UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ANE CRISTINE FORTES DA SILVA

PRODUÇÃO, ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA E REPARTIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR ESPÉCIES DA CAATINGA

MACAÍBA – RN – BRASIL
2014

ANE CRISTINE FORTES DA SILVA

PRODUÇÃO, ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA E REPARTIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR ESPÉCIES DA CAATINGA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto da Silva Santana

MACAÍBA – RN – BRASIL
2014

Divisão de Serviços Técnicos

Catalogação da Publicação na Fonte.
Bibliotecária Responsável Kalline Bezerra da Silva – CRB15-327

Silva, Ane Cristine Fortes da.
Produção, acúmulo e decomposição da serrapilhadeira e repartição da precipitação pluviométrica por espécies da caatinga / Ane Cristine Fortes da Silva. – Macaíba, RN, 2014.
62 f. : il.

Orientador: José Augusto da Silva Santana.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

1. Precipitação pluviométrica – Dissertação. 2. Caatinga – Dissertação. 3. Ciclagem de nutrientes – Dissertação. 4. Escoamento pelo tronco I. Santana, José Augusto da Silva. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM CDU 551.577.5

"Produção, Acúmulo e Decomposição da Serrapilheira e Repartição da Precipitação Pluviométrica por espécies da Caatinga"

Ane Cristine Fortes da Silva

Dissertação julgada para obtenção do título **de Mestre em Ciências Florestais**, área de ***Manejo e Utilização dos Recursos Florestais***, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Prof. Dr. Alexandre Santos Pimenta
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
Em Ciências Florestais

Prof. Alexandre S. Pimenta
Coordenador do PPGCFL
SIAPE 1079298

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Augusto da Silva Santana

Prof. Dr. Jacob Silva Souto

Profª. Drª. Juliana Lorensi do Canto

Macaíba, 17 de Março de 2014.

À família,

Especialmente à minha mãe ***Eliane*** *e minha irmã* ***Luiza***

que dignamente me apresentaram à importância da família e ao caminho da honestidade e persistência.

Dedico

À memória do meu pai ***Luiz Henrique*** *e padrinho* ***Marco Aurélio***

Pela lição de vida ensinada

Ofereço

Agradecimentos

À Deus;

Ao Professor Dr. José Augusto da Silva Santana, pelo incentivo, amizade e orientação nesta Dissertação;

Ao Professor Dr. Jacob Silva Souto, pela oportunidade de participar do projeto Qualidade do solo e ciclagem de nutrientes no semiárido

Aos membros da Banca Examinadora, pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições;

Ao proprietário da Fazenda Cachoeira de São Porfírio, Mário Medeiros Damasceno, onde o estudo foi desenvolvido, pelo apoio, incentivo.

A professora Dr. Patricia Carneiro Souto/UFCG pelas contribuições ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Ao meu namorado Victor Guedes pelo amor, paciência e ajuda ao longo da elaboração desta dissertação.

As amigas Marília Caldas e Camila Nóbrega pelo apoio e incentivo e aos demais colegas de turma 2013.1 do PPGCFL UFRN.

Aos amigos que ajudaram na obtenção dos dados: César Borges, Simone Gomes, Erik Bakke, Roberto Barroso e Girlânio Holanda.

A todos aqueles que porventura tenha esquecido de citar seus nomes e que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e em minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.

Charles Chaplin

SILVA, Ane Cristine Fortes da. **Produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira e repartição da precipitação pluviométrica por espécies da Caatinga.** 2014. 61f. Dissertação (Mestrado) Ciências Florestais. PPGCFL/UFRN, Macaíba - RN, 2014.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estabelecer padrões da dinâmica da serrapilheira e redistribuição da água da chuva da vegetação da Caatinga. Foram realizadas coletas mensais durante vinte três meses em quatro áreas: degradada, estágio sucessional primário, secundário e tardio. Foram instalados 72 coletores de 1,0 m x 1,0 m, com fundo da tela de náilon em três áreas. A serrapilheira depositada foi fracionada em folhas, galhos, estruturas reprodutivas e miscelânea, secas em estufa e pesadas. Para avaliar o estoque de serrapilheira acumulada utilizou-se 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 pesadas. Para avaliação da decomposição, 40g serrapilheira, foram colocadas em sacolas de náilon (*litterbags)* malha 1 mm², dimensões 20,0 x 20,0 cm, sendo distribuídas na superfície do solo e retiradas mensalmente, limpas, secas e pesadas. Para a avaliação da contribuição da precipitação pluvial, utilizou-se interceptômetros instalados 1,0 m acima da superfície do solo, distribuídos abaixo da copa de seis espécies da caatinga, onde se avaliou o escoamento pelo tronco através de sistema coletor instalado ao redor dos caules dessas espécies. A deposição de serrapilheira no estágio primário foi 2.631,26 kg ha^{-1}, 3.144,89 kg ha^{-1} no estágio secundário e 4.542,30 kg ha^{-1} no estágio tardio. A fração folhas foi a que mais contribuiu na formação da serrapilheira nos três estágios avaliados A área degradada apresentou maior acúmulo de serrapilheira e a decomposição mostrou-se lenta durante o período seco. Conclui-se que ocorreu maior produção de serrapilheira nos estágios mais avançados. O estágio sucessional tardio apresentou decomposição da serrapilheira mais rápida, o que evidência um melhor aproveitamento da serrapilheira no processo de ciclagem de nutrientes e na incorporação de matéria orgânica ao solo. O tempo necessário para decompor 50% da serrapilheira da Caatinga nos estágios mais avançados de sucessão foi menor indicando maior velocidade da liberação e o reaproveitamento de nutrientes por parte da vegetação. A jurema preta, com menor área foliar e constituída de folíolos, apresentou maior precipitação interna nos eventos de chuva de maior amplitude. O escoamento pelo tronco não foi influenciado pelo DAP e área basal. A água perdida por interceptação representou a maior proporção da precipitação pluviométrica total em todas as espécies estudadas.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes. Método dos litterbags. Escoamento pelo tronco.

SILVA, Ane Cristine Fortes. **Production, accumulation and decomposition of litter and distribution of rainfall by species of the Caatinga**. 2014. 61pgs. Master thesis (Master's degree). Forestry Sciences. PPGCFL/UFRN, Macaíba - RN, 2014.

ABSTRACT

This study aimed to establish patterns of dynamics of litter and redistribution of rainfall of Caatinga vegetation. Sampling was done monthly for twenty three months in four areas: degraded, successional primary stage, secondary stage and late stage. We installed 72 collectors of 1.0 mx 1.0 m, with nylon fabric background in three areas. Litter deposited was fractionated into leaves, twigs, reproductive structures and miscellaneous, dried and weighed. To assess the stock of accumulated litter we used metal frame with dimensions of 0.5 mx 0.5 m, thrown randomly and collected monthly, taken to the laboratory for oven drying and weighed. To evaluate the decomposition, 40g of litter were placed in nylon bags (litterbags) mesh 1 mm ², dimensions 20.0 x 20.0 cm, being distributed on the soil surface and removed monthly, cleaned, dried and weighed. To evaluate the contribution of rainfall we used interceptometers installed 1.0 m above the ground surface, distributed under the canopy of six species of the caatinga, which evaluated the stemflow through collecting system installed around the stems of these species. The deposition of litter in the primary stage was 2.631,26 kg ha^{-1}; 3.144,89 kg ha^{-1} in the secondary stage; 3.144,89 kg ha^{-1} in the late stage. The fraction of leaves was the largest contributor to the formation of litter in three stages. The degraded area showed greater accumulation of litter and decomposition has been sluggish during the dry period. We conclude that occurred greater litterfall in later stages. The late successional stage showed faster decomposition of litter, the evidence that is a better use of litter in nutrient cycling processes and incorporation of organic matter to the soil. The time required to decompose 50 % of the litter in the later stages of succession was lower indicating greater speed of release and reuse of nutrients by the vegetation. The specie "jurema preta" with less leaf area and consists of leaflets, showed greater internal precipitation in rain events of greater magnitude. The stemflow was not influenced by DAP and basal area. The water lost by trapping represented the largest proportion of total rainfall in all species studied.

Keywords: Nutrient cycling. Method of litterbags. Stemflow.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Deposição total das frações e serrapilheira. 19
Figura 2 - Deposição mensal total de serrapilheira.....20
Figura 3 - Deposição mensal da fração folhas e precipitação pluvial.....21
Figura 4 - Deposição mensal da fração galhos e cascas em função da precipitação. 21
Figura 5 - Deposição mensal da fração estruturas reprodutivas e precipitação. 22
Figura 6 - Deposição mensal da fração miscelânea e precipitação. 23
Figura 7 - Serrapilheira remanescente (%) nos litterbags e precipitação (mm) durante o processo de decomposição. 34
Figura 8 - Conteúdo de água no solo (%) e precipitação pluviométrica (mm) mensal.....34
Figura 9 - Constante de decomposição (k) e tempo necessário para decompor 50% da biomassa. 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores médios mensais das frações de serrapilheira depositada. 18
Tabela 2 - Correlação de Spearman para as frações da serrapilheira e as variáveis precipitação e umidade do solo. 24
Tabela 3 - Acúmulo médio de serrapilheira (kg ha-1). 24
Tabela 4 - Coeficiente de decomposição (K), tempo médio de renovação estimado (1/K) e tempos necessários para que ocorra decomposição de 50% (t50%) e 95% (t95%) da serrapilheira. 25
Tabela 5 - Atributos químicos do solo da área de estudo. 31
Tabela 6 – Serrapilheira remanescente final nos litterbags, equação de regressão para estimar a perda de massa, significância (p) e coeficiente de determinação (R^2) nas áreas experimentais. 33
Tabela 7 - Constante de decomposição (k) e tempo necessário para decompor 50% da biomassa. 35
Tabela 8 - Valores totais de precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et), perdas por interceptação (I) e precipitação total (PT) na área experimental no período de outubro/2010 a março/2012 46
Tabela 9 - Valores médios de área foliar, área de projeção da copa (APC), diâmetro a altura do peito (DAP) e área basal das espécies estudadas. 47
Tabela 10 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) para as variáveis o escoamento pelo tronco (Et), precipitação interna (PI), perdas por interceptação (I) e, área foliar, área de projeção da copa (APC), diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal. 48
Tabela 11 - Valores médios da precipitação interna (%) e precipitação média. 49
Tabela 12 - Valores médios do escoamento pelo tronco (%) e precipitação média. 50
Tabela 13 - Valores médios das perdas por interceptação (%) e precipitação média. 51
Tabela 14 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e significância (p) por espécie na área experimental. 52

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 12

CAPÍTULO I 14
DEPOSIÇÃO, ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA NA CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS 14
RESUMO 15
ABSTRACT 15
INTRODUÇÃO 15
MATERIAL E MÉTODOS 16
Localização e caracterização da área de estudo 16
Áreas de amostragem 16
Deposição de serrapilheira 17
Estimativa do estoque de serrapilheira acumulada 17
Coeficiente de decomposição e tempo médio de renovação para serrapilheira acumulada 17
Dados meteorológicos e conteúdo de água no solo 17
Análises estatísticas 18
RESULTADOS E DISCUSSÃO 18
Deposição da serrapilheira 18
CONCLUSÕES 26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 26

CAPÍTULO II 29
DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA NA CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS 29
RESUMO 30
ABSTRACT 30
INTRODUÇÃO 30
MATERIAL E MÉTODOS 31
Área de estudo 31
Metodologia 32
Dados meteorológicos e conteúdo de água no solo 33
Análises estatísticas 33
RESULTADOS E DISCUSSÃO 33
CONCLUSÕES 35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 35

CAPÍTULO III 38
REPARTIÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA POR ESPÉCIES DA CAATINGA 38

RESUMO 39
ABSTRACT 39
1. INTRODUÇÃO 40
2. MATERIAL E MÉTODOS 41
2.1 Área de estudo 41
2.2 Metodologia 42
Análises estatísticas 44
5. CONCLUSÕES 53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 53

CONSIDERAÇÕES FINAIS 58

ANEXOS 59

INTRODUÇÃO GERAL

A Caatinga é a vegetação predominante da região Nordeste do Brasil, além de pequena parte da porção norte do Estado de Minas Gerais, corresponde uma área de aproximadamente 844.453 km², o que equivale a 54,53% da região Nordeste ou a 9,92% do território brasileiro (IBGE, 2004).

