propicia uma maior intensidade da atividade microbiana. Para Poggiani et al. (1977) a respiração edáfica está intimamente

relacionada com as variações climáticas, principalmente com a temperatura e a pluviosidade.

Tabela 1. Liberação de CO₂ nos turnos diurnos e noturnos em área de Caatinga no município de Pombal, PB.

Fator	Período	
	Diurno (coleta às 6 hs)	Noturno (coleta às 18 hs)
	mg m ⁻² h ⁻¹	
Tempo (dias)		
45	109,59 Ba	142,15 Db
90	106,79 Ba	137,77 Db
135	90,85 Ba	134,78 Db
180	134,61 Aa	197,57 Bb
225	143,85 Aa	209,55 Ab
270	118,10 Aa	166,59 Cb
315	123,47 Aa	171,88 Cb
360	130,50 Aa	194,64 Bb
		F
Tempo		15,3***
Período		181,62***
Tempo x Período		5,85***
C.V. (%)		17,66

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de F a 5%.

Resultados semelhantes foram observados por Alves et al. (2006), em área de Caatinga, em que os autores constataram que houve diferença na produção de CO₂ entre os turnos diurno e noturno, sendo maior no período noturno com 239,56 mg m⁻² h⁻¹. Silva et al. (2006), analisando a atividade microbiana em Luvisolo no semiárido, após incorporação de resíduos vegetais, também observaram que o período noturno teve a maior média de liberação de CO₂ com 385,78 mg m⁻² h⁻¹. Araújo et al. (2009) também em área de Caatinga, avaliando a produção de CO₂ nos turnos diurno e noturno em dois períodos (Agosto/2007 e Março/2008), observaram um maior desprendimento de CO₂ no turno noturno para ambos os períodos, com 132,83 e 130,85 mg m⁻² h⁻¹, respectivamente. Em região semiárida, Benvinda (2005), verificou que a respiração noturna foi significativamente maior que a diurna, com 210 mg m⁻² h⁻¹. Correia et al. (2009) em área de Caatinga com diferentes estágios sucessionais, observaram que a produção de CO₂ durante o período noturno foi maior, apresentando valores superiores aos do período diurno nos quatro estágios sucessionais. Segundo os autores, o desprendimento no turno noturno,

justifica-se em virtude de uma menor temperatura no período noturno, favorecendo assim maior atividade microbiana, e conseqüentemente, maior produção de CO₂ para a atmosfera.

Araújo et al. (2007) no semiárido paraibano, verificaram que em cada ponto de uma toposequência onde foi conduzido o trabalho houve grande flutuação na liberação de CO₂, variando entre 86,62 mg m⁻² h⁻¹ em outubro/2003 e 149,1 mg m⁻² h⁻¹ em março/2004.

Valores superiores aos observados em área de Caatinga foram obtidos por Santos; Crisi (1981) analisando os efeitos do desmatamento nas atividades dos microorganismos de solo de terra firme na Amazônia, em que verificaram uma maior liberação de CO₂ em período noturno, e a área de capoeira após derrubada e queima apresentou valores de desprendimento de CO₂ da ordem de 651,66 mg m⁻² h⁻¹, enquanto que a capoeira após derrubada sem queima e floresta primária apresentaram valores de desprendimento de CO₂ de 522,16 e 428,68 mg m⁻² h⁻¹, respectivamente.

Ao analisar a influência da sazonalidade no desprendimento de CO₂ durante os 360 dias de avaliação, verificou-se que existe diferenças entre os intervalos de dias, sendo a menor e maior média registradas aos 135 dias (112,8 mg m⁻² h⁻¹) e aos 225 dias (176,7 mg m⁻² h⁻¹), respectivamente.

Ao longo do período de avaliação, em apenas um mês não houve chuvas registradas no município de Pombal (PB) (junho de 2011), e o período que apresentou menores valores de precipitação pluviométrica, compreenderam os intervalos de dias com os menores valores de desprendimento de CO₂ pelo solo, chegando ao seu valor mais baixo aos 135 dias. Percebeu-se que os meses com as maiores liberações de CO₂ coincidiram com o período de maiores acúmulos de chuvas, que contribuíram com o aumento da umidade no solo; desta forma, leva a crer que o fator água tem forte influência sobre o processo de liberação de CO₂, o que a princípio está relacionado, principalmente, com o aumento da atividade microbiana no solo. Para Gama-Rodrigues (1999) a biomassa microbiana representa um importante componente ecológico, pois é responsável pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais, utilizando esses materiais como fonte de nutrientes e energia para a formação e desenvolvimento de suas células, bem como para síntese de substâncias orgânicas no solo.

Em uma análise mais detalhada, visualizou-se para as médias mensais dos turnos diurnos e noturnos que da primeira coleta (45 dias) à oitava (360 dias), para ambos os turnos, encontraram-se diferenças estatísticas.

O que explicaria melhor essas diferenças estatísticas entre as coletas para os turnos, a princípio está relacionado com a maior incidência solar durante todo o dia, que levou a um aumento em excesso a temperatura do solo que, conseqüentemente, inibiu, em parte a atividade microbiana.

Segundo Souto et al. (2005), o ciclo secagem/umedecimento do solo são bastante rápidos, o que pode implicar em uma maior ou menor atividade e proliferação de organismos, além disso, a temperatura superficial do solo mais elevada também contribui para a menor população microbiana e redução na intensidade de decomposição dos resíduos orgânicos.

Em seu estudo sobre a atividade microbiana em Luvisolo no semiárido da Paraíba após a incorporação de resíduos vegetais, Silva et al. (2006) verificaram que as maiores produções de CO₂ estiveram associadas às maiores precipitações pluviométricas e no período noturno. Observaram, também, que dos 60 aos 90 dias após instalação do trabalho ocorreu um aumento na produção de CO₂, podendo ser atribuído a maior atividade microbiana do solo, resultante das condições ideais do conteúdo de água e temperatura do solo para o desenvolvimento dos microrganismos, visto que, no referido período a precipitação acumulada no mês atingiu valor de 138,7 L m⁻².

Analisando a cinética de desprendimento de CO₂ no solo, Araújo et al. (2007) observaram que a maior liberação ocorreu nos horários das 11 às 14 h com o máximo de desprendimento no último horário e a maior temperatura foi verificada no intervalo das 15 às 17 h, com valores superiores a 36°C, ocorrendo assim uma inibição da atividade microbiana. Souto et al. (2009), avaliando a cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semiárido, verificaram que a partir das 17 h houve um maior desprendimento de CO₂ e a máxima liberação foi de 73,04 mg m⁻² h⁻¹.

Para outras formações florestais naturais e homogêneas em áreas úmidas, verifica-se que o comportamento é o mesmo da região semiárida, com maiores liberações de CO₂ ocorrendo no turno noturno. Outro ponto importante de se mencionar, é que nos diferentes ecossistemas, independente do nível de

conservação, sempre se observa concentrações diferentes de liberação do CO₂, o que pode ser atribuído a diversos fatores.

Kepler et al. (1990), comparando a respiração do solo em área de mata natural, mata recém queimada e área de pastagem, verificaram para o trabalho B (que tinha a finalidade de isolar a influência das camadas inferiores sobre a respiração total do solo) em mata primária, que 80% da respiração edáfica ocorreu nos primeiros 5 cm do solo, uma vez que a remoção da liteira pouco influiu na produção total de CO₂. Segundo os autores, a falta da contribuição das camadas superficiais foi compensada em 90% pela difusão de CO₂ proveniente das camadas inferiores. Também observaram que a liberação total de CO₂ do solo para a atmosfera foi maior em área de pastagem, quando comparada à área de mata primária e área desmatada com posterior queimada. Em termos de porcentagem, a área de pastagem contribuiu com 50% a mais e a área desmatada e queimada, contribuiu com 44% a menos que a área natural.

Para Poggiani et al. (1983) de maneira geral, os valores de respiração são baixos em função da baixa temperatura e pequena atividade microbiológica do solo. Porém em seu trabalho, observaram que no verão, com temperaturas mais elevadas e solo melhor suprido em água, notaram um considerável incremento na liberação de CO₂ do solo, resultante da atividade biológica mais intensa, e ressaltaram, entretanto, que os valores diários obtidos não são constantes e ocorrem alterações intensas em função de variações da temperatura e da umidade do solo mais ou menos acentuadas.

