



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS**



**ÍKALLO GEORGE NUNES HENRIQUES**

**Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica  
vegetacional da Caatinga, em Unidade de Conservação**

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL**

**2012**

**ÍKALLO GEORGE NUNES HENRIQUES**

**Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica  
vegetacional da Caatinga, em Unidade de Conservação**

Monografia apresentada à Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, como parte dos requisitos para conclusão de curso.

**Orientador:** Prof. Dr. Jacob Silva Souto

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL**

**2012**

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO CSTR /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CAMPUS DE PATOS - PB

H519a

2012

Henriques, Íkallo George Nunes

Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob  
dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação  
Íkallo George Nunes Henriques. - Patos - PB: UFCG/UAEF, 2012.

44p.: il. Color.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Jacob Silva Souto

(Graduação em Engenharia florestal). Centro de Saúde  
Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1- Solo – Detritos vegetais. 2 – Serapilheira. 3 – Decomposição.  
– Ciclagem de Nutrientes

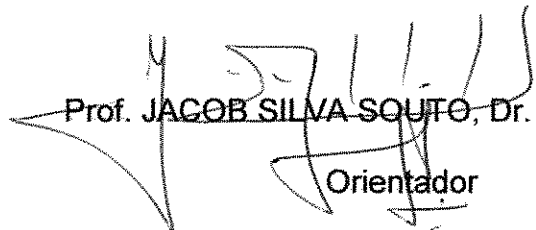
CDU: 631.4:631.872


**ÍKALLO GEORGE NUNES HENRIQUES**


**Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica  
vegetacional da Caatinga, em Unidade de Conservação**

Monografia aprovada como parte das exigências para a obtenção do Grau de  
Engenheiro Florestal pela Comissão Examinadora composta por:

APROVADO em: 17/10/12

  
Prof. JACOB SILVA SOUTO, Dr. (UAEF/UFCG)  
Orientador

  
Prof. PATRÍCIA CARNEIRO SOUTO, Dra. (UAEF/UFCG)  
1º Examinador

  
Prof. IVONETE ALVES BAKKE, Dra. (UAEF/UFCG)  
2º Examinador

## *Dedico*

*Aos meus pais*

*Inacio Henriques de Sousa e Girleide Nunes Henriques*

*As minhas irmãs*

*Ingrid Gisely e Irla Gabriele*

*Aos meus Avós*

*Ana Cândida de Sousa , Olívia Vieira de Sousa Nunes  
Deodato Henriques (in memorian) e Francisco Bezerra*

*O amor que cada um procurou me passar me fez continuar e nunca desistir,  
pois as pessoas que amamos, fazemos de tudo para não decepcioná-las,  
porque delas podemos esperar o amor verdadeiro.*

*Amo todos vocês!*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus o grande arquiteto do universo, que me iluminou e me colocou em uma família linda, ao meu anjo da guarda que me acompanha em todos os momentos da minha vida, juntamente com minha santa protetora.

A meus pais Inacio Henriques e Girleide Nunes, que sempre me mostraram o caminho da retidão, da honestidade e da humildade, me apoiando nessa jornada e sempre mostrando que somos uma família com o alicerce forte, e que sempre poderei contar com eles em todos os momentos da minha vida. Serei eternamente grato!

As minhas amadas irmãs, que sempre torceram por mim e de forma fraterna me incentivaram na minha jornada.

A meus avós que me acolheram e me deram todo apoio que um filho tem, sem medir esforços.

Aos meus tios e em especial as minhas tias, sendo representadas por Terezinha de Sousa Nunes, na qual me deram o que nenhum homem pode tirar que foi o aprendizado da leitura, na minha alfabetização quando criança, além de me amarem como um filho, me acolhendo em suas vidas e proporcionando essa minha vitória. Sem vocês não seria possível, amo todas inexplicavelmente.

À Universidade Federal de Campina Grande por ter me proporcionado esta importante etapa na minha vida.

Ao meu orientador o Prof. Dr. Jacob Silva Souto pela confiança, companheirismo, paciência, compreensão, conhecimentos repassados e pela amizade, o meu muito obrigado.

Ao proprietário da Fazenda Tamanduá, Dr. Pierre Landolt, por ter concedido que o experimento fosse realizado em sua propriedade, proporcionando uma pesquisa completa e segura.

A Roberto Barroso, César Henrique, João, Rogério, Gilmar, Andrey, Tibério, Ane Fortes, Simone, Girlânio Holanda, Jefferson de Sousa Alves (meu primo), Cheila Deyse, por ter participado de forma direta na execução desse trabalho, vocês contribuíram muito nesse trabalho e ele não seria possível sem vocês, meu muito obrigado.

A Juliane Dias por ter me acompanhado nessa jornada longa, me incentivando, aguentando e ter sido minha companheira mais incisiva nesses anos de curso. Meu muito obrigado de coração.

À professora Dr<sup>a</sup>. Patrícia Carneiro Souto, que repassou os seus conhecimentos, sempre estando disposta a me ajudar nas dúvidas, aprendi muito contigo, agradeço.

Aos meus amigos de curso, Rosivânia, Rogério, Rafaela, Kidyaveline, Maria, Mayara, Lázaro, Lyanne Alencar, Wesley, e outros. Cada período foi inesquecível com vocês.

Aos funcionários da UFCG, motoristas, vigilantes, Cozinheiras do RU, Bibliotecárias, secretárias da UAEF Vanice e Ednalva, todos vocês meu muito obrigado.

À coordenação do curso de Engenharia Florestal, que sempre me ajudou e me apoiou nos momentos em que os procurei.

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal, que foram meus mestres em cada período percorrido, me passaram suas experiências, tiveram paciência e compreensão, para estar aqui precisei muito de vocês.

Aos membros da banca examinadora que aceitaram o meu convite, se propuseram a analisar meu trabalho, participaram de forma incisiva e contribuíram de forma essencial para a conclusão do mesmo.

Agradeço a todos que auxiliaram de maneira direta ou indireta para a realização desse trabalho.

*Muito Obrigado!!!*

HENRIQUES, Íkallo George Nunes. **Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação**, 2012. 45p. (Monografia de Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2012.

## RESUMO

A ciclagem de nutrientes é essencial para a manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais, principalmente sobre solos de baixa fertilidade e fortemente intemperizados. Apesar da existência de trabalhos de acúmulo e deposição de serrapilheira da vegetação da Caatinga, ainda falta muito para o conhecimento da dinâmica desse bioma. O presente trabalho teve por objetivo, avaliar o acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira, a fim de obter informações sobre a dinâmica das espécies vegetais de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural no bioma Caatinga, no Estado da Paraíba, para propiciar futuros estudos no tocante a ciclagem de nutrientes e, avaliar a interferência da precipitação pluviométrica na sazonalidade destes eventos. Para se obter a produção de serrapilheira 20 coletores de 1,0 m x 1,0 m, com fundo da tela de náilon. Coletada mensalmente, a serrapilheira foi separada nas frações folhas, galhos, material reprodutivo e miscelânea, sendo as frações secas em estufa e posteriormente pesada. Para avaliar a quantificação do estoque de serrapilheira acumulada foi utilizada moldura metálica com dimensões de 0,5 m x 0,5 m, lançada aleatoriamente, sendo coletada mensalmente, levada ao laboratório para secagem em estufa e pesado. A deposição de serrapilheira na fração folha no ano de 2011 estimou-se em 2.079,61 kg ha<sup>-1</sup>, representando 77,23% do total estimado para o período experimental. Conclui-se que, a produção de serrapilheira obedeceu a seguinte ordem: folhas > galhos + cascas > material reprodutivo > miscelânea. A serrapilheira acumulada no piso florestal na área de estudo pode ser decomposta em quase sua totalidade em aproximadamente dois anos.

**Palavras-chave:** Aporte de serrapilheira. Ciclagem de nutrientes. Miscelânea.



HENRIQUES, Íkallo George Nunes. **Accumulation, deposition and decomposition of litter in a dynamic Caatinga vegetation in a Conservation Unit**, 2012. 42 sheets. (Monography) Graduation in Forest Engineering – Federal University of Campina Grande, Rural Health and Technology Center, Patos – PB, 2012.

#### ABSTRACT

Nutrient cycling is essential for maintaining the productivity of forest ecosystems, especially on soils of low fertility and strongly weathered. Despite the studies of accumulation and deposition of litter in the Caatinga vegetation, there is still much to our understanding of the dynamics of this biome. This study aimed to evaluate the accumulation, deposition and decomposition of litter in order to obtain information about the dynamics of plant species in a Private Reserve of Natural Heritage in Caatinga biome (Reserva Particular do Patrimônio Natural) in the state of Paraíba, to provide future studies regarding nutrient cycling, to facilitate future studies regarding nutrient cycling, and evaluate the role of rainfall seasonality in these events. To obtain the litterfall production, we used 20 collectors of 1.0m x 1.0 m, with nylon fabric background. The collection was done monthly, the litter was separated into leaves, twigs, reproductive material and miscellaneous and were dried in an oven and then weighed. To evaluate the quantification of the stock of accumulated litter, we used a metal frame with dimensions of 0.5m x 0.5m, thrown randomly being and being collected monthly, then taken to the laboratory oven to dry and to be weighed. The deposition fraction of leaf litter in the year 2011 was estimated at 2079.61 kg ha<sup>-1</sup>, representing 77.23% of the total estimate for the experimental period. We conclude that the litterfall followed the order: leaves > bark + branches > reproductive material > miscellany. The litter accumulated on the forest floor in the study area can be decomposed almost completely in about two years.

