

GLEYMERSON VIEIRA LIMA DE ALMEIDA

APORTE, DECOMPOSIÇÃO E CICLAGEM DE NUTRIENTES DA SERAPILHEIRA EM
ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Serra Talhada-PE

2015

**A
L
M
E
I
D
A**

**G
V
L**

**A
P
O
R
T
E**

**,
D
E
C
O
M
P**

**.
.
.**

**2
0
1
5**

GLEYMERSON VIEIRA LIMA DE ALMEIDA

APORTE, DECOMPOSIÇÃO E CICLAGEM DE NUTRIENTES DA SERAPILHEIRA EM
ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Carolina Etiene de Rosália e Silva Santos

Serra Talhada-PE

2015

Com base no disposto da Lei Federal 9.610 de 19 de fevereiro de 1998. [...] Autorizo para fins acadêmicos e científicos a UFRPE/UAST, a divulgação e reprodução TOTAL, desta dissertação “APORTE, DECOMPOSIÇÃO E CICLAGEM DE NUTRIENTES DA SERAPILHEIRA EM ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO”, sem ressarcimentos dos direitos autorais, da obra, a partir da data abaixo indicada ou até que manifestação em sentido contrário de minha parte determine a cessação desta autorização.



Assinatura

Serra Talhada-PE, 26 de junho de 2015.

Almeida, Gleymerson Vieira Lima de.

Aporte, decomposição e ciclagem de nutrientes da serapilheira em área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano / Gleymerson Vieira Lima de Almeida – 2015.

118 f.: il.

Orientadora: Carolina Etiene de Rosália e Silva Santos
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica
de Serra Talhada, Serra Talhada, 2015.
Inclui Referências.

CDD 631

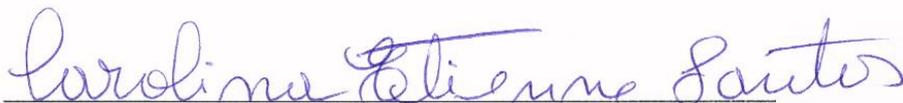
GLEYMERSON VIEIRA LIMA DE ALMEIDA

APORTE, DECOMPOSIÇÃO E CICLAGEM DE NUTRIENTES DA SERRAPILHEIRA
EM ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADO em 26/02/2015.

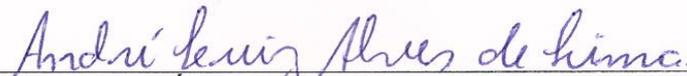
Banca Examinadora



Prof.^a Dr.^a CAROLINA ETIENE DE ROSÁLIA E SILVA SANTOS – DEPA/UFRPE
Orientadora



Prof.^a Dr.^a DIANA FERREIRA DE FREITAS – UFRPE/UAST
Examinadora Interna



Prof. Dr. ANDRÉ LUIZ ALVES DE LIMA – UFRPE/UAST
Examinador Interno



Prof.^a Dr.^a ANA DOLORES SANTIAGO DE FREITAS – DEPA/UFRPE
Examinador Externo

Aos meus pais, Gláudineide Vieira Lima de Almeida e Genival Tomaz de Almeida, meus grandes orientadores e incentivadores com todo amor e admiração; meus irmãos, Gleydson Vieira Lima de Almeida e Glauciene Vieira Lima de Almeida, e meus sobrinhos, que sempre torceram por mim e partilham comigo mais uma vitória.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, antes de tudo, a Deus, que possibilitou minha existência e por ter me abençoado com saúde, sabedoria, paciência e responsabilidade;

À minha mãe, Gláudineide Vieira Lima de Almeida, e ao meu pai, Genival Tomaz de Almeida, pela força e incentivo aos estudos, além de tudo que fizeram e fazem por mim até hoje. Obrigado por partilharem comigo mais uma vitória. Pelos seus amores e paciência, serei eternamente grato;

Ao meu irmão e irmã que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial;

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Carolina Etiene de Rosália e Silva Santos, que desde o primeiro momento acreditou e incentivou na minha pesquisa, além da confiança e saberes repassado;

À Prof.^a Dr.^a Luzia Ferreira da Silva, pelo grande apoio, incentivo e colaboração desde sempre;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de participar do curso de mestrado;

Aos amigos incentivadores, companheiros e grandes cooperadores na minha formação humana, social e profissional, no compartilhamento de pensamentos e idéias para formação de um mundo melhor: Cynthia Carneiro Costa, Maria José Fraga, Tereza Cristina, Virgínia Medeiros, Douglas Oliveira, Michelle Cerqueira e Diana Freitas;

À uma grande amiga sertaneja que me acolheu, me adotou, me fez ser parte de sua família e sempre me apoiou, incentivou e colaborou com o aumento do meu intelectual, social e participativo. A você Roberta Meneses, meus sinceros agradecimentos;

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram com a realização desta pesquisa. Ficam aqui meus sinceros agradecimentos.

MUITO, MUITO OBRIGADO!!!!

O caminho da sabedoria é muito extenso, porém quanto mais longa for esta caminhada, mais sabedoria adquirimos.

Gleymerson Almeida

RESUMO GERAL

A dinâmica da serapilheira e de seus nutrientes é, particularmente, importante por atuar na superfície do solo como um sistema de entrada, via deposição, e de saída, via decomposição/mineralização, suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica. Esse comportamento é essencial na restauração da fertilidade do solo de florestas nativas e áreas em início de sucessão ecológica. Esses processos são regulados por fatores bióticos e abióticos que determinam a sustentabilidade do ambiente. Os objetivos deste trabalho foram: determinar a deposição anual da serapilheira; identificar que fatores influenciam na sua deposição; estimar o tempo de desaparecimento, taxa de decomposição e tempo de renovação da serapilheira; fazer a caracterização química da serapilheira a fim de verificar a concentração dos nutrientes. A pesquisa foi realizada no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, uma Unidade de Conservação com 887,24 ha, durante um ano (março/2013 a fevereiro/2014). Foram instalados 40 coletores com quadro de madeira, com dimensões 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m. Mensalmente o material contido nos coletores foi recolhido e triado nas seguintes frações: folhas, galhos, materiais reprodutivos e miscelânea, os quais foram secos em estufa até obterem peso constante. A serapilheira acumulada sobre o solo foi coletada por meio de uma moldura de madeira 0,50 m x 0,50 m, triada, seca em estufa e pesada. A partir do acúmulo e deposição da serapilheira foi estimada a taxa de decomposição, tempo de renovação, tempo de desaparecimento de 50% e 95% da serapilheira. A atividade microbiana foi medida pela respiração edáfica do solo. Foram determinados também, os atributos químicos da serapilheira e do solo para quantificar a concentração de nutrientes. A produção média de serapilheira correspondeu a 6.627,53 kg ha⁻¹.ano⁻¹. Do total depositado 66,16% correspondeu à fração folhas, 19,40% foi referente à fração galhos, seguido de 8,85% de estruturas reprodutivas e 5,59% de miscelânea. A maior deposição ocorreu no início da seca o que caracteriza a sazonalidade. A taxa de decomposição (K) foi estimada em 1,33.ano⁻¹. O valor deste coeficiente indica que a decomposição do material aportado é realizada aceleradamente e que mais rapidamente os nutrientes e compostos ficam disponíveis para o ecossistema. O tempo médio de renovação da serapilheira (1/K) foi de 0,75 anos. Este valor corrobora a taxa de decomposição e indica que o tempo de mineralização dos nutrientes acontece em menos de um ano. O tempo estimado para o desaparecimento de 50% e 95% da serapilheira foi de 187,26 dias (0,5 anos ou 6,24 meses) e 810,63 dias (2,25 anos ou 27,02 meses), respectivamente. A composição química da serapilheira obedeceu a seguinte ordem

decrecente: N>K>P>Mg>Ca>Na>Mn>Zn>B>Fe>Cu>S. A elevada quantidade de nitrogênio pode está relacionado com a composição florística da área que em sua maioria pertence a família Fabaceae. A deposição, o acúmulo de serapilheira sobre o solo, a estimativa da taxa de decomposição e desaparecimento da serapilheira revelam a qualidade da manta orgânica sobre o solo e sua importância para os solos florestais na Caatinga.

Palavras-chave: Cobertura orgânica, conservação da Caatinga, deposição, mineralização.

GENERAL ABSTRACT

The dynamics of litter and nutrients is particularly important to act on the soil surface as an input system, via deposition, and output via decomposition / mineralization, supplying soil and roots with nutrients and organic matter. This behavior is essential in restoring soil fertility of native forests and areas at the same ecological succession. These processes are regulated by biotic and abiotic factors that determine the sustainability of the environment. The objectives of this study were to determine the annual deposition of litter; identify factors that influence their deposition; estimating the time of disappearance rate and decay time of renewal of the litter; make a chemical analysis of litter in order to check the concentration of nutrients. The survey was conducted in Forest State Park Pimenteira, Serra Talhada-PE, a conservation unit with 887,24 there for a year (March / 2013 to February / 2014). 40 collectors with wooden frame were installed, with dimensions 0,50 mx 0,50 mx 0,20 m, where this material was collected monthly separated into the following portions of leaves, twigs, reproductive materials and miscellaneous; was subsequently dried in an oven to obtain a constant weight. The accumulated litter has been collected on the ground by means of a wooden frame 0,50 m x 0,50 m, a separate oven dried and weighed. From the litter accumulation and deposition rate was estimated decay, renewal time, disappearing time of 50% and 95% of the litter. Microbial activity was measured by soil respiration soil. It was also determined the chemical quality of the deposited litter and soil to quantify the concentration of nutrients. The average litter production amounted to 6627,53 kg ha⁻¹.year⁻¹. 66,16% of the total deposited corresponded to the fraction leaves, 19,40% was on the fraction branches, followed by 8,85% of reproductive structures and 5,59% of miscellaneous. The higher deposition occurred on dry what caracteriza seasonality. The decomposition rate (K) was estimated at 1,33.ano⁻¹. The value of this ratio indicates that the decomposition of contributed material is performed rapidly and that more rapidly and compounds nutrients are available to the ecosystem. The average time of renewal of the litter (1/K) was 0,75 years. This value agrees with the decomposition rate and indicates that the mineralization of nutrients takes place in less time than a year. The estimated time for the disappearance of 50% (t 0,5) and 95% (t 0,05) litter was 187,26 days (0,5 years and 6,24 months) and 810,63 days (2,25 years and 27,02 months), respectively. The chemical composition of litter followed the decreasing order: N>K>P>Mg>Ca>In>Mn>Zn>B>Fe>Cu>S. The high amount of nitrogen can be related to the floristic composition of the area that mostly belongs to the family Fabaceae. The deposition, the accumulation of

litter on the ground, the estimate of the rate of decay and disappearance of litter reveal the quality of organic litter on the soil and its importance for forest soils in the Caatinga.

Keywords: Deposition, organic mulch, conservation of Caatinga, mineralization.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1	Aspecto geral da área no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, 2015.....	20
Figura 2	Normais climatológicas da precipitação pluviométrica (P), umidade relativa do ar (UR) e da velocidade do vento (u) do Parque Estadual Mata da Pimenteira (Fonte: SILVA & ALMEIDA, 2013).....	21
Figura 3	Coletores de serapilheira em uma área de caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	22
Figura 4	Esquema de disposição dos coletores de serapilheira em uma área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	23
Figura 5	Variação mensal na deposição de serapilheira (kg ha^{-1}) e pluviosidade média registrada no período de março/2013 a fevereiro/2014.....	24
Figura 6	Deposição total das frações que compõem a serapilheira em uma área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2014.....	29
Figura 7	Deposição mensal das frações que compõem a serapilheira (Folhas, Galhos, Estruturas Reprodutivas e Miscelânea) em uma área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	31

CAPÍTULO II

Figura 1	Aspecto geral da área no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, 2015.....	56
Figura 2	Normais climatológicas da precipitação pluviométrica (P), umidade relativa do ar (UR) e da velocidade do vento (u) do Parque Estadual Mata da Pimenteira. (Fonte: SILVA & ALMEIDA, 2013).....	57
Figura 3	Coletores de serapilheira em área de caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	58
Figura 4	Esquema de disposição dos coletores de serapilheira em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	59
Figura 5	Gabarito de madeira utilizado para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	59

CAPÍTULO III

Figura 1	Aspecto geral da área no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, 2015.....	92
Figura 2	Normais climatológicas da precipitação pluviométrica (P), umidade relativa do ar (UR) e da velocidade do vento (u) do Parque Estadual Mata da Pimenteira. (Fonte: SILVA & ALMEIDA, 2013).....	93
Figura 3	Coletores de serapilheira em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	95

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1	Coletores de serapilheira em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	25
Tabela 2	Deposição mensal de serapilheira em área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano. Serra Talhada-PE, 2015.....	26

CAPÍTULO III

Tabela 1	Atributos químicos do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	93
Tabela 2	Atributos químicos do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	94
Tabela 3	Atributos químicos do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	94
Tabela 4	Concentração média dos nutrientes na serapilheira em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	97
Tabela 5	Composição química da serapilheira e do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	98
Tabela 6	Relação C/N, C/P e C/S da serapilheira aportada em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.....	101
Tabela 7	Intervalos das relações C/N, C/P e C/S, balanço entre Imobilização (I) e Mineralização (M), disponibilidade de nutrientes e velocidade de decomposição da serapilheira.....	102
Tabela 8	Aporte médio anual da serapilheira em área de Caatinga preservada. Serra Talhada-PE, 2015.....	104
Tabela 9	Aporte médio anual da serapilheira em distintas tipologias vegetais. Serra Talhada-PE, 2015.....	104

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
CAPÍTULO 1 – SAZONALIDADE DA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4. CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
CAPÍTULO 2 – DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA EM CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.....	51
1. INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4. CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS.....	73
CAPÍTULO 3 – CICLAGEM DE NUTRIENTES DA SERAPILHEIRA EM ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.....	89
1. INTRODUÇÃO.....	91
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	94
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
4. CONCLUSÕES.....	108
REFERÊNCIAS.....	109

APRESENTAÇÃO

O presente manuscrito aborda a dinâmica da deposição da serapilheira, bem como, sua importância e qualidade na manutenção do ecossistema em uma área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano.

Para se compreender os aspectos dinâmicos dos ecossistemas são necessários estudos sobre a deposição da serapilheira e do fluxo de nutrientes associados (decomposição). Estudos sobre a dinâmica da serapilheira possibilitam estimar índice de produtividade do ecossistema, fornecem informações sobre a taxa de decomposição do material decíduo, permitem quantificar o teor de nutrientes que retornam ao solo e fornecem importantes informações sobre o ciclo fenológico das plantas.

Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal ocorre por meio da produção da serapilheira, sendo esse o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo.

A Caatinga é um dos ecossistemas mais antropizados do mundo e pouco conhecido em relação à deposição e decomposição da serapilheira de áreas preservadas e antropizadas. Em virtude disso, a importância de se avaliar a deposição e decomposição da serapilheira na Caatinga está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes nesse ecossistema, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais.

Há necessidade de se realizarem estudos a curto, médio e longo prazo, que possam dar subsídios ao maior entendimento de como ocorrem os processos da dinâmica da serapilheira em áreas de Caatinga. Por esta razão, faz-se necessário estudar a deposição e decomposição de serapilheira, neste Bioma, para que se possa utilizar ações conservacionistas e orientar práticas de manejo, associadas à preservação do meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, já que a comparação entre áreas em processo de recuperação com florestas nativas, quanto à deposição e decomposição de serapilheira, também pode ser uma importante ferramenta para subsidiar estratégias de recuperação de área degradada.

CAPÍTULO 1 - SAZONALIDADE DA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

RESUMO - A serapilheira ou liteira é entendida como o conjunto de materiais vegetais e animais depositado no solo e processado pela biota. Este material inclui folhas, flores, frutos, sementes, ramos, raízes, cascas, restos de animais e produto fecal de vertebrados e invertebrados. A deposição da serapilheira é influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos, como: tipo de vegetação, estágio sucessional, latitude, altitude, temperatura, fotoperíodo, precipitação, herbivoria, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes do solo, umidade do solo e vento. O objetivo deste trabalho foi verificar a relação da sazonalidade do aporte da serapilheira com a precipitação pluviométrica em uma área preservada de Caatinga com a finalidade de identificar a existência de uma interdependência entre estes fatores. A pesquisa foi realizada em uma área do Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, com 887,24 ha. Foram instalados 40 coletores, com dimensões 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, constituídos de tela plástica com malha de 1 mm, suspensos à aproximadamente um metro da superfície do solo e alocados equidistantes 20 m entre si. Os coletores permaneceram na área no período de março/2013 a fevereiro/2014. A cada 30 dias, o material depositado foi recolhido e conduzido ao laboratório do PGPV na UFRPE/UAST, para separação em folhas, galhos, material reprodutivo e miscelânea. Após a triagem, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar (60° C), até atingirem peso constante. A relação entre a deposição de serapilheira e a precipitação foi obtida por meio de análises de correlação entre a precipitação e as taxas totais de deposição mensal. Os dados pluviométricos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica automática pertencente ao INMET, localizada no campus da UFRPE/UAST, área de entorno do Parque. A produção média de serapilheira correspondeu a 6.627,53 kg ha⁻¹ ano⁻¹. 19,40% foi referente à fração galhos, 8,85% a estruturas reprodutivas e 5,59% de miscelânea. Não houve correlação positiva entre a precipitação e a deposição de serapilheira. Esta ausência de correlação mostra que a deposição de serapilheira na Caatinga estudada pode não estar diretamente relacionada com a pluviosidade isoladamente, mas também, com outros fatores climáticos, assim como, ao comportamento da espécie (hábito perene ou decíduo) e a proporção e distribuição desses grupos na população do ecossistema, ou ainda, às estratégias adquiridas através do processo evolutivo das comunidades vegetais. A serapilheira apresentou padrão sazonal de deposição com maiores aportes após a paralização de eventos chuvosos, porém há necessidade de

desenvolvimento de novos estudos que possibilitem identificar e quantificar quais atributos agem associados na formação da manta orgânica do solo.

Palavras-chave: Precipitação pluviométrica, floresta seca, matéria orgânica.

CHAPTER 1 - SEASONAL LITTER DEPOSITION IN A CAATINGA AREA PRESERVED IN SEMIARID PERNAMBUCANO

ABSTRACT - The litter or litter is understood as a set of material deposited on the ground by the biota. This material includes leaves, flowers, fruits, seeds, twigs, roots, bark, animal waste and fecal product vertebrates and invertebrates. The deposition of litter is influenced by several biotic and abiotic factors such as vegetation type: vegetation type, successional stage, latitude, altitude, temperature, photoperiod, rainfall, grazing, water availability, inventory of soil nutrients, soil moisture and wind. The objective of this study was to assess the relationship of the seasonality of litter input with precipitation in a preserved area of Caatinga in order to identify the existence of an interdependence between these factors. The survey was conducted in an area of the State Park Forest Pimenteira, Serra Talhada-PE, with 887,24 ha 40 collectors were installed, measuring 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, made up of plastic screen with a 1 mm mesh, suspended for about a soil surface and underground allocated equally spaced 20 m each other. Collectors remained in the area from March/2013 to February/2014. Every 30 days, the deposited material was collected and taken to the laboratory in PGPV-UFRPE/UAST to split into leaves, twigs, reproductive materials and miscellaneous. After sorting, the samples were packed in paper bags and dried in a forced air oven (60° C) until constant weight. The relationship between litter and disposal of precipitation was obtained by means of correlation analysis between the rainfall rates and total monthly deposition. The rainfall data were obtained from an automatic weather station belonging to the INMET, located on the campus of UFRPE/UAST, the area surrounding the Park. The average production of litter amounted to 6627,53 kg ha⁻¹.year⁻¹. 19,40% was on the branches fraction, 8,85% of reproductive structures and 5,59% of miscellaneous. There was no positive correlation between precipitation and deposition of litter. This lack of correlation shows that the deposition of litter in the study Caatinga can not be directly related to rainfall alone, but also with other environmental factors, as well as the behavior of the species (perennial habit or deciduous) and the proportion and distribution of groups in the ecosystem population, or even the strategies acquired through an evolutionary process of plant communities. Litter followed a seasonal pattern of deposition with higher contributions after the stoppage of rainfall events, but there is need for development of new studies for identifying and quantifying which attributes act associated with the formation of soil organic blanket.

Keywords: Rainfall, dry forest, organic matter.

1. INTRODUÇÃO

Em geral, os solos da Caatinga são rasos, apresentam pouca capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural. Neste ecossistema, a vegetação e a serapilheira são fatores essenciais à proteção do solo, pois protegem dos intensos raios solares na época seca e, nas primeiras chuvas, evitam o impacto direto de suas gotas (SOUTO, 2006; FUNDAJ, 2009). Além disso, a camada de serapilheira fornece condições para o reestabelecimento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (TILMAN et al., 2002; IKPE et al., 2003).

A serapilheira ou liteira é entendida como o conjunto de material precipitado ao solo pela biota. Este material inclui folhas, flores, frutos, sementes, ramos, raízes, cascas, restos de animais e produto fecal, porém, as folhas são consideradas o principal componente da serapilheira (GOLLEY et al., 1978; DANTAS, 1986; DIAS & OLIVEIRA FILHO, 1997; ARAÚJO et al., 2007). A serapilheira libera para o solo elementos minerais, que são utilizados pelas plantas, por meio da decomposição. No conteúdo da serapilheira há grande diversidade de invertebrados que compõem a fauna edáfica, a qual está diretamente relacionada com a fragmentação e a decomposição desse material e fertiliza naturalmente os solos (CARPANEZZI, 1980; PERES et al., 1983; SIOLI, 1991; CUNHA et al., 1993; RIBEIRO, 1998; MOÇO et al., 2005).

A deposição da serapilheira é influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos. Dentre estes fatores destacam-se: tipo de vegetação, estágio sucessional, latitude, altitude, temperatura, precipitação, herbivoria, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes do solo, umidade do solo e vento (BURGHOUTS et al., 1994; PORTES et al., 1996; DIAS e OLIVEIRA FILHO, 1997).

O grau de perturbação das áreas também varia a quantidade de serapilheira depositada dentro de um mesmo tipo de vegetação. Deste modo, o aporte da serapilheira, em áreas submetidas a distúrbios, é empregado como indicador ambiental, que visa avaliar o processo de recuperação da vegetação (MARTINS & RODRIGUES, 1999).

Para Bray & Gorhan (1964), as condições climáticas são os principais agentes determinantes na deposição de serapilheira em qualquer ecossistema, a qual será menor nas regiões com clima frio e maior nas regiões com o clima equatorial quente e úmido. A Caatinga compõe-se na expressão sintética dos elementos físicos e climáticos, apresenta vegetação ímpar, em que os elementos florísticos expressam morfologia, anatomia e estruturas fisiológicas adaptadas para resistir ao ambiente xérico (com deficiência hídrica), em

que a água somente é disponibilizada às plantas durante o curto período chuvoso (SOUTO, 2006).

A capacidade de retenção de umidade pelo solo, indica características relacionadas com os fenômenos de absorção (referente à porosidade) e adsorção de umidade (referente à estruturação, área superficial), segundo Voight & Walsh (1976). Ela pode possibilitar condições melhores de conservação de umidade para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, minimizando efeitos adversos decorrentes da falta de chuva (SIDIRAS et al., 1984; DERPSCH et al., 1990; SALTON et al., 1998; SILVA, 2006).

As análises qualitativa e quantitativa do material orgânico da serapilheira, como também sua taxa de decomposição, são bastante relevantes para o entendimento da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas, uma vez que esses constituem fatores condicionantes para a manutenção da fertilidade do solo e conservação de ecossistemas, por se comportarem como importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo (SILVEIRA et al., 2007).

Pesquisas que avaliem o aporte da serapilheira em florestas tropicais secas são escassas quando comparadas com florestas tropicais úmidas. Estes estudos revelam que as deposições anual e mensal da serapilheira estão intimamente relacionadas à sazonalidade climática presente no ambiente (DANTAS, 1986; BULLOCK et al., 1995).

Existem poucas informações disponíveis sobre a produção de serapilheira na Caatinga, tanto que Sampaio (1996), baseado apenas em dados da densidade de indivíduos usualmente observada nas áreas consideradas como caatingas nativas, estimou que a massa de serapilheira do bioma não deveria ser elevada, atingindo o máximo de $3.000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Entender o funcionamento e as variáveis que causam maior ou menor equilíbrio a uma comunidade vegetal e/ou animal é imprescindível para, quando necessário, intervir sem, no entanto, degradá-la.

O objetivo deste trabalho foi verificar a relação da sazonalidade do aporte da serapilheira em uma área preservada de caatinga com a precipitação, com o intuito de identificar a existência de uma interdependência desses dois fatores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Mata da Pimenteira ($7^{\circ}53'48.96''\text{S}$ e $38^{\circ}18'14.30''\text{W}$), no município de Serra Talhada-PE, com 887,24 ha, compostos por áreas com alta declividade (acima de 45°), além de abrigar significativa comunidade de flora e fauna com espécies endêmicas da Caatinga (Figura 01: A e B), muitas das quais ameaçadas de extinção (SANTOS et al., 2013).