A região ocupada pela Caatinga é caracterizada pela distribuição irregular das chuvas com períodos longos de seca, solos rasos e pedregosos, deficiência hídrica elevada e ambientes xerófilos. Souto (2006) destaca que a vegetação distribui-se de forma desigual com elevada biodiversidade e possui espécies de portes e arranjos fitossociológicos diversificados que a torna demasiadamente complexa.

Essa vegetação possui significativa importância socioeconômica na região, cerca de 27 milhões de pessoas dependem da exploração de seus recursos, principalmente, pela extração de lenha e atividades agropastoris. Apesar da expressiva área, chega a 46% da área do bioma em avançado desmatamento, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2009).

Nos últimos anos já tem se observado aumento na preocupação com a condição de degradação do bioma Caatinga, principalmente pelo avanço da degradação e consequente processo de desertificação, gerando o desenvolvimento de projetos de conservação e recuperação ambiental. Para tanto,

A Caatinga é o bioma brasileiro mais negligenciado quanto a preservação da sua fauna e flora, sendo o enfoque dado principalmente para a escassez de água e suas implicações socioeconômicas, sendo poucas as informações ecológicas sobre esse bioma, sobretudo em relação o funcionamento e produtividade do ecossistema como o estudo da ciclagem de nutrientes, que permite o manejo e planejamento da recuperação das áreas degradadas e as atividades de recomposição florestal (SANTANA, 2005).

O estudo da ciclagem de nutrientes principalmente via deposição de serrapilheira pode fornecer indicativos sobre a época em que as espécies aportam maiores quantidades de nutrientes ao solo e a quantidade de nutrientes mantida no sistema e exportada pela retirada dos produtos florestais, direcionando o manejo da vegetação (ANDRADE, 1997). Além disso, o estudo da produção de serrapilheira pode auxiliar planos de conservação do solo e da água como pelos processos erosivos, especialmente na manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais, já que essa camada atua na proteção do solo diminuindo o impacto das gotas de chuva e contra a intensidade dos raios solares, interferindo nos processos erosivos e infiltração.

Para isso, é necessário o entendimento da redistribuição da água da chuva pelas espécies da

Caatinga através da quantificação do volume interceptado e que efetivamente chega ao solo através da precipitação interna e escoamento pelo tronco, que irá interferir no volume e velocidade de água no escoamento superficial e na infiltração no solo, influenciando no controle da erosão do solo.

Pretende-se através desse estudo, estabelecer padrões da dinâmica da serrapilheira e redistribuição da água da chuva da vegetação da Caatinga existente na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, Várzea – PB.

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

1. Padrão de deposição, acúmulo e decomposição da serrapilheira e pelas diferentes frações da Caatinga em diferentes estágios sucessioanais;

2. Decomposição da serrapilheira na Caatinga em diferentes estágios sucessioanais, visando conhecer o padrão de velocidade de aproveitamento dos nutrientes contidos na serrapilheira nos diferentes estágios sucessioanais;

3. Redistribuição da água da chuva por espécies da Caatinga, objetivando estimar a repartição da precipitação pluviométrica em um fragmento de vegetação Caatinga em estágio tardio de regeneração

CAPÍTULO I

DEPOSIÇÃO, ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA NA CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

Artigo submetido à Revista Ciência Florestal

DEPOSIÇÃO, ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA NA CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

DEPOSITION, ACCUMULATION AND DECOMPOSITION OF LITTER IN CAATINGA AT DIFFERENT SUCESSIONAL STAGES

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo quantificar a deposição, o acúmulo de serrapilheira e sua decomposição em fragmentos de Caatinga em diferentes estágios sucessionais em Várzea, Paraíba. Foram realizadas coletas mensais durante vinte três meses em quatro áreas: degradada, estágio sucessional primário, secundário e tardio. Foram instalados 72 coletores de 1,0 m x 1,0 m, com fundo da tela de náilon em três áreas. A serrapilheira depositada foi fracionada em folhas, galhos, estruturas reprodutivas e miscelânea, secas em estufa e pesadas. Para avaliar o estoque de serrapilheira acumulada utilizou-se 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 pesadas. A deposição de serrapilheira foi 2.631,26 kg ha^{-1}, 3.144,89 kg ha^{-1} e 4.542,30 kg ha^{-1} nos estágios primário, secundário e tardio, respectivamente. A deposição da serrapilheira apresentou características sazonais independente do estágio sucessional. A fração folhas foi a que mais contribuiu na formação da serrapilheira nos três estágios avaliados. A área degradada apresentou maior acúmulo de serrapilheira. A decomposição e renovação da serrapilheira acumulada são mais rápidas na área em estágio sucessional tardio.

Palavras-chave: produção de serrapilheira; ciclagem de nutrientes; semiárido.

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify the deposition, accumulation of litter and its decomposition of Caatinga fragments at different successional stages in Várzea, in the state of Paraiba. Sampling was done monthly for twenty three months in four areas: degraded, successional primary stage, secondary stage and late stage. We installed 72 collectors of 1.0 m x 1.0 m, with nylon fabric background in three areas. Litter deposited was fractionated into leaves, twigs, reproductive structures and miscellaneous, dried and weighed. To assess the stock of accumulated litter we used metal frame with dimensions of 0.5 mx 0.5 m, thrown randomly and collected monthly, taken to the laboratory for oven drying and weighed. The deposition of litter was 2631.26 kg ha^{-1}, 3144.89 kg ha^{-1} e 4542.30 kg ha^{-1} in primary, secondary and late stages, respectively. The deposition of litter presents seasonal characteristic independently of sucessional stage. The fraction of leaves was the largest contributor to the formation of litter in three stages evaluated. The degraded area showed higher litter accumulation of leaf litter decomposition. The decomposition of litter accumulated and renewal are faster in the area in late successional stage.

Keywords: litter production; nutrient cycling; decomposition; semiarid.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos séculos, tem-se intensificado a degradação do bioma Caatinga, a vegetação original que cobria aproximadamente um milhão de hectares e atualmente possui apenas cerca de 40% ainda como vegetação nativa (MMA, 2007). Entretanto, quase todo esse remanescente é utilizado na extração de lenha, como pastagem nativa para criação de bovinos, caprinos e ovinos ou na exploração agrícola itinerante.

Entre os principais processos ecossistêmicos afetados por essa degradação, cita-se a ciclagem de nutrientes, a qual consiste em uma das funções determinantes para regulação do funcionamento e desenvolvimento dos ecossistemas. A maior parte do processo de retorno dos elementos minerais para o solo florestal ocorre através da produção, acúmulo, decomposição e liberação dos nutrientes da serrapilheira, a qual é constituída por material de origem vegetal como folhas, galhos, sementes, frutos, flores e, de origem animal,

como carcaças e fezes, em diversos estados de decomposição que se acumulam sobre o solo servindo como fonte de energia e nutrientes para os organismos decompositores.

A deposição de serrapilheira pode ser influenciada por vários fatores abióticos e bióticos, quais sejam, o tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, estresse hídrico, tipo de solo, biota do solo, estrutura da vegetação, composição florística, caducifolia e estagio sucessional (SANTANA et al., 2009; PINTO et al., 2008). Calvi et al. (2009) afirmam que dependendo dos atributos de cada ecossistema, um fator pode se sobrepor aos demais.

Conforme os materiais presentes na serrapilheira são mineralizados pela biota do solo e atuação das condições abióticas, os nutrientes vão sendo disponibilizados para a solução do solo, consequentemente, ocorre à disponibilização para as plantas, processo chave na manutenção da qualidade do ecossistema (SANTANA, 2005). As condições físicas e químicas do ambiente, junto à atividade heterotrófica dos decompositores e a qualidade e a quantidade dos recursos vegetais condicionarão a velocidade do processo de decomposição (CUNHA-SANTINO; BIANCHINI JUNIOR, 2002).

O conhecimento atual sobre os ambientes alterados da Caatinga se restringem a composição florística, com raros estudos envolvendo a dinâmica que ocorre no ecossistema e as interações com parâmetros edáfoclimáticos, apesar da importância em relação a esse tipo de vegetação, principalmente no que se refere à melhoria da qualidade do solo e redução dos processos erosivos.

A reunião de informações sobre os processos da dinâmica da serrapilheira possibilita o entendimento do funcionamento dos ecossistemas buscando informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade de ambientes degradados.

O presente estudo teve como objetivo estimar a produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira na Caatinga em diferentes ambientes sucessionais no município de Várzea, Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em uma área de Caatinga situada na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea, microrregião do Seridó Ocidental, Sertão Paraibano e localizada nas coordenadas 06º 48’ 35” S e 36º 57’ 15” W , com altitude média de 271 m e área distando cerca de 53 km do município de Patos - PB.

O clima da região de estudo é caracterizado como semiárido do tipo BSh’ (quente e seco) segundo a classificação de Köeppen, e médias pluviométricas anuais entre 400 a 600, com período seco de nove a dez meses e temperaturas médias maiores que 18 °C em todos os meses do ano; médias das máximas em torno dos 33 ºC e das mínimas de 22 ºC (IBGE, 2002).

Os solos da área de estudo são de origem cristalina, sendo rasos, pedregosos e com elevada suscetibilidade à erosão, prevalecendo a associação de NEOSSOLOS LITÓLICOS, LUVISSOLOS e Afloramentos Rochosos.

O local onde foi implantada a pesquisa compreende uma vegetação de Caatinga arbóreo-arbustiva aberta com diferentes graus de antropismo, com árvores de porte médio a baixo não ultrapassando 7,0 metros de altura. A vegetação natural dessa área foi eliminada para implantação de culturas agrícolas, principalmente para plantio de algodão, sendo posteriormente utilizadas como áreas de pastejo de caprinos e bovinos, ocorrendo a regeneração de parte da vegetação.

Áreas de amostragem

O estudo foi desenvolvido em quatro áreas experimentais distintas, cada uma delas cercadas, com dimensão de 20,0 m x 50,0 m. Cada área foi constituída em diferentes estágios de sucessão: área degradada, área em estágio sucessional primário, área em estágio sucessional secundário e, área em estágio sucessional tardio.

A área degradada é caracterizada em elevado estágio de degradação, apresentando sinais intensos da intervenção antrópica, como a retirada total da vegetação arbórea, com predomínio da espécie *Aristida setifolia* (capim panasco). Já o estágio sucessional primário, possui cerca de 15 anos de pousio, caracteriza-se por apresentar espécies sucessionais iniciais de crescimento rápido, principalmente, *Croton blanchetianus* Baill

(marmeleiro), *Cnidosculus quercifolius* Pohl (faveleira), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (catingueira) e *Mimosa tenuiflora* (jurema preta), que se desenvolvem após o corte raso (geralmente corte de 30 cm acima do solo) da vegetação.