**Keywords:** Contribution of litterfall. Nutrient cycling. Miscellaneous

## LISTA DE FIGURA

	Folha
<b>Figura 1</b> - Mapa da Paraíba e localização do município de Santa Terezinha onde se encontra a RPPN da Fazenda Tamanduá.	22
<b>Figura 2</b> - Croqui da área experimental com transectos e distribuição dos coletores na área experimental.	24
<b>Figura 3</b> - Caixas coletoras de serrapilheira na área experimental.	25
<b>Figura 4</b> - Moldura metálica utilizada para coleta da serrapilheira acumulada.	26
<b>Figura 5</b> - Estimativa da produção da fração folhas em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo.	29
<b>Figura 6</b> - Estimativa da produção da fração galhos + cascas em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo.	31
<b>Figura 7</b> - Estimativa da produção da fração material reprodutivo em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo.	33
<b>Figura 8</b> - Estimativa da produção da fração miscelânea em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo.	35

## LISTA DE TABELAS

Folha

- Tabela 1** - Principais espécies arbóreas e arbustivas no entorno dos coletores em cada transecto. 23
- Tabela 2** - Precipitação pluvial mensal (mm) observada na Fazenda Tamanduá, município de Santa Terezinha (PB) no período experimental. 27
- Tabela 3** - Quantidade de folhas estimadas no período experimental. 28
- Tabela 4** - Quantidade de galhos e cascas estimadas no período experimental. 30
- Tabela 5** - Quantidade de material reprodutivo estimados no período experimental. 32
- Tabela 6** - Quantidade de miscelânea estimada no período experimental. 34
- Tabela 7** - Produção total e percentual de serrapilheira na RPPN Fazenda Tamanduá no período de dezembro/2010 a agosto/2012. 35
- Tabela 8** - Valores de serrapilheira acumulada na superfície do solo, em kg ha<sup>-1</sup>, no período experimental, na RPPN Fazenda Tamanduá, município de Santa Terezinha (PB). 36
- Tabela 9** - Coeficiente de decomposição (**k**), tempo médio de renovação (1/**k**) e tempos necessários para a decomposição de 50% e 95% da serrapilheira acumulada. 37

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1 Bioma Caatinga.....	14
2.2 Unidades de conservação e RPPN da Fazenda Tamanduá .....	15
2.3 Ciclagem de Nutrientes.....	16
2.4 Pesquisas na Caatinga com deposição, acúmulo e decomposição de .....	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
3.1 Área experimental.....	22
3.2 Clima .....	23
3.3. Vegetação próxima aos transectos.....	23
3.4 Coleta de dados .....	24
3.4.1 Precipitação pluviométrica .....	24
3.4.2 Aporte de serrapilheira.....	24
3.4.3 Acúmulo de serrapilheira no piso florestal.....	26
3.4.4 Estimativa da taxa de decomposição da serrapilheira .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
4.1 Precipitação pluviométrica.....	27
4.2 Produção de serrapilheira.....	28
4.2.1 Folhas .....	28
4.2.2 Galhos e cascas.....	31
4.2.3 Material Reprodutivo .....	32
4.2.4 Miscelânea.....	34
4.2.5 Serrapilheira total.....	36
4.3 Serrapilheira acumulada e taxa de decomposição (K) .....	37
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do Brasil é marcado por uma intensa exploração do meio ambiente. O progresso levou a uma crescente demanda de recursos, induzindo o homem a explorar cada vez mais a natureza, sendo que, na maioria das vezes, sem um planejamento adequado, resultando em uma rápida degradação do meio.

A Caatinga é um bioma brasileiro muito explorado nos dias de hoje, pela sua fonte de energia, sendo a madeira sua principal fonte exploratória, o que pode degradar cada vez mais essa região semiárida.

A vegetação da Caatinga apresenta, em sua maioria, espécies caducifólias que perdem toda ou parcialmente a folhagem como mecanismo fisiológico de adaptação aos períodos prolongados de estiagem e déficit hídrico no solo. Essa deposição de material orgânico na superfície do solo promove a formação de uma camada de resíduos denominada serrapilheira, que vai ser decomposta pelos organismos do solo, sendo de grande importância para a ciclagem de nutrientes e a manutenção da umidade e atividade biológica da área.

A serrapilheira pode ser chamada de camada orgânica superficial do solo de ecossistemas florestais, sendo formada por folhas, galhos, material reprodutivo e miscelânea (COSTA et al., 2010).

Na região Nordeste do Brasil, particularmente em área de caatinga, pouco se conhece sobre as taxas de deposição e acúmulo das espécies florestais nativas. A serrapilheira que cai das árvores nesse ecossistema protege o solo na estação seca quando as temperaturas são mais elevadas, mas, logo que chegam as primeiras chuvas, ela é degradada pelos microrganismos decompositores, não ocorrendo grande acúmulo de material orgânico na superfície (SOUTO, 2006).

É premente a necessidade de estudos sobre a vegetação e a serrapilheira, principalmente sobre os efeitos desta na conservação do solo. Por isso, um estudo detalhado sobre a produção da serrapilheira é importante na busca de informações sobre a ciclagem dos nutrientes em área de caatinga,

conhecendo a quantidade produzida e decomposta, sazonalmente, por essas áreas.

Estudos sobre a dinâmica da vegetação nativa estão sendo desenvolvidos em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), pois fornecem condições para coleta de dados mais consistentes, pelos fatores de ausência de atividades antrópicas e a conservação e o equilíbrio em que se encontram essas áreas, em um tempo prolongado. Passando aos pesquisadores, informações de como seriam o desempenho das espécies e dos fatores abióticos e bióticos na sua formação e manutenção (PAZ, 2010).

O objetivo desse estudo foi avaliar o acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira, a fim de obter informações sobre a dinâmica das espécies vegetais de uma RPPN no bioma Caatinga, no Estado da Paraíba, para propiciar futuros estudos no tocante a ciclagem de nutrientes e, avaliar a interferência da precipitação pluviométrica na sazonalidade destes eventos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Bioma Caatinga

Bioma, segundo Araújo (2007) é uma área do espaço geográfico, com dimensões de até mais de um milhão de quilômetros quadrados, que tem por características a uniformidade de um macroclima definido, de uma determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como altitude, solo, alagamentos, fogo, salinidade, entre outros. Estas características lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, uma ecologia própria.

O termo bioma, de origem grega (*Bio* = vida + *Oma* = grupo ou massa), segundo Colinvaux (1993), foi criado por Clements em 1949, caracterizando-se pela uniformidade fisionômica do clímax vegetal e pela fauna de maior relevância, possuindo uma constituição biótica *sui generis*.

Franca-Rocha et al. (2007) avaliaram do ponto de vista biológico a Caatinga como um bioma importante, pois tem sua distribuição somente em território brasileiro. Proporciona uma vasta biodiversidade com fauna e flora distintas, rica em recursos genéticos e de vegetação constituídas por espécies, cactáceas, bromeliáceas, lenhosas e herbáceas, apresentando uma fonte socioeconômica e ecológica. O bioma Caatinga está presente no clima semiárido, em uma área de 73.683.649 ha, que corresponde a 6,83% do território nacional, ocupando parte dos Estados do PI, CE, RN, PB, PE, SE, AL, BA, MA e MG.

O bioma Caatinga tem seus recursos utilizados, muitas vezes de forma não planejada, reduzindo sua cobertura vegetal, restringindo sua distribuição a remanescentes que são considerados refúgios para a biodiversidade (FERREIRA, 2011).

A frequência com que as matas desse bioma são exploradas aumenta o risco de extinção de várias espécies arbóreas de valor econômico e ecológico. Essas explorações são principalmente para retirada de madeira, moirões,

lenha, carvão e extrações tânicas, provocando danos ambientais severos, provocando o processo de desertificação nas áreas, devido ao empobrecimento da vegetação (SOUTO, 2006).

Dentre os biomas brasileiros estudados, a Caatinga é o menos conhecido, e também não é reconhecido com a importância que merece, sendo explorada insustentavelmente seus recursos naturais, como o solo e vegetação tornando um dos biomas mais ameaçados. Esta situação é comprovada também, por ser o bioma com o menor número e extensão em área protegida dentre todos os biomas brasileiros, em termos de unidades de conservação (LEAL et al., 2005; FRANCA-ROCHA et al., 2007).