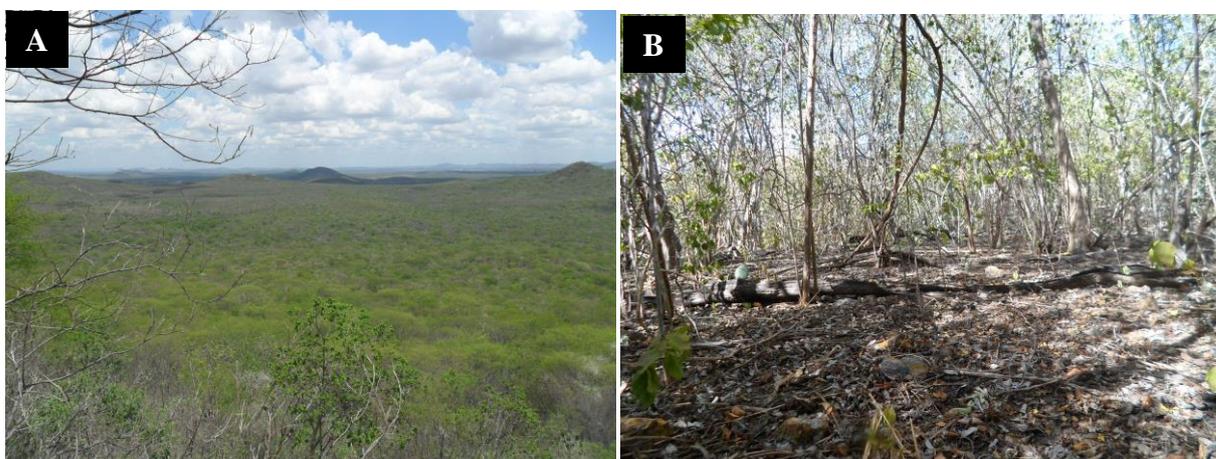


Figura 01: Aspecto geral da área no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, 2015.

De acordo com a classificação de Thornthwaite, o clima onde está inserido o Parque é o semiárido, com índice efetivo de umidade de $-47,6$ e pequeno a nulo excesso hídrico durante o ano. Pela classificação de Köppen, o clima dessa área é do tipo BSw h' , semiárido, quente e seco, com baixos níveis pluviométricos nos meses mais frios. A temperatura média anual na área é em torno de $23,8 \pm 0,92^{\circ}\text{C}$, com valores médios anuais da temperatura mínima e máxima na ordem de $19,2 \pm 0,97^{\circ}\text{C}$ e $30,0 \pm 1,57^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e maiores magnitudes ocorrentes entre os meses de outubro e março (SILVA & ALMEIDA, 2013).

O padrão de precipitação pluviométrica é caracterizado pelo período mais chuvoso e coincide com os meses mais quentes, com início das chuvas a partir do mês de dezembro, estendendo-se até o mês de maio, entretanto com grande variação interanual. Os meses de janeiro a abril são o período mais chuvoso, com 65,9% da precipitação pluviométrica anual, que é, em média, de 653,2 mm (Figura 02) (SILVA & ALMEIDA, 2013).

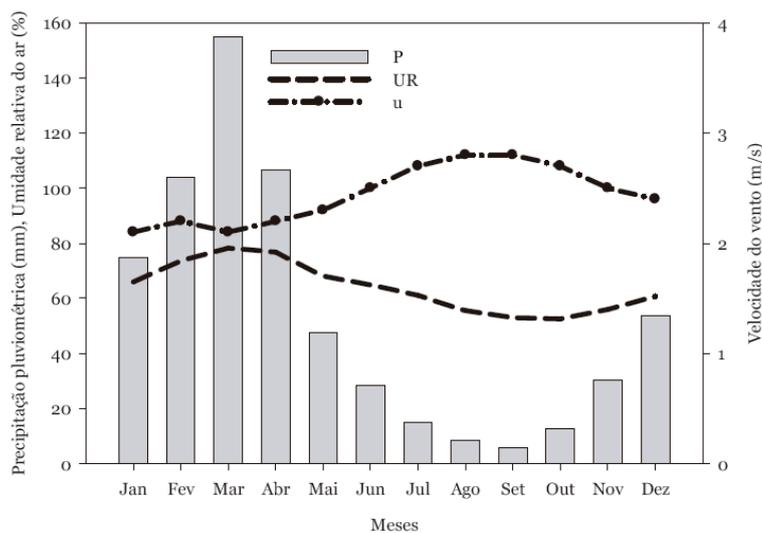


Figura 02: Normais climatológicas da precipitação pluviométrica (P), umidade relativa do ar (UR) e da velocidade do vento (u) do Parque Estadual Mata da Pimenteira (Fonte: SILVA & ALMEIDA, 2013).

O Parque está localizado dentro da Unidade de Paisagem caracterizada como Depressão Sertaneja, com ocorrência de rochas cristalinas e sedimentares de diferentes idades, origens e diversificação litológica, que compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú. Ele apresenta três principais classes de solos (SILVA & ALMEIDA, 2013): Cambissolos, Neossolos Litólicos e Argissolos, que apresentam aptidão agroecológica de preservação.

A vegetação varia de arbórea a arbustivo-arbórea, entrecortada por riachos temporários e muitos afloramentos rochosos, onde prevalece a formação arbustivo-herbácea, sobre ou nas fendas das rochas; elevada riqueza de espécies (251), distribuídas em 67 famílias, com predominância das famílias Fabaceae e Euphorbiaceae e com alta proporção de espécies endêmicas (16%) (MELO et al., 2013). Segundo estes autores, de acordo com estudos já realizados em distintas áreas do Bioma, a flora do Parque apresenta semelhança com os resultados constatados em estudos pontuais na flora de inselbergs, afloramentos rochosos muito comuns no meio da vegetação de caatinga, conforme constatados por França et al. (1997), Araújo et al. (2008) e Gomes & Alves (2009); para vários tipos de caatinga do nordeste, desde áreas sedimentares com solos pobres e profundos (OLIVEIRA et al., 1997; RODAL et al., 1999) como em áreas do cristalino com solos rasos e ricos em nutrientes (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003); além de ser componente lenhoso das caatingas de Pernambuco, de acordo com Rodal & Melo (1999).

2.2. Coleta e processamento da serapilheira

Para deposição da serapilheira foram utilizados coletores com quadro de madeira, com dimensões 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, constituídos de tela plástica com malha de 1 mm, a qual permite a passagem de água, de modo a evitar o início da decomposição do material depositado no período chuvoso (CAMACHO, 2001; TOLEDO, 2003). Estes coletores foram suspensos à aproximadamente um metro da superfície do solo e alocados equidistantes 20 m entre si (Figura 03: A e B).



Foto: Almeida, G.V.L.

Foto: Almeida, G.V.L.

Figura 03: Coletores de serapilheira em uma área de caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Foram utilizados 40 coletores, ao longo de 800 m em linha reta na área (Figura 04). A quantidade de coletores utilizados está de acordo com alguns trabalhos já realizados na Caatinga e em outros ecossistemas (ARATO et al., 2003; SANTANA, 2005; ALVES et al., 2006; SOUTO, 2006; COSTA et al., 2007; FORTES, 2007; LOPES et al., 2009; SCORIZA, 2009; SOUZA, 2009; ROSA, 2010).

Os coletores permaneceram na área durante 12 meses. A cada 30 dias, o material depositado foi recolhido e levado ao laboratório da Universidade Federal Rural de Pernambuco / Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), para separação em folhas, flores, frutos, sementes, ramos e miscelânea (material de origem animal e partes não identificáveis). Após a triagem, as amostras devidamente separadas nos respectivos compartimentos, foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e secas em estufa de circulação forçada de ar (60° C), até atingirem peso constante em balança de precisão.

Por meio da quantidade média de serapilheira encontrada nos coletores, foi estimada a biomassa devolvida anualmente ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) para o solo florestal.

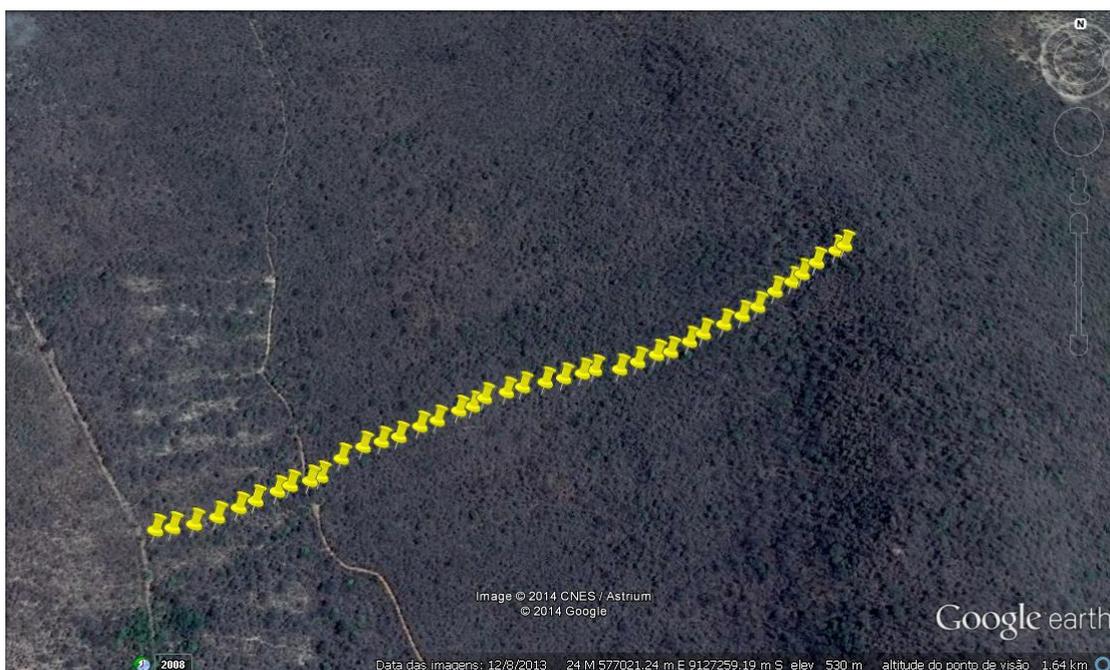


Figura 04: Esquema de disposição dos coletores de serapilheira em uma área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

2.3. Relação entre a precipitação e o aporte de serapilheira

A relação entre a deposição de serapilheira e a precipitação foi obtida por meio de análises estatísticas de correlação entre a precipitação e as taxas totais de deposição mensal. Os dados pluviométricos foram obtidos da estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no campus da UFRPE/UAST, área de entorno do Parque.

2.4. Análises estatísticas

Para verificar a ocorrência de diferenças entre as quantidade produzidas mensalmente, os dados foram tabulados e prestados a validação da homocedasticidade e normalidade, onde ao seguir tendência normal, foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa ASSISTAT Versão 7.7 beta (2015) (SILVA & AZEVEDO, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Deposição da serapilheira

A produção de serapilheira foi contínua ao longo do período de avaliação, porém, apresentou variabilidade temporal, possivelmente, devido à composição florística associada à dinâmica dos processos de produção e de sazonalidade (Figura 05).

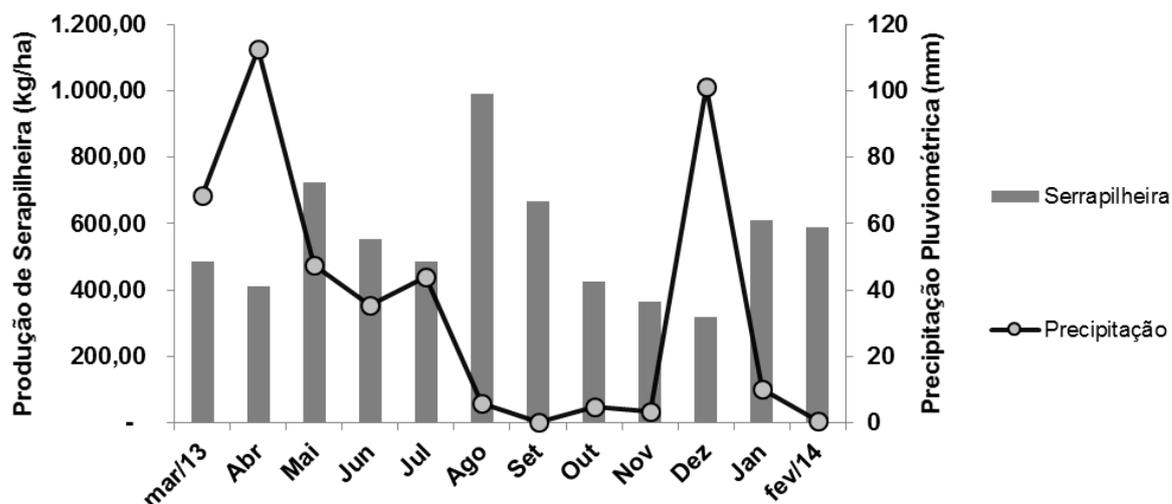


Figura 05: Variação mensal na deposição de serapilheira (kg ha^{-1}) e pluviosidade média registrada no período de março/2013 a fevereiro/2014.

Nos 12 meses de deposição, a produção média de serapilheira foi de $6.627,53 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Este resultado corrobora os resultados de alguns estudos realizados na Caatinga e em outras tipologias vegetais (Tabela 01) e está nos parâmetros da amplitude de 6.500 a $20.100 \text{ kg ha}^{-1}$, encontrado por Martins et al. (2008), em área de Caatinga preservada no município de Floresta-PE.

A maior deposição de serapilheira ocorreu no mês de agosto/2013 (Tabela 02), diferindo estatisticamente entre os meses observados, de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância.

Esta alta produção de matéria seca, na forma de resíduos orgânicos formadores da serapilheira, pode estar relacionada ao grau de conservação da área, pois Werneck et al. (2001), em estudo da produção de serapilheira em áreas de floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação, constataram que em áreas mais preservadas os valores de deposição são maiores e diminuem com o aumento do grau de perturbação da floresta.

Segundo Golley et al. (1978), o aporte de serapilheira em florestas tropicais no mundo varia entre 4 e 25 t ha⁻¹. Andrade et al. (1999), verificaram que, em média, nas florestas tropicais sobre solos de baixa fertilidade, a deposição é de 7,5 t ha⁻¹; para solos de média fertilidade essa produção é de 10,5 t ha⁻¹ e em áreas montanhosas de 6,3 t ha⁻¹. A área estudada apresenta relevo bastante variável o que explica a quantidade depositada.

Tabela 01: Deposição anual de serapilheira em diferentes tipologias vegetais.

Produção de Serapilheira	Tipologia Vegetal – Estado/País	Autor(es)/ano
9.268,54 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Mata Atlântica – ES/Brasil	Godinho et al. (2013)
4.710 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Mata Atlântica – MG/Brasil	Cunha Neto et al. (2013)
5.201 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ sucessão inicial	Floresta Ombrófila Densa Submontana – PR/Brasil	Dickow et al. (2012)
5.399 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ sucessão média		
5.323 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ sucessão avançada		
9.158,93 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Caatinga hipoxerófila - PE/Brasil	Santos et al. (2011)
2.068,55 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Caatinga hiperxerófila – RN/Brasil	Santana & Souto (2011)
3.384 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ setor arbóreo	Caatinga hiperxerófila - RN/Brasil	Costa et al. (2010)
2.580 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ setor arbustivo		
8.400 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Cerrado – PI/Brasil	Lima et al. (2010)
8.992,2 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Tensão ecológica	Silva et al. (2009)
	(floresta tropical úmida e cerrado) - MT/Brasil	
5.365,98 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Caatinga hiperxerófila – CE/Brasil	Lopes et al. (2009)
5.600 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Cerrado – SP/Brasil	Valenti et al. (2008)
2.984,5 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Caatinga hiperxerófila – RN/Brasil	Costa et al. (2007)
5.080 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Restinga – PR/Brasil	Pires et al. (2006)
899,2 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Caatinga hiperxerófila - PB/Brasil	Alves et al. (2006)
4.474 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Floresta Amazônica – AP/Brasil	Mochiutti et al. (2006)
5.300 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (formação secundária inicial) – PR/Brasil	Rocha (2006)
5.100 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Floresta Estacional Semidecidual (formação secundária inicial) – MG/Brasil	Werneck et al. (2001)
5.500 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Floresta Estacional Semidecidual – RS/Brasil	Mello (1995)
5.200 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Restinga inundável – PR/Brasil	Britez (1994)
4.500 a 5.700 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Floresta Ombrófila Densa Submontana (formações secundárias) – SP/Brasil	Leitão Filho (1993)
6.627,53 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Caatinga hiperxerófila – PE/Brasil	Este estudo

O aporte total de serapilheira pode variar entre os diferentes ecossistemas e é mais elevado na época úmida e quente nas florestas Atlântica e restinga, enquanto que na época seca e quente ou fria é mais elevado na floresta amazônica, cerrado e florestas mesófilas (DELITTI, 1995).

Os resultados de inúmeras pesquisas já realizadas em relação à deposição anual de serapilheira em ecossistemas florestais secos, no mundo, indicam que há uma enorme variabilidade temporal e espacial em que diversos fatores influenciam na deposição do material orgânico, como o tipo vegetacional, latitude, altitude, temperatura, fotoperíodo, relevo, disponibilidade de luz durante a estação de crescimento, evapotranspiração, deciduidade, estágio sucessional, herbivoria, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes no solo e, principalmente, a precipitação pluviométrica e o vento (PORTES et al., 1996; DINIZ et al., 1997; SANTANA & SOUTO, 2011).

Tabela 02: Deposição mensal de serapilheira em área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano. Serra Talhada-PE, 2015.

Meses	Deposição de Serapilheira (kg ha ⁻¹)
Março/2013	486,30 ed
Abril/2013	412,29 e
Maió/2013	723,78 b
Junho/2013	552,15 d
Julho/2013	487,14 ed
Agosto/2013	992,00 a
Setembro/2013	668,90 c
Outubro/2013	425,21 e
Novembro/2013	362,11 e
Dezembro/2013	317,70 e
Janeiro/2014	611,35 c
Fevereiro/2014	587,47 d
dms	1,52%
CV%	23,7

*Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O aporte de serapilheira, na área em estudo, apresentou sazonalidade, com picos máximos nos meses subsequentes a interrupção da precipitação pluviométrica e valores mínimos ao longo dos períodos secos (Figura 02).

O aporte sazonal da serapilheira na Caatinga possibilita conhecer o comportamento da vegetação frente às variações físicas e químicas do meio, a distribuição dos nutrientes, além

do entendimento das estratégias usadas pela vegetação na manutenção da sustentabilidade do ecossistema (SOUTO, 2006).

Vital (2002) cita que outros ecossistemas florestais, tais como cerrado, matas ciliares e florestas estacionais semidecíduais apresentam comportamento similar ao da Caatinga em concentrar as maiores produções na estação seca.

O padrão deposicional de serapilheira em florestas tropicais é muito discutido na literatura. As pesquisas demonstram que em muitas florestas há uma tendência natural de maior deposição ao final ou durante os períodos mais secos. Tal fenômeno ocorre em função da resposta da vegetação à interrupção da precipitação pluviométrica, contudo essa particularidade é mais apresentada em formações vegetais semidecíduais ou decíduais (KÖNIG et al., 2002; VITAL et al., 2004; FERNANDES et al., 2007; PINTO et al., 2008; 2009).

Alguns autores relatam que, para áreas de Caatinga, o período de transição entre as estações chuvosa e seca apresentam os maiores valores de deposição de serapilheira em função da redução dos totais pluviométricos (SANTANA, 2005; COSTA et al., 2007).

Ao perceber a baixa umidade do solo, em função da diminuição na precipitação pluviométrica, a planta desencadeará o processo de abscisão foliar, no qual haverá o transporte do ácido abscísico (ABA), que provocará o fechamento dos estômatos para diminuir a perda de água por transpiração. Além disso, o aumento no grau de desidratação em consequência da baixa umidade pode ocasionar a senescência precoce da folha e a sua separação da planta (LARCHER, 2000; ARAÚJO, 2005; ARAÚJO et al., 2007).

A caducifolia, hábito que algumas plantas possuem de perder suas folhas durante a estação do ano mais desfavorável a estes vegetais (GONÇALVES & LORENZI, 2007), é decorrente de uma série de processos metabólicos vinculados à fisiologia de cada espécie, além de estímulos do ambiente como: fotoperíodo, estresse hídrico, temperatura, entre outros (BURGHOUTS et al., 1994; PORTES et al., 1996; DIAS & OLIVEIRA FILHO, 1997; POGGIANI & SCHUMACHER, 2000).

A abscisão de tecidos vegetais, além dos fatores climáticos e filogenéticos da planta, também é influenciada por fatores pedológicos (umidade e aeração do solo, deficiência e toxicidade de constituintes minerais, salinidade e alcalinidade) poluentes atmosféricos, fogo, gravidade, insetos, microrganismos patogênicos, doenças, competição entre folhas novas e velhas, entre outros (CALDEIRA et al., 2008).

Em regiões onde apresentam estações seca e chuvosa bem definida, as florestas apresentam uma tendência de atingir um pico foliar no final da estação seca, como estratégia de minimização dos efeitos da escassez de água (DELITTI, 1984).

Não houve correlação entre a precipitação pluviométrica e a deposição, muito embora o padrão deposicional (Figura 05) mostre que os picos de deposição ocorreram após um período de paralização da precipitação.

Schlittler et al. (1993), também não detectaram correlação entre a precipitação e a quantidade de serapilheira na floresta mesófila semidecídua no Pontal do Paranapanema – SP. Resultados semelhantes foram observados por Vogel et al. (2007), ao analisar uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul, em que não encontraram correlação significativa entre a deposição de serapilheira e as variáveis temperatura média e precipitação mensal. Vogt et al. (1986), sintetizaram e analisaram dados disponíveis sobre a produção e acúmulo de matéria orgânica, na qual correlacionou a queda do folheto com dados de precipitação, por várias tentativas, porém não obtiveram sucesso

Schumacher et al. (2003), ao analisarem a biomassa de alguns ecossistemas florestais, encontraram correlações positivas entre a deposição de serapilheira e a temperatura média mensal, porém nenhuma correlação com precipitação. Por outro lado, Figueiredo-Filho et al. (2003), em trabalhos de deposição de serapilheira realizados em floresta ombrófila mista no Paraná, verificaram, na análise pontual por estação, que a precipitação pode estar correlacionada com a deposição, ao contrário da temperatura, que não influenciou na deposição em função das pequenas variações entre as estações.

A ausência de correlação pode ser justificada pelo padrão deposicional da serapilheira na caatinga estudada e não com a precipitação pluviométrica. Estudos mostram que a deposição pode não estar diretamente relacionada com fatores climáticos, mas também ao comportamento da espécie (hábito perene ou decíduo) e a proporção e distribuição desses grupos na população do ecossistema ou ainda, às estratégias adquiridas por meio de um processo evolutivo das comunidades vegetais (SANTOS et al., 1984; VOGT et al., 1986; SANTANA, 2005).

Alguns autores atrelam a deposição de serapilheira ao brotamento das plantas induzido pelo fotoperíodo, de acordo com a densidade da madeira da planta. Este comportamento em plantas com baixa densidade de madeira ocorre com o aumento do fotoperíodo, inclusive em regiões onde a variação do comprimento do dia é pequena, como nas baixas latitudes (RIVERA et al., 2002).

Lima (2010), estudou os tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas, na mesma área, e verificou que algumas espécies que compõem a vegetação local não tem sua fenologia induzida pela disponibilidade hídrica no solo, mas sim, pelo fotoperíodo. Este fato justifica a deposição ininterrupta da vegetação no período estudado.

Analisar a deposição em função de um fator isolado é subestimar muito o ecossistema, uma vez que são necessários também a associação com outros fatores (vento, temperatura, altitude, entre outros) para melhor justificar os resultados.

3.2. Deposição da fração folhas

Foram depositados nos coletores o correspondente a 6.627,53 kg ha⁻¹ nos 12 meses de pesquisa. Deste total, 4.384,88 kg ha⁻¹ (66,16%) correspondeu à fração folha e 1.285,73 kg ha⁻¹ (19,40%) foi referente à fração galhos (Figura 07), onde juntos satisfazem a 85% de todas as frações que compõem a serapilheira adicionada ao solo.