O estágio sucessional secundário apresenta cerca de 30 anos de pousio, formação subsequente à formação inicial, decorrente do processo de sucessão que se caracteriza pela transição entre a inicial e a clímax. Evidentemente é o estágio posterior ao estágio inicial onde a vegetação está bem mais formada, com espécies de porte mais elevado e onde já existe possibilidade da retirada de madeira, sobretudo, *Aspidosperma pyrifolium* Mart.(pereiro), *Croton blanchetianus* Baill (marmeleiro), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (catingueira). E a área em estágio sucessional tardio com cerca de 50 anos de pousio, formação vegetal no mais avançado grau de desenvolvimento sucessional, constituindo uma comunidade complexa e de alta diversidade florística. Este estágio é o da floresta praticamente formada onde se tem as espécies de uma floresta tradicional com a ocorrência de significativo volume de madeira.

Deposição de serrapilheira

Foram instalados 24 coletores nas áreas com vegetação arbórea (estágio primário, secundário e tardio), totalizando 72 coletores. Os coletores possuíam dimensões de 1,0 m x 1,0 m, sendo constituídos de moldura de arame em forma quadrada e fixada uma tela de sombrite com malha de 1,0 mm², distante 25,0 cm da superfície do solo. Esse tipo de coletor permite a deposição da serrapilheira, sem acumular água, evitando assim, o início do processo de decomposição do material no período entre as coletas, e o contato com a superfície do solo.

O material depositado nos coletores foi coletado mensalmente. Em cada coleta, a serrapilheira recolhida foi levada ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/CSTR/UFCG, onde as amostras foram separadas em folhas, galhos mais cascas, estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes) e miscelânea (material de difícil identificação e fezes de animais). Após a separação, as frações foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas de acordo com a numeração dos coletores e levadas à estufa a 65 ºC até atingir massa constante. A massa seca de cada fração foi determinada separadamente em balança de precisão, com duas casas decimais. Esses dados permitiram estimar as médias mensal e anual de serrapilheira produzida pela vegetação e, percentagem de cada uma das frações.

Estimativa do estoque de serrapilheira acumulada

A serrapilheira acumulada na superfície do solo foi estimada através de coletas mensais, durante o período de 23 meses (setembro/2010 a julho/2012), incluindo o período seco e o período chuvoso. Coletaram-se seis repetições em cada área, utilizando moldura de ferro vazado de 0,5 m x 0,5 m, lançado aleatoriamente no solo. A serrapilheira circunscrita na moldura foi colocada em sacos de papel devidamente etiquetados, colocados para secagem em estufa a 65 ºC, até peso constante e pesado em balança de precisão.

Coeficiente de decomposição e tempo médio de renovação para serrapilheira acumulada

O coeficiente de decomposição da serrapilheira foi estimado através da equação proposta por Olson (1963):

$$K = L/Xss$$

onde,

K = coeficiente de decomposição

L = produção anual de serrapilheira nos coletores (g m^{-2})

Xss = média anual da serrapilheira acumulada sobre o solo (g m^{-2})

O valor K ou coeficiente de decomposição instantâneo é a relação massa de serrapilheira produzida/massa de serrapilheira acumulada (ANDERSON; INGRAM, 1989). A partir do valor de K foi calculado o tempo médio de renovação estimado por 1/K e os tempos necessários para que ocorra decomposição de 50% ($t_{50\%}$) e 95% ($t_{95\%}$) da serrapilheira, estimados pela equação de Shanks e Olson (1961):

$$t_{50\%} = 0{,}693/K$$

$$t_{95\%} = 3/K$$

Dados meteorológicos e conteúdo de água no solo

Durante o período de coleta de dados, obtiveram-se junto a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), dados mensais de pluviosidade média.

Além disso, foi determinado o conteúdo mensal de água no solo através da retirada de duas amostras de solo de 0 - 15,0 cm de profundidade em cada área experimental, sendo estas acondicionadas em latas de alumínio de peso conhecido, para determinação do conteúdo de água no solo, segundo Tedesco *et al.* (1995). Após coletadas, as latas são levadas para o laboratório onde é realizada a pesagem e, em seguida, colocadas em estufa a 105°C por 24 horas. Posteriormente, são colocadas em dessecador até esfriamento, sendo pesadas em seguida. O conteúdo de água no solo é determinado através da fórmula: U = (Pu – Ps) /Ps x 100, sendo estas informações utilizadas na avaliação dos processos de deposição de material orgânico e decomposição.

Análises estatísticas

Para realização da análise estatística do conjunto de dados obtidos para o estudo da deposição de serrapilheira, primeiramente, foi verificado a normalidade da distribuição (teste de Lillifors). Quando verificada a necessidade da realização de análise não-paramétrica, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, sendo os tipos de estágios sucessionais como principal fator para análise das frações e serrapilheira total, sendo as médias foram comparadas pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o *software* estatístico BIOESTAT 5.0 (AYRES, 2007).Os dados obtidos das frações galhos e cascas, estruturas reprodutivas e miscelânea foram transformados em $\sqrt{(x+1)}$ atendendo as pressuposições estatísticas.

Foi calculada a correlação de Spearman para testar a associação entre a deposição das frações de serrapilheira com as variáveis precipitação pluvial e conteúdo de água do solo utilizando o *software* estatístico BIOESTAT 5.0 (AYRES, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Deposição da serrapilheira

As deposições totais de serrapilheira durante os vinte três meses de estudo foram estimadas em 2.631,26 kg ha^{-1}, 3.144,89 kg ha^{-1} e 4.542,30 kg ha^{-1} nos ambientes sucessionais primário, secundário e tardio, respectivamente, diferindo estatisticamente entre as mesmas (Tabela 1).

Tabela 1- Valores médios mensais das frações de serrapilheira depositada.
Table 1 – Monthly average values of the fractions of litter deposited.

Estágio sucessional	Folhas			Galhos + cascas			Estruturas reprodutivas			Miscelânea			Total	
	(kg ha^{-1})		%	(kg ha^{-1})		%	(kg ha^{-1})		%	(kg ha^{-1})		%	(kg ha^{-1})	
Primário	87,32	c	76,33	17,16	b	11,20	13,35	b	11,36	13,26	c	1,12	114,40	c
Secundário	99,92	b	72,42	22,84	a	16,71	11,64	b	8,51	32,27	b	2,36	136,73	b
Tardio	142,36	a	72,08	13,37	b	6,77	37,90	a	18,93	43,82	a	2,22	197,49	a

[1]Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Fisher (LSD) a 5%.

A análise dos dados mostrou diferenças entre as médias de deposição por fração e na serrapilheira total entre as áreas. Para a fração folhas, miscelânea e serrapilheira total, tem-se que o estágio tardio foi superior ao secundário e este, superior ao primário. Já para a fração galhos e cascas, verificou-se que os estágios primário e tardio não se diferenciaram estatisticamente, sendo estes inferiores ao secundário. Enquanto que para estruturas reprodutivas, o estágio tardio mostrou-se superior ao primário e secundário.

Em relação às proporções de cada fração nas áreas, observa-se que os estágios primário e tardio obedeceram a seguinte ordem folhas > estruturas reprodutivas > galhos e cascas > miscelânea, já o estágio secundário apresentou folhas > galhos e cascas > estruturas reprodutivas > miscelânea. O padrão de distribuição das frações na serrapilheira depositada no estágio secundário foi semelhante ao encontrado por Alves et al.(2006) e Andrade et al. (2008) em área de Caatinga, já Lopes et al. (2009) constatou distribuição semelhante a dos estágios primário e tardio.

A fração folhas constitui a maior parte da serrapilheira depositada durante o período experimental em todos os estágios sucessionais. A deposição dessa fração diferiu estatisticamente entre as áreas, constituindo 2.008,37 kg ha^{-1} (76,33%), 2.277,65 kg ha^{-1} (72,42%) e 3.274,18 kg ha^{-1} (72,08%) da serrapilheira total depositada nos estágios primário, secundário e tardio, respectivamente (Figura 1).

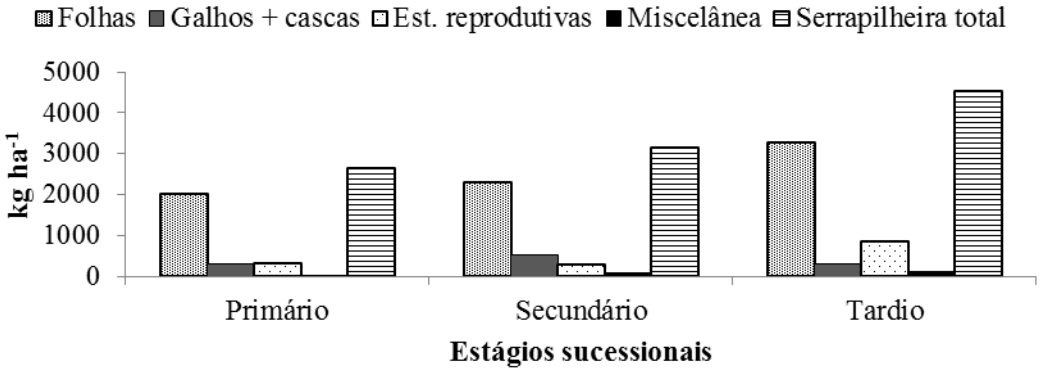


Figura 1 - Deposição total das frações e serrapilheira.
Figure 1 – Total deposition of fractions and litter.

Resultados inferiores foram encontrados por outros autores no mesmo bioma: Alves et al. (2006) com 56,16%, Souto (2006) com 64,14%, Costa et al. (2007) com 65,01%, Andrade et al. (2008) com 65,09%. Lopes et al. (2009), assim como Santana e Souto (2011), verificaram valores superiores (80,62% e 79,90%, respectivamente). Em outras formações florestais, proporções variadas têm sido constatadas, como por Longhi et al.(2011) em Floresta Secundária de Encosta e em Floresta de Locais Úmidos, representando, respectivamente, 48,5% e 61,2%, assim como Pimenta et al. (2011) em uma floresta estacional semidecidua com 79%, Nascimento et al. (2013) em Mata Atlântica com 60%.

Já para a fração galhos, verificou-se que a maior deposição (525,35 kg ha^{-1}/ 16,71%) ocorreu no estágio secundário, onde constituiu a segunda maior contribuição na serrapilheira total. A deposição de galhos foi 294,61 kg ha^{-1} (11,20%) e 307,51 kg ha^{-1} (6,77%) respectivamente nos estágios primário e tardio, sendo estatisticamente semelhantes.

Em relação às estruturas reprodutivas, constatou-se que essa fração foi a segunda maior depositada nos estágios primário (298,83 kg ha^{-1}/ 11,36%) e tardio (859,82 kg ha^{-1}/ 18,93%), diferindo significativamente entre as áreas estudadas. Essa fração representou apenas 267,66 kg ha^{-1} (8,51%) no estágio secundário. Essa baixa produção das estruturas reprodutivas nos estágios menos avançados pode ser explicada pela composição florística dessas áreas. Nesses estágios, há o predomínio de espécies pioneiras caracterizadas por frutos e sementes mais leves e menores, a exemplo do marmeleiro e da jurema preta, que apesar de elevada produção não apresenta massa significativa a exemplo da comparação com os frutos da espécie pereiro, comum no estágio tardio, fato confirmado durante a triagem da serrapilheira.