As espécies da Caatinga têm características de comportamento fisiológico, em relação ao meio, que determinam as adaptações das plantas com as características da região. Os processos biológicos selecionam características para se adaptar, tornando a flora da Caatinga resistente as condições climáticas severas da região. A disponibilidade de água e altas temperaturas determinam a adaptação das espécies vegetais. A distribuição geográfica das espécies vegetais tem como fator limitante o estresse hídrico (COSTA et al., 2010).

De acordo com Ferreira (2011), a importância do bioma Caatinga não se restringe à sua elevada diversidade biológica e inúmeros endemismos. A Caatinga é considerada uma anomalia climática e funciona como um extraordinário laboratório para estudos de plantas, invertebrados e vertebrados e, como estes se adaptam a um regime de chuvas altamente variável e estressante.

## **2.2 Unidades de conservação e RPPN da Fazenda Tamanduá**

Segundo o MMA (2007), Unidade de Conservação é o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.



As unidades de conservação são divididas em dois grupos, cada qual com diferentes categorias de manejo. Através da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, e constitui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (MMA, 2007).

Para Souto (2006), a RPPN criada na região semiárida é muito importante para um estudo mais aprofundado da Caatinga, viabilizando o conhecimento para que pesquisadores da região obtenham práticas adequadas de recuperação de áreas em processo de degradação.

Segundo Sudema (2004), no Estado da Paraíba existem oito Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), e uma delas é a RPPN pertencente à Fazenda Tamanduá, que está localizada no município de Santa Terezinha, Paraíba, reconhecida através de Portaria (Nº 110/98-N) pelo IBAMA-PB. A área de estudo que se encontra na reserva é de 325 hectares e em um período de trinta anos não sofre a ação do homem.

### **2.3 Ciclagem de Nutrientes**

Para Andrade et al. (2008), o estudo da ciclagem de nutrientes via serrapilheira, é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais. Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção de serrapilheira, sendo este considerado o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo.

A ciclagem de nutrientes assume papel essencial na manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais, principalmente aqueles sobre solos de baixa fertilidade e fortemente intemperizados (DANTAS, 2003).

A camada de serrapilheira sobre o solo depende, além da produção, da velocidade de decomposição da matéria orgânica, que varia conforme a composição do substrato, atividade dos decompositores e das condições

ambientais, particularmente, temperatura, umidade e propriedades físicas do solo (SPAIN, 1984).

Quando o ecossistema encontra-se em condição de equilíbrio, a taxa de decomposição pode ser estimada através da razão entre a quantidade de serrapilheira produzida e a acumulada, não apresentando, esta última, variações significativas em sua quantidade absoluta (OLSON, 1963).

Avaliando-se a produção de matéria seca das diferentes partes do vegetal e seu teor de nutrientes, pode-se calcular também o estoque de nutrientes dos vários componentes da biomassa vegetal. Essas informações são fundamentais para a avaliação da ciclagem de nutrientes e dimensionamento de exploração de ecossistemas produtivos, sendo possível conhecer a quantidade de nutrientes mantida no sistema e exportada através da retirada de produtos como madeira, frutos e folhas entre outros (ANDRADE, 2000).

Para isso, é necessário um prévio levantamento florístico com quantificação e qualificação do material decíduo depositado pelas espécies de maior valor de importância em relação às demais espécies. Dessa forma, pode-se obter como resultado, informações sobre a vegetação e a contribuição das principais espécies nativas isoladamente nos processos de produção, acúmulo e decomposição de serrapilheira, e transferência de nutrientes para o solo (ANDRADE et al., 2008).

Segundo Santana (2005), pesquisas envolvendo conjuntamente análise fitossociológica e aspectos da ciclagem de nutrientes das principais espécies nativas não são comuns no Brasil, sendo inexistentes na Caatinga.

No solo, ocorre rápida decomposição inicial de material lábil e, posteriormente, num processo mais lento, de materiais mais resistentes. Essa lenta decomposição pode ser em consequência do mecanismo de adsorção, à estabilização de metabólitos e à queda da taxa de biomassa no solo. Enfim, a biodegradação é um processo complexo e multifacetado, envolvendo grande número e variedade de microrganismos do solo. A degradação de diferentes resíduos depende das condições locais e regionais como clima, tipo de solo, vegetação, fauna e microrganismos decompositores (TAUK, 1990).

A decomposição de restos de vegetais e animais, de acordo com Swift *et al.* (1979), é controlada pela interação entre qualidade da serrapilheira, o clima e a atividade da comunidade do solo. A decomposição é a reunião de todos os processos, principalmente a despolimerização e as reações oxidativas, pelos quais moléculas relativamente grandes, tais como as poli aromáticas, carboidratos, lipídios e proteínas, provenientes tanto de dentro das células quanto as livres no ambiente do solo, são convertidas em moléculas menores, mais simples, como os ácidos carboxílicos, aminoácidos e CO<sub>2</sub>. De acordo com Santana (2005), a alta qualidade nutricional da serrapilheira supriu a necessidade de seus decompositores, especialmente dos microrganismos, resultando numa decomposição mais acelerada.

Nos solos altamente intemperizados, assim como nos degradados, a serrapilheira constitui-se na maior fonte de matéria orgânica, sua quantidade e natureza desempenham importante papel na formação e manutenção da fertilidade desses e, conseqüentemente, de nutrientes para a flora e fauna do solo degradado (SOUTO *et al.*, 2005).

A queda de serrapilheira tem sido estudada por muitos pesquisadores com o objetivo de estimar a produtividade primária bruta de um ecossistema, de avaliar o funcionamento de um ecossistema através do fluxo de energia e da ciclagem de nutrientes, bem como de caracterizar um ecossistema de acordo com a fenologia da comunidade vegetal ou sua fisiologia (DANTAS, 1986).

Diante disto, Caldeira *et al.*, (2008) destacam que seja qual for o tipo de floresta, a produção de serrapilheira representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo, pois a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao piso florestal através da queda de serrapilheira ou lavagem foliar.

Em florestas nativas o estudo da serrapilheira é um dos principais aspectos para a avaliação da nutrição mineral e ciclagem de nutrientes nesses ecossistemas, com o uso planejado das espécies para recuperação de áreas degradadas ou com a finalidade de produção de madeiras nobres (POGGIANI e SCHUMACHER, 2004).

Deste modo, pode-se dizer que a serrapilheira representa um dos vários compartimentos pelos quais, os nutrientes passam através do processo de ciclagem. A medida em que as folhas, galhos, flores, frutos, sementes e raízes vão sendo acomodados sob o solo na forma de serrapilheira e sofrem o processo de decomposição, ocorre liberação desses nutrientes ao solo e, conseqüentemente, disponibilização para as plantas, além de absorção de água, o que contribui de forma marcante nas adições de matéria orgânica ao solo, tendo importante função reguladora dos ciclos de carbono e de nitrogênio. Dessa forma, a quantificação dos nutrientes da biomassa, bem como o padrão de sua ciclagem, permite avaliar a magnitude dos reflexos causados pela intervenção antrópica ou por fenômenos naturais ocorridos no ecossistema, tornando possível, por meio de estudos de ciclagem de nutrientes, a quantificação das saídas ou perdas de nutrientes (OKI, 2002).

Segundo Correia (2002), nos ecossistemas florestais naturais ou implantados, o retorno da matéria orgânica ao solo e a ciclagem de nutrientes se dão, especialmente, pela deposição da biomassa da parte aérea, no entanto, são também importantes as contribuições da biomassa radicular na dinâmica da matéria orgânica e de nutrientes nesses sistemas.

O desenvolvimento, distribuição e conseqüente produção de biomassa vegetal subterrânea do solo são resultantes da interação do genótipo da espécie com uma série de processos complexos e dinâmicos que incluem o ambiente como um todo, o solo e a planta. Entre os fatores inerentes ao solo, pode-se destacar a fertilidade, textura, densidade, disponibilidade de oxigênio e água, temperatura dentre outros (GONÇALVES; MELLO, 2000; WITSCHORECK et al., 2003; HAO et al., 2006). Em ecossistemas florestais essa biomassa subterrânea, pode variar também com a idade e o estágio sucessional da vegetação ou com o grupo funcional a que pertencem as espécies que o compõe (CAIRNS et al., 1997).

A distribuição e a densidade de raízes dependem do tipo do sistema radicular, variando no decorrer do ano, com sua propagação ocorrendo, sobretudo no período chuvoso, e sua morte e diminuição ao final do período de crescimento (LARCHER, 2000).

A serrapilheira pode ser aproveitada no ciclo de nutrientes, quando a mesma está conservada em contato com o solo. Esse ciclo tem como principal importância interação da comunidade viva com o seu meio, pois é comprovada quando se nota que as florestas são mantidas com solos pouco férteis e impossíveis de suportar outras culturas. (VIEIRA; SCHUMACHER, 2010).