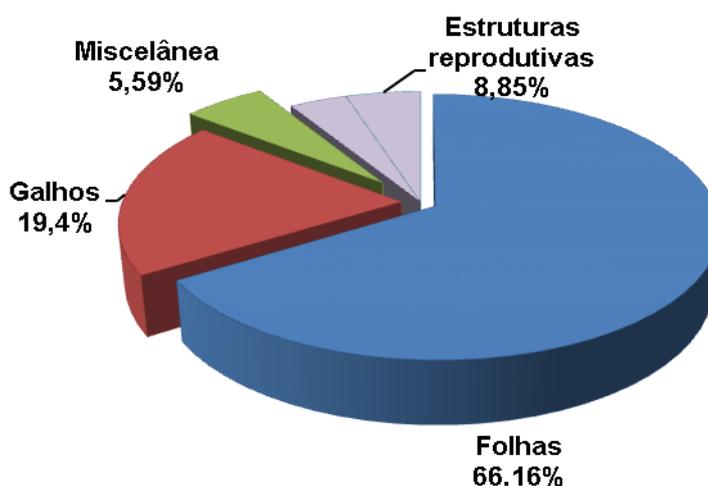


Figura 06: Deposição total das frações que compõem a serapilheira em uma área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Proporções semelhantes foram constatadas por: Andrade et al. (2008), em estudo numa área de Caatinga no município de Santa Terezinha-PB encontraram 65,09% de folhas no material deposicional da serapilheira; Costa et al. (2007), analisaram a serapilheira na Floresta Nacional do Açú – RN e detectaram, dentro do material formador da serapilheira, 65,01% de folhas e 20,84% de galhos; Souto, (2006) encontrou 64,14% de folhas e 23,48% de galhos numa área de Caatinga no Estado da Paraíba; Santana & Souto (2011), ao avaliar a

serapilheira em área de Caatinga no Rio Grande do Norte, detectaram 79,90% de folhas e 9,27% de galhos. Por outro lado, Santos et al. (2011), em uma área de Caatinga no agreste de Pernambuco, encontraram 28,90% de folhas; Dantas (2003), obteve menos de 40% de folhas do total em uma área de Caatinga no agreste da Paraíba, valores estes bem abaixo do encontrado neste e em outros estudos no bioma Caatinga.

Machado et al. (1997), observaram a mesma área de Caatinga e constataram que a deposição de folhas foi ininterrupta durante o ano, com picos mais acentuados após a estação chuvosa, o que evidenciou um certo padrão temporal de produção de serapilheira e corrobora os resultados observados neste estudo.

Barbosa et al. (2003), compilou a fenologia de 28 espécies lenhosas da Caatinga em Sousa – PB, Serra Talhada – PE e Alagoinha – PE e constataram que 23 espécies eram decíduas, com perdas das folhas de maneira concentrada na estação seca, na qual nove destas espécies perdiam suas folhas no final da estação chuvosa (maio) e outras 14 espécies perdiam no final da estação seca (outubro a dezembro) e cinco espécies perenifólias que não perdem as folhas de maneira concentrada durante o período seco (junho a dezembro), com substituição de folhas velhas pelas novas durante a estação seca. A presença destas espécies perenifólias podem explicar a deposição ininterrupta desta fração na área pesquisada.

Algumas plantas da Caatinga mantêm suas folhas durante o ano, mesmo nos períodos secos com baixa disponibilidade hídrica, isto pode justificar a constante deposição foliar ao longo do período seco (Figura 08) quando as plantas caducifólias não apresentam mais folhas, o que faz com que a taxa de deposição seja reduzida, mas não cessada, em virtude das espécies vegetais perenifólias, até que o período de chuvas se inicie e as espécies caducas readquirem suas folhas novamente (SANTANA & SOUTO, 2011).

A variação estacional do clima nas regiões que apresentam praticamente duas estações (seca e chuvosa) pode ser melhor compreendida quando observa-se as folhas, cujo órgão responde de imediato aos fatores ambientais (WISNIEWSKI et al., 1997). Esta alta deposição foliar encontrada neste trabalho pode ser consequência da fisiologia da planta, que em sua maioria, neste Bioma, apresentam-se com hábito decíduo que, ao perceber a baixa umidade no solo, desencadeiam o processo de abscisão das folhas para reduzir as perdas de água por transpiração.

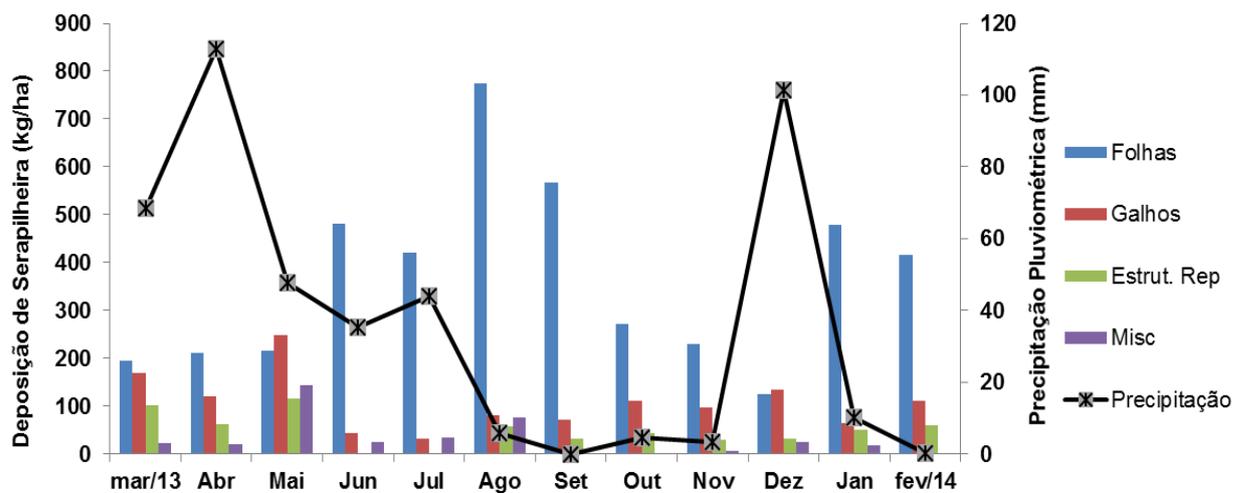


Figura 07: Deposição mensal das frações que compõem a serapilheira (Folhas, Galhos, Estruturas Reprodutivas e Miscelânea) em uma área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

A variação estacional do clima nas regiões que apresentam praticamente duas estações (seca e chuvosa) pode ser melhor compreendida quando observa-se as folhas, cujo órgão responde de imediato aos fatores ambientais (WISNIEWSKI et al., 1997). Esta alta deposição foliar encontrada neste trabalho pode ser consequência da fisiologia da planta, que em sua maioria, neste Bioma, apresentam-se com hábito decíduo, que, ao perceber a baixa umidade no solo desencadeiam o processo de abscisão das folhas para reduzir as perdas de água por transpiração (SANTANA, 2005; SANTANA & SOUTO, 2011).

A contribuição de folhas na maior parte da serapilheira não é uma característica observada apenas na Caatinga. Florestas naturais ou implantadas nos demais Biomas terrestres apresentam as mesmas características (KÖNIG et al., 2002; SANTANA et al., 2003; ZAIA e GAMA-RODRIGUES, 2004; COSTA et al., 2004). Bray & Gorham (1964), ao analisarem a quantidade de detritos orgânicos depositados por diferentes formações vegetais no mundo, verificaram que a participação das folhas corresponde entre 58 e 79% do material decíduo, nas diferentes zonas ecológicas.

Diversas pesquisas mostram que, em relação a composição do material formador da serapilheira, as folhas contribuem entre 60 e 70% ou mais (LUIZÃO & SCHUBART, 1986; VARJABEDIAN & PAGANO, 1988; CUNHA et al., 1993; CUEVAS & MEDINA, 1996; CUSTÓDIO-FILHO et al., 1996; MORAES et al., 1999; ANDRADE et al., 2000; CORRÊA-NETO et al., 2001; VITAL, 2002; FIGUEIREDO-FILHO et al., 2003; SCHUMACHER et al., 2003; ARATO et al., 2003; PINTO & MARQUES, 2003; MARTIUS et al., 2004;

ROCHA, 2006; SCHEER, 2006; VOGEL et al., 2007; MACHADO et al., 2008; SILVA et al., 2009), conforme verificado neste estudo. Além disso, para área de Caatinga, a proporção da fração folhas pode variar de 56,2 a 80,6% de todo material depositado (SANTANA, 2005; ALVES et al., 2006; COSTA et al., 2007; ANDRADE et al., 2008; LOPES et al., 2009; COSTA et al., 2010).

Diversos autores justificam a elevada contribuição das folhas na serapilheira pelo seu papel desempenhado nos processos de fotossíntese e transpiração, uma vez que, naturalmente a biomassa foliar tende a ser elevada, porém no período de escassez hídrica, a transpiração excessiva proporciona o aumento da taxa de mortalidade das folhas, em que os processos de abscisão foliar é a principal estratégia de ajuste fisiológico para maximizar a sobrevivência das plantas no período de estiagem (OPLER et al., 1980; MARTINEZ–YRIZAR & SARUKHÁN, 1990; SANTANA, 2005; ALVES et al., 2006; COSTA et al., 2007).

Outro fator que pode ter influência na queda de folhas é o fotoperíodo. Isto fica caracterizado ao analisar a fenologia de algumas espécies que iniciam a queda de folhas sempre na mesma época do ano, independente da disponibilidade de água no solo, fato este que evidencia que o aumento ou a diminuição do fotoperíodo pode induzir a queda foliar (RIVERA et al. 2002). Lima (2010), ao estudar a fenologia e atributos funcionais do caule de espécies lenhosas, na mesma área, verificou que as espécies com baixa densidade de madeira têm a capacidade de emitirem brotações independentes das chuvas e apresentam alto potencial hídrico ao longo do ano. Fato este que corrobora a constante e ininterrupta deposição ao longo do ano e justifica a baixa relação com a ocorrência de chuvas, pois as plantas ao emitirem novas brotações, estas irão crescer, madurecer e cair com o passar dos dias.

Outros autores relatam que a queda foliar que ocorre no final da estação chuvosa, para estas espécies de baixa densidade de madeira, é causada, principalmente, pela combinação do aumento da idade foliar e diminuição do fotoperíodo, do que pela indisponibilidade de água no solo (BORCHERT & RIVERA, 2001; BORCHERT et al 2002).

3.3. Deposição da fração galhos

A deposição da fração galhos que incluiu material lenhoso de todas as dimensões mais cascas, correspondeu a 3.457,35 kg ha⁻¹ (19,40%), do total da serapilheira depositada.

Essa proporção foi superior a Santana & Souto (2011) ao analisarem a serapilheira em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte, encontraram o correspondente a 9,27% do material depositado. Próximo ao verificado neste estudo, Souto (2006) encontrou o

correspondente a 23,48% do total depositado, para a fração galhos, em uma área de Caatinga na Paraíba. Enquanto que Costa et al. (2007), obtiveram 20,84% do material depositado em uma área de Caatinga preservada no Rio Grande do Norte.

Os valores percentuais elevados da fração galhos na serapilheira, como os constatados, revela a ocorrência de eventos meteorológicos adversos, ocorridos na forma de ventos fortes, o que proporciona a queda de grande quantidade de material lenhoso (SCHUMACHER et al., 2003).

König et al. (2002), em floresta estacional decidual observaram que a grande variabilidade da queda de galhos foi decorrência de fenômenos climáticos adversos, como tempestades com ventos anormais. Lam & Dudgeon (1985), em pesquisas em uma floresta mista em Hong Kong, obtiveram correlação positiva entre a produção do material lenhoso com a temperatura e o estresse hídrico, fato que possivelmente influenciou a queda de galhos na área estudada. Vogt et al. (1986) comentam que, exceto para a temperatura mínima, nenhuma das outras variáveis climáticas, isoladas ou combinadas, explicaram qualquer variação na produção de galhos e cascas na serapilheira, tanto para florestas de coníferas como de folhas largas.

Analisar esta fração e comparar com outros resultados torna-se difícil em função da grande variabilidade de resultados, que pode ser atribuída a diferenças na metodologia que consideram como galhos até um valor específico do diâmetro do material lenhoso depositado. Ao contrário das folhas que são amostradas por métodos semelhantes nos distintos ecossistemas (SANTANA, 2005; SOUTO, 2006).

A elevada deposição de galhos neste estudo pode está relacionado, também, ao prolongado período de estiagem observado para a região nos últimos três anos. Muitas plantas, arbustos mais jovens principalmente, não suportaram a escassez hídrica, morreram, vindo a secarem por completo e, conseqüentemente, depositaram suas estruturas sobre o solo.

3.4. Deposição da fração estruturas reprodutivas

A deposição de estruturas reprodutivas, que inclui flores, botões florais, frutos e sementes, correspondeu a 586,35 kg ha⁻¹ (8,85%) da serapilheira total produzida. A produção desta fração se manteve constante ao longo do período, com exceção para os meses de junho e julho nos quais, não foram encontrados nenhuma parte reprodutiva.

A distribuição de estruturas reprodutivas durante o ano pode está relacionado ao maior número de espécies existentes na área com períodos diferenciados de floração e frutificação.

Em pesquisas realizadas na Caatinga, verifica-se que há divergência entre os resultados para esta fração. Santos et al. (2011), em área de Caatinga no agreste de Pernambuco, obtiveram 16,95% de sementes na serapilheira aportada. Por sua vez, Santana & Souto (2011) ao analisarem a serapilheira em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte, encontraram o correspondente a 2,92% de material reprodutivo da produção total de serapilheira. Enquanto que Lopes et al. (2009), na área de Caatinga no Estado do Ceará, encontraram 11,24% de estruturas reprodutivas no material depositado. Souto (2006) encontrou o correspondente a 10,92% do total depositado, para a fração estruturas reprodutivas, em uma área de Caatinga na Paraíba. Deste modo, os resultados encontrados neste estudo corroboram os dados de Souto (2006) e Lopes et al. (2009) em observações realizadas na Caatinga.

Santana & Souto (2011) citam que são escassas pesquisas que quantificam a fração reprodutiva e que há a necessidade de se monitorar, também, o comportamento fenológico das espécies durante a fase das coletas, com o objetivo de coletar dados que possam explicar alguns resultados aparentemente contraditórios, e mesmo determinar a influência isolada de cada espécie para determinado evento ocorrido no processo de deposição.

3.5. Deposição da fração miscelânea

A fração miscelânea que corresponde aos fragmentos de folhas, galhos, ramos, flores, frutos, sementes e outros materiais vegetais de difícil identificação, além de insetos ou partes destes e excrementos, correspondeu a 5,59% (370,57 kg ha⁻¹ ano⁻¹) do material depositado.

Esta fração demonstrou aumento de produção nos meses em que houve precipitação e diminuiu, ou não teve produção, nos meses sem precipitação pluviométrica.

Resultados distintos foram constatados por Souto (2006), que encontrou o correspondente a 1,46% do total depositado de miscelânea, em uma área de Caatinga na Paraíba, com maiores deposição no período chuvoso. Por sua vez, Santana & Souto (2011), relatam uma contribuição de 163,65 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (7,9%) da serapilheira total, em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte, com longo período de produção e maior no período mais úmido e reduzido no período seco.

A proporção de miscelânea pode ser explicada pela ocorrência das chuvas, que faz com que a maioria das plantas emitam brotações, o que aumenta a oferta de alimento para os insetos e pássaros na área, como também disputa entre esses indivíduos e proporciona maior deposição de excrementos e partes de insetos mortos (SOUTO, 2006).

Apesar da pequena participação na serapilheira (5,59%), a fração miscelânea tem importância de destaque. Proctor (1987), considera que os componentes da miscelânea são ricos em nutrientes e energia e, associados ao alto grau de fragmentação, podem ser uma fonte mais acessível aos decompositores. A serapilheira funciona como importante reservatório na ciclagem de nutrientes, pois disponibiliza ao solo os nutrientes necessários para a planta satisfazer suas necessidades metabólicas. Em função da dimensão das partículas em que se encontra a serapilheira da miscelânea, acredita-se que estes nutrientes retornem ao solo e estejam disponíveis para as plantas mais rapidamente. Facelli & Pickett (1991) ressaltam que a serapilheira é fornecedora de substâncias agregantes ao solo, tornando-o mais estável e resistente à ação das chuvas.

Martínez-Yrizar & Sarukhán (1990), relatam que a presença de fezes de invertebrados na deposição da serapilheira, durante a estação chuvosa, é um indicativo da atividade de insetos nesse período e, posterior queda de produção na estação seca.

4. CONCLUSÕES

A variação dos dados obtidos neste estudo, quando comparados com as informações realizadas no mesmo Bioma, pode estar relacionado com o relevo do solo, distribuição espacial da vegetação, fatores climáticos, atributos biológicos (herbivoria, fitopatologia) e fisiológicos das espécies que compõem a área estudada.

A serapilheira apresentou padrão sazonal de deposição com maiores aportes após a paralização de eventos chuvosos, embora não tenha sido constatada correlação entre a precipitação e deposição de serapilheira.

A ausência da relação pode indicar que a associação com outros fatores podem interferir na deposição da serapilheira e evidencia a necessidade de desenvolvimento de novos estudos que possibilitem identificar e quantificar quais atributos abióticos agem associados na formação da manta orgânica do solo.

Contudo, esta pesquisa mostra o padrão de deposição da serapilheira em área de Caatinga, corroborando estudos realizados neste e em outros Biomas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B. & RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica** v.17, p.289-305, 2003.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. Aporte e decomposição de serapilheira em área de Caatinga na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da terra**. Ano/vol. 6, n. 02. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Brasil. p. 194-203, 2006.

ANDRADE, A. G.; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, S. M. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. EMBRAPA (**Documento nº 13**), 1999.

ANDRADE, A. G.; COSTA, G. S.; FARIA, S. M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.4, p.777-785, 2000.

ANDRADE, L. R. et al. Deposição de serapilheira em área de caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 223-230, 2008.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, p.715-721, 2003.

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

ARAUJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Dynamics of Brazilian Caatinga – A Review Concerning the Plants, Environment and People. **Functional ecology and communities** 1: 15-28, 2007.

ARAÚJO, F. S.; OLIVEIRA, R. F. & LIMA-VERDE, L. W. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. **Rodriguésia** 59: 659-671. 2008.

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

BORCHERT, R. & RIVERA, G. 2001. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. **Tree Physiology** 21: 213-221.

BORCHERT, R.; RIVERA, G. & HAGNAUER, W. 2002. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica** 34: 27-39.

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

BRITEZ, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá**. 1994. 272 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

BULLOCK, S.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (eds.) **Seasonally dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press, 1995. 450p.

BURGHOUTS, T. B. A.; CAMPBELL, E. J. F.; KOLDERMAN, P. J. Effects of tree species heterogeneity on leaf fall in primary and logged dipterocarp forest in the Ulu Segama Forest Reserve, Sabah, Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**. v. 10, p.1-26. 1994.

CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.53-68, 2008.

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

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

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

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. 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.

COSTA, C. C. A.; SOUZA, A. M.; SILVA, N. F.; CAMACHO, R. G. V.; DANTAS, I. M. Produção de Serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 246-248, 2007.

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

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient cycling in the conservation of soil fertility in the Tropics. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4.; REUNIÃO BRASILEIRO SOBRE MICORRIZAS, 6; REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 11., 1996, Águas de Lindóia, SP. Solo Suelo 96. USP/SLCS/SBCS, 1996. 1 **CD-ROM**. Comissão 10: Solos Florestais.

CUNHA, G. C.; GRENDENA, 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-NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H.; ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 379-387, 2013.

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

DANTAS, M. **Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental**. Relatório final do convenio EMBRAPA/CPATU-GTZ. Produção de “litter” e seu conteúdo de nutrientes em floresta primaria e capoeira da Amazônia Oriental. Belém, p.147-162, 1986.

DANTAS, S.V. **Dinâmica da produção e decomposição de folhedo e ciclagem de nutrientes em um ecossistema de Caatinga arbórea no agreste da Paraíba**. 2003. 32 f. Monografia (Graduação) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba-PB.

DELITTI, W. B. C. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres. **O ecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, n. 1, p. 469-483, 1995.

DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliotti* Engelm. var *elliotti* (Mogi-Guaçu, SP.)**. 1984. 298 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo; plantio direto e preparo conservacionista do solo. **Eschborn: GTZ; Londrina: Iapar**, 1990. 268p.

DIAS, H. C. T. & OLIVEIRA FILHO, A. T. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras - MG. **Revista Árvore**, v. 21, n. 1, p. 11-26, 1997.

DICKOW, K. M. C.; MARQUES, R.; PINTO, C. B.; HOFER, H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. **Cerne**, v.18, n.1, p.75-86, 2012.

DINIZ, S.; PAGANO, S. N.; BINI, L. M. Dinâmica de folhedo em floresta mesófila semidecídua, no município de Araras, SP. II- Fluxo de macronutrientes. **Revista do Instituto Florestal**, v.9, n.1, p. 37-46, 1997.

FACELLI, J. M. & PICKETT, S. T. A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**. v. 57, n.1, p. 1-32, 1991.

FERNANDES, M. E. B.; NASCIMENTO, A. A. M.; CARVALHO, M. L. Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de Mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.5, p 949-958, 2007.

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

FORTES, F. O. **Plano amostral para coleta de serapilheira na floresta ombrófila mista no estado do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul, Tese (Doutorado), UFSM, Centro de Ciências Rurais. 2007. 72p.

FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, C. C. Flora de inselbergs da Região dos milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. *Sitientibus*. **Série Ciências Biológicas**. 17: 163-184, 1997.

FUNDAJ – Fundação Joaquim Nabuco. Caracterização do Semi-Árido Brasileiro. Disponível em:

<<http://www.fundaj.gov.br/notitia/servlet/newstorm.ns.presentation.NavigationServlet?publicationCode=16&pageCode=377&textCode=7924&date=currentDate>> Acesso em: 26 dez. 2010.

GODINHO, T. O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H. C. A.; ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v.41, n.97, p.131-144, 2013.

GOLLEY, F. B.; M. C. GINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. L.; DUEVE, M. S. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo, **Pedagógica e Universitária**. 1978. 256p.

GOMES, P. & ALVES, M. V. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of northeast, Brazil. **Edinburg Journal of Botany** 66: 329-346, 2009.

GONÇALVES, E. G & LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007, 416 p.

IKPE, F. N.; OWOEYE, L. G.; GICHURU, M. P. Nutrient recycling potential of *Tephrosia candida* in cropping systems of southeastern Nigeria. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.67, p.129-136, 2003.

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

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.

LEITÃO-FILHO, H. F. (Coord.). **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. São Paulo: Unesp; Campinas: Unicamp, 1993. 184 p.

LIMA, S. S; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, F. C.; CASTRO, A. A. J. F. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.1, p.75-84, 2010.

LIMA, A. L. A. **Tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas da caatinga, Nordeste do Brasil**. 2010. 116f.: il. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. v. 3, n. 2, p.72-79, 2009.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Produção e decomposição de liteira em Floresta de Terra Firme da Amazônia Central. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 1, p. 575-600, 1986.

MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, 29 (1): 57-68, 1997.

MACHADO, M. R.; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008.

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

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

MARTINS, S. V. & RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 22, p. 405-412, 1999.

MARTIUS, C.; HÖFER, H.; GARCIA, M. V. B.; RÖMBKE, J.; HANAGARTH, W. Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazônia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Bohn, v. 68, p. 137-154, 2004.

MELLO, R. S. P. **Produção de serapilheira e aspectos da ciclagem de nutrientes em dois tipos fl orestais adjacentes no Rio Grande do Sul**. 1995. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

MELO, A. L. et al. Flora vascular terrestre. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, 2013. p. 83-103.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L.; MELÉM-JUNIOR, N. J. Produção de Serapilheira e Retorno de Nutrientes de um Povoamento de Taxi-branco e de uma Floresta Secundária no Amapá. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 52, p. 3-20, 2006.

MOÇO, M. K. S; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p. 565-571, 2005.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B.; STRUFFALDI-DEVUONO, Y. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 9-16, 1999.

OLIVEIRA, M. E. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CASTRO, A. A. J. F. & RODAL, M. J. N. Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. **Naturalia** 22: 131-150, 1997.

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

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

PINTO, C. B. & MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 3, p. 257-264, 2003.

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**, Viçosa, v.33, n.4, p.653-663, 2009.

PIRES, L. A.; BRITEZ, R. M. de; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção e acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 20, n. 1, p. 173-184, 2006.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.

PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Morro do Anhagava- PR. **Revista Floresta**. v. 26, p. 3-10, 1996.

PROCTOR, J. Nutrient cycling in primary and old secondary forest. **Applied Geography**, v. 7, n.2, p.135-152. 1987

RIBEIRO, L. **Dinâmica de nutrientes na serapilheira, em um trecho de mata ciliar alagável com ninhal de aves do Rio Cuiabá, no Pantanal Barão de Melgaço-MT**. 1998. 53p. Monografia (Instituto de Biociências) – Universidade federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

RIVERA, G.; ELLIOTT, S.; CALDAS, L. S.; NICOLSSI, G.; CORADIN, V. T. R.; BORCEHRT, R. 2002. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. **Trends in Ecology and Evolution**. 16: 445-456.

ROCHA, A. A. **Deposição de fitomassa e nutrientes, acumulação e decomposição de serapilheira em três tipologias da Floresta Atlântica, Paranaguá, PR**. 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RODAL, M. J. N. & MELO A. L. Levantamento preliminar das espécies lenhosas da Caatinga de Pernambuco. In: Araújo, F. D.; Prendergast, H. D. V. & Mayo, S. J. (Eds.). Plantas do Nordeste: **Anais** do I Workshop Geral. Kew: Royal Botanic Gardens. p.53-62. 1999.