Lira et al. (1999), avaliando a respiração do solo em área sob eucalipto e cerradão verificaram que a maior liberação de CO₂ deu-se durante o período de final da primavera e ao longo de todo o verão (novembro de 1997 a fevereiro de 1998). No mês de janeiro de 1998, todavia, houve uma redução. Segundo os autores esse comportamento pode ser atribuído, provavelmente, à temperatura e à umidade do solo mais elevadas observadas no período de novembro de 1997 a fevereiro de 1998.

Martins; Matthes (1978), comparando a respiração edáfica em floresta arenícola, campinarana e campina na região Amazônica, constataram que a liberação maior de CO₂ é na floresta arenícola com média e desvio padrão variando entre $60,18 \pm 22,15 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, seguidas de campinarana e campina com $52,85 \pm 15,29$ e $44,99 \pm 9,43 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, respectivamente.

Analisando a respiração edáfica em plantações de coníferas e folhosas exóticas em área de cerrado do estado de São Paulo, Poggiani et al. (1977) observaram que no talhão com a espécie *Liquidambar styraciflua*, a liberação de CO₂ foi maior quando comparado aos demais, seguida do consorcio entre *Pinus oocarpa* e *Liquidambar styraciflua*, e posteriormente aparece a área de cerrado e pinus onde não diferem estatisticamente.

Em seu trabalho, Souto (2006), descreve que a magnitude das alterações na atividade microbiana, expressa pela liberação de CO₂, provavelmente esteve relacionada com as variações climáticas. Nos períodos mais úmidos e de temperaturas mais amenas, ocorreu maior liberação de CO₂ e isso pode ser atribuído a um aumento da população microbiana com o crescimento dos estratos herbáceo e subarbustivo, favorecendo assim, a colonização dos organismos decompositores.

Segundo Poggiani et al. (1977) fatores do ambiente, de forma particular a temperatura e umidade, contribuem de forma acentuada na atividade microbiana, sendo que em regiões quentes e úmidas os microrganismos do solo apresentam atividade particularmente intensa. Silva et al. (2006), descreveram também que vários fatores tem influencia sobre o fluxo de CO₂ para a superfície do solo, entre eles, temperatura, umidade, profundidade do solo, aeração e populações microbianas.

Para Gama-Rodrigues et al. (2003) as interações dos fatores abióticos e bióticos, que regulam a funcionalidade dos ecossistemas florestais, atuam positiva ou negativamente na velocidade de decomposição do folheto das espécies florestais, mostrando, assim, que, mesmo em nível local, o processo de decomposição não seria influenciado apenas pela qualidade do substrato, mas também pela qualidade do microambiente.

Conforme observado, de um modo geral, verificou-se que diversos fatores têm influência direta na liberação de CO₂ do solo para atmosfera, que vão desde a insolação, temperatura, umidade, índice pluviométrico, qualidade e quantidade da matéria orgânica, pH, textura, porosidade, profundidade do solo, dentre outros.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função das condições climáticas a que o remanescente está submetido, pode-se inferir que a decomposição do material foliar foi relativamente rápida (aproximadamente 70%), e pelo fato de não ser observado o acúmulo de serapilheira sob diferentes camadas na superfície do solo;

Pelo fato da serapilheira foliar encontrar-se com uma baixa relação C/N, é um dos indicativos sobre a qualidade do material e sua facilidade no processo de decomposição que é realizado pelos microorganismos, contribuindo rapidamente no processo de mineralização;

A precipitação pluviométrica influenciou diretamente nas taxas de liberação de CO₂ para a atmosfera, pois se verificou que os maiores valores desprendidos coincidiu com os maiores valores acumulados de chuvas;

A respiração edáfica foi mais intensa no período noturno, a princípio devido à diminuição da temperatura e ao aumento na umidade relativa, favorecendo os microorganismos no processo de decomposição da serapilheira.

REFERÊNCIAS

- ADUAN, R. E.; VILELA, M. F.; KLINK, C.A. **Ciclagem de Carbono em Ecossistemas Terrestres – O Caso do Cerrado Brasileiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 30 p. (Documentos, 105).
- 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.
- ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; HOLANDA, A. C. Aporte e decomposição de Serapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.2, p.194-203, 2006.
- ANDRADE, A.G.; TAVARES, S.R.L.; COUTINHO, H.L.C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, n.220, 2003.
- ARAUJO, K.D.; ANDRADE, A.P.; RAPOSO, R.W.C.; ROSA, P.R.O.; PAZERA JUNIOR, E. Perdas de CO₂ do solo e variabilidade temporal das condições climáticas no semiárido paraibano. **RA'EGA**, n.13, p.99-107, 2007.
- ARAUJO, K.D.; PARENTE, H.N.; CORREIA, K.G.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.; PAZERA JUNIOR, E. Liberação de dióxido de carbono (CO₂) em área de Caatinga no semiárido da Paraíba. **Geoambiente**, n.12, p.42-53, 2009.
- BENVINDA, J.M.S. **Decomposição de resíduos de Nim (*Azadiractha indica*) em agroecossistemas no semiárido da Paraíba**. 2005. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. **Métodos de análises químicas em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária. 2004. 165 p.
- BOREM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Revista Cerne**, v.8, n.2, p.042-059, 2002.
- CIANCIARUSO, M.V.; PIRES, J.S.R.; DELITTI, W.B.C.; SILVA, E.F.L.P. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v.20, n.1, p.49-59, 2006.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da Serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-225.
- CORREIA, K.G.; SANTOS, T.D.S.; ARAUJO, K.D.; SOUTO, J.S.; FERNANDES, P.D. Atividade microbiana do solo em quatro estágios sucessionais da Caatinga no

município de Santa Terezinha, Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p.534-549, 2009.

COSTA, G.S.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CUNHA, G.M. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no Norte Fluminense. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.563-570, 2005.

DICKOW, K.M.C. **Ciclagem de fitomassa e nutrientes em sucessão secundária na Floresta Atlântica, Antonina, PR**. 2010. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

EMBRAPA. **Sistema brasileira de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa solo. 2006. 306 p.

FERNANDES, M.M.; PEREIRA, M.G.; MAGALHÃES, L.M.S.; CRUZ, A.R.; GIÁCOMO, R.G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v.16, n.2, p.163-175, 2006.

FERREIRA, E.A.B.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; RAMOS, M.L.G. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1625-1635, 2007.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.227-243.

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.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F.; COMERFORD, N.B. Biomass and nutrient cycling in pure and mixed stands of native tree species in southeastern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.31, p.287-298, 2007.

GRISI, B.M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 1, p. 82-88, 1978.

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

KEPLER, S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C.; CHONE, T.; LUIZÃO, F.; EDUARDO, B.P. Respiração do solo: comparação entre áreas com mata natural, mata recém-

queimada e pastagem, na Amazônia central. **Geochimica Brasiliensis**, v.4, n.2, p.111-118, 1990.

LIRA, A.C.S.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M. Respiração do solo sob eucalipto e cerrado. **IPEF**, n. 56, p.15-28, 1999.

LOPES, J.F.B.; ANDRADE, E.M.; LOBATO, F.A.O.; PALÁCIO, H.A.Q.; ARRAES, F.D.D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agroambiente**, v.3, n.2, p.72-79, 2009.

LUZ, L.P. **Dinâmica do carbono durante a decomposição de palha de trigo marcada com ¹³C e dejetos líquidos de suínos**. 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

MARTINS, F.R.; MATHES, L.A.F. Respiração edáfica e nutrientes na Amazônia Região de Manaus): Floresta arenícola, campinarana e campina. **Acta Amazônica**, v.8, n.2, p. 233-244, 1978.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL-MIN. **Nova delimitação do brasileiro**. Brasília. MIN/Secretária de desenvolvimento Regional. Brasília, 2005. 33 p.

MENEZES, C.E.G.; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F.; ANJOS, L.H.C.; PAULA, R.R.; SOUZA, M.E. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, v.20, n. 3, p. 439-452, 2010.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga**. Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Fundação de apoio ao desenvolvimento, Fundação Biosiversitas, EMBRAPA/ Semi-Árido, MMA/SBF, 2002. 36p.

PAULA, R.R.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, L.F.T. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na Ilha da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, v.19, n.2, p.139-148, 2009.

PEGADO, C. M. A.; SOUTO, J. S.; PEREIRA, W. E.; FÉLIX, L. P.; DANTAS JUNIOR, O. R. Decomposição foliar de quatro espécies da Caatinga na região de Santa Terezinha, Paraíba. **Revista Acta Tecnológica**, n.3, p.15-27, 2009.