Para Pinto et al. (2008), são vários os fatores bióticos e abióticos que comprometem a produção de serrapilheira, como tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, deciduidade da vegetação, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo. As diferentes situações topográficas podem acarretar dinâmicas diferentes na ciclagem de nutrientes, devido ao maior escoamento superficial da água da chuva (MOREIRA e SILVA, 2004). Segundo Schumacher et al. (2004), a sazonalidade de deposição varia de espécie para espécie, nas regiões tropicais e subtropicais. Dependendo das características de cada ecossistema, um fator pode prevalecer sobre os demais (CALVI et al. 2009).

A regulação das taxas de decomposição da matéria orgânica depende fundamentalmente das condições físicas e químicas do ambiente e da qualidade orgânica e nutricional do material que é aportado. Associado a esses fatores, a fauna edáfica se encontra inteiramente envolvida nos processos de fragmentação da serrapilheira e estimulação da comunidade microbiana do solo (SOUTO, 2006).

Dessa forma, a quantidade de material orgânico depositado ao longo de um ano está relacionada principalmente com as condições climáticas, sendo menor nas regiões frias e maior nas regiões equatoriais quentes e úmidas. Por exemplo, florestas situadas em regiões árticas ou alpinas produzem anualmente cerca de 1,0 Mg de serrapilheira por hectare; florestas temperadas frias, 3,5 Mg ha<sup>-1</sup>; florestas temperadas quentes, 5,5 Mg ha<sup>-1</sup>; e florestas equatoriais, cerca de 11 Mg ha<sup>-1</sup> (BRAY; GORHAM, 1964). A produção de serrapilheira em florestas preservadas tende a ser maior do que em sistemas agroflorestais e monoculturas, dentro de um mesmo ecossistema (GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2003; CORRÊA *et al.*, 2006).

Apesar da sua grande diversidade e relevância social, econômica e ambiental, a vegetação da Caatinga é ainda muito pouco estudada, com grande parte dos esforços científicos concentrados em poucos pontos (LEAL *et al.*, 2005). Neste sentido, Araújo *et al.*, (2010) consideram que a Caatinga é ainda vista como fornecedora de recursos, contudo sem a preocupação de que este recurso é algo que se esgota com o consumo não contabilizado, uma vez constatado que 31,75% dos produtores rurais utilizam a Caatinga como fonte de lenha para uso doméstico, seguido de uso para cerca (25,74%).

Através destes estudos são disponibilizadas informações sobre a taxa de produtividade e a quantidade de nutrientes que entram naturalmente no sistema solo-planta, no que é de grande significado em atividades de recuperação de áreas degradadas, proteção de fontes hídricas superficiais ou mesmo em projetos de reflorestamento em solos distróficos (DANTAS, 2003).

#### **2.4 Pesquisas na Caatinga com deposição, acúmulo e decomposição de serrapilheira**

Estudando uma análise comparativa de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na Flona de Açu-RN, Costa *et al.* (2010), analisaram que a quantidade de serrapilheira produzida entre (nov/2004 a out/2005), foi estimada em 3.384 kg ha ano<sup>-1</sup> no setor arbóreo e 2.580 kg ha ano<sup>-1</sup> no setor arbustivo, entretanto não apresentou diferença estatística significativa, entre os setores ( $p < 1\%$ ).

Silva *et al.*, (2010) avaliaram a variação sazonal da biomassa de raízes finas e serrapilheira em áreas sob desertificação no semiárido nordestino, chegando a constatar a variação da serrapilheira total, entre os ambientes com diferentes níveis de degradação. O valor médio da massa seca (MS) total no ambiente conservado no período seco, foi superior (10,94 Mg ha<sup>-1</sup>) ao dos ambientes moderadamente degradados (4,64 Mg ha<sup>-1</sup>) e intensamente degradado (0,73 Mg ha<sup>-1</sup>).

Lopes *et al.*, (2009), observaram a deposição e decomposição de serrapilheira em quatro microbacias em área preservada de Caatinga,

avaliaram que as maiores produções observadas neste trabalho podem estar relacionadas às precipitações totais verificadas ao longo dos dois anos de estudo.

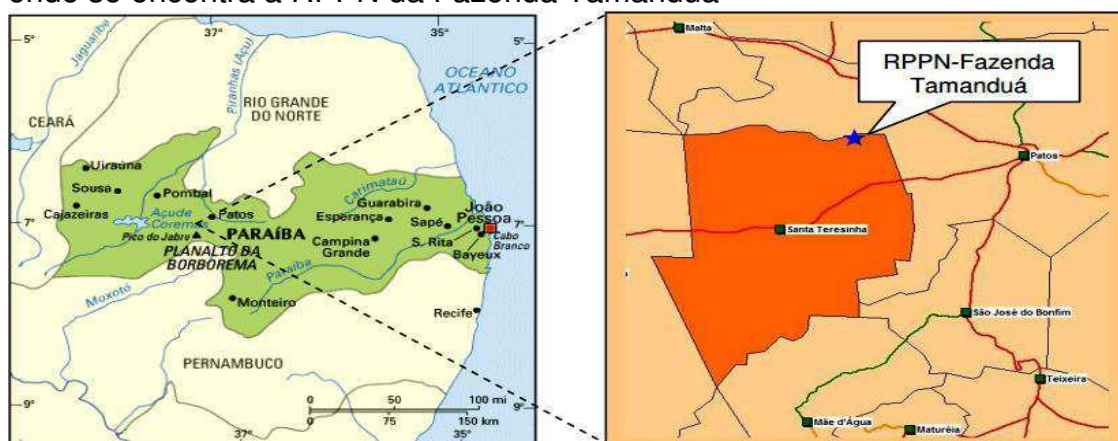
Outros estudos foram desenvolvidos sobre acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira na mesma área do atual estudo, como os de (SOUTO, 2006; ALVES et al. 2006; ANDRADE et al. 2008; SOUZA, 2009; FERREIRA, 2011). Em ambos os trabalhos, verificou-se que a fração folhas constitui a maior proporção dos resíduos depositados no solo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido na RPPN Fazenda Tamanduá, situada no município de Santa Terezinha (PB), na Mesorregião do Sertão Paraibano, distante 18 km da cidade de Patos (Figura 1). A RPPN possui uma área de 325 ha que não é explorada há mais de 40 anos, segundo ARAÚJO (2007), sendo a vegetação caracterizada como Caatinga arbustiva-arbórea fechada.

**Figura 1**— Mapa da Paraíba e localização do município de Santa Terezinha onde se encontra a RPPN da Fazenda Tamanduá



Fonte — Adaptado de Araújo (2007).

Os solos predominantes na área experimental são do tipo NEOSSOLOS LITÓLICOS (EMBRAPA, 2006), com afloramentos de rochas e topografia com fortes ondulações, apresentando serrotes.

### 3.2 Clima

O clima predominante na região onde se encontra a área experimental escolhida para a condução da pesquisa, caracteriza-se como sendo do tipo BSh, semiárido quente de tendência tropical, segundo Köppen, com precipitação inferior a 1000 mm ano<sup>-1</sup> e temperatura média do ar superior a 25 °C (MCKNIGHT; HESS, 2000).

### 3.3. Vegetação próxima aos transectos

Toda a vegetação em um raio de ±50,0 m dos coletores foi amostrada por Souto (2006), estando os constituintes arbóreos mais representativos listados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Principais espécies arbóreas e arbustivas no entorno dos coletores em cada transecto\*.

NOME VULGAR	FAMÍLIA/ESPÉCIE
Catingueira (T1-T7)**	Fabaceae/ <i>Poincianella pyramidalis</i>
Marmeleiro (T1-T7)	Euphorbiaceae/ <i>Croton blanchetianus</i>
Mofumbo (T1-T4; T6, T7)	Combretaceae/ <i>Combretum leprosum</i>
Angico (T1,T3-T7)	Mimosaceae/ <i>Anadenanthera colubrina</i>
Malva (T1-T3, T5-T7)	Malvaceae/ <i>Sida</i> sp
Alfazema brava (T1-T3)	Lameaceae/ <i>Hyptis suaveolens</i> Poit.
Jurema branca (T2,T4,T7)	Mimosaceae/ <i>Piptadenia stipulacea</i>
Imburana de cambão (T2-T5, T7)	<i>Burseraceae/Commiphora leptophloeos</i>
Genipapo (T3)	Rubiaceae/ <i>Genipa americana</i>
Imbiratanha (T3, T6, T7)	Bombacaceae/ <i>Pseudobombax marginatum</i> cf.