ROSA, T. F. D. **Produção de serapilheira, concentração e acúmulo de nutrientes em povoamentos de teca**. 2010. 57p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de pós-graduação em ciências florestais e ambientais.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa- SPI; Dourados: **Embrapa-CPAO**, 1998. 248p.

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

SANTANA, J. A. S. & SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **IDESIA** (Chile), p. 87-94, 2011.

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. 184p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UFPB/CCA-Areia.

SANTANA, J.A. S.; SOUSA, L. K. V.; ALMEIDA, W. S. C. Produção anual de serapilheira em floresta secundária na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, n.40, p.119-132,2003.

SANTOS, E. M. et al. O Parque Estadual Mata da Pimenteira - Primeira Unidade de Conservação Estadual na Caatinga de Pernambuco. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, 2013. p. 15-26.

SANTOS, P. F.; ELKINS, N. Z.; STEINBERGER, Y.; WHITFORD, W. G. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. **Ecology**, Washington, v.65, n.1, p.278-284, 1984.

SANTOS, P. S.; SOUZA, J. T.; SANTOS, J. M. F. F.; SANTOS, D. M.; ARAÚJO, E. L. Diferenças sazonais no aporte de serapilheira em uma área de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 94-101, 2011.

SILVA, F. A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7. **Anais...** Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SCHEER, M. B. **Ciclagem de nutrientes em um trecho de Floresta Ombrófi la Densa Aluvial em regeneração Guaraqueçaba, PR**. 2006. 155 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SCHLITTLER, F. H. M; MARINIS, G.; CÉSAR, O. Decomposição da serapilheira produzida na floresta do Morro do Diabo (região do Portal do Paranapanema. Estado de São Paulo). **Naturalia**, v.18, p. 149-156, 1993.

SCHUMACHER, M.V.; WITSCHORECK, R.; WATZLAWICK, L.F.; CALDEIRA, M.V.W. Avaliação da biomassa, carbono e nutrientes em ecossistemas. In: WATZLAWICK, L.F.; INOUE, M.T. (Eds.). **Estudos Florestais e Ambientais**. Irati: UNICENTRO, p.83-100, 2003.

SCORIZA R. N. **Serapilheira como indicador ambiental aplicado na avaliação de fragmentos florestais em Sorocaba, SP**. 2009. 85p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. SOROCABA-SP.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R. & HEINZMANN, F. X. Influencia da adubação verde de inverno e seu efeito residual sobre o rendimento nas culturas de verão, em Latossolo Roxo Distrófico. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, 9(2)4-5, 1984.

SILVA, C. J. et al. Contribuição de folhas na formação da serapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta amazônica**, Manaus, v. 39, n. 3, p. 591-600, 2009.

SILVA, F.X.M.; PINTO,H.S.; SCOPEL,E.; CORBEELS,M.; AFFHOLDER,F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol.41 no.5. Brasília, Maio de 2006.

SILVA, R. M.; COSTA, J. M. N.; RUIVO, M. L. P.; COSTA, A. C. L.; ALMEIDA, S. S. Influência de variáveis meteorológicas na produção de liteira na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. **Acta amazonica**, Manaus, v.39, n.3, p.573–582, 2009.

SILVA, T. G. F & ALMEIDA, A.Q. Climatologia e características geomorfológicas. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, 2013. p. 29-36.

SILVEIRA, N. D. et al. Aporte de nutrientes e biomassa via serapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Revista Ciências Florestais**, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, Online, 2(17): 129-136p, 2007.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Editora Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro. 1991. 72p.

SLOAN, S.A.; ZIMMERMAN, J.K. & SABAT, A. M. Phenology of *Plumeria alba* and its herbivores in a tropical dry forest. **Biotropica** 39: 195-201, 2006.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição de serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba. 2006. 150p.

SOUZA, B. V. **Avaliação da sazonalidade da deposição de serapilheira em RPPN no semi-árido da Paraíba – PB.** 2009. 38p. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Campus de Patos – PB.

TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v.418, p.671-677, 2002.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em área de floresta secundária no município de pinheiral, RJ.** 2003. 80p. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, , UFRJ, Instituto de Florestas.

VALENTI, M. W.; CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A. Seasonality of litterfall and leaf decomposition in a cerrado site. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 3, p. 459-465, 2008.

VARJABEDIAN, R.; PAGANO, S. N. Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de Encosta no município de Guarujá, SP. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 1, n. 2, p. 243-256, 1988.

VITAL, A.R.T. **Caracterização hidrológica e ciclagem de nutrientes em fragmento de mata ciliar em Botucatu, SP.** 2002. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

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.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, P. Avaliação da devolução de serapilheira em uma Floresta Estacional Decidual, em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 187-196, 2007.

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

VOIGT, V. P. & WALSH, R., P. D. Hidrologische prozesse in bodenstreu. Einige experimentelle befunde. **Schr. Naturw**, Ver. Schlesw., 46:35-54, 1976.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.195- 198, 2001.

WISNIEWSKI, C.; RIBAS, M. E. G.; KRIEGER, A. C.; CURCIO, G. R. Deposição de serapilheira e nutrientes em um trecho de floresta ombrófila mista sobre latossolo vermelho-escuro, no segundo planalto paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. 1997. p. 1-4. CD ROM.

ZAIA, F.C.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n.5, p. 843-852, 2004.

CAPÍTULO 2 – DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA EM CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

RESUMO - A biota do solo é regulada pela qualidade da serapilheira, determinada pelos teores de compostos orgânicos e inorgânicos (frações solúveis, nutrientes, lignina, celulose, compostos fenólicos, carbono, substâncias estimulantes ou alelopáticas). Os agentes biológicos decompositores, chamados de sapróbios ou saprófitos, representados, em grande parte, por bactérias e fungos, desempenham um papel fundamental na ciclagem da matéria orgânica que compõem os distintos ecossistemas. O objetivo deste trabalho foi determinar a taxa de decomposição da serapilheira e a atividade microbiana do solo em uma área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano. A pesquisa foi realizada em uma área do Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, uma Unidade de Conservação com 887,24 ha. Foram instalados 40 coletores com quadro de madeira, com dimensões 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, constituídos de tela plástica com malha de 1 mm, que foram suspensos à aproximadamente um metro da superfície do solo e alocados equidistantes 20 m entre si. Os coletores permaneceram na área no período de março/2013 a fevereiro/2014. Para coleta do material acumulado sobre o solo, foi utilizado um gabarito de madeira com as mesmas dimensões (0,50 m x 0,50m), e recolhido todo o material orgânico existente sobre solo, nos arredores dos locais em que foram instalados coletores para deposição de serapilheira. A cada 30 dias, o material depositado foi recolhido e conduzido ao laboratório do PGPV na UFRPE/UAST, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar (60° C), até atingirem peso constante. Foram estimadas as taxas de decomposição, renovação, desaparecimento de 50% e 95% da serapilheira e a atividade microbiana do solo. A taxa de decomposição (K) foi de 1,33 ano⁻¹. O tempo médio de renovação da serapilheira – T_{mr} (1/K), foi de 0,75 anos. O tempo estimado para o desaparecimento de 50% e 95% da serapilheira foi de 187,26 dias (0,5 anos ou 6,24 meses) e 810,63 dias (2,25 anos ou 27,02 meses), respectivamente. A taxa de respiração basal, na camada mais superficial (0-5 cm) foi de 3,07 mgCO₂ kg⁻¹Solo hora⁻¹, enquanto que na profundidade de 5-10 cm apresentou valores médios de 2,89 mgCO₂ kg⁻¹Solo hora⁻¹. O acúmulo de serapilheira sobre o solo e as taxas de decomposição estimadas revelaram que o ambiente possui uma elevada capacidade de decompor a serapilheira que cai sobre o mesmo, evidenciado pela taxa de respiração edáfica, o que leva a fazer deduções quali/quantitativas da população microbiana do solo, da composição química da serapilheira e das condições climáticas do ambiente.

Palavras-chave: Respiração edáfica, floresta seca, florestas.

CHAPTER 2 - BREAKDOWN OF BURLAP CAATINGA IN AREA PRESERVED IN SEMIARID PERNAMBUCANO

ABSTRACT - The soil biota is regulated by the litter quality determined by the contents of organic and inorganic compounds (soluble fractions, nutrients, lignin, cellulose, phenolic, carbon, or allelopathic stimulants). The biological decomposing agents, called saprobes or saprophytes represented largely by bacteria and fungi play an essential role in the cycling of organic matter composing the distinct ecosystems. The objective of this study was to determine the litter decomposition rate and soil microbial activity in a Caatinga area preserved in Pernambuco semiarid region. The survey was conducted in an area of the State Park Forest Pimenteira, Serra Talhada-PE, a conservation unit with 887,24 ha. 40 collectors with wooden frame were installed, with dimensions 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, made up of plastic screen with a 1 mm mesh, which were suspended for about a soil surface and underground allocated equally spaced 20 m each other. Collectors remained in the area from March / 2013 to February / 2014. To collect the material accumulated on the ground, we used a wooden template with the same dimensions (0,50 m x 0,50 m), and collected all the existing soil organic matter on the outskirts of the places that were installed collectors deposition litter. Every 30 days, the deposited material was collected and taken to the laboratory in pGPV UFRPE / UAST, packed in paper bags and dried in forced air oven (60° C), until constant weight. Festimadas decomposition rates, renewal, disappearance of 50% and 95% of litter and soil microbial activity. The decomposition rate (K) was 1,33 ano⁻¹. The average time of renewal of the litter - Tmr (1/ K), was 0,75 years. The estimated time for the disappearance of 50% (t 0,5) and 95% (t 0,05) litter was 187,26 days (0,5 years and 6,24 months) and 810,63 days (2,25 years and 27,02 months), respectively. The basal respiration rate in the superficial layer (0-5 cm) was 3,07 mgCO₂ kg⁻¹ Solo hora⁻¹, while the depth of 5-10 cm showed values of 2,89 mgCO₂ kg⁻¹ Solo hora⁻¹. The litter accumulation on the ground and the estimated decay rates revealed that the environment has a high ability to decompose the litter that falls on it, evidenced by soil respiration rate, which leads to make qualitative / quantitative deductions microbial population soil, the chemical composition of litter and climatic environmental conditions.

Keywords: edaphic breath, dry forest, forests.

1. INTRODUÇÃO

A biota presente no solo compreende um vasto hall de organismos que coabitam dinamicamente e desenvolvem parcial ou integralmente seus ciclos vitais. Estes macro e microrganismos atuam na decomposição da matéria orgânica, onde cumprem um papel muito importante no ciclo biogeoquímico dos nutrientes.

Vários fatores, bem como suas interações, desempenham certa influência na velocidade de decomposição da matéria orgânica, dentre os principais estão: umidade do solo, temperatura, composição química da serapilheira, estado nutricional do solo e características da biota do solo (REYNOLDS & HUNTER, 2001).

O processo de decomposição, por meio do qual os elementos minerais essenciais tornam-se disponíveis às plantas, é uma importante parte do ciclo dos nutrientes e desempenha extraordinário papel no funcionamento dos ecossistemas, sendo considerado tão importante quanto o processo da fotossíntese (HEAL et al., 1997), pois o padrão de deposição e de decomposição da serapilheira podem afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade de plantas, que introduzem heterogeneidade temporal e espacial no ambiente (MOLOFSKY & AUSGSPURGER, 1992; BARBOSA & FARIA, 2006).

A biomassa microbiana pertence ao componente lábil da matéria orgânica do solo, onde as atividades são influenciadas pelas condições bióticas e abióticas do ambiente, o que permite que o seu acompanhamento reflita presumíveis transformações no solo, o que pode ser considerada uma boa indicadora ambiental (GRISI & GRAY, 1986).

A depender das condições edafoclimáticas, a biomassa microbiana pode desempenhar função catalisadora, tanto de fonte como de reserva nutricional, o que o faz ser considerado um importante reservatório de nutrientes do solo e uma relevante fonte de Carbono (SMITH & PAUL, 1990).

Em função da vasta variedade de Biomas existentes no mundo, cada ecossistema tem uma forma particular de armazenar e reciclar os nutrientes no ambiente, assim, ao fazer pesquisas sobre a ciclagem de nutrientes em uma floresta natural, é necessário localizá-la geograficamente e conhecer o clima (ALVES et al., 2006). Além disso, a velocidade da disponibilização do material que está sobre o solo para as plantas, depende também da fenologia das espécies que compõem o ambiente.

A decomposição da matéria orgânica deixa os nutrientes disponíveis para serem reutilizados pelas plantas e mantidos dentro do comportamento biótico do sistema (LOUZADA et al., 1995). O material restituído ao solo pelos animais e vegetais tem

importante função no ambiente florestal, principalmente no restabelecimento das condições químicas e físicas do solo, causadas pela influência da matéria orgânica reciclada e permite que a biota se mantenha, se desenvolva e se reproduza, completando seu ciclo (DIAS & OLIVEIRA FILHO, 1997). Esta relação, solo-serapilheira, cria uma condição à capacidade de produção dos ecossistemas, sobretudo em ambientes em que os recursos são escassos ou quando as condições ambientais limitam a decomposição do material sobre o solo (MORAES et al., 1993).

A decomposição da matéria orgânica pode ser dividida em três processos básicos ocorridos simultaneamente (MASON, 1980): 1 – lixiviação, perda do material solúvel do detrito pela ação da água da chuva ou fluxo de água; 2 – intemperismo, ruptura mecânica dos detritos devido a fatores físicos como abrasão pelo vento e 3 – ação biológica, fragmentação gradual e oxidação dos detritos.

Estes processos são regulados pela interação de três grupos de variáveis (HEAL et al., 1997; CORREIA & ANDRADE, 1999): 1 – condições físico-químicas do ambiente, que são dependentes do clima e das características edáficas do local; 2 – qualidade do substrato (orgânica e nutricional), que irá determinar a degradabilidade do material e 3 – natureza da comunidade decompositora, macro e microrganismos.

Com isso, podem ocorrer casos em que, sob as mesmas condições edafoclimáticas, a taxa de decomposição pode variar em função, principalmente, da atuação dos organismos decompositores e da qualidade do material formador da manta orgânica (MELLILO et al., 1982; TAYLOR et al. 1989).

Os agentes biológicos decompositores, denominados sapróbios ou saprófitos, representados, em grande parte, por bactérias e fungos, desempenham um papel fundamental na ciclagem da matéria orgânica que compõem os distintos ecossistemas. Para conseguirem energia, estes microrganismos degradam a matéria orgânica, transformando-a em compostos simples e inorgânicos que são novamente utilizáveis pelos produtores (SCHUMACHER & HOPPE, 1997). Ao degradarem o material, os decompositores permitem que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal retorne à atmosfera como CO₂ e outra parte, assim como os elementos minerais, sejam incorporadas ao solo, o que mantém a funcionalidade do ecossistema, a fertilidade e a produtividade dos sítios (OLSON, 1963; ODUM, 1969).

No processo de decomposição, o material lábil é degenerado rapidamente, em seguida, mais lentamente, são os materiais mais resistentes. Esta decomposição mais demorada pode ser em decorrência do mecanismo de adsorção, à estabilização dos metabólitos e à queda da

taxa de biomassa no solo, pois a biodegradação é um processo complexo que envolve ampla variedade de macro e microrganismos (TAUK, 1990; GAMA & VILLELA, 2003; WISNIEWSKI et al., 1997; XULUC-TALOSA et al., 2003).

A velocidade com que o material da serapilheira é decomposto regula o acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo e, conseqüentemente, o processo de ciclagem de nutrientes (ADAMS & ATTIWIL 1986; HAAG, 1987; COSTA et al. 2005; PEGADO et al. 2008; TEIXEIRA et al. 2012). Deste modo, a biota do solo exerce efeito regulador no processo de decomposição, de acordo com a natureza e abundância do material (WERNECK et al., 2001).

A biota do solo é regulada pela qualidade da serapilheira, determinada pelos teores de compostos orgânicos e inorgânicos (frações solúveis, nutrientes, lignina, celulose, compostos fenólicos, carbono, substâncias estimulantes ou alelopáticas) (BEARE et al., 1992). Moreira & Siqueira (2006), relatam que materiais com elevados teores de lignina e compostos aromáticos, dificultam a ação de microrganismos do solo em função da resistência do material, que inibe a penetração nesse, enquanto que elevados teores de carboidratos solúveis ou celulose, promovem menor resistência do material, o que facilita a atuação dos organismos detritívoros.

De acordo com Leitão-Filho (1993), a quantificação da taxa de decomposição da serapilheira é necessária para quantificar a disponibilidade de nutrientes no ambiente florestal. Em função da importância da serapilheira na auto-sustentabilidade dos ecossistemas florestais, há a necessidade de conduzir estudos sobre sua decomposição e posteriormente, verificar o retorno dos nutrientes ao solo. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi determinar a taxa de decomposição da serapilheira e a atividade microbiana do solo, pela respiração edáfica, em área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Mata da Pimenteira ($7^{\circ}53'48.96''S$ e $38^{\circ}18'14.30''W$), no município de Serra Talhada-PE, com 887,24 ha, compostos por áreas com alta declividade (acima de 45°), além de abrigar significativa comunidade de flora e fauna com espécies endêmicas da Caatinga (Figura 01: A e B), muitas das quais ameaçadas de extinção (SANTOS et al., 2013).

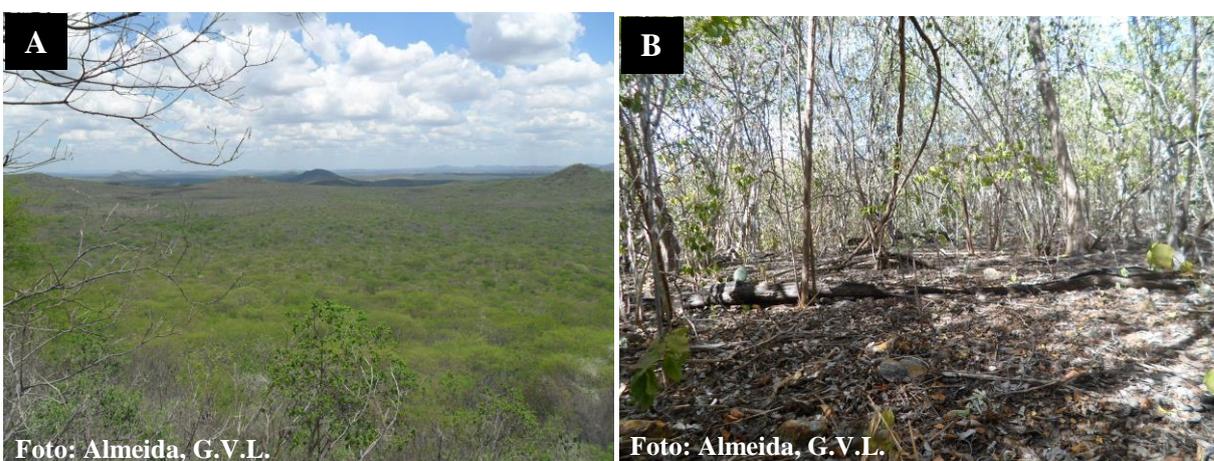


Figura 01: Aspecto geral da área no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, 2015.

De acordo com a classificação de Thornthwaite, o clima onde está inserido o Parque é o semiárido, com índice efetivo de umidade de $-47,6$ e pequeno a nulo excesso hídrico durante o ano. Pela classificação de Köppen, o clima dessa área é do tipo BSw h' , semiárido, quente e seco, com baixos níveis pluviométricos nos meses mais frios. A temperatura média anual na área é em torno de $23,8 \pm 0,92^{\circ} C$, com valores médios anuais da temperatura mínima e máxima na ordem de $19,2 \pm 0,97^{\circ} C$ e $30,0 \pm 1,57^{\circ} C$, respectivamente, e maiores magnitudes ocorrentes entre os meses de outubro e março (SILVA & ALMEIDA, 2013).

O padrão de precipitação pluviométrica é caracterizado no período mais chuvoso e coincide com os meses mais quentes, com início das chuvas a partir do mês de dezembro até o mês de maio. Nos meses de janeiro a abril constituem-se o período mais chuvoso com 65,9% da precipitação pluviométrica anual, que é, em média, de 653,2 mm (Figura 02) (SILVA & ALMEIDA, 2013).

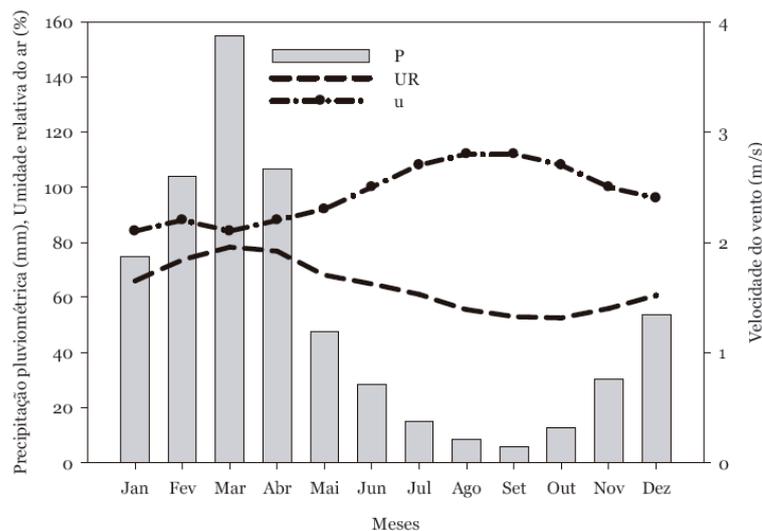


Figura 02: Normais climatológicas da precipitação pluviométrica (P), umidade relativa do ar (UR) e da velocidade do vento (u) do Parque Estadual Mata da Pimenteira. (Fonte: SILVA & ALMEIDA, 2013).

O Parque está localizado na Unidade de Paisagem, caracterizada como Depressão Sertaneja, com ocorrência de rochas cristalinas e sedimentares de diferentes idades, origens e diversificação litológica, que compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú. Ele apresenta três principais classes de solos (SILVA & ALMEIDA, 2013): Cambissolos, Neossolo Litólicos e Argissolos, que apresentam aptidão agroecológica de preservação.

A vegetação varia de arbórea a arbustivo-arbórea, é entrecortada por riachos temporários e muitos afloramentos rochosos, onde prevalece a formação arbustivo-herbácea, sobre ou nas fendas das rochas; elevada riqueza de espécies (251), distribuídas em 67 famílias, com predominância das famílias Fabaceae e Euphorbiaceae e com alta proporção de espécies endêmicas (16%) (MELO et al., 2013). Segundo estes autores, de acordo com estudos já realizados em distintas áreas do Bioma, a vegetação do Parque apresenta semelhança com os resultados constatados em estudos pontuais na flora de inselbergs, afloramentos rochosos muito comuns no meio da vegetação de caatinga, conforme constatados por França et al. (1997), Araújo et al. (2008) e Gomes & Alves (2009); para vários tipos de caatinga do nordeste, desde áreas sedimentares com solos pobres e profundos (OLIVEIRA et al., 1997; RODAL et al., 1999) como em áreas do cristalino com solos rasos e ricos em nutrientes (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003); além de ser componente lenhoso das caatingas de Pernambuco, de acordo com Rodal & Melo (1999).

2.2. Coleta e processamento da serapilheira

Para deposição da serapilheira foram utilizados coletores com quadro de madeira, com dimensões 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, constituídos de tela plástica com malha de 1 mm, a qual permite apenas a passagem de água, de modo a evitar o início da decomposição do material depositado no período chuvoso (CAMACHO, 2001; TOLEDO, 2003). Estes coletores foram suspensos à aproximadamente um metro da superfície do solo e alocados equidistantes 20 m entre si (Figura 03: A e B).



Figura 03: Coletores de serapilheira em área de caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Foram utilizados 40 coletores, ao longo de 800 m em linha reta na área (Figura 04). A quantidade de coletores utilizados está de acordo com alguns trabalhos já realizados na Caatinga e em outros ecossistemas (ARATO et al., 2003; SANTANA, 2005; ALVES et al., 2006; SOUTO, 2006; COSTA et al., 2007; FORTES, 2007; LOPES et al., 2009; SCORIZA, 2009; SOUZA, 2009; ROSA, 2010).

A cada 30 dias, o material depositado foi recolhido e levado ao laboratório de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal (PGPV) da Universidade Federal Rural de Pernambuco / Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), para separação em folhas, flores, frutos, sementes, ramos e miscelânea (material de origem animal e partes não identificáveis). Após a triagem as amostras, devidamente separadas nos respectivos compartimentos, foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar (60° C), até atingirem peso constante em balança de precisão.



Figura 04: Esquema de disposição dos coletores de serapilheira em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Para coleta do material acumulado sobre o solo, foi utilizado um gabarito de madeira com as mesmas dimensões (0,50 m x 0,50 m) (Figura 05), e recolhido, a cada mês, todo o material orgânico existente sobre solo, nos arredores dos locais em que foram instalados coletores para deposição de serapilheira.