PEREIRA, M.G.; MENEZES, L.F.T.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na floresta atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ciência Florestal**, v.18, n.4, p. 443-454, 2008.

PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F.; DIAS, H.C.T. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.653-663, 2009.

POGGIANI, F.; LIMA, W.P.; BALLONI, E.A.; NICOLIELLO, N. Respiração edáfica em plantações de coníferas e folhosas exóticas em área de cerrado do estado de São Paulo. **IPEF**, n.14, p.129-148, 1977.

POGGIANI, F.; REZENDE, G.C.; SUITER FILHO, W. Efeitos do fogo na brotação e crescimento de *Eucalyptus grandis* após o corte raso e alterações nas propriedades do solo. **IPEF**, n.24, p.33-42, 1983.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, SP: Ceres, 1991. 343p.

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

SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SANTOS, O.M.; CRISI, O.M. efeitos do desmatamento nas atividades dos microorganismos de solo de terra firme na Amazônia. **Acta Amazônica**, v.11, n.1, p.97-102, 1981.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes na serapilheira foliar em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Revista Floresta**, v. 38, n. 2, p.253-266, 2008.

SHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M.; SANTOS, E.M. 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, G.A.; SOUTO, J.S.; ARAUJO, J.L. Atividade microbiana em Luvisolo do semiárido da Paraíba após a incorporação de resíduos vegetais. **Agropecuária Técnica**, v.27, n.1, p.13–20, 2006.

SOARES, I.; QUEIROZ, J. A.; OLIVEIRA, V. H.; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, T. S. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes na cultura do Cajueiro anão precoce. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.173-181, 2008.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 161 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V.; ARAÚJO, G.T.; SOUTO, L.S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.125-130, 2005.

TERROR, V.L.; SOUSA, H.C.; KOSOVITS, A.R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasílica**, v.25, n.1, p.113-121, 2011.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

VITAL, A. R.T. ; GUERRINI, I.A. ; FRANKEN, W.K. ; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparia. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

Capítulo IV

CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO SISTEMA SOLO- PLANTA EM ÁREA DE CAATINGA

CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO SISTEMA SOLO-PLANTA EM ÁREA DE CAATINGA

Resumo: A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais é um processo dinâmico e complexo, e que apresenta padrões distintos entre formações vegetacionais. Partindo desse princípio e buscando compreender melhor a forma como ocorre a distribuição desses nutrientes em diferentes compartimentos da vegetação e solo, é que o presente trabalho tem por objetivo analisar, quimicamente, o material foliar de dez espécies de porte arbustivo-arbóreo, a manta orgânica e o solo em três profundidades. O trabalho foi desenvolvido em um remanescente de Caatinga no município de Pombal, PB. As folhas foram coletadas na parte mediana da copa das árvores e em diferentes pontos ortogonais. Coletou-se o solo em oito pontos diferentes do remanescente em diferentes profundidades e nas adjacências foram coletadas as amostras da manta orgânica. Os nutrientes foram observados em maiores concentrações nas folhas. A princípio ocorreu uma maior ciclagem bioquímica dos nutrientes, à absorção pelas plantas através do solo. Embora o solo seja rico em alguns nutrientes, verificou-se uma contribuição do ciclo bioquímico no balanço de nutrientes entre as espécies.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes, fósforo no solo, savana estépica.

NUTRIENT CONCENTRATIONS IN THE SOIL-PLANT SYSTEM IN AREA CAATINGA

Abstract: The nutrient cycling in forest ecosystems is a dynamic and complex process, which presents distinct patterns of vegetation formations. Based on this principle and seeking to better understand how the distribution of these nutrients occurs in different compartments of vegetation and soil, is that this work has for goal analyze chemically the leaf material of ten species of shrub-tree, the organic mantle and soil at three depths. The study was conducted in a remnant of Caatinga in the municipality of Pombal, PB. The leaves were collected in the middle part of the tree canopy and at different points orthogonal. We collected soil at eight different points and at different depths of the and adjacent samples were collected from the organic mantle. The nutrients in higher concentrations were observed on the leaves. While the soil to be rich in certain nutrients, there was a contribution of the biochemical cycle of nutrient balance between species

Keywords: Nutrient cycling, soil phosphorous, savannah steppe.

1. INTRODUÇÃO

As florestas de ocorrência natural guardam segredos que se tornam verdadeiros desafios a serem desvendados pelos pesquisadores. Estes desafios assumem suma importância, uma vez que as florestas estão diretamente ligadas à vida do homem. E, embora ainda pouco se saiba sobre a vasta gama de processos físicos e biológicos que se passam num ciclo de vida dos indivíduos que compõem essas florestas, algumas especulações são possíveis, necessitando, portanto, de mais embasamento para serem melhor entendidas (DIAS et al., 2002).

Existe uma demanda crescente para se tomar conhecimento sobre a auto-sustentabilidade dos ecossistemas florestais que, em sua maior parte, depende da ciclagem de nutrientes, e em áreas sobre o domínio das Caatingas não é muito diferente, embora tenha solos relativamente férteis, a absorção de nutrientes pelas plantas torna-se limitada, pois depende em sua maior parte da quantidade de água disponível, e pelo fato da água ser limitante em determinadas épocas do ano, fazem com que a diversidade, abundância e distribuição de muitas espécies de vegetais se tornem restritas a determinados ambientes.

Para Borém; Ramos (2002), o ciclo dos nutrientes de um dado ecossistema consiste na movimentação de nutrientes entre seus compartimentos e nas transferências entre o bioma em estudo e outras áreas. Assim, os elementos são continuamente transferidos entre os compartimentos bióticos e abióticos. Poucos estudos são direcionados para a investigação conjunta da vegetação e de variáveis ambientais que sustentam estes ecossistemas, nele incluída a manta orgânica.

Entre os mecanismos envolvidos na ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, a queda de resíduos senescentes da parte aérea das plantas, que formam a serapilheira na superfície do solo e sua gradativa decomposição, têm papel fundamental na manutenção da sustentabilidade dos biomas. Quantidade significativa de nutrientes pode retornar ao solo através da queda de componentes senescentes da parte aérea das plantas e sua posterior decomposição (CORREIA; ANDRADE, 1999).

O conhecimento sobre a ciclagem de nutrientes e sua dinâmica em áreas de florestas é uma das funções mais importantes na regulação do funcionamento e do desenvolvimento dos mesmos.

Desta forma Attiwill; Adams (1993), descreveram um modelo geral da ciclagem de nutrientes que incluiu: as entradas e saídas do sistema (nutrientes chegam pela deposição seca e úmida, fixação biológica, intemperização de rochas, água dos rios, lixiviação e formas gasosas); a transferência de nutrientes entre planta e solo, incluindo sua utilização pelas plantas e depois seu retorno para o solo, via serapilheira, lixiviação, decomposição de raízes e indivíduos mortos; e redistribuição interna de nutrientes móveis através do floema (retranslocação).

Segundo Dias et al. (2002), além de demonstrar o estoque de nutrientes existentes nos diferentes componentes do ciclo biogeoquímico, os estudos sobre a ciclagem demonstram a disponibilidade destes nutrientes no ecossistema e sua distribuição temporal, dando suporte ao crescimento da vegetação em diferentes épocas.

A absorção anual de nutrientes pela maioria das espécies florestais é aproximadamente da mesma amplitude que das espécies agrícolas. Entretanto, em função da quantidade de nutrientes que retorna ao piso da floresta através da serapilheira, ou que é retranslocada para outros tecidos das plantas por meio do ciclo bioquímico, quantidades relativamente pequenas são retidas a cada ano na biomassa, o que explica a manutenção da fertilidade do solo sob floresta por longos períodos (SILVA et al., 1998).

Espécies vegetais podem desenvolver mecanismos eficientes de manutenção do metabolismo, para garantir sua sobrevivência em ambientes adversos, e para Leitão; Silva (2004), a retranslocação de elementos é uma forma de diminuir a perda de nutrientes pelas plantas e permitir a manutenção das atividades metabólicas, principalmente em períodos sujeitos ao estresse nutricional.