A deposição da miscelânea pode ser explicada pela maior oferta de alimento na estação chuvosa para os insetos e pássaros, favorecendo uma maior deposição de fezes e partes de insetos, o que contribui para sua formação (SOUTO, 2006). Segundo Proctor (1987), os componentes dessa fração são ricos em nutrientes e energia, como são apresentados muito fragmentados, há o favorecimento da decomposição desses pela mesofauna e microfauna do solo fornecendo mais rapidamente nutrientes para serem absorvidos pelos vegetais.

Na figura 2, observa-se a sazonalidade de deposição da serrapilheira nos ambientes estudados em função da precipitação.

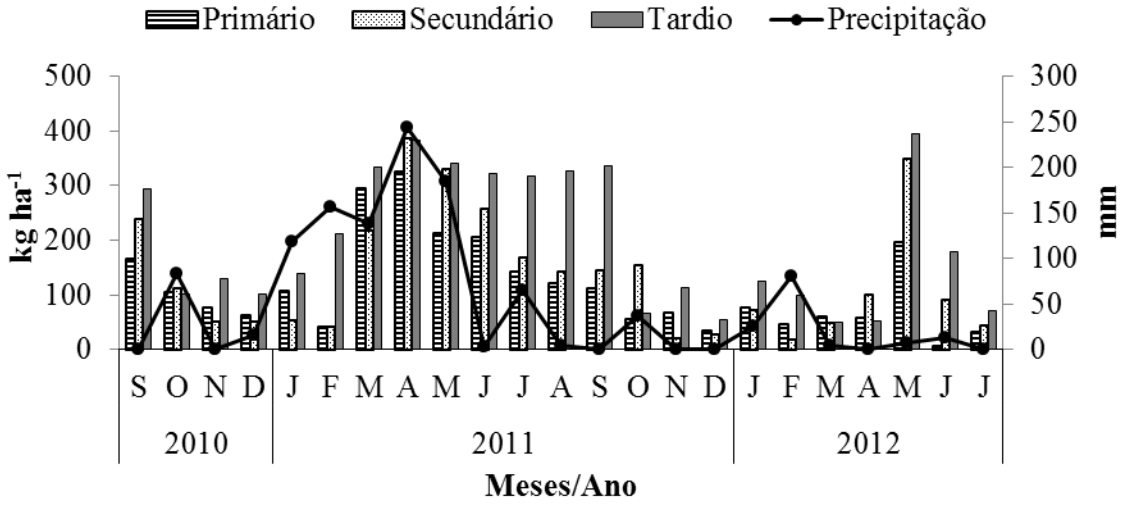


Figura 2 - Deposição mensal total de serrapilheira.
Figure 2 – Monthly total deposition of litter.

A produção mensal de serrapilheira total nas áreas experimentais foi ininterrupta durante o período de estudo, mostrando, entretanto, acentuada relação com a distribuição da precipitação. Santana e Souto (2011) cita que a análise dos resultados de estudos sobre a deposição anual de serrapilheira em ecossistemas florestais considerados secos mostra que, existe uma elevada variabilidade temporal e espacial, com diversos fatores influenciando na deposição da biomassa vegetal, tais como o tipo vegetacional, latitude, altitude, temperatura, fotoperíodo, relevo, disponibilidade de luz durante a estação de crescimento, evapotranspiração, deciduidade, estágio sucessional, herbivoria, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes no solo (PORTES et al., 1996), mas principalmente a precipitação pluviométrica e o vento (DINIZ; PAGANO, 1997).

As maiores deposições ocorreram em abril/2011 nos estágios sucessionais primário e secundário (327,23 e 387,86 kg ha^{-1}, respectivamente), não diferindo estatisticamente da deposição total de maio/2012 para o estágio secundário. Já no estágio tardio, em maio/2012 foi observada a maior produção (395,48 kg ha^{-1}).

Observa-se que a precipitação anual de 2011 foi acima da média para região, o que refletiu no padrão de deposição da serrapilheira nesse ano com produções elevadas no final do período chuvoso e início do período seco (março a setembro/2011), foi nesse período que ocorreram os picos de deposição das estruturas reprodutivas e galhos nas áreas, quando houve redução drástica da precipitação as plantas perderam grande parte de sua biomassa de folhas.

Ao decorrer do período seco as deposições nas áreas foram reduzidas até maio/2012, quando as produções das estruturas reprodutivas e galhos elevaram-se e, principalmente, pela contribuição da fração folhas, sendo que a maior contribuição foi devido à intensa queda de folhas do marmeleiro, entretanto, essa fração não foi quantificada isoladamente por espécie. O padrão de deposição da serrapilheira está intimamente ligado aos ciclos fenológicos das espécies que compõe o ambiente estudado, assim a elevada produção de folhas do marmeleiro pode indicar que o pico de deciduidade foliar ocorre nesse período, porém estudos mais precisos devem ser realizados.

Ao analisar a relação entre a produção da fração folhas durante o período experimental em função da precipitação, percebe-se que a mesma se distribuiu sazonalmente independente da área com comportamento semelhante ao da serrapilheira total (Figura 3).

Verificou-se que na deposição das folhas em 2010 houve elevada produção em setembro nas áreas experimentais, seguido por uma queda acentuada nos meses seguintes. Com a ocorrência das chuvas, a partir de fevereiro/2011 houve um aumento gradativo na deposição nas áreas.

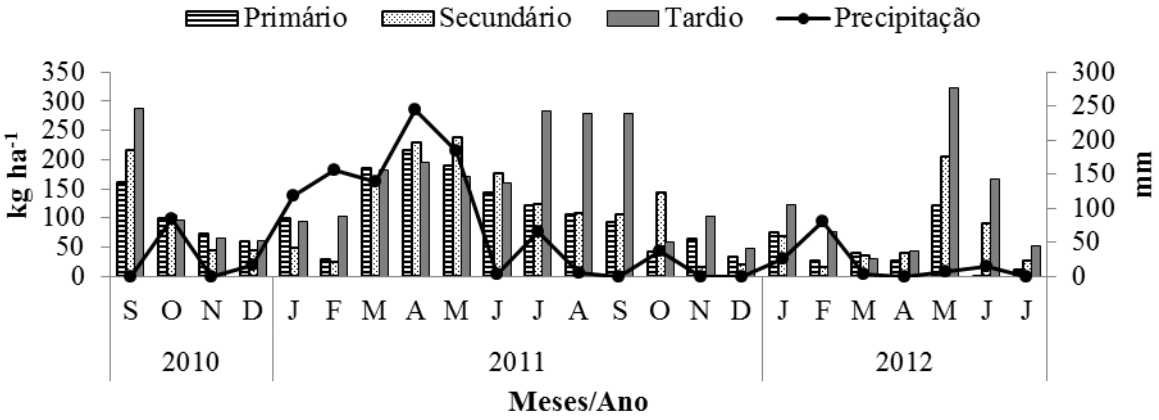


Figura 3 - Deposição mensal da fração folhas e precipitação pluvial.
Figure 3 – Monthly deposition of fraction leaves and precipitation.

Durante os altos índices pluviométricos registrados em 2011 (janeiro a maio), a deposição da fração folhas manteve-se elevada, ocasionando os picos de produção em abril/2011 (215,95 kg ha^{-1}) para o estágio primário com intensa deposição nas outras áreas, não havendo diferença significativa ($p<0,05$) entre as mesmas. Já no estágio secundário, o pico de deposição das folhas foi 238,11 kg ha^{-1} (maio/2011) e 323,18 kg ha^{-1} (maio/2012) no estágio tardio.

A partir de junho/2011, houve a diminuição das precipitações que se estendeu pelo ano seguinte. Essa condição de forte déficit hídrico leva as espécies da Caatinga a utilizarem suas adaptações morfológicas e/ou fisiológicas para a sobrevivência nessas condições de seca, como a caducifolia, depositando então grandes quantidades de folhas para reduzir a transpiração (SILVA et al., 2004). Esse fato foi observado até setembro/2011 nos estágios primário e tardio e, até outubro/2011 no secundário.

Em maio/2012, verificou-se uma elevação da deposição das folhas nas áreas experimentais. Esse aumento também pode ser justificado pela caducifolia de algumas das espécies da área quatro meses após as últimas chuvas registradas. Segundo Santana (2005), estudando Caatinga arbóreo-arbustiva na Estação Ecológica do Seridó, em Serra Negra do Norte - RN, a diminuição acentuada da precipitação parece ser o fator abiótico que estimula o processo de senescência, reduzindo assim a superfície foliar dos indivíduos da população e, consequentemente, reduzindo a perda de água do sistema.

A fração galhos e cascas apresentou distribuição descontínua durante o período de estudo nas áreas experimentais, com pico de deposição em abril/2011 nos estágios primário e secundário (77,32 kg ha^{-1} e 134,55 kg ha^{-1}, respectivamente) e, em maio/2011 no estágio tardio (76,14 kg ha^{-1}), condizendo com o final do período chuvoso (Figura 4).

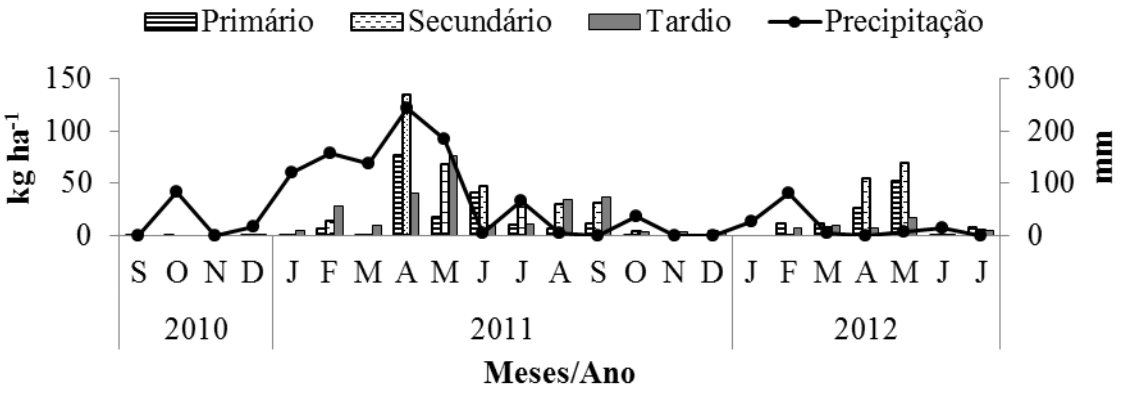


Figura 4 - Deposição mensal da fração galhos e cascas em função da precipitação.
Figure 4 – Monthly deposition of fraction twigs and precipitation.

Constatou-se redução da deposição dessa fração à medida que ocorreu a redução das precipitações, chegando a não ser depositada em janeiro/2012 nas áreas. Logo após as primeiras chuvas (fevereiro/2012), ocorre uma deposição que aumenta gradativamente até maio/2012, o que pode estar relacionado ao efeito mecânico da chuva e do vento no processo de deciduidade dos galhos ressecados durante o período seco anterior. Souto (2006) confirma esse comportamento relacionando as condições adversas como vento forte e chuva determinantes para o aumento da deposição dessa fração.

Observa-se que na maior parte dos meses estudados não ocorre diferença estatística entre as deposições da fração galhos entre as áreas experimentais, excetuando o período do final e início do período seco entre fevereiro e setembro/2011 e, nos meses de abril e maio/2012.

A fração galhos e cascas não possui um padrão fenológico definido capaz de ser relacionado com fatores bióticos e abióticos que possa caracterizar a vegetação (LEITÃO-FILHO et al.,1993), sendo o parâmetro mais variável com valores de massa elevados tanto no período seco quanto no período chuvoso pela ação das massas de ar e da chuva.