Figura 05: Gabarito de madeira utilizado para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Após a coleta, o material foi enviado ao laboratório de pesquisa do (PGPV) para lavagem (eliminação do excesso de solo aderido às partes), triagem em folhas, flores, frutos,

sementes, ramos e miscelânea (material de origem animal e partes não identificáveis). Após a triagem, as amostras devidamente separadas nos respectivos compartimentos, foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar (60° C), até atingirem peso constante em balança de precisão.

Para efeitos de estimativas de taxas de decomposição, tempo médio de renovação e tempo médio de desaparecimento da serapilheira, foi considerado o período de 12 meses de coleta de dados (março/2013 a fevereiro/2014).

2.3. Estimativa da taxa de decomposição da serapilheira

Foi calculado o valor da constante de decomposição “K” (taxa instantânea de decomposição), por meio dos valores de produção anual de serapilheira (L) e de seu estoque sobre o solo (X_{ss}). Essa constante indica a velocidade do processo de decomposição, em que, quanto maior o valor de K, mais rápida é a taxa de decomposição.

A taxa de decomposição foi estimada por meio da equação proposta por Olson (1963):

$$K = L/X_{ss}$$

Onde: **K**= Constante de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico;

L= Quantidade de serapilheira produzida anualmente (kg ha⁻¹);

X_{ss}= Média anual de serapilheira remanescente sobre o solo (kg ha⁻¹);

2.4. Estimativa do tempo médio de renovação da serapilheira

O tempo médio de permanência da serapilheira no solo ou o tempo de retorno é o inverso de K (1/K), sendo expresso em meses ou ano (MORO et al., 1996).

$$T_{mr} = 1/K$$

2.5. Estimativa do tempo médio de desaparecimento da serapilheira

O tempo médio de desaparecimento de 50% (t_{0,5}) e 95% (t_{0,05}) foi calculado por meio da equação proposta por Shanks & Olson (1961):

$$t_{0,5} = 0,693/K \quad t_{0,05} = 3/K$$

2.6. *Atividade microbiana*

Amostras de solo foram retiradas aleatoriamente em duas profundidades, 0 - 05 e 05 - 10 cm, em locais próximos aos coletores de serapilheira, em setembro de 2014. Cada amostra foi composta por cinco subamostras, que foram homogeneizadas, processadas em peneira de 2 mm, acondicionadas em sacos plásticos e imediatamente transportadas para o laboratório do PGPV, que tiveram a umidade ajustada para 50 a 60% da capacidade de campo e posterior análise da atividade microbiana.

Para a quantificação da liberação de CO₂ (respiração) pelos microrganismos do solo foi utilizado o método de Alef et al. (1995). As amostras foram mantidas em frascos hermeticamente fechados, contendo em seu interior um recipiente com solução de NaOH e outro recipiente com solo. Os recipientes foram incubados a 28° C por cinco dias. A testemunha continha apenas um recipiente com o NaOH. Após o período de incubação, os recipientes com NaOH foram adicionados BaCl₂ 10%, para completa precipitação do CO₂ e titulação com HCl 0,1 mol.L⁻¹, segundo Morita & Assumpção (1993), tendo a fenolftaleína 1 % como indicador.

2.7. *Análises estatísticas*

Para verificar a diferença na atividade microbiana nas duas profundidades (0 – 5 e 5 – 10 cm), os dados foram tabulados e submetidos a validação da homocedasticidade e normalidade, em seguida, aplicado a análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05) por meio do programa ASSISTAT versão 7.7 beta (2015) (SILVA & AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Taxa de decomposição (K)

A taxa de decomposição (K) observada para a área em estudo foi de $1,33 \text{ ano}^{-1}$. O valor de K é uma estimativa da proporção da decomposição da serapilheira acumulada sobre o solo, em um ano, ou seja, é um indicador da taxa de decomposição e do tempo médio de desaparecimento da serapilheira (ANDERSON & SWIFT, 1983). Quanto maior o valor deste coeficiente a decomposição do material aportado é realizada aceleradamente e que mais rapidamente os nutrientes e compostos ficam disponíveis para o ecossistema (PAGANO, 1989; PARROTA, 1999).

A literatura cita que para florestas tropicais os valores de K, quase sempre, são maiores que 1 e em florestas temperadas são menores que 1 (GOLLEY et al., 1978; ANDRADE, 1997). Olson (1963) cita que para florestas tropicais os valores de K variam de 0,3 a 4,0. Santana (2005), alerta para a variação dos valores de K, em que nas florestas tropicais oscila entre $1,1$ a $3,3 \text{ ano}^{-1}$, enquanto que nas florestas temperadas fica entre $0,4$ a $1,4 \text{ ano}^{-1}$.

Outros autores relatam que o coeficiente de decaimento da taxa anual (K) de espécies de madeira dura, temperadas, varia de 0,08 a 0,47 (MELILLO et al., 1982), floresta subtropical de 0,66-1,09 (ALHAMD et al., 2004) e ecossistema Mediterrâneo entre 0,30-0,75 (FIORETTO et al., 2005).

Para áreas degradadas ter uma taxa de decomposição alta, facilita a entrada e colonização de espécies espontâneas (TIENNE et al., 2002), para áreas preservadas, têm-se um ambiente com os ciclos biogeoquímicos em equilíbrio.

O valor $1,33$ demonstra que o material depositado sobre o solo, anualmente, é rapidamente degradado, o que não permite o acúmulo de uma camada espessa sobre o solo não de material orgânico e indica que a ciclagem de nutrientes ocorre velozmente.

Em áreas de Caatinga, Santana (2005) obteve um valor de K de 0,33 em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte e Lopes et al. (2009), achou um valor para a constante de 0,71 em uma área de Caatinga no estado do Ceará, valores estes muito abaixo do constatado neste estudo. A taxa de decomposição estimada corrobora Souto (2006), em área de Caatinga na Paraíba, que achou um valor de K igual a 1,25.

Silva et al. (2014), ao estudarem a decomposição foliar em povoamentos florestais na Bahia, citam que taxas de decomposição em florestas nativas e em plantios de espécies

nativas, são menores e tal fato ocorre em função da maior capacidade desses sistemas florestais de conservar carbono e nutrientes imobilizados na fitomassa.

Em florestas nativas ou plantios mistos, as taxas de decomposição da serapilheira revelam a interação dos processos de decomposição de seus componentes, como também, o somatório das taxas individuais das espécies (GAMA-RODRIGUES, 1997).

De acordo com Staaf (1987), as taxas de decomposição da serapilheira dependem do regime hídrico e do ambiente microclimático formado pela liteira acumulada. Outros autores comentam que as variações na decomposição ocorrem em função da qualidade da serapilheira do que as condições ambientais (XULUC-TOLOSA et al., 2003; GAMA-RODRIGUES et al., 2003).

Estudos realizados no deserto de Chihuahua, Novo México-EUA, demonstraram que a taxa de decomposição é praticamente independente da evapotranspiração, e que a relativa independência da decomposição nesses ambientes pode estar relacionada à atuação da fauna do solo que é ativa, mesmo com pouca água disponível (WHITFORD et al., 1981; SANTOS et al., 1984).

Menezes et al. (2010), analisaram o aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais, no Rio de Janeiro, encontraram maiores taxas de decomposição para a floresta secundária em estágio avançado. Eles atribuem este comportamento a melhoria nos índices de macrofauna invertebrada, favorecido pelo microclima formado sob esta formação vegetal mais densa e pela natureza mais diversificada do substrato vegetal formador da serapilheira (ARATO et al., 2003; GAMA-RODRIGUES et al., 2003; CORREIA & ANDRADE, 1999).

De acordo com Chapin III et al. (2002), um fator que pode afetar a decomposição da matéria orgânica é a temperatura, porque ela exercerá influência sobre a atividade microbiana do solo, assim como alterará as condições microclimáticas de umidade. Para a área em estudo, assim como para a maior parte do bioma Caatinga, a variação da temperatura foi pequena, em que manteve-se entre 23 e 28° C durante o ano e com variações médias mensais em torno de 5° C.

Para Silva et al. (2014), o processo de decomposição é influenciado não apenas pela qualidade do folheto, mas também pela qualidade do microambiente do povoamento florestal. Heneghan et al. (1998), relatam que a decomposição é influenciada pela fauna de cada região, além das espécies vegetais que compõem a serapilheira. Alguns autores citam que a qualidade da serapilheira exerce um valioso papel na regulação do processo de decomposição em

distintos ecossistemas florestais (HOBBIE & VITOUSEK, 2000; VILLELA & PROCTOR 2002; GAMA-RODRIGUES et al., 2003; COSTA et al., 2005; CLEVELAND et al., 2006; KOZOVITS et al., 2007; TERROR et al. 2011; TEIXEIRA et al., 2012).

Vários estudos advertem quanto às dificuldades em se fazer comparações de resultados de decomposição, inclusive em ecossistemas semelhantes, onde há diferenças metodológicas utilizadas, quer em nível de campo quer nas abordagens matemáticas dos dados (VUONO, 1989; SOUTO, 2006). A maior parte dos trabalhos analisa apenas a decomposição da fração folhas, em função de, quase sempre, compor o maior percentual na formação da serapilheira, porém essa fração é a mais facilmente degradável no ecossistema por apresentar distintas características físicas, químicas e estruturais (SOUTO, 2006).

3.2. Estimativa do tempo médio de renovação da serapilheira

O tempo médio de renovação da serapilheira – T_{mr} ($1/K$), para a área em estudo foi de 0,75 ano (9 meses). O tempo médio de renovação ou o tempo médio de residência ou retorno da serapilheira é uma estimativa que indica o tempo necessário para que todos nutrientes ou algum específico, contidos na manta orgânica do solo, sejam mineralizados para tornarem-se disponíveis para as plantas. Este coeficiente de devolução de nutrientes é determinado pelo processo de degradação da serapilheira que liberam nutriente no solo florestal (SINGH et al., 2004).

Assim como para o K , o T_{mr} revela ter uma estreita relação com a natureza química que compõe o material.

Resultados maiores que os encontrados neste trabalho foram descritos por Santana (2005), quando analisou a serapilheira em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte, na qual obteve o valor de T_{mr} de 3,03 anos. Por outro lado, o tempo de renovação da serapilheira foi de 2,87 anos em uma floresta seca subtropical em Porto Rico (Murphy & Lugo, 1986). Valores acima dos encontrados nessa pesquisa foram citados por Moro et al. (1996) que estudaram um ecossistema de florestas secas e frias no sudeste da Espanha, encontraram valores de 7,1 e 4,2 anos para o retorno da serapilheira de *Adenocarpus decorticans* e *Cistus laurifolius*, respectivamente, duas espécies arbustivas de sub-bosque.

Vieira et al. (2013), analisaram a decomposição de espécies de *Eucalyptus* spp. no Rio Grande do Sul e obtiveram o valor de 1,86 ano. Resultados semelhantes foram descritos por Kolm & Poggiani (2003) que encontraram um tempo médio para renovação da serapilheira de 1,77 ano em um povoamento de *Eucalyptus grandis* no Estado de São Paulo. Lopes et al.

(2009), estudaram a decomposição da serapilheira em uma área de Caatinga no Estado do Ceará e encontraram o valor de Tmr de 1,41 ano. Por sua vez, Souto (2006), em área de Caatinga na Paraíba, constatou o valor de 0,91 e 0,70 ano em dois períodos de estudos, cujo os valores são semelhantes ao verificado neste estudo. Sanches et al. (2009), verificaram a decomposição da serapilheira em uma floresta tropical de transição no Mato Grosso e obtiveram tempo médio de renovação de 1,15 e 0,75 ano em 2002 e 2003, respectivamente. Em floresta subtropical no Himalaya – Índia, Lodhiyal & Lodhiyal (2003), encontraram valores de 1,26 a 1,33 ano. Em uma Estação Ecológica no Estado de São Paulo, Cianciaruso et al. (2006), constataram que o Tmr foi estimado em 2,3 anos.

Para florestas tropicais, a renovação da serapilheira, segundo Goley et al. (1978), ocorre em menos de um ano, em decorrência da velocidade de decomposição de seus componentes. O resultado apresentado na presente pesquisa corrobora com o que foi citado pelo autor, em florestas tropicais.

A taxa de decomposição da serapilheira de uma floresta aumenta com o avanço de sua idade, que diminui o seu estoque de material orgânico sobre o solo, em decorrência da intensa atividade dos organismos que atuam nos processos de quebra, decomposição e remoção da matéria orgânica, que são maiores nas florestas mais desenvolvidas e faz com que o tempo de renovação da serapilheira estocada seja menor (LUIZÃO, 1982; CÉSAR, 1993; MESQUITA, 1998; GAMA-RODRIGUES et al., 2003).

Os distintos resultados apresentados, para os diversos ecossistemas florestais citados, indicam que as características químicas e físicas da serapilheira são os elementos principais que regulam o processo de renovação da manta orgânica, uma vez que mesmo em ambientes semelhantes aos do referido estudo, os resultados não apresentaram muita similaridade entre si.

Assim como os aspectos da deposição, a decomposição da serapilheira é um dos parâmetros, dos quais, auxiliam na busca de respostas sobre a transferência de elementos minerais e orgânicos para o solo (LOPEZ et al., 2002).

3.3. Estimativa do tempo médio de desaparecimento da serapilheira

No local estudado, o tempo estimado para o desaparecimento de 50% ($t_{0,5}$) e 95% ($t_{0,05}$) da serapilheira foi de 187,26 dias (0,5 ano ou 6,24 meses) e 810,63 dias (2,25 anos ou 27,02 meses), respectivamente.

Lopes et al. (2009), estudando a decomposição da serapilheira em uma área de Caatinga no estado do Ceará, acharam o valores de $t_{0,5}$ de 358 dias e $t_{0,05}$ de 1.544 dias, valores estes muito elevados aos estimados para a área pesquisada. Da mesma forma, Souto (2006), em área de Caatinga na Paraíba, estimou o tempo médio de desaparecimento de 50% do material em 434 dias no primeiro período (2003-2004) e 1072 para o segundo período (2004 – 2005). Santana (2005), analisando a decomposição de folhas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Croton sonderianus* Müll. Arg. e *Aspidosperma pyriformium* Mart. em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte, estimou o tempo meia-vida em 172, 349 e 320 dias, respectivamente, e 262 dias para a mistura das três espécies.

A variação observada em outros estudos na Caatinga pode está relacionada com a qualidade do material que influenciará a velocidade de decomposição do mesmo. Após a deposição da serapilheira sobre o solo, este material inicia o processo de decomposição, com a fragmentação de partículas do material orgânico por agentes físicos e pela biota do ambiente, que liberam compostos mais solúveis (açúcares, amido, ácidos orgânicos e proteínas) onde são rapidamente degradados pelos decompositores. Depois que estes compostos são degradados, permanecem grande parte das estruturas mais resistentes, ricas em compostos mais estáveis, como lignina, celulose, gorduras, ceras, compostos fenólicos e taninos, presentes nas nervuras e pecíolos, de difícil decomposição e que levam mais tempo para se decompor (EWEL, 1976; SWIFT et al. 1979; MEGURO et al., 1980b; WIEDER & LANG, 1982).

Palm & Sanchez (1991), afirmam que materiais com elevadas concentrações de lignina, taninos e compostos fenólicos, em comparação com materiais com baixas concentrações desses compostos, podem decompor mais lentamente. Enquanto a lixiviação da maioria de compostos solúveis em água, em geral de baixo peso molecular, inicia após a queda da folha, a degradação biótica de compostos moleculares de alto peso é irrelevante nesta fase, uma vez que, neste estágio há a presença de muitos compostos recalcitrantes, como lignina e celulose, que apresentam baixa degradação enzimática (ZIMMER, 2002), o que evidencia a importância da composição química do material no processo de decomposição.

A rápida degradação da serapilheira estudada pode está relacionada ao clima, que apresenta forte insolação durante o ano, vento seco e o processo cíclico de umedecimento, assim como na maior parte do bioma Caatinga, que provocam a degradação mecânica da lâmina foliar em pequenos fragmentos, o que acelera a decomposição do material (SANTANA, 2005). De acordo com Torres et al. (2005), as diferenças na velocidade de

decomposição da liteira possuem uma forte dependência do clima local e da composição química da serapilheira.

A funcionalidade dos ecossistemas florestais é regida pelas interações dos fatores bióticos e abióticos que atuam positiva ou negativamente na velocidade de decomposição, em que o processo de decomposição não é influenciado apenas pela qualidade do substrato, mas também pela qualidade do ambiente (GAMA-RODRIGUES, 1997).

O processo de decomposição da serapilheira constitui-se em uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes em um Bioma, pois o seu acúmulo na superfície do solo é regulado pelo aporte de material que cai das plantas e pela sua decomposição, onde quanto maior for o aporte da serapilheira e quanto menor for a sua velocidade de decomposição, maior será a manta orgânica acumulada sobre o solo (HAAG, 1985; ALVES et al., 2006).

3.4. Atividade microbiana

A profundidade que apresentou maior taxa de respiração basal foi na camada mais superficial (0-5 cm) com valores médios de 3,07 mg CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹, enquanto que na profundidade de 5-10 cm apresentou valores médios de 2,89 mg CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹. Porém não houve diferença estatística entre as duas profundidades testadas.

A respiração edáfica é uma das formas de mensurar a presença de populações microbiana do solo, em que sua quantificação está sujeita ao estado fisiológico das células (ZIBILSKE, 1994; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). A taxa de respiração edáfica, é indicadora da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas (SOUTO et al., 2000) e esta estimativa é a técnica mais comumente aplicada para determinar a atividade microbiana no solo, que consiste na oxidação da matéria orgânica a CO₂ pelos microrganismos aeróbios. Em termos de qualidade do solo, a atividade microbiana é considerada uma característica positiva sensível à decomposição de resíduos, ao giro metabólico do carbono orgânico do solo e a distúrbios do ecossistema (PAUL et al., 1999).

Alves et al. (2011), obtiveram variações de 70 a 135 mg C kg⁻¹ de solo na floresta nativa e na floresta nativa em recuperação no Estado do Mato Grosso. Nunes et al. (2009), no Estado do Ceará, ao compararem três áreas de cultivo agrícola, com uso de queimadas, com uma mata de Caatinga nativa, observaram que o carbono da biomassa microbiana na Caatinga nativa (247,70 mg kg⁻¹) foi 48% maior em relação a área desmatada, queimada, após cinco anos de pousio e plantada com milho e feijão (135,9 mg kg⁻¹). Pereira & Malosso (2009), em

avalição da atividade microbiana em solos de Caatinga, obtiveram uma taxa de respiração de $0,53 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ solo seco dia}^{-1}$ para Caruaru-PE e $1,52 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ para Serra Talhada-PE. Em comparação de três áreas com diferentes estágios de degradação (intensamente degradado, moderadamente degradado e ambiente conservado), em Floresta – PE, Malala (2009), verificou que a taxa de respiração basal do solo no ambiente conservado apresentou valores médios superiores aos ambientes moderadamente degradado e intensamente degradado, durante o período seco ($3,25 \text{ CO}_2(\text{mg})/\text{kgSS}/\text{hora}$). Moraes et al. (2007), encontraram os valores de $217,92 \text{ mg C kg}^{-1}$ de solo para áreas de floresta, $351,88 \text{ mg C kg}^{-1}$ de solo para áreas de plantio e $288,53 \text{ mg C kg}^{-1}$ do solo para áreas de pastagem.

Alves et al. (2006), em área de Caatinga na Paraíba, obtiveram produção média de CO_2 , resultante da atividade microbiana nos turnos diurno e noturno de $189,49$ e $239,56 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, respectivamente. No trabalho em uma mata natural e em uma área com cinco anos de pousio, Nunes et al. (2006), encontraram valores de carbono da biomassa de 416 e $438 \mu\text{g g}^{-1}$ de Carbono da Biomassa Microbiana, respectivamente. Souto (2006), em área de Caatinga na Paraíba, obteve valores de quantificação de CO_2 de $208,4 \text{ mg CO}_2.\text{m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ e $209,9 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, em dois anos consecutivos de pesquisa. No Estado do Ceará, Alencar et al. (2004), avaliaram a atividade microbiana em quatro áreas de mata nativa e observaram que a camada superficial do solo (0 - 10 cm) exibiu os maiores valores de biomassa microbiana.

Observa-se que a taxa de respiração edáfica é muito variável, porém as camadas de solo mais superficiais são as que apresentam maiores taxas de atividade respiratória microbiana, o que corrobora os resultados encontrados para a área em estudo.

O acúmulo na superfície de resíduos vegetais, de matéria orgânica biodegradável e de carbono orgânico do solo, podem explicar as maiores taxas de respiração edáfica na camada de 0 - 05 cm obtidas neste trabalho (FACCI, 2008). Miranda et al. (1997), relatam que a ocorrência de matéria orgânica e de material mineral pouco alterado nas camadas superficiais favoreceria a maior aeração e disponibilidade de nutrientes, com consequente aumento na população de bactérias e fungos e maiores quantidade de CO_2 liberado.

Diversos autores verificaram que alguns parâmetros biológicos, como o carbono da biomassa microbiana, apresentaram maiores valores na camada superficial (0 - 10 cm) e diminuíam expressivamente com a profundidade do solo (GLOVER et al., 2000; D'ANDRÉA et al., 2002; MATSUOKA et al., 2003; ZAMORA et al., 2005). As diferenças nas atividades do perfil do solo, conforme Vargas & Scholles (2000), são reflexos da distribuição dos resíduos vegetais.

A atividade microbiana no solo é fortemente influenciada pela cobertura vegetal, pois a permanência de resíduos na camada superficial diminui as oscilações de temperatura e umidade na superfície do solo, além de estimular as comunidades microbianas (BORGES et al., 1999; COLOZZI-FILHO et al., 1999).

Em ambientes florestais, a respiração microbiana é, em maior parte, realizada por fungos presentes no solo e na serapilheira, em que os fungos e as bactérias contribuem na respiração com 44% e 5,5%, respectivamente (BEHERA et al., 1990).

A taxa de decomposição estimada (0,75 ano) está diretamente relacionada com a atividade microbiana, conforme constatado também por Moreira & Siqueira (2002), ao afirmarem que o tempo de reciclagem da matéria orgânica, em geral, ser de 0,2 a 0,6 ano, o que indica alta atividade da biomassa microbiana, maior inclusive que a biomassa vegetal, pois proporciona grande fluxo de carbono e nutrientes no solo. Stenberg (1999), destaca que solos com elevado teor de biomassa microbiana são eficazes na estocagem e ciclagem de mais nutrientes por meio do sistema. Insam & Domsch (1988), relatam que à proporção que uma determinada biomassa microbiana é mais eficiente, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e mais carbono é incorporado a biomassa microbiana.

A atividade microbiana constatada neste estudo pode está relacionada também ao grau de preservação da floresta. Ao estudamos determinados parâmetros biológicos, como o CO₂ da biomassa microbiana, em solos florestais nativos preservados, normalmente encontra-se resultados maiores quando comparados a solos com outros tipos de vegetação, como os solos cultivados. Tal fato ocorre devido à microbiota do solo ser favorecida pela cobertura vegetal que disponibiliza maiores fontes de nutrientes para o desenvolvimento da comunidade microbiana por meio do acúmulo de matéria orgânica (ALVES et al., 2011). Jasper et al. (1989), relatam que, em solos de vegetação nativa, não há alterações na estrutura do solo, o que permite o estabelecimento de raízes e mantém as hifas fúngicas intactas para continuarem o processo de decomposição.

A serapilheira e a rizosfera são os micro habitats do solo ricos em carboidratos, ácidos orgânicos, aminoácidos, enzimas, células e outros compostos liberados pelas raízes, folhas e outros materiais vegetais muito apreciados pelos organismos edáficos (BROWN, 2002).

Em estudos preliminares, Souza et al. (2013), ao analisarem amostras de solo, na mesma área da presente pesquisa, com o objetivo de isolar representantes de fungos da ordem Mucolares, encontraram seis táxons do subfilo Mucoromycotina distribuídos em três gêneros: *Absidia cylindrospora* var. *cylindrospora*, *Cunninghamella blakesleeana*, *C. echinulata* var.

antarctica, *C. echinulata* var. *echinulata*, *Rhizopus arrhizus* var. *qrrhizus* e *R. arrhizus* var. *delemar*. Estes mesmos autores citam espécies, inclusive, registradas pela primeira vez no bioma Caatinga (*Cunninghamella blakesleeana*) e outra referida pela primeira vez para o País (*Rhizopus arrhizus* var. *qrrhizus*). A maioria dos fungos representantes desta ordem são sapróbios e crescem em matéria orgânica em decomposição (SOUZA et al., 2013). Estes achados evidenciam o quanto o solo da área em estudo é rico em microrganismos decompositores.