A taxa de redistribuição de nutrientes nas partes componentes da planta varia com a espécie, com o nutriente considerado, com as práticas de manejo e com a idade da planta (SILVA et al. 1998). Assim, observa-se que a concentração de alguns elementos nas folhas aumenta, enquanto as de outros decresce. Há, dessa maneira, uma translocação de nutrientes de órgãos senescentes para regiões de crescimento da árvore (VIEIRA; SHUMACHER, 2009).

Em seu trabalho, Fife et al. (2008) abordam um ponto importante, pois dizem que a maioria dos nutrientes absorvidos pelas árvores é usada em sua produção anual de folhagem que serve como um reservatório de nutrientes reutilizáveis.

Para Nambiar; Fife (1991), diferenças nas relações fonte-dreno, sazonalidade nos padrões de crescimento e longevidade de folhas irão influenciar a natureza e extensão de retranslocação. No entanto, os nutrientes retranslocados são uma importante fonte de nutrientes para a produção de novos tecidos nas plantas.

Diante desse contexto e da carência em informações sobre a ciclagem de nutrientes em áreas de Caatinga, é que o presente trabalho tem por objetivo analisar a distribuição de nutrientes em diferentes compartimentos dentro do sistema solo-planta (ciclo biogeoquímico).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área

O trabalho foi conduzido em um remanescente de Caatinga, localizado no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. A área do experimento tem 26,4 ha e encontra-se inserida entre as coordenadas geográficas 6°52'31" latitude sul e 37°49'43" longitude oeste.

O município de Pombal situa-se na região oeste do estado da Paraíba, Mesoregião do Sertão Paraibano e Micro-Região de Sousa. O acesso é feito a partir de João Pessoa pela da rodovia federal BR-230, leste-oeste (Figura 1).

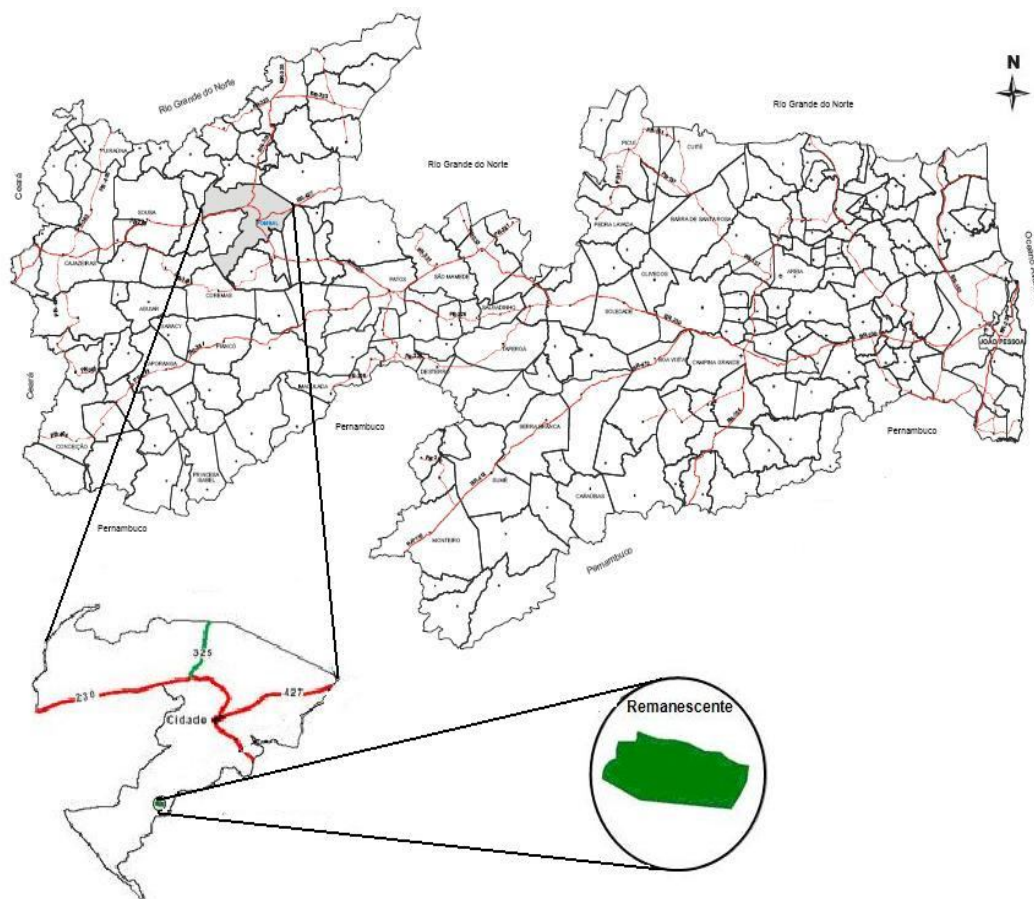


Figura 1. Localização do município de Pombal e do remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, Paraíba. (Holanda, 2012).

Está inserido na unidade geoambiental da depressão sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (CPRM, 2005).

O clima da região é caracterizado como BSh (clima semiárido quente) segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média anual mensurada nos últimos 10 anos de 963,07 mm (AESAs, 2011) e temperatura média de 28°C. No período de avaliação que compreende as informações expostas nos capítulos II e III, foram registrados 1.454,3 mm (Figura 2). A área tem topografia ondulada, com altitudes entre 200 e 230 m. Os solos são classificados como Luvisolos em associação com Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2006).

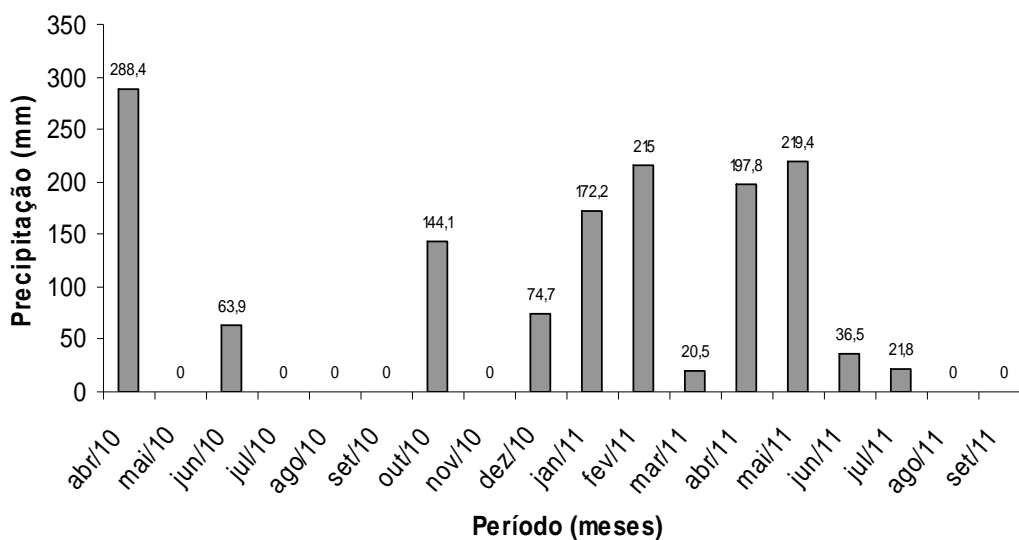


Figura 2. Precipitação pluviométrica registrada para o município de Pombal, Paraíba, no período de abril de 2010 a setembro de 2011.

Verificou-se que 61% de toda precipitação registrada no município de Pombal, PB de abril de 2010 a setembro de 2011, concentrou-se nos primeiros meses do ano 2011 e para ambos os anos, os meses mais secos iniciam entre agosto e setembro.

O remanescente pode ser considerado como uma área de savana estépica florestada, com a presença de micro e/ou nanofanerófitos com média de até 5,0 m, ultrapassando excepcionalmente os 7,0 m de altura, mais ou menos densos, com grossos troncos e engalhamento bastante ramificado, em geral provido de espinhos e/ou acúleos, com total deciduidade na época desfavorável (VELOSO et al., 1991).

2.2. Amostragem e análise foliar

A coleta das folhas foi realizada em três (repetições) indivíduos para cada espécie entre as dez espécies de maior valor de importância (VI) registradas no remanescente. Nestas árvores selecionadas, foram coletadas 120 folhas recém

madura da parte intermediária da copa, sendo as mesmas provenientes de ramos localizados nos quatro pontos cardeais. As amostras simples dos indivíduos por espécie foram transformadas em amostras compostas para cada ponto ortogonal. Posteriormente o material foi encaminhado ao laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal (PB), secado a 70°C e moído para a realização da caracterização química.