Feijão bravo (T4,T6)	Capparaceae/ <i>Capparis flexuosa</i>
Pereiro (T4- T7)	Apocynaceae/ <i>Aspidosperma pyrifolium</i>
Jurema preta (T4, T6)	Mimosaceae/ <i>Mimosa tenuiflora</i>
Mororó (T5)	Fabaceae/ <i>Bauhinia cheilantha</i>

\*Adaptado de Souto (2006); \*\*T = Transecto

### 3.4 Coleta de dados

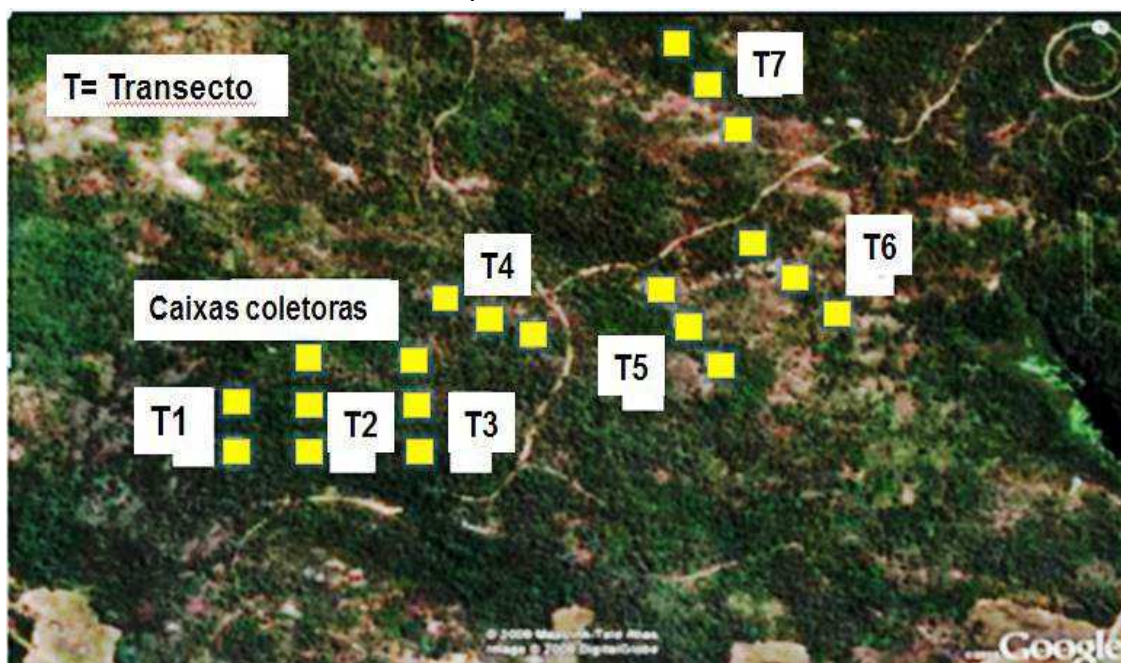
#### 3.4.1 Precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica na Fazenda Tamanduá foi registrada mensalmente, em uma mini-estação climatológica, onde estão instalados pluviômetros.

#### 3.4.2 Aporte de serrapilheira

Para avaliar a deposição de serrapilheira na RPPN, foi seguida a metodologia utilizada por Souto (2006), sendo utilizados 21 coletores, com dimensões de 1,0 m x 1,0 m, fundo de tela de náilon com malha de 1,0 mm<sup>2</sup>, instalados 20,0 cm acima da superfície do solo. Foram demarcados sete transectos com 200 m de distância entre si, sendo distribuídos, aleatoriamente, os coletores a 50 m metros da estrada, equidistantes cerca de 30 m (Figura 2).

**Figura 2** — Croqui da área experimental com transectos e distribuição dos coletores na área experimental



**Fonte** – Adaptado de Souza (2009).

As coletas foram realizadas durante um período de 21 meses, compreendido entre dezembro/2010 a agosto/2012. O material interceptado pelos coletores (Figura 3) foi recolhido regularmente em intervalos de 30 dias, sendo acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados, levados ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Patos-PB.

**Figura 3** – Caixas coletoras de serrapilheira na área experimental



**Fonte** – Henriques (2012)

No laboratório, a serrapilheira coletada foi separada manualmente nas seguintes frações: folhas (incluindo folíolos + pecíolo), galhos (correspondente às partes lenhosas arbóreas de todas as dimensões + cascas), estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes), e miscelânea (material orgânico em estado avançado de decomposição, restos de animais).

Em seguida, cada fração de serrapilheira foi acondicionada em sacos de papel identificados e levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a  $\pm 70$  °C por 72 horas, sendo, então, pesados em balança de precisão ( $\pm 0,01$  g).

### 3.4.3 Acúmulo de serrapilheira no piso florestal

O estoque de serrapilheira acumulada sobre a superfície do solo foi determinado através de coletas mensais, entre dezembro/2010 e agosto/2012, utilizando-se moldura metálica com dimensões de 0,5 m x 0,5 m, lançada de forma aleatória. Foram coletadas três amostras em cada transecto, totalizando 21 amostras, próximas aos coletores de serrapilheira. Foi considerado como serrapilheira acumulada, todo material vegetal decíduo depositado sobre o solo, em diferentes graus de decomposição, dentro do espaço delimitado pela moldura. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas, devidamente identificadas, levadas ao laboratório, secas e pesadas em balança de precisão.

**Figura 4** — Moldura metálica utilizada para coleta da serrapilheira acumulada



Fonte — Henriques (2012)

### 3.4.4 Estimativa da taxa de decomposição da serrapilheira

A taxa de decomposição da serrapilheira foi estimada através da equação abaixo proposta por Olson (1963), e empregada em estudos

semelhantes (Queiroz, 1999; Vital, 2002; Kolm e Poggiani, 2003; Arato et al., 2003).

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

Em que:

**K** = constante de decomposição

**L** = produção anual de serrapilheira ( $gm^{-2}$ )

**X<sub>ss</sub>** = média anual da serrapilheira acumulada sobre o solo ( $gm^{-2}$ ).

O valor K ou taxa de decomposição instantânea é a relação massa de serrapilheira produzida/massa de serrapilheira acumulada (Anderson e Ingram, 1989). A partir do valor de K, calculou-se, também, o tempo médio de renovação estimado por  $1/K$  e os tempos necessários para que ocorra decomposição de 50% ( $t_{0,5}$ ) e 95% ( $t_{0,05}$ ) da serrapilheira, estimados pela equação de Shanks e Olson (1961):

$$t_{0,5} = \ln 2/K = 0,693/K$$

$$t_{0,05} = 3/K$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Precipitação pluviométrica

Durante o período experimental foram coletados os dados relativos a precipitação mensal, os quais encontram-se na Tabela 2. A distribuição da precipitação pluviométrica se apresentou muito irregular entre os anos, observando-se uma diminuição drástica na precipitação a partir do mês de junho de 2011, o que pode ser constatado para o ano de 2011.

**Tabela 2** — Precipitação pluvial mensal (mm) observada na Fazenda Tamanduá, município de Santa Terezinha (PB) no período experimental.

<i>Mês</i>	<i>Ano</i>
------------	------------

	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Janeiro	-	258,2	13,0
Fevereiro	-	194,8	195,8
Março	-	61,4	13,4
Abril	-	224,2	35,0
Maio	-	115,0	0,0
Junho	-	5,3	8,8
Julho	-	24,5	0,0
Agosto	-	8,2	1,0
Setembro	-	0,0	-
Outubro	-	0,2	-
Novembro	-	53,0	-
Dezembro	72,8	0,0	-
<b>Total anual</b>	<b>72,8</b>	<b>944,8</b>	<b>267,0</b>
<b>TOTAL DO PERÍODO EXPERIMENTAL</b>			<b>1284,6 mm</b>

Fonte – Estação meteorológica da Fazenda Tamanduá (2012)

Observa-se na Tabela 2 que, em 2011 a precipitação total anual atingiu valores elevados quando se compara com o resultado de anos anteriores. No entanto é possível se constatar que há uma má distribuição das chuvas durante o ano, ocorrendo uma concentração das precipitações (90,34%) no período de janeiro a maio de 2011. Já em 2012, choveu apenas 257,2 mm no período de janeiro a maio, mostrando dessa forma a alta variabilidade das precipitações no semiárido da Paraíba.

## **4.2 Produção de serrapilheira**

### **4.2.1 Folhas**

A produção de folhas durante o período de estudo foi estimada em 2.692,68 kg ha<sup>-1</sup>. As médias dos valores mensais das frações da serrapilheira, expressos em kg ha<sup>-1</sup>, podem ser visualizadas na Tabela 3.