A deposição da fração estruturas reprodutivas apresentou pico de produção variável entre as áreas, sendo no meio do período chuvoso em março/2011 (109,41 kg ha^{-1}) no estágio primário e, maio/2012 (60,35 kg ha^{-1}) no estágio secundário (Figura 5).

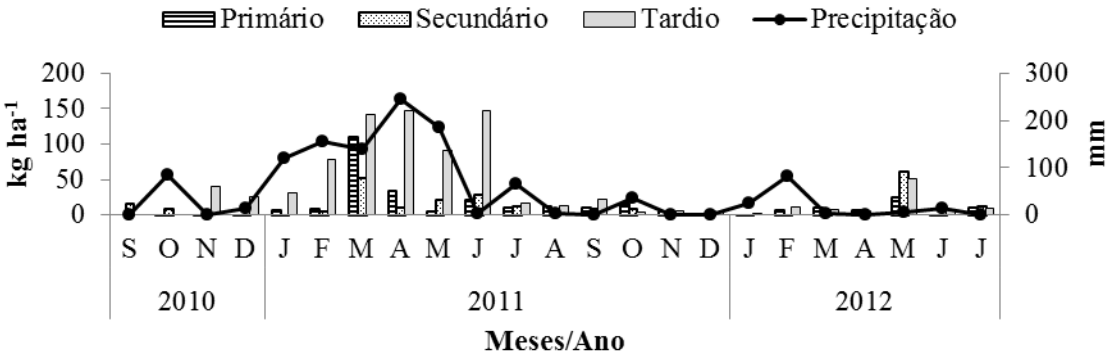


Figura 5 - Deposição mensal da fração estruturas reprodutivas e precipitação.
Figure 5 – Monthly deposition of fraction reproductive structures and precipitation.

Já no estágio tardio, a maior deposição dessa fração ocorreu no final do período chuvoso em junho/2011 (147,59 kg ha^{-1}), não diferindo estatisticamente de abril/2011 (147,24 kg ha^{-1}).

Essa maior deposição no período chuvoso pode ser explicada pelo maior número de espécies em processo de floração e frutificação como marmeleiro, pereiro e catingueira beneficiadas pelas condições climáticas. Resultados similares foram obtidos por Souto (2006) e Santana e Souto (2011), os quais afirmam que praticamente a totalidade do ciclo de floração e frutificação das espécies na Caatinga ocorre após do início do período chuvoso.

Para um melhor entendimento da distribuição dessa fração, o monitoramento dos ciclos fenológicos das espécies juntamente com a precipitação pluviométrica devem ser realizados, possibilitando a compreensão dos padrões obtidos, assim como perceber a influência isolada de cada espécie na deposição das diferentes áreas.

Nos meses estudados de 2012, observa-se a ocorrência de chuvas bem abaixo da média, sendo caracterizado um período de seca estendida, o que refletiu em menor deposição da biomassa vegetal nas áreas. Para a fração estruturas reprodutivas, o padrão de deposição nesse período foi diferente do observado em 2011 e por outros autores em estudos semelhantes na Caatinga (SOUTO, 2006; ANDRADE et al., 2008; SANTANA; SOUTO, 2011), com produção significativa em maio/2012 (pico do período seco).

As menores deposições dessa fração ocorreram nos meses mais secos não havendo diferenças estatísticas entre as áreas e entre os meses. Assim, a maior parte da floração, frutificação e deciduidade dessas estruturas na Caatinga estudada ocorrem no meio ao final do período chuvoso. Por outro lado, foram constatados picos de produção durante o período seco, o que pode estar relacionado ao fato que durante a triagem do material das áreas, houve predomino de flores e frutos da espécie jurema preta, assim essa produção elevada provavelmente ocorreu devido ao ciclo fenológico dessa espécie, porém estudos mais específicos devem

ser realizados. Lopes et al. (2009) também constatou picos de deposição dessas estruturas em épocas seca, atribuindo as espécies que florescem/frutificam nessa época, como a jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), ameixa (*Ximenis americana*) e mofumbo (*Combretum leprosum*).

A fração miscelânea apresentou a menor participação na deposição nas áreas experimentais, atingindo maior produção em setembro/2010 (3,84 kg ha^{-1}) no estágio primário, abril/2011 (14,68 kg ha^{-1}) no secundário e em novembro/2010 (20,49 kg ha^{-1}) no tardio (Figura 6).

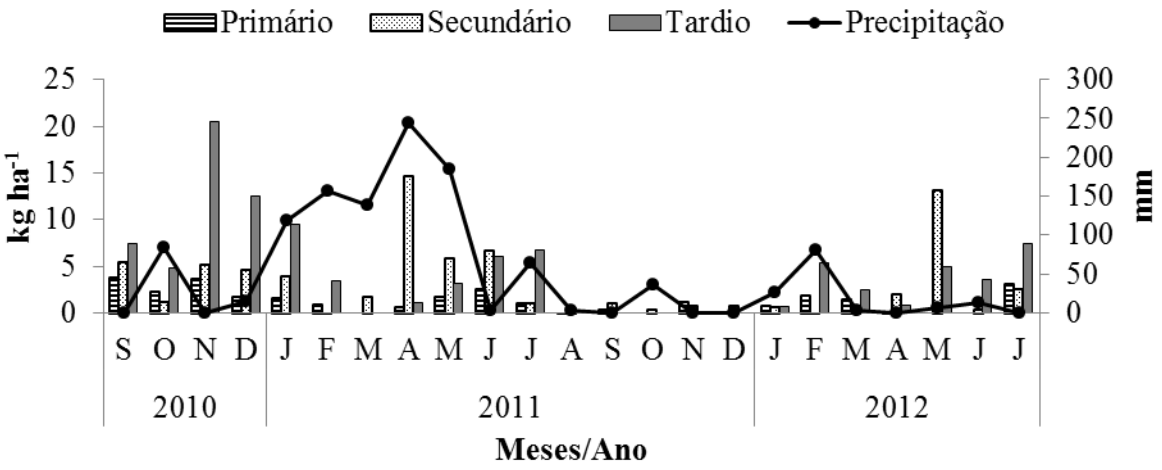


Figura 6 - Deposição mensal da fração miscelânea e precipitação.
Figure 6 – Monthly deposition of fraction miscellaneous and precipitation.

A produção dessa fração se mostrou variável entre os meses nas áreas de estudo. A maior deposição ocorreu no período de maior quantidade de precipitações (setembro/2010 a julho/2011) em comparação ao período de seca estendida (agosto/2011 a julho/2012), quando essa produção foi reduzida a menos que a metade da ocorrida no primeiro período citado em todas as áreas. Souto (2006) explica que a maior oferta de alimento para os insetos e pássaros ocorre na época chuvosa, o que pode contribuir para uma maior deposição de fezes e partes de insetos mortos, principais componentes dessa fração.

Apesar de ser a fração menos abundante, 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 (PROCTOR, 1987).

Verifica-se que não houve diferença estatística entre os valores mensais de deposição da fração miscelânea no estágio primário. Durante o período de seca estendida (agosto/2011 a julho/2012), apenas foi constatada diferença estatística entre as áreas nos meses de maio e julho/2012.

As correlações entre as deposições de serrapilheira e as variáveis precipitação e umidade do solo mostraram-se de fracas a moderadas ($r \leq 0{,}500$) e não significativas, podendo-se destacar apenas a influência positiva e significativa da umidade do solo na deposição das estruturas reprodutivas nos estágios primário e tardio, e ainda neste último mesmo com a fração galhos (Tabela 2).

Resultado semelhante foi observado por Oliveira e Lacerda (1993) que correlacionaram a deposição da fração folhas com precipitação e água presente no solo, não encontraram coeficientes significativos. Esses autores relacionaram esses resultados a considerável irregularidade anual de precipitação e os picos de alta intensidade de chuvas, na Floresta da Tijuca, impossibilitaram o estabelecimento de uma relação efetiva de causa e efeito entre estas variáveis.

Tabela 2 - Correlação de Spearman para as frações da serrapilheira e as variáveis precipitação e umidade do solo.
Table 2 - Spearman coefficient of correlation for fractions of litter and the variable precipitation and soil humidity.

Estágio sucessional	Fração da serrapilheira	Precipitação (mm)	Umidade do solo (%)
Primário	Folhas	0,27$^{ns[1]}$	0,04^{ns}
	Galhos + cascas	0,15^{ns}	0,18^{ns}
	Estruturas reprodutivas	0,30^{ns}	0,45*
	Miscelânea	-0,11^{ns}	-0,13^{ns}
	Serrapilheira total	0,31^{ns}	-0,03^{ns}
Secundário	Folhas	0,33^{ns}	0,14^{ns}
	Galhos + cascas	0,00^{ns}	0,23^{ns}
	Estruturas reprodutivas	0,39^{ns}	0,24^{ns}
	Miscelânea	-0,03^{ns}	-0,24^{ns}
	Serrapilheira total	0,27^{ns}	-0,09^{ns}
Tardio	Folhas	0,21^{ns}	-0,02^{ns}
	Galhos + cascas	0,33^{ns}	0,51*
	Estruturas reprodutivas	0,43^{ns}	0,49*
	Miscelânea	0,00^{ns}	-0,18^{ns}
	Serrapilheira total	0,35^{ns}	-0,13^{ns}

[1]* = correlação significativa a 5% de probabilidade; ns = correlação não significativa.

De modo geral, as correlações entre a precipitação e as frações folhas, galhos e cascas, estruturas reprodutivas e a serrapilheira total apresentaram-se positivas, já para a fração miscelânea verificou-se relação negativa. Correlações baixas e negativas também foram constatadas entre a variável umidade do solo e a fração miscelânea e serrapilheira total em todas as áreas.

Santos et al. (2011) encontrou correlação positiva e significativa entre precipitação e a deposição da fração miscelânea em área de Caatinga pernambucana; já para as frações folhas, gravetos e sementes essa variável não manteve correlação significativa.

Diversos autores observaram uma baixa correlação entre a deposição de serrapilheira, em diferentes formações florestais, e as variáveis meteorológicas (PAGANO, 1989; CESAR, 1993; OLIVEIRA; LACERDA, 1993; PEZZATTO; WISNIEWSKI, 2006). Alguns parâmetros fundamentais à manutenção da comunidade vegetacional não dependem das variações climáticas, uma vez que são consequências do processo evolutivo dos ecossistemas, da composição florística, do comportamento fenológico e do estágio sucessional (PINTO; NUNES, 2003; PEZZATTO; WISNIEWSKI, 2006).

O valor médio de serrapilheira acumulada diferiu estatisticamente entre os estágios sucessionais. Os valores seguiram a ordem decrescente: degradada > tardio > secundário > primário (Tabela 3).

Tabela 3 - Acúmulo médio de serrapilheira (kg ha-1).
Table 3 – Average accumulation of litter (kg ha $^{-1}$).

	Estágios sucessionais			
	Degradada	Primário	Secundário	Tardio
Média	5.162,79 a[1]	3.656,83 b	3.709,20 b	3.881,04 b

[1]Valores seguidos da mesma letra minúscula na linha não diferem pelo Teste de Fisher (LSD) a 5%.

Esse maior acúmulo na área degradada deve-se a predominância do capim panasco (*Aristida setifolia*), material de difícil decomposição pela elevada quantidade de celulose, lignina e outros compostos menos degradáveis, o que impede a maior velocidade de degradação pela fauna edáfica levando ao seu maior acúmulo na área. A qualidade da serrapilheira está intimamente ligada ao teor nutricional, e a relação C/N. Materiais com baixos teores nutricionais e com relação C/N maiores que 25 e que apresentam altos teores de lignina e polifenóis, sofrem decomposição mais lenta (COBO et al., 2002)

Valente et al. (2005), trabalhando em três formações florestais com diferentes composições de espécies, afirmaram que a diversidade de espécies favoreceu a deposição de serrapilheira de qualidade superior à obtida em áreas de menor diversidade, ocasionando baixa atratividade da fauna pelo material precipitado e consequentemente um maior acúmulo.