O N foi determinado pelo método semimicro-kjeldahl após digestão em ácido sulfúrico. A determinação das concentrações de P, K, Ca e Mg foi realizada mediante a digestão nítrico-perclórica (3:1) e leitura por colorimetria de metavanadato para P; fotometria de emissão de chama para K e espectrofotometria de absorção atômica para Ca e Mg (MALAVOLTA, 1989; EMBRAPA, 1999;).

As espécies de maior VI registradas na área foram: *Croton blanchetianus*, *Combretum leprosum*, *Anadenanthera colubrina*, *Poincianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Mimosa tenuiflora*, *Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Amburana cearensis* e *Myracrodruon urundeuva*.

2.3. Amostragem e análise da manta orgânica e solo

Das 40 parcelas que foram utilizadas no estudo da fitossociologia e deposição da serapilheira (capítulos I e II), sortearam-se oito, nas quais foram coletadas a manta orgânica (resíduos vegetais sobre a superfície do solo) e o solo. Foram coletadas em pontos diagonais de cada parcela, três amostras de solo em diferentes profundidades (0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m) e a manta orgânica, desta forma, contabilizando-se nove (3 a cada profundidade) amostras simples de solo e três de manta orgânica por parcela.

As amostras simples da manta foram misturadas formando uma amostra composta, que foi seca em estufa de circulação forçada a 70 °C, posteriormente, moídas em moinho tipo Wiley com peneira de malha de 20 mesh e acondicionadas em sacos de papel, para a realização das análises químicas. A determinação das concentrações de P, K, Ca e Mg foram realizadas mediante digestão nítrico-perclórica (3:1) e leitura por colorimetria de metavanadato para P; fotometria de emissão de chama para K e espectrofotometria de absorção atômica para Ca e Mg (MALAVOLTA, 1989; EMBRAPA, 1999;).

As amostras simples do solo de cada parcela nas diferentes profundidades foram transformadas em amostras compostas. Essas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2,0 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar. As análises foram feitas com base na metodologia proposta pela Embrapa (1999).

2.4. Análise estatística

Aplicou-se a análise de variância e o teste de média Scott-Knott à 5% de probabilidade, para os teores de nutrientes nas diferentes profundidades do solo, e material foliar das dez espécies de maior VI. O Software utilizado foi o SISVAR, versão 5.3.

Com a análise multivariada, confeccionaram-se dendrogramas pela análise de agrupamento, utilizando como medida de similaridade a distância euclidiana, para verificar a formação dos grupos em relação aos teores de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg). Utilizou-se a análise de componentes principais (ACP) para verificar as correlações existentes entre os teores de nutrientes e os diferentes compartimentos do sistema planta-solo (Material foliar, manta orgânica e as diferentes profundidades: 0,0-0,1 m; 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m), e dentre os nutrientes analisados (P, K, Ca e Mg), procurou-se averiguar qual teria maior influência sobre o número de indivíduos por espécie (maior valor de importância) na área. As análises foram realizadas com o auxílio do software Statistica 7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Distribuição dos nutrientes

A vegetação que se encontra no Sítio Riachão, PB, desenvolveu-se em um solo relativamente novo, com uma boa fertilidade natural como se pode observar pelos altos teores de alguns nutrientes (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos do solo em profundidade em uma área de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB

Profund. m	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	T	V
			-----cmol _c dm ⁻³ -----							
0-0,1	5,6	4,40	0,87	7,00	3,62	0,15	0,17	11,64	11,81	98,7
0,1-0,2	5,5	3,75	0,75	6,70	3,87	0,15	0,16	11,47	11,63	98,7
0,2-0,3	5,4	2,25	0,25	7,00	4,00	0,18	0,20	11,43	11,63	98,3

P, K, Na: extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; SB=Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺.

Ao observar a Tabela 1, pode-se constatar que o Mg²⁺ foi o um dos únicos a acrescentar seus teores à medida que vai se afastando da superfície do solo. Uma outra exceção pode-se verificar para o elemento Ca²⁺, cuja sua concentração na camada mais profunda foi 2,5% (0,2-0,3 m) maior que a segunda (0,1-0,2 m).

O pH encontra-se com uma acidez média, com pequenas variações. Para o elemento P, percebeu-se que os teores nas diferentes profundidades são relativamente baixos, com uma queda em sua concentração de 44%, quando compara-se a primeira e última profundidade. Em relação às concentrações do K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, percebe-se que ambas são consideradas como altas (TOMÉ JÚNIOR, 1997).

Os nutrientes P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram comparados por teste de médias (p>0,05) entre as profundidades, e verifica-se que existe diferenças estatísticas apenas para o P e K⁺ (Figura 3). Desta forma, mesmos os elementos encontrando-se com baixos e altos teores no solo, respectivamente, a camada que contribui em maior parte na nutrição florestal são aos primeiros 0,3 m de profundidade, porém, para os elementos Ca²⁺ e Mg²⁺, considerando que não houve diferenças estatísticas, a nutrição por esses elementos ocorrem efetivamente entre as três profundidades.

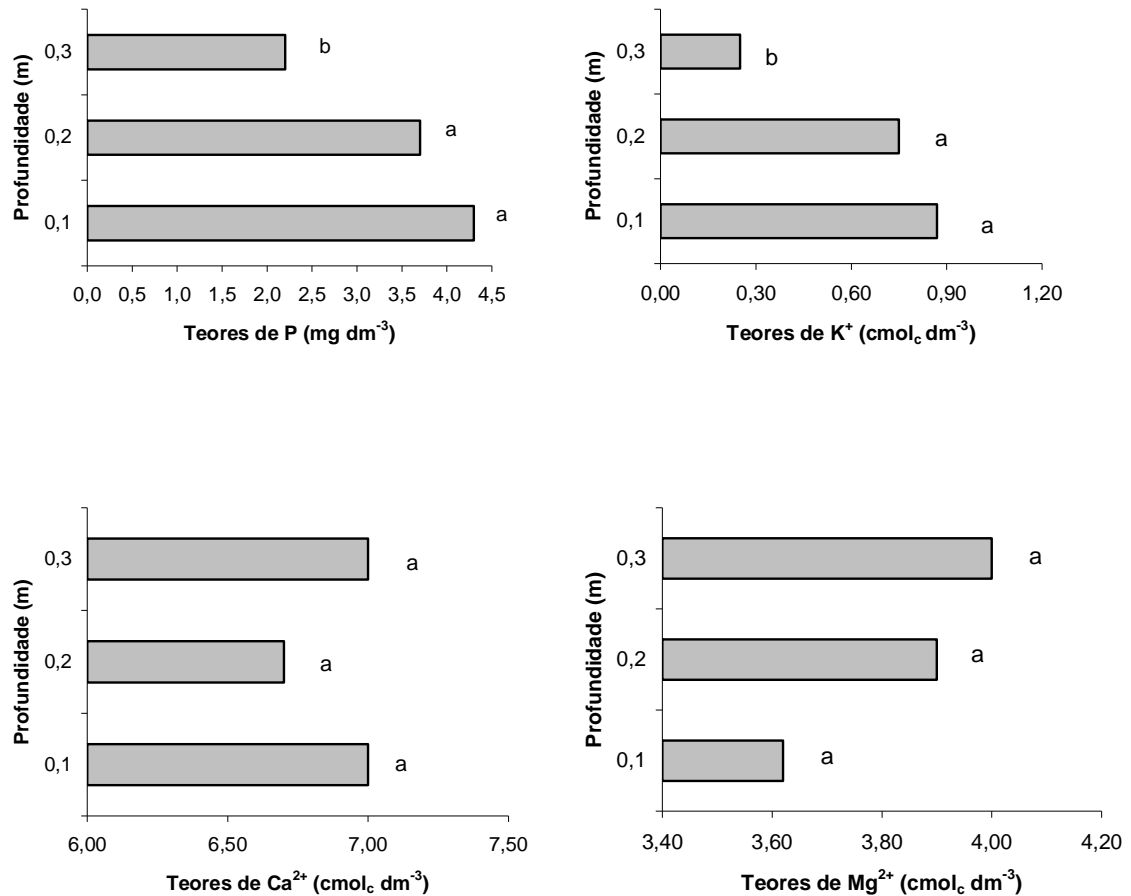


Figura 3. Distribuição dos nutrientes P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ em diferentes profundidades em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os solos da Caatinga são relativamente férteis, por serem considerados pouco intemperizados e ricos em minerais primários, que devido às condições ambientais adversas, principalmente relacionadas a baixas precipitações pluviométricas, fazem com que o processo de intemperismo seja mais lento, sendo assim, a lixiviação dos cátions se torna reduzida, ocasionando uma maior capacidade de retenção de cátions.