**Tabela 3** – Quantidade de folhas estimadas no período experimental

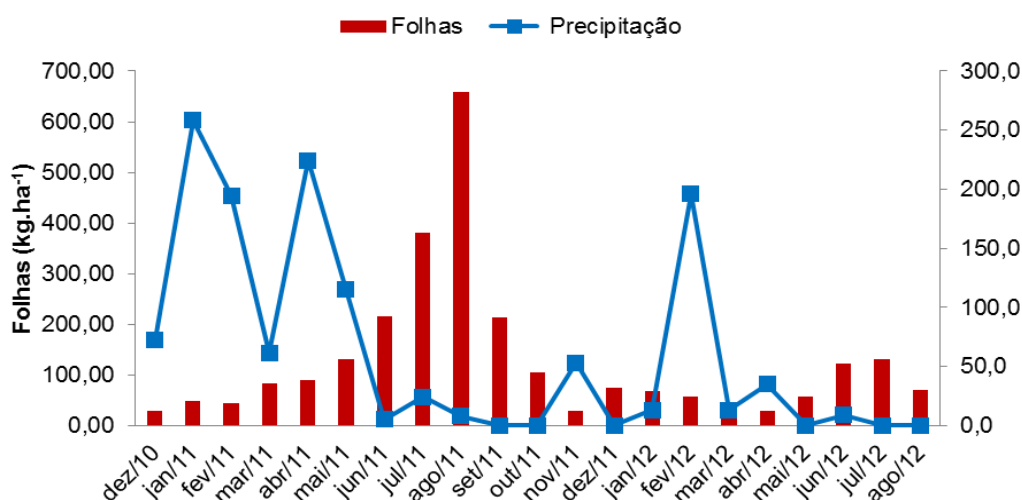
<i>Mês/Ano</i>	<i>kg ha<sup>-1</sup></i>
Dezembro/2010	29,77
Janeiro/2011	49,69
Fevereiro/2011	44,88
Março/2011	84,18
Abril/2011	89,32
Maio/2011	132,02
Junho/2011	216,49
Julho/2011	381,80
Agosto/2011	658,92
Setembro/2011	212,79
Outubro/2011	105,03
Novembro/2011	30,04
Dezembro/2011	74,45
Janeiro/2012	68,30
Fevereiro/2012	56,54
Março/2012	47,48
Abril/2012	28,66
Maio/2012	58,08
Junho/2012	122,41
Julho/2012	130,59
Agosto/2012	71,25
<b>TOTAL</b>	<b>2692,68</b>

**Fonte** – Henriques (2012)

Ao analisar a Tabela 3, nota-se que no ano de 2011 estimou-se a produção de folhas em 2.079,61 kg ha<sup>-1</sup>. Isto representa 77,23% do total estimado para o período experimental, que foi de 21 meses, sendo que, 31,68% deste total foram obtidos no mês de agosto de 2011, período em que as precipitações pluviométricas foram da ordem de 8,2 mm.

Uma melhor visualização da interação folhas e precipitação pluvial, podendo ser observada na figura 5.

**Figura 5** – Estimativa da produção da fração folhas em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo



Fonte — Henriques (2012)

A produção mensal de serrapilheira total foi ininterrupta durante todo o período de coleta, mostrando, entretanto, marcante sazonalidade. A sazonalidade das variações na deposição da fração folhas permite inferir aos estudiosos no assunto que se tenha o conhecimento de como a vegetação responde às variações climáticas, a distribuição e estoque dos nutrientes contidos na serrapilheira acumulada, além de dar suporte para se entender as estratégias usadas pela vegetação na manutenção da sustentabilidade do ecossistema. Não é de se excluir nesse tipo de estudo a contribuição dada pelos organismos do solo na decomposição da matéria orgânica aportada ao solo. Isso ficou constatado no trabalho desenvolvido por Souto (2006) na RPPN Fazenda Tamanduá, em estudo desenvolvido no período de outubro de 2003 a setembro de 2005.

O autor acima afirma que a menor produção da fração folhas no período onde ocorre maiores precipitações na Caatinga deve-se ao fato de que há uma renovação da folhagem, favorecida pela ocorrência das chuvas.

Autores como Mantovani; Martins (1988) e Oliveira (1998) afirmam que é comum a caducifolia acontecer no período seco do ano, o que é corroborado por Santana (2005) e Souto (2006). Para Wisniewski et al. (1997), a variação estacional pode ser melhor compreendida observando-se a fração folhas, órgãos cuja abscisão responde mais a fatores ambientais.

#### 4.2.2 Galhos e cascas

A produção de galhos mostrou-se sazonal durante o período experimental, chegando a totalizar 992,15 kg ha<sup>-1</sup>. Na Tabela 4 é mostrado, mensalmente, o total produzido.

**Tabela 4** – Quantidade média de galhos + cascas estimadas no período experimental na área de estudo

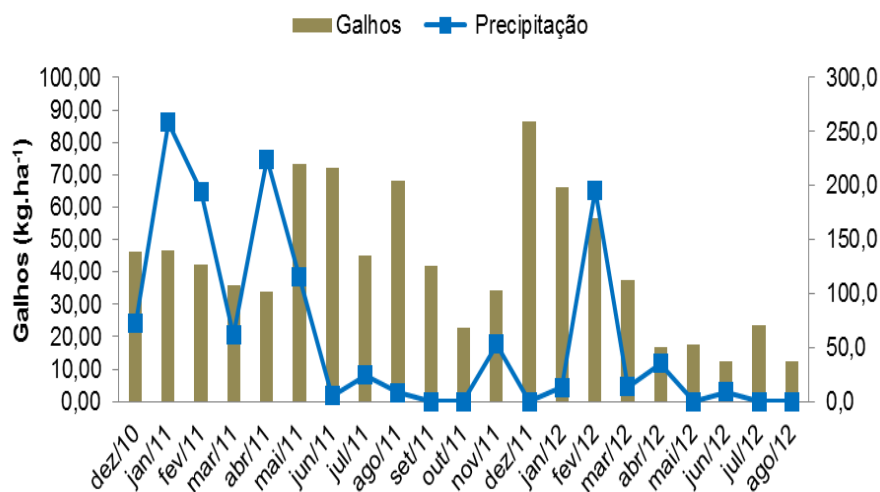
<i>Mês/Ano</i>	<b>kg ha<sup>-1</sup></b>
Dezembro/2010	46,41
Janeiro/2011	46,66
Fevereiro/2011	42,15
Março/2011	35,93
Abril/2011	33,87
Maio/2011	73,28
Junho/2011	72,28
Julho/2011	44,98
Agosto/2011	68,32
Setembro/2011	42,02
Outubro/2011	22,82
Novembro/2011	34,38
Dezembro/2011	86,29
Janeiro/2012	66,00
Fevereiro/2012	56,57
Março/2012	37,65
Abril/2012	16,75
Maio/2012	17,60
Junho/2012	12,49
Julho/2012	23,48
Agosto/2012	12,24
<b>TOTAL</b>	<b>892,15</b>

Fonte – Henriques (2012)

Nota-se que houve variações no tocante à deposição de galhos + cascas durante o período de coleta, ou seja, de dezembro/2010 a agosto/2012 (Figura 6). Neste trabalho se verificou a queda de material lenhoso com diâmetro superior a 2,0 cm, o que significa que o material lenhoso coletado eram galhos finos, cascas e partes de galhos grossos que se desprendiam das árvores. Provavelmente a ação mecânica do vento favoreceu a queda desses materiais.



**Figura 6** — Estimativa da produção de galhos + cascas em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo



**Fonte** — Henriques (2012)

A fração galhos e cascas foi o componente da serrapilheira que apresentou a segunda maior produção após as folhas, depositando 892,15 kg ha<sup>-1</sup> o que corresponde a 20,88% do total, ocorrendo concentração na deposição entre maio/2011 e fevereiro/2012, coincidindo boa parte desta deposição com o início do período seco e começo do período chuvoso.

Os valores encontrados no presente estudo são superiores aos relatados por Martinez-Yrizar; Sarukhán (1990) em florestas secas, os quais obtiveram valores da ordem de 17% em floresta decídua no México.

Na EsEc-Seridó, atualmente Estação Ecológica do Seridó, localizada no município de Serra Negra do Norte (RN), foi observado por Santana e Souto (2011) redução na produção da fração galhos + cascas à medida em que as chuvas reduziam, com os menores picos de produção ocorrendo em novembro-dezembro, quando choveu apenas 0,5 mm na área. Entretanto, com o início das chuvas, houve um substancial aumento na produção da fração, o que segundo os autores pode estar relacionado ao efeito mecânico da chuva no processo de deciduidade dos ramos ressequidos durante a época seca anterior.

#### 4.2.3 Material Reprodutivo

A fração material reprodutivo incluiu botões florais, flores, frutos e sementes. A produção dessa fração durante o período de estudo foi estimado em 665,56 kg ha<sup>-1</sup>. As médias dos valores mensais dessa fração, expressos em kg ha<sup>-1</sup>, podem ser visualizadas na tabela 5.