O coeficiente de decomposição (K) é uma estimava da proporção de decomposição da camada de serrapilheira acumulada sobre o solo em um ano. Os coeficientes de deposição (K) obtidos a partir da serrapilheira produzida e a média acumulada para os estágios primário, secundário e tardio são visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Coeficiente de decomposição (K), tempo médio de renovação estimado (1/K) e tempos necessários para que ocorra decomposição de 50% (t50%) e 95% (t95%) da serrapilheira.
Table 4 - Decomposition coefficient (K), average time of renovation (1/K) and necessary time for 50% ($t_{50\%}$) and at 95% ($t_{95\%}$) litter decomposition.

	Estágios sucessionais		
	Primário	Secundário	Tardio
K	0,720	0,848	1,170
1/K (anos)	1,390(507 dias)	1,179 (430 dias)	0,854 (311 dias)
$t_{50\%}$ (anos)	0,963 (351 dias)	0,817 (298 dias)	0,592 (216 dias)
$t_{95\%}$ (anos)	4,169 (1521 dias)	3,538 (1291 dias)	2,563 (935 dias)

Os valores de K encontrados nos estágios primário e secundário mostram que sobre o solo se mantém uma quantidade de serrapilheira superior à quantidade que é produzida anualmente pela vegetação, indicando, portanto, que o aproveitamento da serrapilheira é relativamente lento, quando comparado ao estágio tardio.

Por outro lado, esses valores de K para a Caatinga se colocam superiores ao obtido por Santana (2005), no Rio Grande do Norte, com valor de K igual a 0,33, assim como por Lopes et al. (2009) na Caatinga cearense com K = 0,71, enquanto que Souto (2006), na Paraíba, encontrou valor superior de K igual a 1,25.

Ressalta-se que os estudos citados anteriormente foram realizados em áreas preservadas de Caatinga, contrapondo a marcante intervenção antrópica observada no presente estudo, o que reflete na variação do valor de K entre as áreas, indicando que o estágio com menor intervenção a dinâmica de aproveitamento da serrapilheira é ligeiramente superior.

Existe muita variação nos valores do coeficiente de decomposição entre as diferentes formações florestais. Anderson e Swift (1983) compararam o valor de K em diferentes formações florestais e regiões, e, em função das altas taxas de temperatura e precipitação, as taxas de decomposição nos trópicos foram as maiores.

Golley et al. (1978) constataram que em florestas tropicais, os valores de K são, geralmente, maiores do que 1, já Andrade (1997) cita que em geral, nas florestas temperadas, os valores de K são inferiores a 1. Nesse último caso, o tempo de renovação do material que compõe a serrapilheira é mais longo. Entretanto, Santana (2005) observa que há considerável variabilidade entre os valores, oscilando entre 1,1 a 3,3 ano^{-1} em florestas tropicais e 0,4 a 1,4 ano^{-1} em florestas temperadas.

Constatou-se que o tempo médio de renovação (1/K) foi inferior a 1 (um) ano no estágio tardio, sendo este intermediário aos encontrados por Souto (2006) para os períodos 1 e 2 no mesmo bioma (0,91 e 0,70 anos, respectivamente) e inferior ao verificado por Santana (2005) igual a 3,03 anos. O valor encontrado para os estágio primário está próximo ao obtido por Lopes et al. (2009) igual a 1,41 anos e, no superior ao verificado no estágio secundário (Tabela 4).

Já para o tempo necessário para a decomposição de 50% e 95% da serrapilheira nas áreas estudadas, verificou-se 351 e 1521 dias no estágio primário, 298 e 1291 dias no secundário e, 216 e 935 dias no tardio,

respectivamente. Esses valores indicam que a decomposição é mais rápida nos estágios mais avançados, consequentemente, um rápido reaproveitamento de nutrientes pela vegetação. Nos estudos no mesmo bioma, observa-se menor velocidade na decomposição como o obtido por Lopes et al. (2009) que os tempos necessários para decomposição de 50% e 95% foram, respectivamente, de 358 dias e 1.544 dias. Todavia, Souto (2006) verificou valores próximos aos obtidos no estágio tardio com 229,9 dias para decomposição de 50% e 996,4 dias de 95%.

Souto (2006) afirma que os resultados encontrados indicam velocidade mais lenta de decomposição da serrapilheira na Caatinga. Ainda, justifica que estão relacionados às condições climáticas bastante variáveis e extremas, além do grande número de espécies decíduas, com queda de material orgânico coreáceo, e de diversas composições. Todos esses fatores interagindo simultaneamente acabam limitando a atividade dos organismos decompositores, propiciando decomposição mais lenta, quando comparados com outros ecossistemas mais úmidos, consequentemente, a serrapilheira seca e mais lignificada, não é decomposta, servindo como manta protetora para o solo contra os fortes raios solares, já que sua vegetação na época seca fica quase que totalmente desfolhada e com isso, a sua ciclagem é mais lenta. Além disso, a biomassa vegetal precipitada no solo protege o solo do impacto das gotas, por ocasião das primeiras chuvas.

CONCLUSÕES

A deposição da serrapilheira apresentou características sazonais independente do estágio sucessional da vegetação, apesar disso a correlação não foi significativa.

A maior contribuição no material depositado correspondeu à fração folhas em todos os estágios sucessionais avaliados.

Ocorreu maior produção de serrapilheira nos estágios mais avançados.

Houve maior acúmulo de serrapilheira na área degradada, onde há predominância do capim panasco, material de difícil decomposição pela biota do solo, proporcionando maior proteção ao mesmo.

O estágio sucessional tardio apresentou decomposição da serrapilheira mais rápida, o que evidência um melhor aproveitamento da serrapilheira no processo de ciclagem de nutrientes e na incorporação de matéria orgânica ao solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. R. et al. 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.

ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga.** Mossoró, v.22, n.3, p.126-135, 2009.

ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods.** Wallingford, CAB International, 1989. 171p.

ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Decomposition in terrestrial ecosystems.**Tropical Rainforest: Ecology and Management, Special Publication II, Blackwell Scientific Publications, Oxford**, p. 287-309, 1983.

ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 121f. Tese (Doutorado Agronomia-Ciência do solo) – Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

ANDRADE, R.L. et al.. 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.

AYRES, M. et al. Bioestat 5.0. Sociedade Civil Mamirauá. **Bioestat 5.0. Sociedade Civil Mamirauá**, 2007.

CALVI, G.P.; PEREIRA, M.G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Produção de serrapilheira e aporte de nutrientes em

áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 2, p. 131-138, 2009.

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

COBO, J.G.; BARRIOS, E.; KASS, D.C.L. & THOMAS, R.J. Nitrogen mineralization and crop uptake from surface applied leaves of green manure on a tropical volcanic-ash soil. **Biol. Fert. Soil**, 36:87-92, 2002.

COSTA, T.C.C. et al. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.13, p.961-974, 2009.

COSTA, C. C. A. et al. Produção de serrapilheira na Caatinga da floresta nacional do Acu-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 246-248, 2007.

CUNHA-SANTINO, M.B. da; BIACHINI JUNIOR, I. Estequiometria da decomposição aeróbia de galhos, cascas, serrapilheira e folhas. In. PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM CIENCIAS DE ENGENHARIA AMBIENTAL**. Recursos hidroenergéticos usos, impactos e planejamento integrado**. São Carlos, RIMA, 2002. 346p.

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

GARIGLIO, M.A. et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Serviço Florestal Brasileiro-SFB, 2010.

GOLLEY, F. B.; MCGUINNESS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G. I.; DEUVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo, EPU-EdUSP, 1978. 256p

IBGE. Mapa de clima do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 1 mapa. Escala 1:5.000.000. Disponível em:<http://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais>. Acesso em: 21 de janeiro de 2013.

LEITÃO-FILHO, H.F., PAGANO, S.N., CESAR, O., TIMONI, J.L. & RUEDA, J.J. 1993. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP).** EDUNESP/ EDUNICAMP, São Paulo.

LONGHI, R.V. et al. Produção de serrapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma Floresta Ombrófila Mista, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 699-710, 2011.

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009.

NASCIMENTO, A. F. J. et al. Quantificação de serrapilheira em diferentes áreas sob fragmentos do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6Supl1, p. 3271-3284, 2013.

OLIVEIRA, R. R.; LACERDA, L. D. Produção e composição química da serrapilheira na floresta da Tijuca (RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 16, n. 1, p. 93-99, 1993.

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 folhedo em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, n. 3, p. 633-639, 1989.

PEZZATTO, A. W.; WISNIEWSKI, C. Produção de serrapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná. **Floresta**, v. 36, n. 1, 2006.

PIMENTA, J.A. et al. Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 53-57, 2011.

PINTO, M. T. C., NUNES, F. P. Produção de serrapilheira em mata nativa e reflorestamento ciliares do rio São Francisco, MG. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2003, Fortaleza. [**Anais...**]. [S.l. : s.n.], 2003. p. 560-562.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Produção de serrapilheira 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.

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

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

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

SANTANA, J. A. S.; VILAR, F. C. R.; SOUTO, P. C.; ANDRADE, L. A. Acúmulo de serrapilheira em plantios puros e em fragmento de mata atlântica na floresta nacional de Nísia Floresta, RN. **Revista Caatinga,** v.22, n3, p. 59-66, 2009.

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

SANTOS, P.S. et al. Diferenças sazonais no aporte de serrapilheira em uma área de Caatinga em Pernambuco**.** **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 94-101, out.-dez., 2011.

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

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

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição de serrapilheira 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.

VALENTE, F.D.V. et al. Produção e decomposição de serrapilheira em medidas biológicas de reabilitação de áreas de empréstimo na Mata Atlântica. **Revista Universidade Rural**, v.6, p.28-32, 2005.

CAPÍTULO II

DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA NA CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS

Artigo submetido à Revista Ciência Florestal

DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA NA CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

LITTER DECOMPOSITION IN CAATINGA AT DIFFERENT SUCESSIONAL STAGES

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar a dinâmica da decomposição da serrapilheira na Caatinga em diferentes estágios sucessionais em Várzea, Paraíba. Foram realizadas coletas mensais durante vinte meses em quatro áreas: degradada, estágio sucessional primário, secundário e tardio. Para avaliação da decomposição, 40g serrapilheira, foram colocadas em sacolas de náilon (*litterbags*) malha 1,0 mm², dimensões 20,0 x 20,0 cm, sendo distribuídas na superfície do solo e retiradas mensalmente, limpas, secas e pesadas. Estimou-se conteúdo de água no solo e a taxa de decomposição do material em cada área. Foram decompostos 47,89% da serrapilheira na área degradada, 50,23% no estágio primário, 50,88% no secundário e, 51,64% no tardio. A constante de decomposição (k) estimada foi maior no estágio tardio. Ocorreu maior decomposição da serrapilheira no estágio tardio, em relação aos outros estágios menos avançados de sucessão. O tempo necessário para decompor 50% da serrapilheira da Caatinga nos estágios mais avançados de sucessão foi menor indicando maior velocidade da liberação e o reaproveitamento de nutrientes por parte da vegetação.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes; florestas secas; método dos *litterbags.*

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the dynamic of decomposition of litter in Caatinga vegetation at different sucessional stages in Várzea, Paraiba state, Brazil. Sampling was done monthly for twenty months in four areas: degraded, successional primary stage, secondary stage and late stage. To evaluate the decomposition, 40 g of litter were placed in nylon bags (litterbags) mesh 1.0 mm², dimensions 20.0 x 20.0 cm, being distributed on the soil surface and removed monthly, cleaned, dried and weighed. The content of water in the soil and the rate of decomposition of the material were evaluated in each area. The litter decomposition were 47.89% in degraded area, 50.23% in primary stage, 50.88% in secondary stage and 51.64% in late stage. The late stage showed the highest decomposition constant (k). Occurred faster decomposition of litter in late stage, in relation the other stages. The time required to decompose 50% of litter in Caatinga in the later stages of succession was lower indicating greater speed of release and reuse of nutrients by the vegetation.