Ao analisar os teores de nutrientes nos diferentes estratos (Material foliar, manta orgânica, diferentes profundidades do solo), verificaram-se algumas diferenças nas concentrações, em que os elementos P, K, Ca e Mg, são 182; 35; 2 e 67,3% respectivamente, maiores no material foliar quando comparados à manta orgânica. Quando se compararam os teores de nutrientes presentes na manta

orgânica com os presentes no solo, percebem-se valores discrepantes nas concentrações, embora estejam com unidades diferentes (Tabela 2).

Tabela 2. Teores médios de P, K, Ca e Mg presentes no material foliar, manta e em diferentes profundidades do solo, em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão no município de Pombal, PB

	P	K	Ca	Mg
	-----g kg ⁻¹ -----			
Material				
Foliar	6,55	4,46	28,27	4,60
Manta	2,32	3,29	27,71	2,75
	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----		
0,1 m	4,40	0,87	7,00	3,62
0,2 m	3,75	0,75	6,70	3,87
0,3 m	2,25	0,25	7,00	4,00

Apesar de serem férteis (solos da Caatinga), os nutrientes ficam indisponíveis em determinados períodos do ano, ocasionado pela falta d'água. Pelo fato dos teores de nutrientes analisados nos diferentes estratos estarem sempre em concentrações mais elevadas nas plantas, isso pode ser um indicador que existe participação da ciclagem bioquímica, pois mantém o balanço nutricional das plantas nos períodos adversos (estiagem), porém, não implica em afirmar que o ciclo biogeoquímico não tenha contribuições positivas na ciclagem dos nutrientes no sistema.

Devido às concentrações diferenciadas de nutrientes nos diferentes compartimentos do sistema, é que pesquisadores atribuíram isso a retranslocação de nutrientes, como ressalta Cardoso (2006), analisando a dinâmica de nutrientes em fitofisionomias do domínio dos Cerrados, em que observou que os níveis médios de N na serapilheira foram consideravelmente maiores que no solo e menores que em folhas, o que provavelmente está relacionado com a retranslocação anterior à senescência foliar. As diferenças dos teores de N entre as fitofisionomias são mantidas entre os períodos e, mesmo após retranslocação, também entre os compartimentos estudados.

Gama-Rodrigues et al. (2008), também analisando o balanço interno de nutrientes, através dos conteúdos de nutrientes presentes no solo, na serapilheira acumulada e na parte aérea das árvores, verificaram de maneira geral, que para cada nutriente (C, N, P, K, Ca e Mg), quanto maior a intensidade de ciclagem bioquímica menor a intensidade de ciclagem biogeoquímica, porém, os resultados

do trabalho não revelaram, claramente, que a cobertura de maior intensidade de ciclagem bioquímica produziria serapilheira de baixa qualidade nutricional.

Estudando a ciclagem de nutrientes em plantio de *Eucalyptus grandis* sobre Latossolo, Guedes (2005) verificou o baixo requerimento do nutriente pelas árvores, principalmente na fase adulta, em virtude da elevada retranslocação interna, e o P foi mais eficientemente utilizado pelas plantas, que pouco dependeram da ciclagem biogeoquímica.

Em uma análise mais detalhada, buscou-se verificar as correlações entre a distribuição dos nutrientes nos diferentes compartimentos (Tabela 3). Para os nutrientes analisados (P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺) verificou-se altas correlações positivas e negativas, em que, a fração material foliar para o elemento P se correlacionou negativamente com as profundidades 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m (-0,832; -0,739; -0,820 respectivamente) e positivamente com a manta orgânica (0,708). A correlação do material foliar para o elemento K⁺ foi alta apenas entre as profundidades 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m. O Ca²⁺ presente no material foliar encontra-se com uma correlação negativamente alta com a manta orgânica (-0,853); a manta orgânica tem relação positiva com a profundidade 0,2-0,3 m (0,721), e as profundidades 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m se correlacionaram positivamente (0,937). Para o Mg²⁺ verificou-se correlações altas e positivas entre a manta orgânica e a profundidade 0-01 m (0,892) e entre as profundidades 0,1-0,2 e 0,2-0,3 (0,765).

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear entre as concentrações de P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ do material foliar, manta orgânica, e profundidade do solo em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, município de Pombal, PB

Correlação	Material Foliar	Manta	Profundidade (0-0,1)	Profundidade (0,1-0,2)	Profundidade (0,2-0,3)
P					
Material Foliar	1,000	0,708	-0,832	-0,739	-0,820
Manta		1,000	-0,354	-0,185	-0,518
Profundidade (0-0,1)			1,000	0,984	0,963
Profundidade (0,1-0,2)				1,000	0,916
K ⁺					
Material Foliar	1,000	-0,577	-0,178	-0,388	-0,062
Manta		1,000	-0,454	-0,444	-0,638
Profundidade (0-0,1)			1,000	0,928	0,972
Profundidade (0,1-0,2)				1,000	0,937
Ca ²⁺					
Material Foliar	1,000	-0,853	-0,052	-0,514	-0,737
Manta		1,000	0,565	0,668	0,721
Profundidade (0-0,1)			1,000	0,436	0,190
Profundidade (0,1-0,2)				1,000	0,937

Tabela 3. Continuação...

Correlação	Material Foliar	Manta	Profundidade (0-0,1)	Profundidade (0,1-0,2)	Profundidade (0,2-0,3)
			Mg ²⁺		
Material Foliar	1,000	0,291	-0,117	-0,465	-0,639
Manta		1,000	0,892	-0,020	-0,647
Profundidade (0-0,1)			1,000	0,368	-0,257
Profundidade (0,1-0,2)				1,000	0,765
Profundidade (0,2-0,3)					1,000

Verificou-se na Tabela 3, que o elemento P presente no material foliar tem correlação positiva com a manta orgânica, desta forma, leva-se a crer, a existência de uma menor ocorrência de ciclagem bioquímica, porém, ao compará-lo com o solo nas diferentes profundidades, as correlações são negativamente altas, ou seja, o ciclo biogeoquímico apresenta-se de forma mais efetiva para esse elemento. Para o K⁺ observou-se correlações altas apenas entre as diferentes profundidades, em que, a princípio, os altos teores no solo proporcionou uma alta absorção e acumulação na biomassa vegetal desse elemento, favorecendo há uma maior ciclagem interna do nutriente. Quando se analisa as correlações entre o material foliar, manta orgânica e as diferentes profundidades para o Ca²⁺, visualizou-se uma correlação negativa alta (material foliar e manta), devido a heterogeneidade observadas nos teores para as dez espécies analisadas e o material presente na manta orgânica, e por ser um elemento imóvel, o que a princípio ocasiona a baixa mobilidade desse nutriente na planta conseqüentemente entre os diferentes compartimentos.

Comparações similares foram feitas por Espig et al. (2008), pois embora os solos de ocorrência na Mata Atlântica sejam deficientes em nutrientes, os pesquisadores observaram que os teores de Ca, Mg, P, K e N na manta foram, aproximadamente, 86, 75, 175, 553 e 10 vezes maiores, respectivamente, que na camada do solo adjacente, e relataram que apesar dos teores dos nutrientes na manta serem totais, e indisponíveis, a nutrição da floresta, está relacionado ao acelerado processo de mineralização que rapidamente disponibiliza esses nutrientes que podem ser absorvidos diretamente da própria manta, através de uma teia de raízes finas que se formam no microambiente de intensa atividade biológica.

Ao contrário ao que foi observado no presente trabalho, foi constatado por Cunha et al. (2005) em plantios homogêneos de Eucalipto no Norte Fluminense, evidenciando-se maior reserva de nutrientes no solo do que absorvido pelas plantas e por Leite et al. (2011) também em plantios homogêneos de Eucalipto com

diferentes densidades populacionais, que também verificaram que ao final do ciclo as concentrações de N, P, Ca e Mg foram maiores no solo da floresta.