Existem algumas particularidades quanto à constatação de elevadas taxas de respiração da biomassa microbiana. Os valores altos, como os encontrados, podem indicar que no ambiente conservado a atividade microbiológica é maior, uma vez que a decomposição da matéria orgânica é intensa. Porém, ao analisar a atividade respiratória do solo é preciso ter cautela na interpretação dos resultados, pois eles podem ocorrer em função do acúmulo de matéria orgânica rica em frações lábeis (carboidratos, compostos nitrogenados e a própria biomassa microbiana e seus metabólitos) de fácil decomposição. Outro fator que concorre para os resultados, pode ser o reflexo da atividade microbiana para sua manutenção, com consumo intenso de carbono oxidável, pela ocorrência de algum distúrbio/estresse ecológico, em função de alguma interferência, que deve ser melhor analisada em cada contexto (ISLAM & WEIL, 2000; TÓTOLA & CHAER, 2002; NUNES et al., 2009). Por outro lado, uma elevada taxa de respiração pode ser considerada uma característica desejável se considerarmos que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para a planta (ROSCOE et al., 2006).

4 CONCLUSÕES

- A taxa de decomposição e o tempo médio de renovação da serapilheira da área de Caatinga preservada, em Serra Talhada-PE, são aceleradas e corroboram resultados obtidos em ambientes de florestas tropicais;
- A elevada taxa de decomposição indica que há uma rápida liberação e aproveitamento dos nutrientes pela vegetação que compõe o sistema;
- A taxa de respiração edáfica revelou que no solo há uma intensa atividade microbiana;
- O acúmulo de serapilheira sobre o solo e as taxas de decomposição estimadas revelou que o ambiente possui elevada capacidade em decompor a serapilheira que cai sobre o mesmo, evidenciado pela taxa de respiração edáfica, o que leva a fazer deduções quali/quantitativas da população microbiana do solo, da composição química da serapilheira e das condições climáticas do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.D. & MELILO, J.M. **Terrestrial ecosystems**. Reinhart & Wintson, Inc.: Orlando, FL. USA. 1991, 428p.

ADAMS, M. A. & ATTIWILL, P.M. Nutrient cycling an nitrogen mineralization in eucalypt forests south-eastern Australia. I. Nutrient Cycling and nitrogen turnover. **Plant and Soil**, v.92, p.319-339, 1986.

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B. & RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica** v.17, p.289-305, 2003.

ALEF, K.; NANNIPIERI, P & TRAZAR-CEPEDA, C. Phosphatase activity. In: ALEF, K. & NANNIPIERI, P. (eds.) **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**, Academic Press, 1995, p. 335-344.

ALENCAR, G.V.; MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, T.S.; JUCKSCH, I. Avaliação de sistemas de produção de plerículas orgânicos e convencionais no município de Guaraciaba do Norte-CE. In. MENDONÇA, E. de S.; XAVIER, F.A. da S.; LIBARDI, P.L.; ASSIS Jr.,R.N. de; OLIVEIRA, T.S de (Eds.) **Solo e água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza: UFC, 2004. p. 76-104.

ALHAMD, L.; ARAKAKI, S.; HAGIHARA, A. Decomposition of leaf litter of four species in a subtropical evergreen broad-leaved forest, Okinawa Island, Japan. **Forest Ecol Manag** 202: 1-11, 2004.

ALVAREZ-SANCHEZ, J.; ENRÍQUEZ BECERRA, R. Leaf decomposition in a Mexican tropical rain forest. **Biotropica**, Lawrence, v. 28, n. 4b, p. 657-667, 1996.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. Aporte e decomposição de serapilheira em área de Caatinga na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da terra**. Ano/vol. 6, n. 02. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Brasil. p. 194-203, 2006.

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; ELIAS-NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

ANDERSON, J. M., PROCTOR, J. & VALLACK, H. W. Ecological studies in four contrasting lowland rain forest in Gunung Mulu National Park, Sarawak. III. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. **Journal of Ecology**, 71(3): 503-527, 1983.

ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Decomposition in tropical forests. In: SUTON, S. L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (Eds.). **Tropical rain forest ecology and management**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, London, 1983. , p.287-310.

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

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, p.715-721, 2003.

ARAÚJO, F. S.; OLIVEIRA, R. F. & LIMA-VERDE, L. W. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. **Rodriguésia** 59: 659-671. 2008.

BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; PEREIRA, M. G.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M.; ALVES, B. J. R. Dinâmica de serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo em plantios de *Pseudosamanea guachapele* and *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.597-601, 2004.

BARBOSA, J. H. C. & FARIA, M. S. Aporte de Serapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica Poços das Antas, Rio de Janeiro Brasil. **Revista Rodriguésia**, Jardim Botânico do Rio de Janeiro Online, 57 (3): 461-476p. 2006.

BEARE, M. H.; PARMELEE, R. W.; HENDRIX, P. F. & GHENG, W. Microbial and faunal interactions and effects on litter nitrogen and decomposition agroecosystems. **Ecological Monographs**, 62(4): 569-591, 1992.

BEHERA, N.; JOSHI, S. K.; PATI, D. P. Root contribution to total soil metabolism in a forest soil from Orissa, Índia. **Forest Ecology and Management**, v.36, n.2-4, p.125- 134, 1990.

BORGES, A. L.; KIEHL, J. C.; SOUZA, L. S. Alteração de propriedades físicas e atividade microbiana de um latossolo amarelo álico após o cultivo com fruteiras perenes e mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p.1019-1025. 1999.

BROWN, G. G. Papel das interações biológicas no funcionamento edáfico: Interações entre a fauna e os microrganismos do solo. In: FERTIBIO, Rio de Janeiro, 2002. **Anais...** Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p.1-4.

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

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

CHAPIN III, F. S.; MATSON, P. A. & MOONEY, H. A. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. Springer. United States of America, USA. 2002, 423p.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. Litter fall and leaf decomposition in cerradão Jataí Reserve, municipality of Luiz Antônio, São Paulo State, Brazil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006.

CLEVELAND, C. C. REED, S. C. & TOWNSEND, A. R. Nutrient regulation of organic matter decomposition in a tropical rain forest. **Ecology**. 87(2): 492-503, 2006.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTTA, E.L. & ANDRADE, D. S. Microrganismos e processos biológicos no sistema de plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, S.A.; GUILHERME, L.R.G. ; FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.C. (eds.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras, viçosa: SBCS, p.487-508, 1999.

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: Gênese, 1999. p. 197-225.

COSTA, C. C. A.; SOUZA, A. M.; SILVA, N. F.; CAMACHO, R. G. V.; DANTAS, I. M. Produção de Serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 246-248, 2007.

D`ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p. 913-923, 2002.

DIAS, H. C. T. & OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras - MG. **Revista Árvore**, v. 21, n. 1, p. 11-26, 1997.

EDWARDS, J. P., 1977. Studies of mineral cycling of montane rain forest in New Guinea. II. The production and disappearance of litter. **Journal of Ecology** 65: 971- 992.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v. 64, p. 293-308, 1976.

FACCI, L. D. **Variáveis microbiológicas como indicadoras da qualidade do solo sob diferentes usos**. 2008. 104p. Dissertação (Mestrado). Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas-SP.

FIORETTO, A.; DI NARDO, C.; PAPA, S.; FUGGI, A. 2005. Lignin and cellulose degradation and nitrogen dynamics during decomposition of three leaf litter species in a Mediterranean ecosystem. **Soil Biology & Biochemistry**, 37: 1083–1091.

FORTES, F. O. **Plano amostral para coleta de serapilheira na floresta ombrófila mista no estado do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul, Tese (Doutorado), UFSM, Centro de Ciências Rurais. 2007. 72p.

FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, C. C. Flora de inselbergs da Região dos milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. *Sitentibus*. **Série Ciências Biológicas**. 17: 163-184, 1997.

GAMA, D. M.; VILLELA, D, M. Influência da fragmentação florestal na decomposição foliar de uma mata atlântica na Rebio União, RJ. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003. p. 214-216.

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**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1021-1031, dez. 2003.

GAMA-RODRIGUES, A.C. 1997. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos em solos de tabuleiro na Bahia, Brasil**. 107f. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J. P.; ANDREWS, P. K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchards in Washington state. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.80, p.29-45, 2000.

GOLLEY, F. B.; M. C. GINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. L.; DUEVE, M. S. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo, **Pedagógica e Universitária**. 1978. 256p.

GOMES, P. & ALVES, M. V. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of northeast, Brazil. **Edinburg Journal of Botany** 66: 329-346, 2009.

GRISI, B. M. & GRAY, T. R. G. Comparação dos métodos de fumigação, a taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP, para estimar a biomassa microbiana dos solos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.10, n.1, 1986.

HAAG, H. P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P. R. C., FERREIRA, S. O., YAMADA, T. (Ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. p. 49-52, 1987.

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

HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In: CADISCH, G.; GILLER, K.E. (Eds.). **Driven by nature: plant litter quality and decomposition**. CAB International. p. 3-30. 1997.

HENEGHAN, L.; COLEMAN, D. C.; ZOU, X.; CROSSLEY JR, D. A.; HAINES, B. L. Soil microarthropod community structure and litter decomposition dynamics: A study of tropical and temperate sites. **Applied Soil Ecology**, v.9, p.33-38, 1998.

- HOBBIE, S. E. & VITOUSEK, P.M., 2000. Nutrient Limitation of Decomposition in Hawaiian Forests. **Ecology**, 81 (7): 1867-1877.
- INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, v. 15, n. 4, p. 177-188, 1988.
- ISLAM, K. R. & WEIL, R. R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **Journal Soil Water Conservation**, v. 55, p. 69-79, 2000.
- JASPER, D. A.; ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. Soil disturbance reduces the infectivity of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytologist**, v. 112, n. 1, p. 93-99, 1989.
- KOLM, L & POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* submetidos à prática de desbastes progressivos. **Scientia Forestalis**, n.63, p. 79-93, 2003.
- KOUKOURA, Z., MAMOLOS, A. P. & KALBURTJI, K. L. Decomposition of dominant plant species litter in semi-arid grassland. **Applied Soil Ecology**, 23: 13-23, 2003.
- KOZOVITS, A. R., BUSTAMENTE, M. M. C., GAROFALO, C. R., BUCCI, S., FRANCO, A. C., GOLDSTEIN, G. & MEINZER, F. C., Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a Neotropical savanna. **Funcional Ecology** 21: 1034-1043, 2007.
- LANDSBERG, J. J. & GOWER, S. T. **Applications of physiological ecology to forest management**. San Diego: Academic Press. 1997, 354 p.
- LEITÃO-FILHO, H. F. (Coord.). **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. São Paulo: Unesp; Campinas: Unicamp, 1993. 184 p.
- LODHIYAL, N. & LODHIYAL, L. S. Biomass and net primary productivity of Bhabar Shisham forests in central Himalaya, India. **Forest Ecology and Management**, v.176, p.217-235, 2003.

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. v. 3, n. 2, p.72-79, 2009.

LOPEZ, M.I.S.; DOMINGOS, M.; STRUFFALDI-DE VUONO, Y. Ciclagem de nutrientes minerais. In. SYSLVESTRE, L.S & ROSA, M.M.T. **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica: EDUR/UFRRJ, 2002. p. 72-102.

LOUZADA, M. A. P.; QUINTELA, M. F. S.; PENNA, L. P. S Estudo comparativo da produção de serapilheira em áreas de mata atlântica: a floresta secundária “antiga” e uma floresta secundária (capoeira). **O ecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 61-74, 1995.

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

LUIZÃO, F. J. **Produção e decomposição da liteira de terra firme da Amazônia Central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira**. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1982.

MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980. 63p.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 425-433, 2003.

MEGURO, M.; VINUEZA, G. N. & DELITTI, W. B. C. a Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Bol. Botânica Univ.**, v. 8, p. 7-20, 1980.

MELILLO, J. M., ABER, J. D. & MURATORE, J. F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, 63: 621-626, 1982.

MELO, A. L. et al. Flora vascular terrestre. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, p. 83-103. 2013.

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.

MESQUITA, R. C. G.; WORKMAN, S. W.; NEELY, C. L. Slow litter decomposition in a cecropia-dominated secondary forest of central Amazônia. **Soil Biology and Biochemistry**, 30 (2), p. 167-175, 1998.

MIRANDA, C.S.S.; FERREIRA, M.G.V.X.; MENEZES, M. Atividade biológica de solos com A Chernozêmico na zona da mata norte de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro, 1997, p. 1-4.

MOLOFSKY, J. & AUGSPURGER, C. K. The effect of litter on early seedling establishment in a tropical forest. **Ecology**, v. 73, p. 68-77, 1992.

MORAES, L. F. D.; CAMPELO, E. F. C.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G. Biomassa Microbiana em áreas em processo de restauração na Reserva Biológica de Poço Das Antas, RJ. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.54-63, 2007.

MORAES, R. M.; RABELO, C. F.; DELITI, W. B. C.; VUONO, Y. S. Serapilheira acumulada em um trecho de mata atlântica de encosta, no Parque Estadual da Ilha do Cardoso. In: SIMPÓSIO DE ECOLOGIA DA COSTA BRASILEIRA, 3, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1993. p.94-99.

MOREIRA, F. M. de S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. atualizada e ampliada. Lavras: UFLA. 2006, 729p.

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

MORITA, T. & ASSUMPCÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1993. 629p.

- MORO, M. J.; DOMINGO, F.; ESCARRÉ, A. Organic matter and nitrogen cycles in a pine afforested catchment with a shrub layer of *Adenocarpus decorticans* and *Cistus laurifolius* in south-eastern Spain. **Annals of Botany**, v.78, n.6, p.675-685, 1996.
- NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO-FILHO, J. A.; HOLANDA-JÚNIOR, E. V.; MENEZES, R. I. Q. Impacto da queimada e de enleiramento de resíduos orgânicos em atributos biológicos de solo sob Caatinga no semi-árido nordestino. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.131-140, 2009.
- NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO-FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Impacto da queimada e do pousio sobre a qualidade de um solo sob Caatinga no semi-árido nordestino. **Revista Caatinga**, v. 9, p. 200-208, 2006.
- ODUM, E. P. The strategy of ecosystems development. **Science**, 164: 262-270, 1969.
- OLIVEIRA, M. E. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CASTRO, A. A. J. F. & RODAL, M. J. N. Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. **Naturalia** 22: 131-150, 1997.
- OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v. 44, n. 2, p. 322-331, 1963.
- PAGANO, S. N. Produção de folheto em uma mata semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. V.49, p. 633-639, 1989.
- PALM, C. A. & SANCHEZ, P. A. Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes. **Biotropica**, Washington, D., v. 22, n. 4, p. 330-338, 1990.
- PALM, C.A. & SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, n.1, p.83-88, 1991.
- PARROTTA, J. A. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, v.124, n.1, p.45-77, 1999.
- PAUL, E. A.; HARRIS, D.; COLLINS, H. P.; SCHULTHESS, U.; ROBERTSON, G. P. Evolution of CO₂ and soil carbon dynamics in biologically managed, row-crop agrosystems. **Applied Soil Ecology**, v.11, p.53-65, 1999.

PEGADO, C. M. A.; BARBOSA, L. J. N.; MENDES, J. E. M. F.; SOUTO, P. C. & SOUTO, J. S. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região do Brejo da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, 21(1): 218-223, 2008.

PEREIRA, V. L. & MALOSSO, E. Atividade microbiana em solos de Caatinga. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17, / CONGRESSO DE INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO, 1, Recife, 2009. **Anais...** Recife, 2009, p. 1-4.

REYNOLDS, B.C. & HUNTER, M.D. Responses of soil respiration, soil nutrients, a litter decomposition to inputs from canopy herbivores. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, n.12/13, p.1641-1652, 2001.

RODAL, M. J. N. & MELO A. L. Levantamento preliminar das espécies lenhosas da Caatinga de Pernambuco. In: Araújo, F. D.; Prendergast, H. D. V. & Mayo, S. J. (Eds.). **Plantas do Nordeste: Anais do I Workshop Geral**. Kew: Royal Botanic Gardens. p.53-62. 1999.

ROSA, T. F. D. **Produção de serapilheira, concentração e acúmulo de nutrientes em povoamentos de teca**. 2010. 57p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de pós-graduação em ciências florestais e ambientais.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.

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**, 13(2): 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. 184p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UFPB/CCA-Areia.

SANTOS, E. M. et al. O Parque Estadual Mata da Pimenteira - Primeira Unidade de Conservação Estadual na Caatinga de Pernambuco. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.;

SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga.** Recife: EDUFRPE, p. 15-26, 2013.

SANTOS, P. F.; ELKINS, N. Z.; STEINBERGER, Y.; WHITFORD, W. G. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. **Ecology**, Washington, v.65, n.1, p.278-284, 1984.

SILVA, F. A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7. **ANAIS...** Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. **A complexidade do ecossistemas**, Porto Alegre: Editora Pallotti. 1997.

SCORIZA R. N. **Serapilheira como indicador ambiental aplicado na avaliação de fragmentos florestais em Sorocaba, SP.** 2009. 85p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. SOROCABA-SP.

SHANKS, R. & OLSON, J. S. First year breakdown of leaf litter in Southern Appalachian Forest. **Science**, v. 134, p. 194-195, 1961.

SILVA, H. F.; BARRETO, P. A. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; GAMARODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F. G. R. B. Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **R. bras. Biociências**. Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 164-172, 2014.

SILVA, T. G. F & ALMEIDA, A.Q. Climatologia e características geomorfológicas. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga.** Recife: EDUFRPE, p. 29-36, 2013.

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

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

SMITH, J. L. & PAUL, E. A. The significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J.M.; STOTZKY, G. (eds.). **Soil Biochemistry**. New York: Marcel Dekker, v.6, p.357-396, 1990.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição de serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba. 2006. 150p.

SOUZA, B. V. **Avaliação da sazonalidade da deposição de serapilheira em RPPN no semi-árido da Paraíba – PB**. 2009. 38p. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Campus de Patos – PB.

SOUZA, C. A. F.; COSTA, C. M. C.; MAIAB, L. C.; SANTIAGO, A. L. C. M. A. Mucorales (Mucoromycotina). In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, p. 53-64, 2013.

STAAF, H. Foliage litter turnover and earthworm populations in three beech forests of contrasting soil and vegetation types. **O ecologia**, 72: 58-64, 1987.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. **Soil Plant Science**, v. 49, p. 1-24, 1999.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford: Blackwell. 1979. 372p.

SWIFT, M. J.; ANDERSON, J. M. Decomposition. In: LIETH, H. WERGER, M. J. A. (Eds.) **Tropical rain forest ecosystems: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, 1989, p.547-569.

TANNER, E. V. J. The decomposition of leaf litter in Jamaican montane rain forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 69, p. 263-275, 1981.

TAUK, S. M. Biodegradação de resíduos orgânicos do solo. **Revista Brasileira de Geociência**, v. 20, n. 1, p. 299-301, 1990.

TAYLOR, B. R., PARKINSON, D. & PARSONS, W. F. J. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosmo test. **Ecology**, 70: 97-104. 1989

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G. & PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, 30(1): 55-64, 2012.

TERROR, V. L.; SOUSA, H. C. & KOZOVITS, A. R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasilica**, 25(1): 113-121, 2011.

TIAN, G., KANG, B. T. & BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions decomposition and nutrient release. **Soil Biology and Biochemistry**, 24(10): 1051-1060. 1992.

TIENNE, L.; NEVES, L.G.; VALCARCEL, R. Produção de serapilheira em diferentes medidas biológicas para recuperação de áreas de empréstimo na Ilha da madeira, Itaguaí- RJ. **Revista Universidade Rural: Série ciência da vida - UFRRJ**. v. 22, n.2, p.169-173, 2002.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em área de floresta secundária no município de pinheiral, RJ**. 2003. 80p. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ, Instituto de Florestas.

TORRES, P. A.; ABRIL, A. B.; BUCHER, E. H. Microbial succession in litter decomposition in the semi-arid Chaco woodland. **Soil Biology & Biochemistry**, v.37, n.1, p. 49-54, 2005.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: VENEGAS, V. H. A. et al. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 2, p.195-276, 2002.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 35-42. 2000.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Dinâmica de Decomposição e Nutrientes em Plantio de *Eucalyptus Urophylla* × *Eucalyptus Globulus* no Sul do Brasil. **Floresta e Ambiente**, 2013.

VILLELA, D. M. & PROCTOR, J. Leaf litter decomposition and monodominance in the Peltogyne Forest of Maracá island, Brasil. **Biotropica**, 34 (3), p. 334-347, 2002.

VUONO, Y.S.; DOMINGOS, M.; LOPES, M. I. M. S. Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v.16, n.1, p. 179-193, 1989.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.195- 198, 2001.

WHITFORD, W. G., DEPREE, D. J., HAMILTON, P. & ETTERS HANK, G. Farag ing ecology of seed-harvesting ants, *Pheidole* spp. in a Chihuahuan Desert ecosystem. *Am. Midl. Nat.* 105: 159-167, 1981.

WIEDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v. 63, p. 1636-1642, 1982.

WISNIEWSKI, C.; RIBAS, M. E. G.; KRIEGER, A. C.; CURCIO, G. R. Deposição de serapilheira e nutrientes em um trecho de floresta ombrófila mista sobre latossolo vermelho-escuro, no segundo planalto paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. 1997. p. 1-4. CD ROM.

XULUC-TALOSA, F. J.; VESTER, H. F. M.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; CASTELLANOS-ALBORES, J.; LAWRENCE, D. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 174, n. 1-3, p. 401-412, 2003.

ZAMORA, F.; MOGOLLÓN, J.P.; RODRÍGUES, N. Câmbios em la biomassa microbiana y la actividad enzimática inducidos por la rotacións de cultivos em un suelo bajo producción de hortalizas em el estado Falcón, Venezuela. **Multiciencias**, v.5, n.1, p.62-70, 2005.

ZIBILSKE, L. M. Carbon mineralization. In: WEAVER, R. W.; SCOTT, A.; BOTTOMLEY, P. J. (Ed.). **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, p. 10-35, 1994.

ZIMMER, M. Is decomposition of woodland leaf litter influenced by its species richness? **Soil Biology and Biochemistry**, v.34, n.2, p.277-284, 2002.

CAPÍTULO 3 – CICLAGEM DE NUTRIENTES DA SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

RESUMO - Os processos de deposição e decomposição da serapilheira possuem uma relevada importância para o equilíbrio dos ecossistemas florestais. Estes processos têm sido utilizados como indicadores da integridade ecológica do ecossistema, por atuar na ciclagem de nutrientes, conferir heterogeneidade espacial e temporal ao ambiente, além de servir como recurso para uma grande diversidade de microrganismos e invertebrados. O objetivo deste trabalho foi estimar a concentração de nutrientes na serapilheira e suas relações com a decomposição em área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano. A pesquisa foi realizada em uma área do Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, uma Unidade de Conservação com 887,24 ha. Foram instalados 40 coletores com quadro de madeira, com dimensões 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, constituídos de tela plástica com malha de 1 mm, que foram suspensos aproximadamente um metro da superfície do solo e alocados equidistantes 20 m entre si. Os coletores permaneceram na área no período de março/2013 a fevereiro/2014. A cada 30 dias, o material depositado foi recolhido e conduzido ao laboratório do PGPV na UFRPE/UAST, acondicionado em sacos de papel e seco em estufa de circulação forçada de ar (60° C), até atingirem peso constante. Para caracterização química da serapilheira e do solo, foram homogeneizadas a serapilheira aportada pelos 40 coletores distribuídos na área e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do solo LABFERT, em Recife-PE, para determinações dos atributos químicos. Quanto aos solos, foram coletadas cinco amostras de solos, homogeneizadas e enviadas ao mesmo laboratório. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita por EMBRAPA (2009). O gradiente de concentração dos nutrientes na serapilheira seguiu a seguinte ordem: N>K>P>Mg>Ca>Na>Mn>Zn>B>Fe>Cu>S. A relação C/N da serapilheira estudada foi estimada em 18,42. O conteúdo médio dos macronutrientes presentes na serapilheira aportada foi de 306,85 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O estoque de nutrientes na serapilheira e no solo representa o montante do aporte químico que serão acessíveis para a vegetação do ecossistema, após a decomposição, na qual a vegetação exerce uma participação direta, já que os componentes não se encontram fixados na biomassa viva. O conteúdo médio de macronutrientes aportados pela serapilheira demonstra a real importância da ciclagem de nutrientes para a manutenção da fertilidade do solo no sítio florestal.

Palavras-chave: fertilidade do solo, matéria orgânica, floresta seca.

CHAPTER 3 - CYCLING NUTRIENTS LITTER ON A CAATINGA AREA PRESERVED IN SEMIARID PERNAMBUCANO

ABSTRACT - The deposition processes and decomposition of litter have a high importance for the balance of forest ecosystems, since such processes have been used as indicators of ecological integrity of the ecosystem, for acting in nutrient cycling, give spatial and temporal heterogeneity to the environment, besides serving as a source for a great diversity of microorganisms and invertebrates. The objective of this study was to estimate the concentration of nutrients in litter and its relations with the decomposition Caatinga area preserved in Pernambuco semiarid region. The survey was conducted in an area of the State Park Forest Pimenteira, Serra Talhada-PE, a conservation unit with 887,24 ha. 40 collectors with wooden frame were installed, with dimensions 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, made up of plastic screen with a 1 mm mesh, which were suspended for about a soil surface and underground allocated equally spaced 20 m each other. Collectors remained in the area from March / 2013 to February / 2014. Every 30 days, the deposited material was collected and taken to the laboratory in pGPV UFRPE / UAST, packed in paper bags and dried in forced air oven (60° C), until constant weight. For chemical analysis of litter and soil, were homogenized by 40 apartada the litter collectors distributed in the area and sent to the Soil fertility Laboratory LABFERT, in Recife, for determination of the chemical attributes. The soils were collected five samples of soil, mixed and sent to the same laboratory. Analyses were performed according to the methodology described by EMBRAPA (2009). The concentration gradient of nutrients followed the order: N>K>P>Mg>Ca>In>Mn>Zn>B>Fe>Cu>S. The C/N ratio of the study was estimated to be 18,42 litter. The average content of macronutrients present in apartada litter was 306,85 kg ha⁻¹ year⁻¹. The supply of nutrients in leaf litter and soil represents the amount of the chemical supply to be accessible to vegetation ecosystem after the decomposition, in which the vegetation plays a direct interest, since the components are not provided in the living biomass. The average macronutrient content contributed by litter demonstrates the real importance of nutrient cycling to the maintenance of soil fertility in forest site.