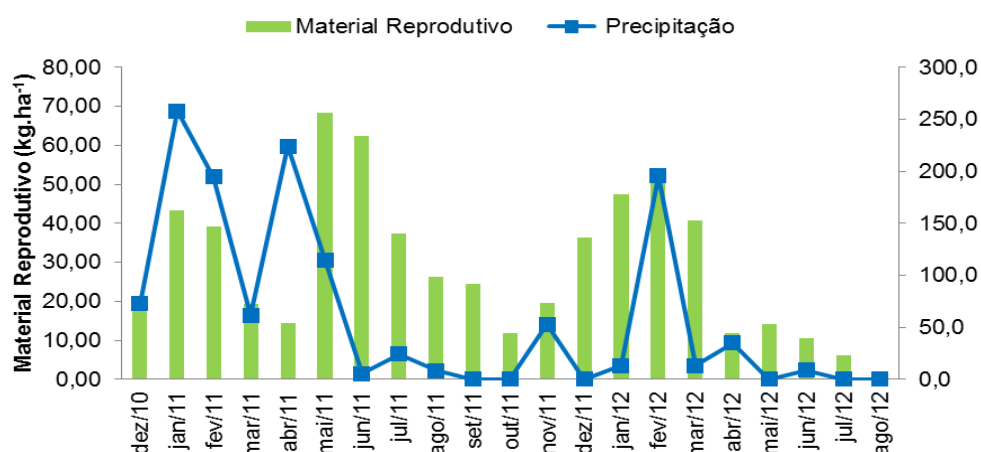
**Tabela 5** – Quantidade de material reprodutivo estimados no período experimental na área de estudo

<b>Mês/Ano</b>	<b>kg ha<sup>-1</sup></b>
Dezembro/2010	17,89
Janeiro/2011	43,30
Fevereiro/2011	39,11
Março/2011	19,42
Abril/2011	14,36
Maio/2011	68,30
Junho/2011	62,39
Julho/2011	37,43
Agosto/2011	26,38
Setembro/2011	24,45
Outubro/2011	11,78
Novembro/2011	19,69
Dezembro/2011	36,48
Janeiro/2012	47,42
Fevereiro/2012	52,87
Março/2012	40,68
Abril/2012	11,80
Maio/2012	14,27
Junho/2012	10,63
Julho/2012	6,10
Agosto/2012	0,83
<b>TOTAL</b>	<b>665,56</b>

**Fonte** – Henriques (2012)

Da mesma forma que as frações folhas e galhos + cascas, houve uma sazonalidade muito grande no que se refere ao total armazenado nas caixas coletoras. Vê-se uma produção de material reprodutivo durante todo o ano (Figura 7), não podendo se afirmar com tanta ênfase que a produção desse material está intrinsecamente ligado a fatores pluviométricos, visto que, mesmo nos períodos secos ou de baixíssimo índice pluviométrico, ocorreu queda desse material.

**Figura 7** – Estimativa da produção da fração material reprodutivo em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo



**Fonte** – Henriques (2012)

Segundo Santana; Souto (2011) há uma carência de trabalhos que quantifiquem a fração material reprodutivo; no entanto, os valores encontrados neste estudo evidenciam a necessidade de se monitorar, paralelamente, o comportamento fenológico das espécies ocorrentes nas áreas experimentais durante a fase das coletas. Deve-se coletar dados para que possam ajudar a explicar alguns resultados aparentemente contraditórios, e mesmo determinar a influência isolada de cada espécie para determinado evento ocorrido no processo de deposição. Foi observado que os materiais reprodutivos que mais contribuíram para os resultados foram os frutos de Angico, Imburana e a floração da Catingueira.

#### 4.2.4 Miscelânea

A produção de miscelânea durante o período de estudo foi estimado em 20,72 kg ha<sup>-1</sup>. Na tabela 6 podem ser visualizadas as médias dos valores mensais dessa fração, na serrapilheira, expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 6** – Quantidade de miscelânea estimada no período experimental da área em estudo

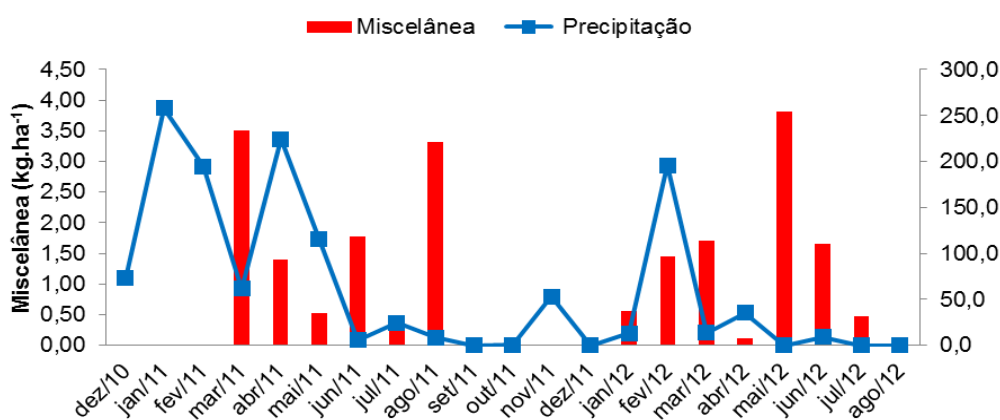
<b>Mês/Ano</b>	<b>kg ha<sup>-1</sup></b>
Dezembro/2010	0,00
Janeiro/2011	0,01
Fevereiro/2011	0,01
Março/2011	3,51
Abril/2011	1,40
Mai/2011	0,52
Junho/2011	1,78
Julho/2011	0,33
Agosto/2011	0,00
Setembro/2011	0,00
Outubro/2011	0,00
Novembro/2011	0,00
Dezembro/2011	0,00
Janeiro/2012	0,55
Fevereiro/2012	1,44
Março/2012	1,71
Abril/2012	0,11
Mai/2012	3,82
Junho/2012	1,66
Julho/2012	0,48
Agosto/2012	0,07
<b>TOTAL</b>	<b>20,72</b>

Fonte – Henriques (2012)

A fração miscelânea é composta de fragmentos de folhas, galhos, ramos, flores, frutos, sementes e outros materiais vegetais de difícil identificação, além de insetos ou partes destes e fezes, apresentando desse modo grande variabilidade na sua composição e no seu padrão de deposição.

A fração miscelânea contribuiu com 20,72 kg ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a 0,53% da serrapilheira total. No entanto, em alguns meses do período experimental (Figura 8), praticamente não ocorreu deposição dessa fração. Não se pode atribuir essa quase total inexistência de miscelânea à presença ou não de chuva, pois, por exemplo, em janeiro e fevereiro de 2011 ocorreram chuvas expressivas na área experimental e, não houve deposição dessa fração.

**Figura 8** – Estimativa da produção da fração miscelânea em função da precipitação pluvial ocorrida no período de estudo



Fonte – Henriques (2012)

Na Estação Ecológica do Seridó em Serra Negra do Norte (RN), Santana (2005) desenvolveu trabalho com intuito de estudar a deposição de serrapilheira em área de Caatinga e, após um ano de estudo, verificou que a fração miscelânea contribuiu com  $163,64 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  o que corresponde a 7,91% da serrapilheira total, apresentando um longo período de produção que se estende de janeiro a junho de 2003, com um pico em maio, e reduzida deposição no período mais seco das coletas (agosto-dezembro/2003).

#### 4.2.5 Serrapilheira total

Após vinte meses foram depositados  $4.271,11 \text{ kg ha}^{-1}$  de serrapilheira, com as folhas constituindo a fração predominante (Tabela 7), responsável por 63,01% do material decíduo.

**Tabela 7** – Produção total e percentual das frações componentes da serrapilheira na RPPN Fazenda Tamanduá no período de dezembro/2010 a agosto/2012.

Fração	kg ha <sup>-1</sup>	%
Folhas	2.692,68	63,01
Galhos + cascas	892,15	20,88
Material reprodutivo	665,56	15,58
Miscelânea	20,72	0,53

<b>Serrapilheira total</b>	<b>4.271,11</b>	<b>100,00</b>
----------------------------	-----------------	---------------

Fonte – Henriques (2012)

#### 4.3 Serrapilheira acumulada e taxa de decomposição (K)

Para estimar a serrapilheira acumulada na superfície do solo foram feitas coletas mensais, com início em dezembro/2010 e término em agosto/2012, cujos valores podem ser visualizados na tabela 8.

**Tabela 8** – Valores médios de serrapilheira acumulada na superfície do solo, em  $\text{kg ha}^{-1}$ , no período experimental, na RPPN Fazenda Tamanduá, município de Santa Terezinha (PB)

<b>Mês/ano</b>	<b>Acúmulo médio mensal (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>)</b>
dez/10	4.742,86
jan/11	6.461,60
fev/11	6.110,27
mar/11	3.376,19
abr/11	3.329,66
mai/11	3.323,83
jun/11	2.801,98
jul/11	2.889,43
ago/11	2.721,70
set/11	2.385,68
out/11	2.027,87
nov/11	2.171,66
dez/11	2.035,05
jan/12	2.391,14
fev/12	2.254,25
mar/12	1.947,52
abr/12	2.066,44
mai/12	2.402,91
jun/12	3.210,23
jul/12	2.770,97
ago/12	2.936,44
<b>Média</b>	<b>3.064,65</b>

Fonte – Henriques (2012)

O maior acúmulo de serrapilheira ocorreu no final de 2010 (dezembro) e início de 2011 (janeiro e fevereiro). Em seguida ocorreu uma redução no

acúmulo de serrapilheira na área experimental que variou de 44,75% em março/2011 a 68,13% em março/2012.