Keywords: nutrient cycling; dry forests; litterbags.

INTRODUÇÃO

A decomposição dos resíduos orgânicos que formam a serrapilheira é o principal processo de ciclagem de nutrientes em um ecossistema florestal. Estes resíduos, ao serem depositados, sofrem inicialmente decomposição parcial pela macro e mesofauna e, posteriormente, ação decompositora dos microrganismos (MONTAGNINI; JORDAN, 2002).

As condições físicas e químicas do ambiente, junto à atividade heterotrófica dos decompositores e a qualidade e a quantidade dos recursos vegetais condicionarão a velocidade do processo de decomposição (CUNHA-SANTINO; BIANCHINI JUNIOR, 2002). As variáveis climáticas, em especial a precipitação, exercem importante intervenção na decomposição da serrapilheira sendo fator determinante na quantidade e na qualidade do material que cai no solo (CORREIA; ANDRADE, 1999).

A qualidade da serrapilheira é fator determinante da decomposição dos resíduos adicionados e também dependente do tipo de vegetação encontrada em cada ecossistema. Desta forma a organização do sistema florestal, homogêneo ou heterogêneo, idade e sucessão conferirá a serrapilheira uma diversidade de resíduos que levará uma maior diversidade de nichos para a fauna de decompositores a

ela associados (WARDLE et al., 1995). Pode-se, então, concluir as condições ambientais determinam a taxa de decomposição do material depositado na superfície do solo nos diferentes ecossistemas.

Na vegetação em estágios menos avançados de sucessão, o material constituinte da serrapilheira mais resistente, com parênquima paliçádico espesso e maior quantidade de tecidos esclerenquimáticos que nos estágios mais avançados (HAAG, 1985; BOEGER; WISNIEWSKI, 2003; PEREIRA et al., 2013), o que dificulta a atividade da biota edáfica decompositora prolongando a decomposição dos resíduos orgânicos formadores da serrapilheira (SELLE, 2007). Assim, a decomposição da serrapilheira deve ser mais rápida nos estágios avançados de sucessão.

Em área de Caatinga percebe-se a falta de conhecimento em relação à dinâmica da serrapilheira, mesmo diante da importância biológica do processo de movimentação de nutrientes entre solo-planta, principalmente quando se leva em consideração as severas condições edafoclimáticas predominantes no bioma, retratando assim carência de conhecimento da sua vegetação e, em consequência, da sua utilização (SANTANA, 2005).

A obtenção de informações sobre a decomposição de serrapilheira e análise do seu conteúdo são importantes ferramentas para a compreensão e conservação da dinâmica dessas áreas, bem como suas inter-relações com o meio. Assim, o estudo da decomposição de serrapilheira em área de Caatinga melhor subsidia as ações conservacionistas e práticas de manejo, associando a preservação do meio ambiente à sustentabilidade (SOUZA, 2009).

O presente estudo teve por objetivo analisar a dinâmica da decomposição da serrapilheira na Caatinga em diferentes estágios sucessionais no município de Várzea, Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em uma área de Caatinga situada na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea, microrregião do Seridó Ocidental, Sertão Paraibano e localizada nas coordenadas 06º 48’ 35” S e 36º 57’ 15” W , com altitude média de 271 m, a área distando cerca de 53 km do município de Patos - PB.

O clima da região de estudo é caracterizado como semiárido do tipo BSh’ (quente e seco) segundo a classificação de Köeppen, e médias pluviométricas anuais entre 400 e 600 mm, com período seco de nove a dez meses e temperaturas médias maiores que 18 °C em todos os meses do ano; médias das máximas em torno dos 33 ºC e das mínimas de 22 ºC (IBGE, 2002).

O estudo foi desenvolvido em quatro áreas experimentais distintas, com dimensões de 20,0 m x 50,0 m. Cada área possuía vegetação de Caatinga em diferentes estágios de sucessão, sendo: área degradada, área em estágio sucessional primário, área em estágio sucessional secundário e, área em estágio sucessional tardio.

Os solos da área de estudo são de origem cristalina, cujos atributos químicos estão apresentados na Tabela 5, sendo rasos, pedregosos e de elevada suscetibilidade à erosão, prevalecendo a associação de NEOSSOLOS LITÓLICOS, LUVISSOLOS e Afloramentos Rochosos.

Tabela 5 - Atributos químicos do solo da área de estudo.
Table 5 – Chemicals atributes of soil.

Área	pH	M.O.	P_{resina}	Al^{+3}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
	$CaCl_2$	g/dm³	mg/dm³	- - - - - - - -mmol/dm³- - - - - - - -								mg/dm³
D	4,9	10	4	1	17	2,3	10	3	15,3	33	47	3
P	5,3	7	3	1	15	3,8	16	5	24,8	39	62	3
S	5,0	8	3	1	18	2,3	14	4	20,3	38	53	3
T	5,4	7	4	1	15	1,6	13	5	19,6	34	57	3

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo/UNESP-Botucatu/SP (2010). D= área degradada; P = estágio sucessional primário; S = estágio sucessional secundário; T = estágio sucessional tardio.

A área onde foi realizada a pesquisa apresenta vegetação de Caatinga arbóreo-arbustiva aberta com diferentes graus de antropismo, com árvores de porte médio a baixo não ultrapassando 7,0 metros

de altura. A vegetação natural dessa área foi eliminada para implantação de culturas agrícolas, principalmente para plantio de algodão, sendo posteriormente utilizadas como áreas de pastejo de caprinos e bovinos, ocorrendo a regeneração de parte da vegetação.

A área degrada é caracterizada em elevado estágio de degradação, apresentando sinais intensos da intervenção antrópica, como a retirada total da vegetação arbórea. Há o predomínio da espécie *Aristida setifolia* (capim panasco). Já o estágio sucessional primário, com cerca de 15 anos de pousio, caracteriza-se por apresentar espécies sucessionais iniciais de crescimento rápido, principalmente, *Croton blanchetianus* Baill (marmeleiro), *Cnidosculus quercifolius* Pohl (faveleira), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (catingueira) e *Mimosa tenuiflora* (jurema preta), que se desenvolvem após o corte raso (geralmente corte de 30 cm acima do solo) da vegetação. Ao abandonar a área, a natureza promove a regeneração natural e começa a formação de uma nova vegetação na área.

O estágio sucessional secundário apresenta cerca de 30 anos de pousio, formação subsequente à formação inicial, decorrente do processo de sucessão que se caracteriza pela transição entre a inicial e a clímax. Evidentemente é o estágio posterior ao estágio inicial onde a vegetação está bem mais formada, com espécies de porte mais elevado e onde já existe possibilidade da retirada de madeira, sobretudo, *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Croton blanchetianus* Baill (marmeleiro), *Cnidosculus quercifolius* Pohl (faveleira), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (catingueira). E, a área em estágio sucessional tardio tem cerca de 50 anos de pousio, formação vegetal no mais avançado grau de desenvolvimento sucessional, constituindo uma comunidade complexa e de alta diversidade florística. Este estágio é o da floresta praticamente formada onde se tem as espécies de uma floresta tradicional com a ocorrência de significativo volume de madeira.

Metodologia

Nas áreas experimentais foram coletadas amostras da manta orgânica existente no solo em diferentes graus de decomposição para a avaliação da decomposição da serrapilheira em agosto/2010.

A serrapilheira de cada área foi seca em estufa a uma temperatura de 65 ºC até peso constante e pesados 40,0 g da serrapilheira que foram colocados em sacolas de náilon (*litterbags*) com dimensões 20,0 cm x 20,0 cm, confeccionadas com tela de náilon de malha de 1,0 mm^2, adaptando a metodologia utilizada por Souto (2006).

Em cada área experimental foram distribuídas 120 sacolas de náilon, totalizando 480 sacolas, sendo estas dispostas na superfície do solo de forma aleatória, seguindo a metodologia adotada por Santana (2005). As sacolas foram distribuídas nas áreas em outubro/2010, sendo a primeira coleta realizada em novembro/2010 e a última em junho 2012.

Mensalmente, foram coletadas seis sacolas de náilon e levadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas; o material remanescente das sacolas foi limpo para retirada de partículas de solo e, em seguida, seco em estufa a 65° até peso constante e pesadas.

A massa residual foi determinada em balança analítica com precisão de 0,01 grama, estimando-se a velocidade da decomposição da serrapilheira contida nas sacolas em relação à massa inicial (40 g). O percentual de material remanescente foi calculado através da seguinte equação:

$$\%\text{Remanescente} = \frac{\text{Massa final x 100}}{\text{Massa inicial}}$$

A estimativa da taxa de decomposição (k) foi calculada utilizando-se a equação exponencial de primeira ordem:

$$C = C_0 e^{-kt}$$

em que:

C é a massa final das amostras;

C_0 é a massa inicial (40 g);

t, o tempo decorrido na experimentação;

k, a constante de decomposição;

Para estimar o período de meia vida ou período necessário para que 50% da biomassa seja transformada, utilizou-se a equação (DE COSTA; ATAPATTU, 2001):

$$t_{50\%} = \ln 2/k$$

Dados meteorológicos e conteúdo de água no solo

Durante o período de coleta de dados, obtiveram-se junto a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), dados mensais de pluviosidade média, sendo estas informações utilizadas na avaliação dos processos de deposição de material orgânico e decomposição.

Em todos os pontos de amostragens nas áreas experimentais foram retiradas, aleatoriamente, 10 amostras de solo na camada de 0 - 20,0 cm de profundidade sendo estas acondicionadas em latas de alumínio de peso conhecido, para determinação do conteúdo de água no solo, segundo Tedesco et al. (1995).

Análises estatísticas

Para avaliar a dinâmica do processo de decomposição ao longo do tempo, foram elaboradas curvas de regressão da perda de massa da serrapilheira contida nos *litterbags*, utilizando o *software* estatístico BIOESTAT 5.0 (AYRES, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos vinte meses de estudo, constatou-se que foi decomposto 47,89% da serrapilheira na área degradada, 50,23% no estágio primário, 50,88% no secundário e, 51,64% no tardio. Os coeficientes de determinação (R^2) apresentaram-se acima de 93% em todas as áreas experimentais (Tabela 6).

Tabela 6 – Serrapilheira remanescente final nos litterbags, equação de regressão para estimar a perda de massa, significância (p) e coeficiente de determinação (R^2) nas áreas experimentais.
Table 6 – Final litter remnant (%) in litterbags, regression equations for estimating the biomass lost, significance (p) and coefficient of determination (R^2) in the experimental areas.