Keywords: soil fertility, organic matter, dry forest.

1. INTRODUÇÃO

Para se compreender os aspectos dinâmicos dos ecossistemas são necessários estudos sobre a deposição da serapilheira e do fluxo de nutrientes minerais associados. A dinâmica da serapilheira e de seus nutrientes é, particularmente, importante por atuar na superfície do solo como um sistema de entrada, via deposição, e saída via decomposição/mineralização, para suprir o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica, essencial na restauração da fertilidade do solo de florestas nativas e áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976).

A ciclagem de nutrientes no ambiente ocorre de dois modos: o primeiro deles é o ciclo geoquímico, caracterizado pelas entradas, naturalmente, por meio de chuvas, poeira, fixação biológica e intemperismo das rochas e, artificialmente, com a aplicação de fertilizantes e resíduos orgânicos urbanos ou agroindustriais. Suas perdas mais relevantes são ocasionadas pelos processos de erosão, lixiviação, queima, desnitrificação e extração florestal (POGGIANI & SHUMARCHER, 2000); o segundo é o biológico, onde ocorre na própria planta, e subdivide-se em biogeoquímico que compreende os processos de transferência de nutrientes dentro do sistema solo-planta por meio da absorção, translocação, imobilização e restituição de nutrientes por parte da vegetação que constitui o ecossistema (REIS & BARROS, 1990).

Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo ocorrem por meio da serapilheira, onde esta camada de matéria orgânica é considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais que podem se acumular nos horizontes orgânicos ou serem incorporados ao solo mineral para reaproveitamento pela vegetação (DELITTI, 1984; KÖNIG et al., 2002; VITAL et al., 2004; CALDEIRA et al., 2008; CALDEIRA et al., 2010).

Ao ser depositada sobre o solo, a serapilheira inicia o processo de decomposição com a ação da fauna edáfica, primeiramente pelos macrorganismos, que atuam na degradação do material para que este seja posteriormente decomposto pelos microrganismos e, conseqüentemente, haja liberação dos nutrientes minerais (GOLLEY et al., 1978).

As pesquisas desenvolvidas em ecossistemas florestais comprovam que a vegetação possui essencial papel na manutenção da fertilidade dos solos, em que a manutenção desta fertilidade, depende da ciclagem de nutrientes via produção e decomposição da serapilheira, onde este componente se configura como o mais importante processo de transferência de nutrientes proveniente do material vegetal e/ou animal presente na superfície do solo para manter a sustentabilidade do ambiente (PINTO & MARQUES, 2003; SOUTO et al., 2009).

O processo de decomposição, por meio do qual os elementos minerais essenciais tornam-se disponíveis às plantas, é uma importante parte do ciclo de nutrientes e desempenha extraordinário papel no funcionamento dos ecossistemas, onde é considerado tão importante quanto o processo de fotossíntese (HEAL et al., 1997), pois o padrão de deposição, assim como, de decomposição podem afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade de plantas, que introduzem heterogeneidade temporal e espacial no ambiente (BARBOSA & FARIA, 2006; MOLOFSKY & AUSGSPURGER, 1992).

As análises qualitativa e quantitativa do material orgânico da serapilheira, como também sua taxa de decomposição, são relevantes para o entendimento da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas, uma vez que esses constituem em fatores condicionantes para a manutenção da fertilidade do solo e conservação de áreas, por se comportar em um importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo (SILVEIRA et al., 2007).

A matéria orgânica, após sua decomposição (húmus), torna-se inerente para os solos por promover: solubilização de nutrientes nos solos minerais; alta capacidade de troca de cátions (CTC); liberação lenta de fósforo, nitrogênio, enxofre e água; melhora na nutrição das plantas em micronutrientes pela formação de quelatos; aumento da capacidade de retenção de água; melhora a estrutura do solo e sua capacidade tampão; reduz a toxidez dos pesticidas e favorece o controle biológico pela maior população microbiana, que exerce efeitos promotores de crescimento (SANTOS et al., 2008).

Os processos de deposição e decomposição da serapilheira possuem uma relevada importância para o equilíbrio dos ecossistemas florestais, uma vez que tais processos têm sido utilizados como indicadores da integridade ecológica do ecossistema, por atuar na ciclagem de nutrientes, conferir heterogeneidade espacial e temporal ao ambiente, além de servir como recurso para uma grande diversidade de microrganismos e invertebrados (VITOUSEK & SANFORD-JR, 1986; ARATO et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi estimar o estoque de nutrientes na serapilheira e no solo, e suas relações com a decomposição em área de Caatinga preservada no semiárido pernambucano.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Mata da Pimenteira ($7^{\circ}53'48.96''S$ e $38^{\circ}18'14.30''W$), no município de Serra Talhada-PE, com 887,24 ha, compostos por áreas com alta declividade (acima de 45°), além de abrigar significativa comunidade de flora e fauna com espécies endêmicas da Caatinga (Figura 01: A e B), muitas das quais ameaçadas de extinção (SANTOS et al., 2013).

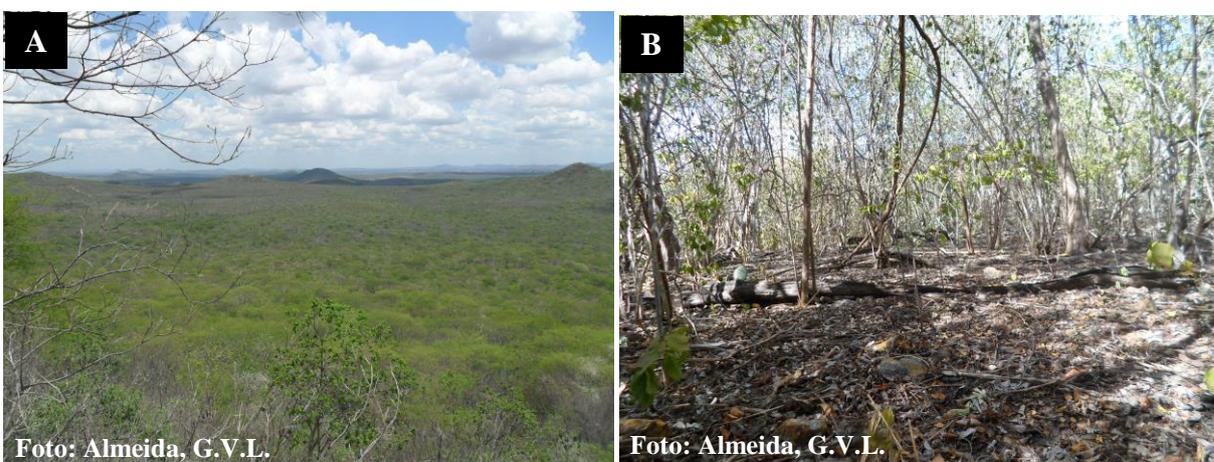


Figura 01: Aspecto geral da área no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada-PE, 2015.

De acordo com a classificação de Thornthwaite, o clima onde está inserido o Parque é o semiárido, com índice efetivo de umidade de $-47,6$ e pequeno a nulo excesso hídrico durante o ano. Pela classificação de Köppen, o clima dessa área é do tipo BSw h' , semiárido, quente e seco, com baixos níveis pluviométricos nos meses mais frios. A temperatura média anual na área é em torno de $23,8 \pm 0,92^{\circ} C$, com valores médios anuais da temperatura mínima e máxima na ordem de $19,2 \pm 0,97^{\circ} C$ e $30,0 \pm 1,57^{\circ} C$, respectivamente, e maiores magnitudes ocorrentes entre os meses de outubro e março (SILVA & ALMEIDA, 2013).

O padrão de precipitação pluviométrica é caracterizado no período mais chuvoso e coincide com os meses mais quentes, com início das chuvas a partir do mês de dezembro, estendendo-se até o mês de maio. Nos meses de janeiro a abril constituem-se o período mais chuvoso, com 65,9% da precipitação pluviométrica anual, que é, em média, de 653,2 mm (Figura 02) (SILVA & ALMEIDA, 2013).

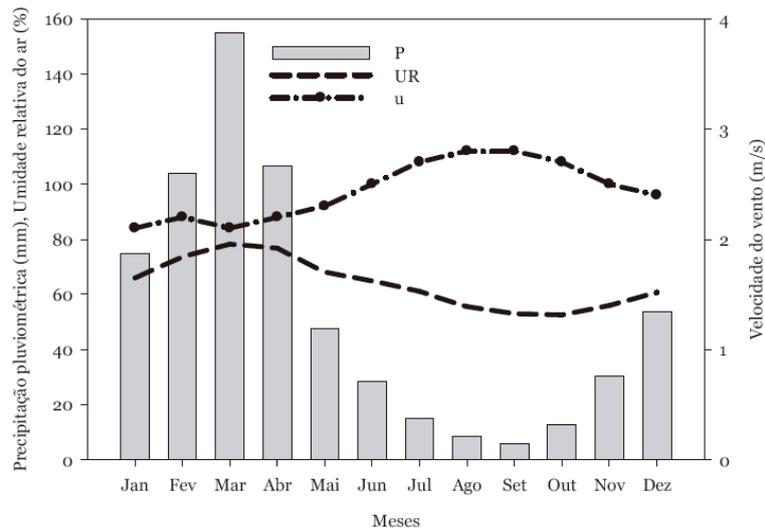


Figura 02: Normais climatológicas da precipitação pluviométrica (P), umidade relativa do ar (UR) e da velocidade do vento (u) do Parque Estadual Mata da Pimenteira. (Fonte: SILVA & ALMEIDA, 2013).

O Parque está localizado na Unidade de Paisagem, caracterizada como Depressão Sertaneja, com ocorrência de rochas cristalinas e sedimentares de diferentes idades, origens e diversificação litológica, que compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú. Ele apresenta três principais classes de solos (SILVA & ALMEIDA, 2013): Cambissolos, Neossolo Litólicos e Argissolos, que apresentam aptidão agroecológica de preservação.

Para caracterização química do solo, foram coletadas 12 amostras de solo na profundidade de 0 a 10 cm na área em estudo. As porções, posteriormente, foram homogêneas, retirada uma amostra composta do solo e enviadas ao Laboratório particular de Fertilidade do solo LABFERT, em Recife-PE, para determinações dos atributos químicos. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita por EMBRAPA (2009) e os resultados estão apresentados nas Tabelas 01 a 03.

Tabela 01: Atributos químicos do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Amostras	N g/kg	P -----mg dm ⁻³ -----	Zn	Cu	Fe	Mn
0-10 cm	15,41	13,85	2,6	1,65	200	76,85

mg dm⁻³ = ppm; cmol_c dm⁻³ = meq/100 cm³, meq/100 g; mmol dm⁻³ = meq/100 cm³ x 10; cmol_c dm⁻³ = ppm K ÷ 391; cmol_c dm⁻³ = ppm Na ÷ 229,8; g kg⁻¹ = % x 10

Tabela 02: Atributos químicos do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Amostras	pH H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺
		-----cmolc dm ⁻³ -----				
0-10cm	6,6	4,12	0,60	22,35	89,5	0,20

mg dm⁻³ = ppm; cmolc dm⁻³ = meq/100 cm³, meq/100 g; mmol dm⁻³ = meq/100 cm³ x 10;

cmolc dm⁻³ = ppm K ÷ 391; cmolc dm⁻³ = ppm Na ÷ 229,8; g kg⁻¹ = % x 10

Tabela 03: Atributos químicos do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Amostras	H+Al	S ¹	CTC ²	V ³	PST ⁴	m ⁵	C
	-----cmolc dm ⁻³ -----			-----%-----		dag kg ⁻¹	
0-10 cm	1,82		6,86	73,26	1,43	3,82	2,29

¹S = Soma de bases; ²CTC = Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; ³V = Saturação por bases (V% ≥ 50% – Eutrófico; V% < 50% - Distrófico); ⁴PST = Porcentagem de saturação por Sódio; ⁵m = Porcentagem de sauração por Alumínio; mg dm⁻³ = ppm; cmolc dm⁻³ = meq/100 cm³, meq/100 g; mmol dm⁻³ = meq/100 cm³ x 10; cmolc dm⁻³ = ppm K ÷ 391; cmolc dm⁻³ = ppm Na ÷ 229,8; g kg⁻¹ = % x 10

A vegetação varia de arbórea a arbustivo-arbórea, é entrecortada por riachos temporários e muitos afloramentos rochosos, onde prevalece a formação arbustivo-herbácea, sobre ou nas fendas das rochas; elevada riqueza de espécies (251), distribuídas em 67 famílias, com predominância das famílias Fabaceae e Euphorbiaceae e com alta proporção de espécies endêmicas (16%) (MELO et al., 2013). Segundo estes autores, de acordo com estudos já realizados em distintas áreas do Bioma, a vegetação do Parque apresenta semelhança com os resultados constatados em estudos pontuais na flora de inselbergs, afloramentos rochosos muito comuns no meio da vegetação de caatinga, conforme constatados por França et al. (1997), Araújo et al. (2008) e Gomes & Alves (2009); para vários tipos de caatinga do nordeste, desde áreas sedimentares com solos pobres e profundos (OLIVEIRA et al., 1997; RODAL et al., 1999) como em áreas do cristalino com solos rasos e ricos em nutrientes (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003); além de ser componente lenhoso das caatingas de Pernambuco, de acordo com Rodal & Melo (1999).

2.2. Coleta da serapilheira

Para deposição da serapilheira foram utilizados coletores com quadro de madeira, com dimensões 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m, constituídos de tela plástica com malha de 1 mm, a qual permite apenas a passagem de água, de modo a evitar o início da decomposição do material depositado no período chuvoso (CAMACHO, 2001; TOLEDO, 2003). Estes coletores foram suspensos à aproximadamente um metro da superfície do solo e alocados equidistantes 20 m entre si (Figura 03: A e B).



Figura 03: Coletores de serapilheira em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Foram utilizados 40 coletores, ao longo de 800 m em linha reta na área (Figura 04). A quantidade de coletores utilizados está de acordo com alguns trabalhos já realizados na Caatinga e em outros ecossistemas (ARATO et al., 2003; SANTANA, 2005; ALVES et al., 2006; SOUTO, 2006; COSTA et al., 2007; FORTES, 2007; LOPES et al., 2009; SCORIZA, 2009; SOUZA, 2009; ROSA, 2010).

Os coletores permaneceram na área durante 12 meses (Março/2013 a fevereiro/2014). A cada 30 dias, o material depositado foi recolhido e levado ao laboratório de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal (PGPV) da Universidade Federal Rural de Pernambuco / Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), para separação em folhas, flores, frutos, sementes, ramos e miscelânea (material de origem animal e partes não identificáveis). Após a triagem, as amostras devidamente separadas nos respectivos compartimentos, foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar (60°C), até atingirem peso constante em balança de precisão.

2.3. Análise química da serapilheira

Para caracterização química da serapilheira, foram homogeneizadas a serapilheira aportada pelos coletores, nos 12 meses de coleta, e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do solo LABFERT, em Recife-PE, para determinações dos atributos químicos. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita por EMBRAPA (2009).

2.4. Análises estatísticas

Para verificar a diferença quantitativa dos constituintes químicos do solo e na serapilheira, os dados foram tabulados e submetidos a validação da homocedasticidade e normalidade, em seguida, aplicado a análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) utilizando-se o programa ASSISTAT versão 7.7 beta (2015) (SILVA & AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise química da serapilheira

Os teores de nutrientes na serapilheira na área estudada estão apresentados na Tabela 04.

Tabela 04. Concentração média dos nutrientes na serapilheira em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

N	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn	Cu	Fe	Mn	S
23,67	3,75	4,9	0,38	2	3,1	0,046	0,01	0,0152	0,088	0,0085

g kg⁻¹ = % x 10; mg kg⁻¹ = ppm

O gradiente de concentração dos nutrientes seguiu a seguinte ordem: N>K>P>Mg>Ca>Na>Mn>Zn>B>Fe>Cu>S. Essa sequência foi distinta da encontrada em outras áreas de caatinga por Amorin (2009), Santana (2005), e por Garrido & Poggiani (1982), em povoamentos de Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) em floresta pluvial, São Paulo, que obtiveram Ca>N>K>Mg>P. E diferente também das encontradas em outros estudos: Souto (2006), em caatinga; Vital et al. (2004), em floresta estacional semi-decidual; Caldeira et al. (2008), em floresta ombrófila densa, e Garrido & Poggiani (1982), em povoamentos de aroeira (*Astronium urundeuva*) e angico (*Anadenanthera falcata*), encontraram N>Ca>K>Mg>P.

As diferenças encontradas nas quantidades dos elementos, mesmo em áreas pertencentes ao mesmo Bioma, pode ser resultante das características funcionais dos nutrientes no metabolismo da planta, das propriedades do solo, da diversidade do controle do fluxo e refluxo nos compartimentos de rápida (folhas, flores e frutos) e lenta (materiais lenhosos) ciclagem, da heterogeneidade na distribuição da serapilheira, da presença ou ausência de mecanismos de conservação de nutrientes, das condições edafoclimáticas, das exigências nutricionais das espécies, da parte da planta considerada, da fenologia, da época do ano, da composição florística, do estágio sucessional e da metodologia empregada na avaliação (GOLLEY et al., 1978; MEGURO et al., 1980; CUEVAS & MEDINA, 1996; VITOUSEK & SANFORD, 1986; AMORIN, 2009).

Ao comparar a concentração de nutrientes na serapilheira e no solo, foi constatado que houve diferença significativa entre os dois substratos, com maiores concentrações na serapilheira (Tabela 05). A serapilheira apresenta concentrações maiores em função dos

nutrientes estarem na forma não mineralizada. No solo, os nutrientes apresentam-se nas duas formas, mineralizada e imobilizada, onde a mineralização proporcionada pela ação dos microrganismos, tornam estes minerais disponíveis para as plantas, o que faz com que a concentração diminua.

Tabela 05: Composição química da serapilheira e do solo em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

Substrato	N	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	C
	-----Ppm-----				-----Meq/100 Cm ³ -----			g kg ⁻¹
Serapilheira	23670.00 a	3750.00 a	4900.00 a	380.00 a	2000 a	3100,00 a	8,5 a	436000,00 a
Solo	15.41 b	13.85 b	89.50 b	22.35 b	4,12 b	0,60 b	5,04 b	22950 b
dms	3.20	3.20899	3.22484	3.20899	3,21	3,23	0.32	3,20
cv	0,01	0.08	0,06	0.70	0,75	0,67	2.10	0,08

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O nutriente que teve maior concentração na serapilheira da caatinga estudada foi o nitrogênio (N) com 23,67 g kg⁻¹. Este resultado está acima ao estabelecido por Vitousek (1984), que considerou a faixa de 5 a 19 g kg⁻¹ de concentração de N para florestas tropicais.

A concentração encontrada de N neste estudo são superiores as concentrações de pesquisas realizadas no bioma Caatinga, realizado por Amorin (2009) com 11,3 g kg⁻¹, Souto et al. (2009) com 13,8 g kg⁻¹, Santana (2005), com 18,61 g kg⁻¹, Dantas (2003), com 22 g kg⁻¹.

Para outras tipologias vegetais, a quantidade de nitrogênio verificada nesta pesquisa ainda se mostra superior conforme constatado por Godinho et al (2013), na Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Espírito Santo (20,39 g kg⁻¹), Caldeira et al. (2007) em Floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná (11,97 kg⁻¹), Vital et al. (2004), em Floresta Estacional Semidecidual, São Paulo (21,58 g kg⁻¹).

A significativa concentração de nitrogênio presente na serapilheira pode ser devido a maior quantidade de espécies pertencentes à família Fabaceae (33 spp. Melo et al. (2013)) na área estudada, onde estas espécies são potencialmente capazes de fixarem nitrogênio. Outro fator pode está relacionado a pequena perda de N por lixiviação em função da reduzida precipitação da Caatinga e para o período (jan a dez/2013 = 553,2 mm e 291,2 mm de jan a set/2014) quando comparado com vegetações sob altas taxas de precipitação.

O potássio (K) foi o segundo elemento com maior concentração na serapilheira analisada com 4,9 g kg⁻¹. Uma concentração bastante baixa quando comparada com a concentração do N. Porém, a concentração encontrada corrobora com o intervalo verificado

por Jaramillo & Sanford-Jr. (1995), para florestas secas no México, Porto Rico e em Belize de 2,4 a 8,2 g kg⁻¹.

Para dados em áreas de Caatinga, este resultado é superior ao encontrado por Amorin (2009) com 3,14 g kg⁻¹, semelhante a Souto et al. (2009) com 4,6 g kg⁻¹, e inferior ao encontrado por Santana (2005) com 8,41 g kg⁻¹; e inferior a outros Biomas brasileiros como, Caldeira et al. (2007) em Floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná (5,67 g kg⁻¹) e Vital et al. (2004), em Floresta Estacional Semidecidual, São Paulo (6,23 g kg⁻¹).

O K é um elemento encontrado principalmente em galhos e cascas de vegetais. Estas frações passam mais tempo para se decompor deixando-o exposto às intempéries climáticas, como chuvas, onde é facilmente lixiviado, o que contribui para a redução desse macronutriente (AMORIN, 2009).

O Fósforo (P) foi o terceiro macronutriente que apresentou maior quantidade na serapilheira estudada com 3,75 g kg⁻¹. Este valor está acima da faixa estimada por Vitousek (1984), para Florestas Tropicais que vai de 0,1 a 1,5 g kg⁻¹.

Comparando com dados de pesquisas realizadas na Caatinga, a concentração estimada está superior a Souto et al. (2009) com 1,3 g kg⁻¹, Amorin (2009) com 0,299 g kg⁻¹, Santana (2005) com 1,48 g kg⁻¹, Dantas (2003), com 1,30 g kg⁻¹, Kauffman et al. (1993), em Serra Talhada, PE, com 0,90 g kg⁻¹. Para outros Biomas, Caldeira et al. (2007) em Floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná, estimou em 0,68 g kg⁻¹, Vital et al. (2004), em Floresta Estacional Semidecidual, São Paulo, (1,37 g kg⁻¹), Mlambo & Nyathi (2008), 0,50 g kg⁻¹, em floresta decídua na África e Jaramillo & Sanford-Jr. (1995), em uma floresta seca no México encontraram 1,32 g kg⁻¹ e em Porto Rico, com 0,39 g kg⁻¹.

O fósforo está mais concentrado, principalmente, nas folhas e frutos. Esta concentração estimula o crescimento, acelera a maturação, ajuda na formação das sementes e contribui com a respiração e a adsorção iônica de outros elementos (FERRI, 1985). Além disso, este elemento é constituinte de compostos complexos ricos em energia, fundamental nas reações metabólicas, muito móvel na planta, em que, a depender da espécie, pode ocorrer translocação de 40 a 60% das folhas maduras para outros órgãos da planta, antes da abscisão foliar, onde é utilizado na formação de novos tecidos (JORDAN, 1985; AERTS, 1996). Mecanismos como este são essenciais para assegurar a manutenção da produtividade em solos deficientes como na maioria dos solos tropicais (SANTANA, 2005).

Para o P, o resultado encontrado neste estudo é considerado o mais elevado para florestas tropicais. O que pode explicar este elevado resultado é a escassez hídrica no período,

com chuvas mal distribuídas, onde fez com que algumas espécies emitissem novas brotações, porém ao perceber a falta de água no solo, as folhas entraram em senescência ainda novas, não chegando a maturação fisiológica, fazendo com que o P não se translocasse para outras partes da planta.

O Magnésio (Mg), foi o quarto macronutriente mais abundante na serapilheira analisada com $3,1 \text{ g kg}^{-1}$. Concentração esta que está acima de alguns estudos realizados na Caatinga, conforme constatado por Amorin (2009), com $1,4 \text{ g kg}^{-1}$, Souto et al. (2009), com $1,4 \text{ g kg}^{-1}$ e Santana (2005), com $2,56 \text{ g kg}^{-1}$. Em relação a outros Biomas, este resultado foi superior a Caldeira et al. (2007) em Floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná, que estimou em $0,95 \text{ g kg}^{-1}$; semelhante a Lambert et al. (1980) com $3,00 \text{ g kg}^{-1}$ na serapilheira total das matas secas de Belize e inferior a Vital et al. (2004), em Floresta Estacional Semidecidual, São Paulo, ($4,4 \text{ g kg}^{-1}$) e Jaramillo & Sanford-Jr. (1995), em uma floresta seca no México com $7,3 \text{ g kg}^{-1}$.