O coeficiente de decomposição obtido a partir da serrapilheira acumulada na RPPN Fazenda Tamanduá, no período compreendido entre dezembro/2010 e agosto/2012 foi de 1,36 (Tabela 9). Esses valores estão de acordo Correia e Andrade (1999) para florestas tropicais de baixa altitude que variam de 1,1 a 3,3.

**Tabela 9** – Coeficiente de decomposição (**k**), tempo médio de renovação (**1/k**) e tempos necessários para a decomposição de 50% e 95% da serrapilheira acumulada.

Período	(k)	1/k	t <sub>0,5</sub> (anos)	t <sub>0,95</sub> (anos)
<b>dez/2010 - ago/2012</b>	1,36	0,73	0,94	2,20

Fonte – Henriques (2012)

Os valores para **k** obtidos no presente estudo são similares aos encontrados por Souto (2006) na mesma área experimental. Isso indica que a mineralização da matéria orgânica será mais acelerada proporcionando uma maior liberação de nutrientes para a solução do solo. Já Santana (2005) encontrou para as condições do semiárido do Rio Grande do Norte valor **k** muito baixo (0,33), demonstrando que a serrapilheira acumulada nessa área demora mais a mineralizar do que a encontrada na RPPN Fazenda Tamanduá.

Segundo Anderson e Swift (1983), o valor **k** tem sido amplamente utilizado para avaliar a taxa de decomposição da serrapilheira acumulada em uma determinada área. Algumas críticas têm sido atribuídas ao seu uso generalizado em ecossistemas que ainda não atingiram um equilíbrio entre o material que está sendo depositado no piso florestal e o material que é decomposto pelos microrganismos do solo.

Observando ainda a Tabela 9, constata-se que o tempo médio de renovação (**1/k**) foi inferior a 1 ano, sendo semelhante ao encontrado por Souto (2006) na mesma área experimental e, inferior ao valor 3,03 encontrado por Santana (2005) na Caatinga da Estação Ecológica no Rio Grande do Norte.

O tempo necessário para a decomposição de 50% da serrapilheira acumulada é de aproximadamente 343 dias e, para decompor 95% da serrapilheira, o tempo é de 803 dias. Para a decomposição de 50% da serrapilheira acumulada o valor ora encontrado foi superior àquele obtido por Souto (2006) que foi de 0,63 e 0,49 para 01 ano e 02 anos, respectivamente. Já para a decomposição de 95%, o valor obtido no presente estudo foi superior ao obtido por Souto (2006) na mesma área experimental (2,11) para um período de 02 anos.



## 5 CONCLUSÕES

A análise dos dados permitiu concluir que:

- A deposição da serrapilheira mostrou-se fortemente sazonal e ininterrupta durante o ano, com a maior produção ocorrendo no início da estação seca e a menor nos meses finais da mesma estação;
- A produção de serrapilheira obedeceu a seguinte ordem: folhas > galhos + cascas > material reprodutivo > miscelânea;
- A serrapilheira acumulada no piso florestal pode ser decomposta em quase sua totalidade em aproximadamente dois anos;



## REFERÊNCIAS

- ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. C. Decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.1, n.único, p.57-63, 2006.
- ANDERSON, J.N.; INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods**. Wallingford, CAB International, 1989. 171p.
- ANDRADE, A. G. et al. Deposição e decomposição da serrapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.3, p.777-785, 2000.
- ANDRADE, R. L; SOUTO, J. S; SOUTO, P. C; BEZERRA, D. M. Deposição de serrapilheira em área de caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n 2, p.223-230. 2008.
- ARAUJO, K. D; DANTAS, R. T; ANDRADE, A. P; PARENTE, H. N; ALENCAR, M. L. S. Caracterização do Sistema de Exploração da Caatinga em São João do Cariri – PB. **Geografia**, v. 19 n. 2, p.175-188. 2010.
- ARAÚJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semi-árido paraibano**. 2007, 111 f. (Tese). Universidade Federal da Paraíba.
- ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H. de S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n.5, p. 715-721, 2003.
- BARBOSA, M. D.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; SOUZA, R. N.; SOUZA, J. R. M.; MACHADO, A. P. Avaliação dos teores de N, P e K da serrapilheira depositada sobre o solo em área de Caatinga. **X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2010 – UFRPE**: Recife, 2010.
- BRAY, J.R. & GORHAM, E. 1964. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research** 2:p.101-157, 1964.
- CAIRNS, M.A.; BROWN, M.; HELMER, G.A. Root biomass allocation in the world's upland forests. **Oecologia**, v.111, p.1-11, June 1997.
- 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, jan./mar. 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. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 131-138, 2009.

CLEMENTS, F.E. **Dynamics of Vegetation**. New York: The H.W. Wilson Co., 1949.

CORREA, F.L.O.; RAMOS, J.D.; GAMA-RODRIGUES A.C.; MULLER, M.W. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no Estado de Rondônia, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1099-1105, 2006.

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

CORREIA, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropedica: **Embrapa Agrobiologia**, 2002. 33 p. (Documentos, 156).

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**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010.

DANTAS, M. **Produção de “Litter” e seu conteúdo de nutrientes em Floresta Primária e Capoeira na Amazônia Oriental**. In: Embrapa.Cpatu. Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental: relatório final do convênio Embrapa-Cpatu-GTZ. Belém, 1986, 291p. (Documentos, 40).

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 em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2ª ed., 2006. 306p.

FERREIRA, Cheila Deisy. **Deposição, acúmulo e decomposição de serapilheira em área de caatinga preservada**, 2011. Monografia (Graduação

em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2011.

FRANCA-ROCHA, W.; SILVA, A. B.; NOLASCO, M. C.; LOBÃO, J.; BRITTO, D.; CHAVES, J. M.; ROCHA, C. C. Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. In Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 2007. **Anais...** Florianópolis, p. 2629-2636, 2007.

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**, Campinas, v. 27, p. 1021-1031, 2003.

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

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.221-267.

GONÇALVES, J. L. M.; MIRANDA, S. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 221-267.

HAO, Y; et al. Roots of pioneer trees in the lower sub-tropical area of Dinghushan, Guangdong, China. **Journal of Zhejiang University Science B.**, v. 7, n. 5, p. 377-385, May 2006.

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.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2000. p.531.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JUNIOR, T. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LEAL, K. R. D.; MACIEL, L. V. B.; PEREIRA, J. L.F.; AVELINO, M. C. S.; ROCHA, L. M. Conservação na Caatinga: Em que pé estamos? In Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007. **Anais...**, Caxambu – MG, 2007.

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

MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.11, p.101-112, 1988.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A.; SARUKHÁN, J. 1990. 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.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. MMA/SRH/UFPA. Brasília: MMA, 134p. 2007. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 20 março de 2012.

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

OKI, V. K. **Impactos da colheita de Pinus taeda sobre o balanço hídrico, a qualidade da água em microbacias**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba -SP, 2002, 71p.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. de. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p.169-192.

OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v.44, n.2, p.322-331, 1963.

PAZ, J. H. A. **Distribuição de indivíduos de três espécies arbóreas da caatinga provenientes da regeneração natural**. 2010. 32 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB.

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

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Nutrient cycling in native forests. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. Eds. **Forest nutrition and fertilization**. 2nd ed. Piracicaba: IPEF, 2004. p. 285-306.

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 Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

RIBEIRO, J.F.; GONZALES, M.I.; OLIVEIRA, P.A.M.; MELO, J.T.D. Aspectos fenológicos de espécies nativas do cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE

BOTÂNICA, 32., 1981, Teresina. **Anais**. Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1982. p.181-198.

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

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

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

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

SILVA, R. M.; ALBUQUERQUE FILHO, J. C. C.; GALINDO, I. C. L.; MARTINS, C. M.; LIMA, J. F. W. F. Variação sazonal da biomassa de raízes finas e serapilheira em áreas sob desertificação. **X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2010 – UFRPE: Recife, 2010.**

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

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.1, p.125-130, 2005.

SOUZA, B. V. **Avaliação da sazonalidade da deposição de serapilheira em RPPN no semiárido da Paraíba – PB**. 2009. 29 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB.

SPAIN, A.V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. **Journal of Ecology** 72(3): p. 947-961, 1984.

SUDEMA. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004, 268p.

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

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

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M.V. Teores e aporte de nutrientes na serrapilheira de *Pinus taeda* L., e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, 2010.

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.

WISNIEWSKI, C.; RIBAS, M.E.G.; KRIEGER, A.C.; CURCIO, G.R. **Deposição de serrapilheira 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.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* s.t. blake no município de Santa Maria- RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 177-183, mar./abr. 2003.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W. Estimating of biomass and length of fine roots in *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake in the county of Santa Maria, RS. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.177-183, 2003.