Das análises químicas realizadas no material foliar (N, P, K, Ca e Mg), observa-se que para todos os elementos, o único que não diferiu estatisticamente entre as espécies foi o K com concentrações variando entre máxima e mínima de 1,25 e 0,13 g kg⁻¹ para *Jatropha mollissima* e *Anadenanthera colubrina*, respectivamente (Tabela 4). A maior concentração do N foi registrada para uma espécie de leguminosa (*Mimosa tenuiflora*) com 11,9 g kg⁻¹ e a menor foi observada para a espécie *Aspidosperma pyrifolium* com 2,4 g kg⁻¹. Embora o P seja encontrado com baixos teores no solo, o mesmo não foi observado entre as espécies, pois verificou-se discrepância bastante significativa entre a espécie *Jatropha mollissima* e *Anadenanthera colubrina* com concentrações entre 18,47 e 1,19 g kg⁻¹, respectivamente. Pelo fato do Ca ser considerado um elemento praticamente imóvel na planta, e suas funções estarem associadas à estabilidade da membrana e estabilização da parede celular, desta forma conferindo uma maior resistência às folhas, talvez justifique sua maior concentração ter sido observada para a espécie *Combretum leprosum*, com 46,5 g kg⁻¹ em que apresenta folha simples com a consistência coriacea. Para o Mg verifica-se concentrações que apresentam diferenças estatísticas em que a máxima e mínima concentração encontram-se nas espécies *Amburana cearensis* (7 g kg⁻¹) e *Poincianella pyramidalis* (1 g kg⁻¹).

Tabela 4. Concentração média de nutrientes nas folhas das dez espécies de maior valor de importância catalogadas em um remanescente de Caatinga no Sítio Riachão, no município de Pombal, PB.

Espécies	N P K Ca Mg									
	-----g kg ⁻¹ -----									
<i>Combretum leprosum</i>	3,2	b	5,51	c	3,35	a	46,53	a	5,50	a
<i>Croton blanchetianus</i>	8,3	a	13,85	b	5,83	a	18,75	d	4,00	b
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4,4	b	3,82	d	3,78	a	25,38	c	5,70	a
<i>Amburana cearensis</i>	6,3	b	6,71	c	4,52	a	23,85	c	7,00	a
<i>Commiphora leptophloeos</i>	5,5	b	2,18	d	2,62	a	31,98	b	4,00	b
<i>Poincianella pyramidalis</i>	6,1	b	5,05	c	6,26	a	27,29	c	1,00	c
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	2,4	b	5,55	c	5,53	a	35,83	b	6,75	a
<i>Anadenanthera colubrina</i>	6,2	b	1,19	d	1,31	a	29,10	b	2,50	c
<i>Mimosa tenuiflora</i>	11,9	a	3,15	d	4,08	a	12,18	d	2,75	c
<i>Jatropha mollissima</i>	7,7	a	18,47	a	7,28	a	31,83	b	6,75	a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Conforme se visualizou na Tabela 4, o N encontra-se com maiores teores nas folhas de *Mimosa tenuiflora* (11,9 g kg⁻¹) quando comparada as demais, e como o N tem uma das funções de ser um elemento integrante de compostos carbônicos, uma das hipóteses que poderia justificar isso, primeiramente está relacionado com a capacidade de realizar simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, o que auxiliaria com uma maior capacidade de fixação do N, conseqüentemente absorção pelas plantas, e pelo fato de ser uma espécie pioneira, pois aloca uma maior quantidade de energia para estimular o rápido crescimento e desenvolvimento das plantas, que estarão auxiliando nos diferentes estágios de sucessão.

De posse das análises químicas da manta orgânica e do solo nas diferentes profundidades, comparando-as com os teores observados nas folhas das espécies de maior valor de importância (VI), vem se confirmando a principio a ciclagem bioquímica dos nutrientes. Para Colin-Belgrand et al. (1996), a retranslocação de nutrientes em florestas é uma estratégia eficiente que torna as plantas um pouco independentes das reservas de nutrientes contidas no solo, aperfeiçoando o consumo disponível de nutrientes dentro do ciclo biogeoquímico.

Embora os nutrientes tenham a mesma função fisiológica nas plantas, esses são encontrados em diferentes concentrações nas espécies e entre indivíduos de uma mesma espécie, como também estão distribuídos em quantidades diferentes em cada parte da planta. Conforme ilustrado na Figura 4, percebe-se essa variação dos nutrientes foliares entre as espécies, e para quase todos os elementos analisados (N, P, K e Ca), verifica-se a formação de 3 grupos, e dentre estes grupos, um se destaca reunindo um maior número de espécies. Para o Mg percebe-se a formação de um maior grupo (7), demonstrando desta forma a heterogeneidade na quantidade de nutrientes para as diferentes espécies.

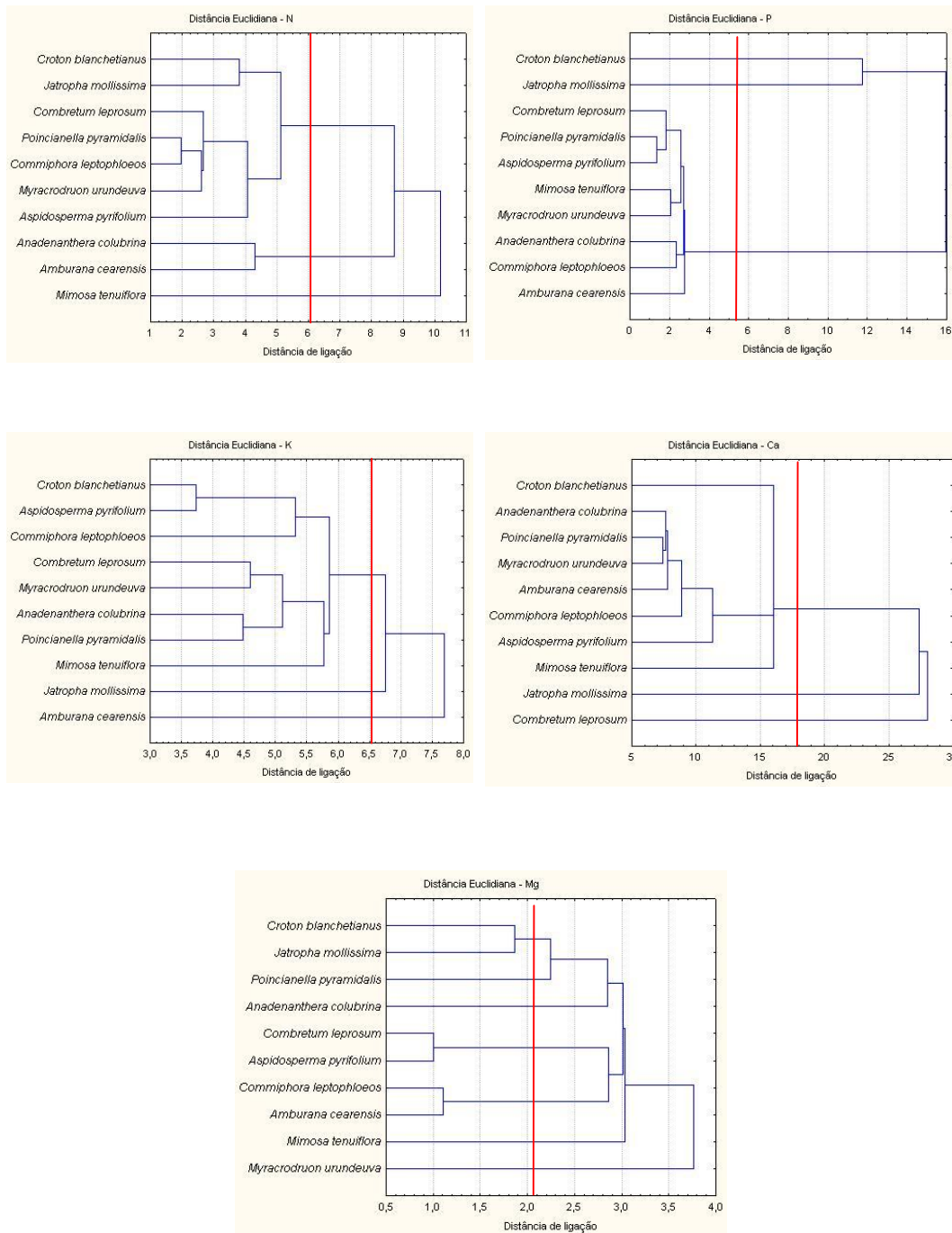


Figura 4. Dendrogramas pelo método de ligações simples, que representa a relação entre as dez espécies de maior valor de importância e distribuição dos nutrientes.