O Mg é um elemento muito encontrado nas folhas das plantas, e isto pode ser em decorrência deste nutriente ser um dos componentes principais na fotossíntese (AWAD & CASTRO, 1983; VITTI et al., 2006).

Binkley (1986), explica que baixas concentrações desse nutriente não limita a produtividade do ecossistema, pois não é considerado como um elemento essencial em nenhuma tipologia florestal, ao contrário do que ocorre para o P nas florestas tropicais e para o N em florestas temperadas.

O Cálcio (Ca) ocupou a quinta concentração mais abundante da serapilheira com $2,0 \text{ g kg}^{-1}$. O resultado está muito abaixo dos encontrados para áreas de Caatinga por Amorin (2009), com $12,0 \text{ g kg}^{-1}$, Souto et al. (2009), com $8,1 \text{ g kg}^{-1}$, Santana (2005), com $24,3 \text{ g kg}^{-1}$ e Kauffman et al. (1993), encontraram concentração de $19,8 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca na serapilheira de caatinga hiperxerófila, em Serra Talhada-PE. Caldeira et al. (2007) em Floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná, estimou em $4,61 \text{ g kg}^{-1}$ e Vital et al. (2004), em Floresta Estacional Semidecidual, São Paulo, encontraram $22,85 \text{ g kg}^{-1}$, resultados estes superiores ao estimado neste estudo, inclusive para outras florestas secas no mundo observados por Jaramillo & Sanford-Jr. (1995), com concentrações de Ca de $11,6 \text{ g kg}^{-1}$ no México e de $30,0 \text{ g kg}^{-1}$ em Belize.

Em observações realizadas em mata nativa e plantio de eucalipto em São Paulo, Carpanezzi (1980), encontrou valores oscilando entre $22,00$ a $23,10 \text{ g kg}^{-1}$ para mata nativa e $3,10$ a $5,20 \text{ g kg}^{-1}$ no plantio de eucalipto.

Naturalmente, espera-se que a maior concentração de Ca esteja nas folhas mais velhas. A pouca mobilidade do nutriente nos tecidos vegetais é considerada como um fator que determina a sua maior quantidade de ciclagem do elemento na natureza, onde é realizada pela queda e decomposição dos tecidos vegetais senescentes (mais maduros) (NILSSON et al., 1995). A baixa concentração aqui estimada pode está relacionada com o longo período de estiagem e a má distribuição das chuvas no período, que ao ocorrer um pequeno evento de chuva, pode ter induzido algumas espécies a emitirem brotações, porém como a disponibilidade hídrica não deu para atender aos processos vitais para o desenvolvimento das folhas para que atingissem a maturidade fisiológica e entrassem em senescência.

As relações C/N, C/P e C/S regulam a decomposição dos resíduos orgânicos que vai disponibilizar (mineralização) ou não (imobilização) os nutrientes para o sistema e dependem da qualidade do resíduo em decomposição (GONÇALVES, 1995; GODINHO, 2011). O equilíbrio entre as taxas de mineralização e imobilização é um processo complexo, onde o equilíbrio vai depender da quantidade de carbono no resíduo e da sua relação com o nitrogênio, fósforo e enxofre. Relação alta, decomposição lenta, relação baixa, decomposição rápida. As relações C/N, C/P e C/S são apresentadas na Tabela 06.

Tabela 06: Relação C/N, C/P e C/S da serapilheira aportada em área de Caatinga preservada, Serra Talhada-PE, 2015.

MATERIAL	C/N	C/P	C/S
Serapilheira aportada	18,42	116,27	51,3

A relação C/N da serapilheira estudada foi estimada em 18,42. De acordo com Gonçalves (1995), se um resíduo apresentar relação C/N >30 os nutrientes ficam imobilizados e a disponibilidade de N é diminuída. O balanço entre a imobilização e mineralização é um processo complexo dependente da qualidade do resíduo e, principalmente, da relação C/N, C/P e C/S (Tabela 07).

Resultados superiores aos encontrados neste estudo, foram obtidos por: Souto et al. (2009), que encontraram a relação C/N média de 32 durante o período de avaliação em uma área de Caatinga na Paraíba; Terror et al. (2011), com 44, em floresta paludosa, MG; Caldeira et al. (2007) em Floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná, estimou a relação C/N em 27 e

Godinho (2011), em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES, encontrou uma relação de 29,78.

Tabela 07: Intervalos das relações C/N, C/P e C/S, balanço entre Imobilização (I) e Mineralização (M), disponibilidade de nutrientes e velocidade de decomposição da serapilheira.

C/N	C/P	C/S	BALANÇO: I e M	DISPONIBILIDADE DE N, P, S	DECOMPOSIÇÃO
> 30	> 300	> 400	I > M	DIMINUÍDA	LENTA
20 - 30	200 - 300	200 - 400	I = M	NÃO ALTERADA	MODERADA
< 20	< 200	< 200	I < M	AUMENTADA	RÁPIDA

FONTE: Adaptado de STEVENSON, 1986.

Marques et al. (2000), citam que a taxa de decomposição da serapilheira é influenciada, além de outros fatores, pela qualidade do material e que pode ser mensurada pela relação C/N, onde a quantidade de N presente no material indicará a velocidade da decomposição, em que materiais com baixa relação C/N são decompostos mais rapidamente que aqueles de alta relação. Para a serapilheira estudada, foi verificado que a mesma possui alta taxa de decomposição e elevada quantidade de N que foi evidenciado pela baixa relação C/N. A razão C/N poder ser utilizada como um indicador da qualidade nutricional da serapilheira, onde para valores maiores que 25 o processo de decomposição é limitado pela baixa proporção de N no material (LUIZÃO et al., 2004).

Segundo Cuevas & Medina (1996), em se tratando de ecossistemas, a ciclagem de nutrientes é determinada pela quantidade de nutrientes que entra, pela retenção na fitomassa, pelas taxas de decomposição dos diferentes componentes das serapilheira e da matéria orgânica do solo, pelas taxas de imobilização e mineralização de nutrientes e, pela absorção dos nutrientes.

Esta relação influencia a taxa de mineralização do nitrogênio, pois este elemento determina o crescimento e o retorno do C orgânico mineralizado pelos microrganismos.

A serapilheira ao ser depositada sobre o solo estimula o aumento da população microbiana pelo aporte de energia e nutrientes que o resíduo representa. Consequentemente, a necessidade por oxigênio, nutrientes, energia e carbono também é elevado em função do aumento população de microrganismos. Nesta fase do processo, a relação C/N fica entre 20-30 em razão da composição dos tecidos microbianos apresentarem em média 5% de N, ou seja, resíduos com relação nesta faixa, fornecerão o N suficiente apenas para a reprodução

microbiana, não havendo nem mineralização, nem imobilização significativa (imobilização = mineralização). Se a relação for acima de 30, para satisfazer as suas necessidades, os microrganismos procurarão outras fontes de N que estão disponíveis para as plantas, imobilização líquida, como consequência há uma redução na disponibilidade de N-NH_4^+ (Amônio) e N-NO_3^- (Nitrato) no solo e pode causar uma deficiência temporária de nitrogênio para as plantas. Se for menor que 20, significa que há excesso de nitrogênio no material, que serão mineralizados pelos microrganismos (mineralização) e imediatamente disponibilizado para as plantas (SIQUEIRA & FRANCO, 1988; COLEMAN & CROSSLEY, 1996; SANTOS & CAMARGO, 1999).

Quanto a relação C/P e C/S, estas foram de 116,27 e 51,3, respectivamente. Resultados superiores foram citados por Souto et al. (2009), com relação C/P variando de 215,20 a 569,57 e de C/S de 42,75 a 131,00 durante o período de avaliação, em uma área de Caatinga na Paraíba; e por Godinho (2011), em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES, com C/P de 706,83 e C/S de 381,57.

O fósforo e o nitrogênio orgânico são considerados os elementos mais importantes para o crescimento de microrganismos participantes no processo de decomposição da matéria orgânica, onde as baixas concentrações desses elementos minerais podem limitar o crescimento e retardar a decomposição do material (CHAPIN et al., 2002).

Com a análise química da serapilheira estudada, fica evidente que os minerais depositados ao solo dependem da qualidade do material aportado e do estado nutricional das plantas, no entanto, para que os minerais sejam disponibilizados para a vegetação é necessário a atividade dos microrganismos edáficos para decompor a serapilheira e tornar os nutrientes acessíveis.

2.2 Estimativa do aporte de nutrientes via serapilheira

É possível estimar o retorno de nutrientes para o solo por meio da serapilheira, de acordo com o estoque na floresta, onde a quantidade de cada elemento será variável de acordo com a qualidade da massa vegetal depositada. O conteúdo médio dos macronutrientes presentes na serapilheira aportada foi de $306,85 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 08). Em geral, as quantidades de nutrientes encontradas neste trabalho diversificaram bastante com aportes para alguns nutrientes bem elevados e outros inferiores em relação aos dados disponíveis na literatura (Tabela 09).

Tabela 08: Aporte médio anual da serapilheira em área de Caatinga preservada. Serra Talhada-PE, 2015.

	Serapilheira	N	P	K ⁺	Na ⁺	Ca	Mg	S
	-----kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----							
Aporte anual	6.627,53	156,87	24,85	32,47	2,52	13,26	20,55	56,33

Tabela 09: Aporte médio anual da serapilheira em distintas tipologias vegetais. Serra Talhada-PE, 2015.

Tipologia Florestal	Estado / País	Nutrientes						Fonte
		N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	
		-----kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----						
Caatinga hiperxerófila	PE	156,87	25,85	32,47	13,26	20,55	56,33	Este estudo
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	ES	172,24	8,91	67,66	216,91	27,33	13,55	Godinho et al. 2013
Floresta paludosa	MG	40,7	1,98	9,89	-----	-----	-----	Terror et al., 2011
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta Inicial MG	137,09	4,52	16,58	89,37	20,85	-----	Pinto et al., 2009
	Floresta madura MG	179,79	7,87	45,49	179,28	26,19	-----	
Mata Atlântica	Floresta secundária ES	38,18	2,39	7,35	-----	-----	-----	Calvi et al., 2009
	Floresta antiga ES	40,16	2,39	10,81	-----	-----	-----	
Savana Africana	Zimbábue	22,6	1,64	12,6	29,8	13,6	-----	Mlambo & Nyathi, 2008
Floresta Atlântica	RJ	121,99	2,01	32,08	-----	-----	-----	Pereira et al., 2008
Floresta Ombrófila Mista Montana	PR	95,66	5,43	45,32	36,84	7,56	1,85	Caldeira et al., 2007
Caatinga	PB	13,53	1,23	4,47	7,36	1,56	6,51	Souto, 2006
Floresta Secundária	RJ	149,8	3	16,3	-----	-----	-----	Fernandes et al., 2006
Caatinga arbóreo-arbustiva	RN	39	3,1	17,40	50	5,30	3,81	Santana, 2005
Floresta Estacional Semidecidual	SP	217,76	11,55	52,79	199,8	38,80	11,55	Vital et al. 2004
	Índia	18	0,9	-----	16	-----	-----	
	Índia	14	0,7	-----	12	-----	-----	
	Índia	19	0,9	-----	15	-----	-----	Singh et al., 2004
	Índia	31	1,5	-----	25	-----	-----	

Tabela 09: Aporte médio anual da serapilheira em distintas tipologias vegetais. Serra Talhada-PE, 2015.

Tipologia Florestal	Estado / País	N	Nutrientes					S	Fonte
			P	K	Ca	Mg	-----kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----		
Floresta Estacional Decidual	RS	206,68	11,20	37,75	269,15	29,84	-----	Cunha et al., 1993	
Floresta Estacional	RJ	165,5	5,4	50,1	88,9	29,1	-----	Toledo et al. 2002	
Semidecidual	RJ	218,9	5,8	67,4	107,7	37,6	-----		
Floresta Tropical	Indonésia	92,0	3,0	17,0	91,0	10,0	-----	Hermansah et al, 2002	
Floresta Atlântica	SP	101,8	3,8	20,3	-----	-----	-----	Moraes et al., 1999	
Floresta primária	RR	111,55	2,0	13,44	20,77	15,13	-----	Kato, 1995	
México	México	64	3,4	21,0	30	19,0	-----	Jaramillo & Sanford Jr., 1995	
Floresta semidecídua	RR	85,2	5,8	47,5	76,8	23,0	-----	Scott et al., 1994	
Floresta primária	PA	115,0	3,6	28,5	114,2	15,9	-----	Dantas, 1986	
	Porto Rico	48	0,8	36,0	-----	-----	-----	Lugo & Murphy, 1986	
Cerradão	Centro-oeste	66	4,7	12,5	27	10,9	-----	Peres et al., 1983	
	e	17	1,3	3,3	7	2,5	-----		
Cerrado	Nordeste/BR								
Savana Africana		19	1,2	-----	26	-----	-----	Bernhard-Reversat, 1982	
Savana Africana		29	1,5	-----	35	-----	-----		
Savana Africana	Senegal	18	0,9	-----	40	-----	-----		
Savana Africana		19	0,7	-----	51	-----	-----		
Floresta Tropical Úmida	BR	-----	8,6	128,7	239,7	22,2	-----	Golley et al.,1978	
Floresta Baixa Montana Úmida	BR	-----	2,6	90,6	97,7	32,9	-----	Golley et al.,1978	
Savana Africana	Senegal	43	0,9	-----	52	-----	-----	Jung, 1969	

A variação entre os ecossistemas é esperada uma vez que a ciclagem de nutrientes depende das características físicas, biológicas e atmosféricas e são distintas nos diferentes ecossistemas (QUEIROZ, 1999).

A serapilheira é considerada a principal via de transferência de nutrientes ao solo, por meio da queda de componentes senescentes da parte aérea das plantas e sua consequente decomposição (CALDEIRA et al., 2008).

O estoque de nutrientes na serapilheira e no solo representa o montante do aporte químico que serão acessíveis para a vegetação do ecossistema, após a decomposição, na qual a vegetação exerce uma participação direta, já que os componentes não se encontram fixados na biomassa viva. Esta quantidade de nutrientes disponibilizados pela decomposição da serapilheira demonstra a importância da ciclagem biogeoquímica para o aporte de nutrientes no ambiente florestal, onde quanto maior e mais eficiente for à ciclagem, maior será a disponibilidade de nutrientes no solo para a absorção das plantas (ZAIA & GAMA-RODRIGUES, 2004).

3 CONCLUSÕES

- O N foi o elemento com maior concentração na serapilheira estudada, provavelmente em função da maior quantidade de espécies pertencentes à família Fabaceae;
- As baixas relações C/N e C/P confirmam uma taxa de decomposição rápida, corroborando estudos realizados em florestas tropicais;
- O conteúdo médio de macronutrientes aportados pela serapilheira demonstra a real importância da ciclagem de nutrientes para a manutenção da fertilidade do solo no sítio florestal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERTS, R. Nutrient resorption from senescing leaves of perennial: are there general patterns? **Journal of Ecology**, v.84, n.3, p.597-608, 1996.
- ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B. & RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica** 17: 289-305, 2003.
- ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. Aporte e decomposição de serapilheira em área de Caatinga na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da terra**. Ano/vol. 6, n. 02. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Brasil. p. 194-203, 2006.
- AMORIM, L. B. **Caracterização da serapilheira em caatinga preservada e mudanças no carbono do solo após o desmatamento sem queima**. 2009. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Departamento de Agronomia.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, p.715-721, 2003.
- AWAD, M. & CASTRO, P.R.C. **Introdução à fisiologia vegetal**. São Paulo: Nobel, 1983. 177p.
- BARBOSA, J. H. C. & FARIA, M. S. Aporte de Serapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica Poços das Antas, Rio de Janeiro Brasil. **Revista Rodriguésia**, Jardim Botânico do Rio de Janeiro Online, 57 (3): 461-476p. 2006.
- BERNHARD-REVERSAT, F. Biogeochemical Cycle of Nitrogen in a Semi-Arid Savanna. **Oikos** Vol. 38, Fasc. 3 (May, 1982), pp. 321-332.
- BINKLEY, D. **Forest nutrition management**. New York: Wiley. 1986. 290p.
- CALDEIRA, M.V.W.; MARQUES, R.; SOARES, R.V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v.5, n.2, p.101-116, abr./jun, 2007.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; VIEIRA, M.; GONÇALVES, E.O.; GODINHO, T.O. Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: CHICHORRO, J.F.; GARCIA, G.O.; BAUER, M.O.; CALDEIRA, M.V.W. **Tópicos em ciências florestais**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2010. cap. 2, p.57-82.

CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.29, n.1, p.53-68, 2008.

CALVI, G.P.; PEREIRA, M.G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.2, p.131-138, abr./jun., 2009.

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

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

CHAPIN III, F. S.; MATSON, P. A. & MOONEY, H. A. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. Springer. United States of America, USA. 2002, 423p.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D.A. **Fundamental of soil ecology**. London: Academic Press, 1996. 205p.

COSTA, C. C. A.; SOUZA, A. M.; SILVA, N. F.; CAMACHO, R. G. V.; DANTAS, I. M. Produção de Serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 246-248, 2007.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient cycling in the conservation of soil fertility in the Tropics. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4.; REUNIÃO BRASILEIRO SOBRE MICORRIZAS, 6; REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

E DA ÁGUA, 11., 1996, Águas de Lindóia, SP. Solo Suelo 96. USP/SLCS/SBCS, 1996. 1 **CD-ROM**. Comissão 10: Solos Florestais.

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

CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A.; BRESSAN, D.A. Nutrient cycling in a seasonal deciduous forest with special respect to the mineral content produced by the litter fall. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.3, n.1, p.36-64, 1993.

DANTAS, M. **Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental**. Relatório final do convenio EMBRAPA/CPATU-GTZ. Produção de “litter” e seu conteúdo de nutrientes em floresta primária e capoeira da Amazônia Oriental. Belém, p.147-162, 1986.

DANTAS, S.V. **Dinâmica da produção e decomposição de folheto e ciclagem de nutrientes em um ecossistema de Caatinga arbórea no agreste da Paraíba**. 2003. 32 f. Monografia (Graduação) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba-PB.

DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliotti* Engelm. var *elliotti* (Mogi-Guaçu, SP)**. 1984. 298 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v. 64, p. 293-308, 1976.

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**, 16(2):163-175. 2006.

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

FORTES, F. O. **Plano amostral para coleta de serapilheira na floresta ombrófila mista no estado do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul, Tese (Doutorado), UFSM, Centro de Ciências Rurais. 2007. 72p.

GARRIDO, M.A.O.; POGGIANI, F. Avaliação da quantidade e do conteúdo de nutrientes do folheto de alguns povoamentos puros e misto de espécies indígenas. **Silvicultura em São Paulo**, v.15/16, p.1-22, 1981/1982.

GODINHO, T. O. **Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES**. 2011. 114p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

GODINHO, T. O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H. C. A.; ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v.41, n.97, p.131-144, 2013.

GOLLEY, F. B.; M. C. GINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. L.; DUEVE, M. S. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo, **Pedagógica e Universitária**. 1978. 256p.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v. 15, p. 1-23, 1995.

HEAL, O. W; ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In.: CADISCH, G.; GILLER, K.E. (Eds.). **Driven by nature: plant litter quality and decomposition**. CAB International. p. 3-30. 1997.

HERMANSAH, A. Z.; TSUGIYUKI, M.; TOSHIYUKI, W. **Litterfall and nutrient flux in tropical rain forest, West Sumatra, Indonesia**. In Symposium No.14, Soil fertility as an ecosystem concept, the 17th World Congress of Soil Science, Bangkok, Abstracts Vol.II, 2002, p.502, Paper No.1125:1-9

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

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

JUNG, C. G. (1969). The structure of the psyche. In: Read, H., Fordham, M., Adler, G., & McGuire, W. (Eds.) (R. F. C. Hull, Trans.), The collected works of C. G. Jung: Vol. 8. **The structure and dynamics of the psyche** (2nd ed., pp. 139-158).

KATO, A. K. **Dinâmica da entrada de nutrientes via liteira em plantios de Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em ecossistemas de pastagens degradadas e de floresta primária.** INPA/UFAM, Manaus. 174p, 1995. (Tese de Doutorado).

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

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

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

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. v. 3, n. 2, p.72-79, 2009.

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

LUIZÃO, R.C.C.; LUIZÃO, F.J.; PAIVA, R.Q.; MONTEIRO, T.F.; SOUSA, L.S. & KIT, B. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central amazonian forest. **Global Change Biology** 10: 592-600. 2004.

MEGURO, M.; VINUEZA, G. N. & DELITTI, W. B. C. a Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Bol. Botânica Univ.**, v. 8, p. 7-20, 1980.

MELO, A. L. et al. Flora vascular terrestre. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga.** Recife: EDUFRPE, p. 83-103. 2013.

MLAMBO, D.; NYATHI, P. Litterfall and nutrient return in a semi-arid southern African savanna woodland dominated by *Colophospermum mopane*. **Plant Ecol** 196: 101–110, 2008.

MOLOFSKY, J. & AUGSPURGER, C. K. The effect of litter on early seedling establishment in a tropical forest. **Ecology**, v. 73, p. 68-77, 1992.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B.; STRUFFALDI-DEVUONO, Y. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 9-16, 1999.

NILSSON, L.O.; HÜTTL R.F.; JOHANSSON, U.T.; JOCHHEIM, H. Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems – present status and future research directions. **Plant and Soil**, The Hague, v.168/169, n.1, p.5-13, 1995.

OLIVEIRA, M. E. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CASTRO, A. A. J. F. & RODAL, M. J. N. Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. **Naturalia** 22: 131-150, 1997.

PEREIRA, M.G.; MENEZES, L.T.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na floresta atlântica, ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ci. Florestal**, Santa Maria 18 (4): 443-454, 2008.

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

PINTO, C. B. & MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 3, p. 257-264, 2003.

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**, Viçosa, v.33, n.4, p.653-663, 2009.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.

QUEIROZ, A. F. **Dinâmica da ciclagem de nutrientes contidos na serapilheira em um fragmento de mata ciliar no Estado de São Paulo**. 1999. 93 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

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

RODAL, M. J. N. & MELO A. L. Levantamento preliminar das espécies lenhosas da Caatinga de Pernambuco. In: Araújo, F. D.; Prendergast, H. D. V. & Mayo, S. J. (Eds.). **Plantas do Nordeste: Anais do I Workshop Geral**. Kew: Royal Botanic Gardens. p.53-62. 1999.

ROSA, T. F. D. **Produção de serapilheira, concentração e acúmulo de nutrientes em povoamentos de teca**. 2010. 57p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de pós-graduação em ciências florestais e ambientais.

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. 184p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UFPB/CCA-Areia.

SANTOS, E. M. et al. O Parque Estadual Mata da Pimenteira - Primeira Unidade de Conservação Estadual na Caatinga de Pernambuco. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, p. 15-26, 2013.

SANTOS, G. A.; GAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. 491p.

SCORIZA R. N. **Serapilheira como indicador ambiental aplicado na avaliação de fragmentos florestais em Sorocaba, SP**. 2009. 85p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. SOROCABA-SP.

SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. A semi-evergreen forest on Maracá Island II. Litter and nutrient cycling, In: Hemming, J. (Ed.) The rainforest edger. **Plant and Soil Ecology of Maracá Island, Brazil**. Manchester University Press, Manchester, p. 30-44, 1994.

SILVA, T. G. F & ALMEIDA, A.Q. Climatologia e características geomorfológicas. In: SANTOS, E.M.; MELO Jr. M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S & ALMEIDA, G.V.L. **Parque Estadual Mata da Pimenteira: riqueza natural e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, p. 29-36, 2013.

SILVEIRA, N. D. et al. Aporte de nutrientes e biomassa via serapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Revista Ciências Florestais**, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, Online, 2(17): 129-136p, 2007.

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

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Lavras: ESAL/FAEP, 1988. p.235.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição de serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. 2006. 150p.

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 de serapilheira em RPPN no semi-árido da Paraíba – PB**. 2009. 38p. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Campus de Patos – PB.

STEVENSON, F.J. (ed.). **Nitrogen in agricultural soils**. Madison, American Society of Agronomy. 1986. 940p.

TERROR, V. L.; SOUSA, H. C.; KOZOVITS, A. R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasilica**. 25(1): 113-121. 2011.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em área de floresta secundária no município de pinheiral, RJ**. 2003. 80p. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ, Instituto de Florestas.

TOLEDO, L.O.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, C.E.G. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p.9-16, 2002.

TORRES, P. A.; ABRIL, A. B.; BUCHER, E. H. Microbial succession in litter decomposition in the semi-arid Chaco woodland. **Soil Biology & Biochemistry**, v.37, n.1, p. 49-54, 2005.

VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, 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.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S.F. (Ed) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006, p. 299-326.

ZAIA, F.C.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n.5, p. 843-852, 2004.