As folhas, por terem sido coletadas em diferentes pontos ortogonais para cada espécie, e esses pontos apresentarem variações nas concentrações dos elementos, proporcionou uma variação na composição dos grupos, com uma atenção maior para o elemento P, onde a sua concentração foi mais elevada para as

espécies *Croton blanchetianus* e *Jatropha mollissima*, o que a princípio o torna um dos elementos com maior importância nos processos fisiológicos das mesmas.

O que melhor explicaria e, a princípio auxiliaria em um entendimento entre as variações nos teores dos nutrientes observados nas espécies, seriam estudos sobre diagnose foliar, em que a determinação de um nível crítico de cada elemento por espécie, proporciona uma melhor compreensão sobre o estado nutricional da planta, desta forma, podendo-se levantar hipótese sobre qual nutriente estaria limitando o crescimento da planta.

As funções dos nutrientes são iguais para essas espécies, e as mesmas apresentam composições, estruturas morfológicas e ciclos de vida bem diferentes, o que naturalmente reflete em uma maior ou menor concentração de um determinado elemento químico, provavelmente relacionado com vários fatores ambientais e estratégias de sobrevivência e perpetuação das espécies. Segundo Silva et al. (1998), nos estágios iniciais de crescimento, a maior parte dos nutrientes está contido nas folhas. À medida que a idade das folhas aumenta, a sua massa seca e o teor de nutrientes variam, sobretudo em função de sua mobilidade e de seu consumo.

Analisando a correlação entre o número de indivíduos por espécie e os teores de alguns elementos químicos no solo (P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺) para os quatro blocos (capítulo I), verifica-se na Figura 5, que os dois primeiros componentes principais representam acumulação de 88,02% da variação total.

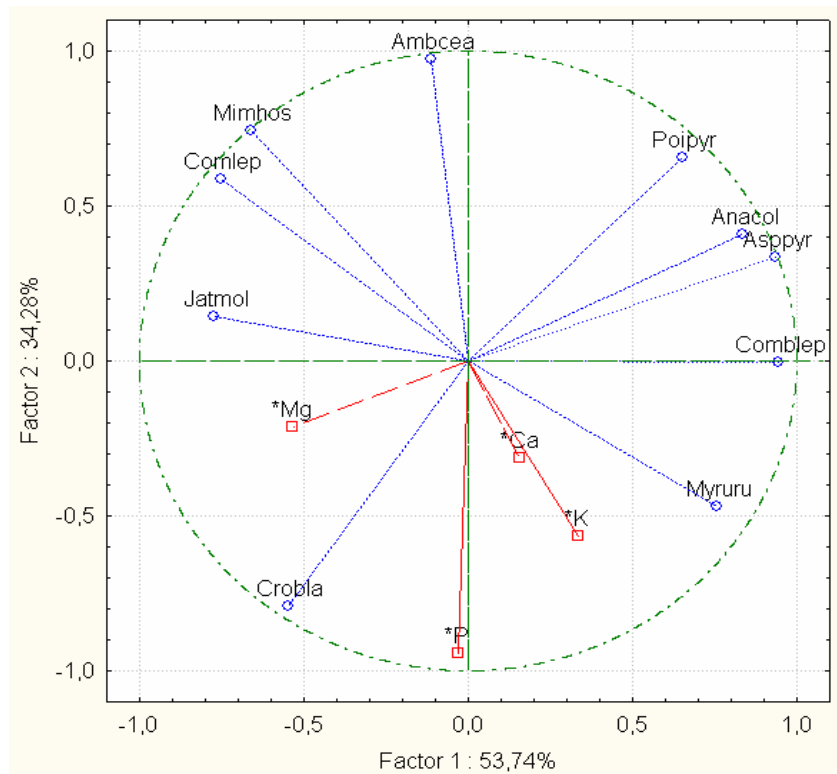


Figura 5. Análise de componentes principais para o número de indivíduos por espécie presente nos quatro blocos, com variáveis suplementares (P, K, Ca e Mg) num plano de projeção fatorial 1 x 2.

Conforme observado no círculo de correlação unitária, percebeu-se que algumas variáveis estão próximas ao círculo, demonstrando que estas possuem uma maior contribuição em relação as variáveis que estão mais afastadas. Um ponto observado para o quadrante III, é que a espécie *Croton blanchetianus* (Crobla) sofre influência das variáveis suplementares P e Mg. Para o IV quadrante, verifica-se que a espécie *Myracrodruon urundeuva* (Myruru) sofre influências pelas variáveis suplementares Ca e Mg.

De um modo geral, pode-se verificar na Figura 5 que as variáveis suplementares têm pequena contribuição para análise dos dados na explicação do número de indivíduos por espécie, levando-se a crer, que existe outros fatores abióticos que podem está influenciando todo esse processo, desta forma, tornando a busca do conhecimento sobre os fatores ecológicos que determinam essas diferenças complexas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo do Sítio Riachão é rico em nutrientes, e aos 0,3 m de profundidade, os elementos P e K parecem contribuir melhor para a nutrição das plantas. Em relação aos elementos Ca e Mg, as três profundidades contribuem em quantidades similares.

Os altos teores de nutrientes presentes nas folhas para as dez espécies de maior valor de importância, e os baixos teores desses nutrientes na manta foliar, pode ser um indicativo da retranslocação de alguns desses elementos, sendo estratégia desenvolvida pelas plantas, devido a princípio, a algum desbalanço nutricional que poderia vir ocorrer em período adverso.

O conteúdo do elemento P apesar de ser limitado no solo, parece influenciar na ocorrência da espécie *Croton blanchetianus* em todo o remanescente.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência executiva de gestão das águas do estado da Paraíba. Monitoramento de chuvas acumuladas. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarChuvasAnuaisAtual>>. Acesso em 04 de abril de 2011.

ATTIWILL, P.M.; ADAMS, M.A. Nutrient cycling in forests. **New Phytologist**, v.124, n. 4, p.561-582, 1993.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Revista Cerne**, v.8, n.2, p.042-059, 2002.

CARDOSO, D. **Dinâmica de nutrientes em fitofisionomias do domínio dos cerrados na Estação Ecológica do Panga, Região do Triângulo Mineiro**. 2006. 131 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília.

COLIN-BELGRAND, M.; RANGER, J.; BOUCHON, J. Internal Nutrient Translocation in Chestnut Tree Stemwood: III. Dynamics Across an Age Series of *Castanea sativa* (Miller). **Annals of Botany**, v. 78, n. 6, p. 729–740, 1996.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da Serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-225.

CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no Norte Fluminense. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.353-363, 2005.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Pombal, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 23p.

DIAS, H.C.T.; FIGUEIRA, M.D.; SILVEIRA, V.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG. **Revista Cerne**, v.8, n.2, p.1-16, 2002.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. 370 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileira de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa solo. 2006. 306 p.

ESPIG, S.A.; FREIRE, F.J.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, M.B.G.; ESPIG, D.B. Distribuição de nutrientes entre a vegetação florestal e o solo em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.2, p.132-137, 2008.

FIFE, D. N.; NAMBIAR, E. K. S.; SAUR, E. Retranslocation of foliar nutrients in evergreen tree species planted in a Mediterranean environment. **Tree Physiology**, v.28, p.187-196, 2008.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F. Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1165-1179, 2008.

GUEDES, M. C. **Ciclagem de nutrientes após aplicação de lodo de esgoto (biossólido) sobre latossolo cultivado com *Eucalyptus grandis***. 2005. 169 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LEITE, F.P.; SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; VALLANI, E.M.A. Nutrient relations during an Eucalyptus cycle at different population densitie. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.949-959, 2011.

LEITÃO, A.C.; SILVA, O.A. Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea de cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 55, n.84, p.127-136, 2004.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potassa e do Fosfato. 1989. 201 p.

NAMBIAR, E.K.S.; FIFE, D.N. Nutrient retranslocation in temperate conifers. **Tree Physiology**. v. 9, p. 185–207, 1991

SILVA, A.C.; SANTOS, A.R.; PAIVA, A.V. Translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (clone) e em acículas de *Pinus oocarpa*. **Revista Universidade Alfenas**, v.4, p.11-18, 1998.

TOMÉ JUNIOR, J.B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e retranslocação de nutrientes em acículas de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 375-382, 2009.