Áreas experimentais	Serrapilheira remanescente final	Equação	p	R^2
Degradada	52,11%	$Y = 38,1193 - 1,0317X$	< 0,00001	93,70%
Primário	49,77%	$Y = 42,3638*X^{-0,2396}$	< 0,00001	96,18%
Secundário	49,12%	$Y = 38,0648 - 1,0259X$	< 0,00001	95,06%
Tardio	48,36%	$Y = 37,9609 - 1,0259X$	< 0,00001	95,14%

Os *litterbags*, para estudo da decomposição foram instalados em novembro/2010 correspondente ao período seco da região. O processo de decomposição da serrapilheira nos primeiros dois meses ocorreu com maior intensidade no estágio secundário apresentando perda de massa de 4,37%, enquanto para a área degradada a perda foi de apenas 1,16 % (Figura 7).

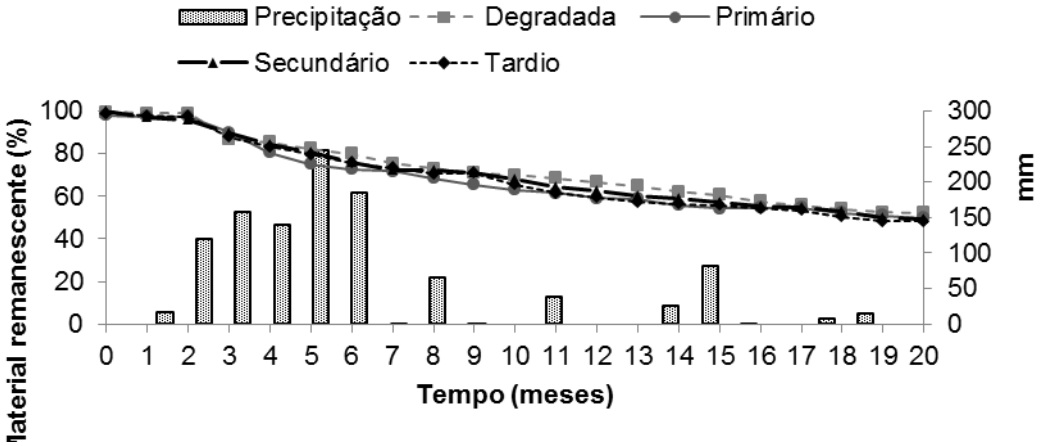


Figura 7 - Serrapilheira remanescente (%) nos litterbags e precipitação (mm) durante o processo de decomposição.
Figure 7 - Litter remnant (%) in litterbags and precipitation (mm) during decomposition process.

Os estágios primário e tardio apresentaram perdas semelhantes nos primeiros dois meses com 2,65 e 2,56% da biomassa total, respectivamente, nesse período choveram apenas 15,40 mm. Aos sete meses, o estágio primário obteve a maior perda de serrapilheira (28,11%), seguido do estágio secundário e tardio (28,05 e 26,72%, respectivamente). Esse aumento na decomposição pode estar relacionado à ocorrência de precipitações significativas a partir do terceiro mês (janeiro/2011 – 119,0 mm), umedecendo a serrapilheira facilitando a digestão deste pela biota do solo, já que a água favorece degradação dos compostos solúveis, embora o conteúdo de água no solo tenha sido abaixo de 1%nas áreas.

No processo de decomposição da biomassa vegetal, podem-se destacar duas fases: na primeira há a perda de compostos solúveis quando a velocidade de decomposição é elevada demasiadamente e, a segunda o ataque dos compostos estruturais que podem permanecer por anos, dependendo da qualidade do material (WAKSMAN, 1952).

Entre o 8º e 10º meses (julho e agosto/2011), houve uma perda menor que 2% do material remanescente em todas as áreas estudadas, analisando a Figura 2, observa-se que esse período corresponde ao final do período chuvoso, quando houve uma redução do conteúdo de água do solo causado pela redução da precipitação.

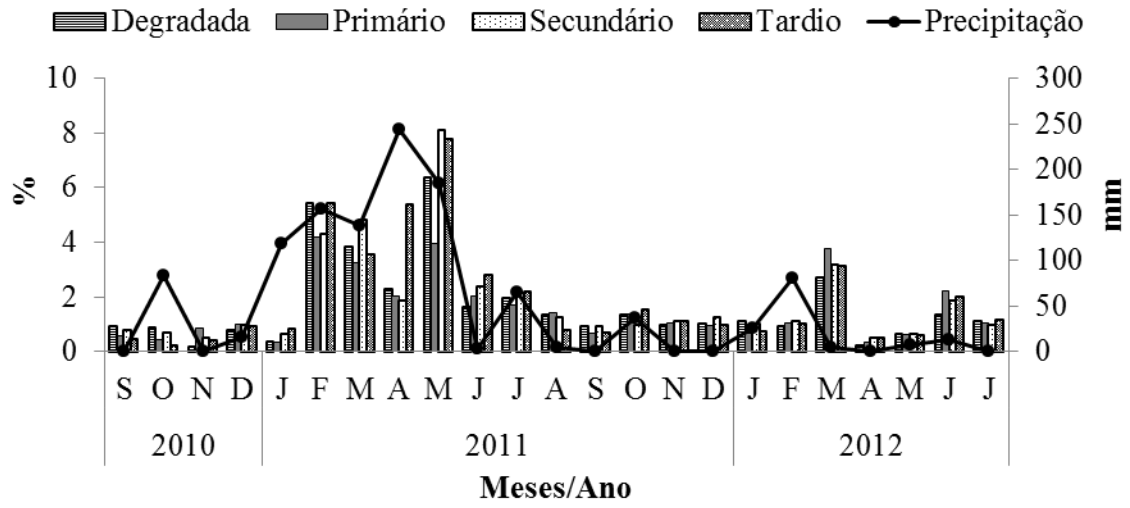


Figura 8 - Conteúdo de água no solo (%) e precipitação pluviométrica (mm) mensal.
Figure 8 – Monthly soil water content (%) and precipitation (mm).

A partir do décimo mês, ocorre uma redução da inclinação da curva de decomposição da serrapilheira contida nos *litterbags*, principalmente no estágio primário, onde houve uma perda de apenas 13,27% da biomassa remanescente nos últimos onze meses de estudo. Portanto, verifica-se que com o passar do tempo, inicialmente ocorre uma rápida perda da maioria dos hidrossolúveis, uma diminuição lenta de compostos hidrossolúveis fenólicos e hemiceluloses e, um aumento relativo do conteúdo de lignina, que torna a taxa de decomposição mais lenta.

A constante de decomposição (k) estimada nas áreas experimentais obedeceu a seguinte ordem decrescente tardio > secundário > primário > degradada, sendo essa referente à velocidade de decomposição (Tabela 7).

Tabela 7 - Constante de decomposição (k) e tempo necessário para decompor 50% da biomassa.
Table 7 – Decomposition constant (k) and necessary time for 50% litter decomposition.

Estágios sucessionais	k (dias $^{-1}$)	$t_{50\%}$ (dias)	$t_{50\%}$ (meses)	$t_{50\%}$ (anos)
Degradada	0,0331	628,2301	20,9410	1,7451
Primário	0,0332	626,3378	20,8779	1,7398
Secundário	0,0338	615,2194	20,5073	1,7089
Tardio	0,0345	602,7367	20,0912	1,6743

Menezes et al. (2010) estudando a decomposição da serrapilheira em diferentes estágios de sucessão em floresta secundária Atlântica obteve valores de k superior no estágio mais avançado.

Os valores de k encontrados mostraram-se superiores aos obtidos por Souto (2006) em 24 meses na Caatinga paraibana da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Tamanduá (k = 0,0194) e, menores quando comparados com os valores obtidos por Santana (2005) trabalhando em área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte, em folhas *Poincianella pyramidalis* (k = 0,1195), *Croton blanchetianus* (k = 0,0596), *Aspidosperma pyrifolium* (k = 0,0649) e mistura de folhas (k = 0,0795).

O tempo de meia-vida ($t_{50\%}$), estimado para o período, foi maior na área degradada e menor no estágio tardio (aproximadamente 628 e 603 dias, respectivamente), valores inferiores aos 1072 dias estimado por Souto (2006) no mesmo bioma em 24 meses de avaliação.

Os resultados encontrados estão acima dos valores estimados por alguns autores em diversas formações florestais, variando de 217 a 462 dias em restinga no Rio de Janeiro – RJ (PAULA et al., 2009; PEREIRA et al., 2013), 161dias em mata mesofítica e 173 dias no cerradão da Estação Ecológica de Pirapitinga – MG (GIÁCOMO et al., 2012) e, 216 e 165 dias na borda e interior, respectivamente, de um fragmento de floresta Atlântica em Pinheiral – RJ (PEREIRA et al., 2013).

De modo geral, os resultados indicam uma maior velocidade de decomposição nos estágios mais avançados, o mesmo foi observado por Menezes et al. (2010) e Machado (2011) em fragmentos de Mata Atlântica, citando que a camada de serrapilheira se decompõe de maneira mais lenta sob florestas em fases mais iniciais de sucessão que sob florestas em fases avançadas. Assim, em áreas de floresta secundária, a velocidade de decomposição da camada de serrapilheira tende ser superior com a evolução da sucessão florestal.

CONCLUSÕES

Ocorreu maior decomposição da serrapilheira no estágio tardio, em relação aos estágios menos avançados de sucessão.

O tempo necessário para decompor 50% da serrapilheira da Caatinga nos estágios mais avançados de sucessão foi menor indicando maior velocidade da liberação e o reaproveitamento de nutrientes por parte da vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, M. et al. Bioestat 5.0. Sociedade Civil Mamirauá. **Bioestat 5.0. Sociedade Civil Mamirauá**,

2007.

BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 61-72, 2003.

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

CUNHA-SANTINO, M.B. da; BIACHINI JUNIOR, I. Estequiometria da decomposição aeróbia de galhos, cascas, serrapilheira e folhas. In. PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM CIENCIAS DE ENGENHARIA AMBIENTAL**. Recursos hidroenergéticos usos, impactos e planejamento integrado**. São Carlos, RIMA, 2002. 346p.

DE COSTA, W.A.J.M.; ATAPATTU, A.M.L.K. Decomposition and nutrient loss from prunings of different contour hedgerow species in tea plantations in the sloping highlands of Sri Lanka. **Agroforestry Systems**, v.51, n.3, p.201–211, 2001.

GIÁCOMO, R.G.; PEREIRA, M.G.; MACHADO, D.L. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de cerradão e mata mesofítica na Estação Ecológica de Pirapitinga–MG. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, 2012.

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

IBGE. Mapa de clima do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 1 mapa. Escala 1:5.000.000. Disponível em:<http://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais>. Acesso em: 21 de janeiro de 2013.

MACHADO, D.L. **Atributos indicadores da dinâmica sucessional em fragmento de Mata Atlântica na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral, Rio de Janeiro**. 2011. 103p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

MENEZES, C.E.G. et al. Aporte e decomposição da serrapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal,** v. 20, n. 3, 2010.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C.F. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M.R.; KATTAN, G.H. (Eds.). **Ecologia y conservación de bosques neotropicais**. Cartago: Ediciones LUR, 2002, p.167-191.

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

PEREIRA, G.H.A. et al. Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, 2013.

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

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal,** v.2, n.4, p.29-39, 2007.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição de serrapilheira 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.

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

WAKSMAN, S.A. et al. Soil microbiology. **Soil microbiology.**, 1952.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W.; WATSON, R. N. et al. The detritus food-web and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. **Plant and Soil**, v.170, n.1, p.35-43. 1995.

CAPÍTULO III

REPARTIÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA POR ESPÉCIES DA CAATINGA

Artigo submetido à Revista Árvore

REPARTIÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA POR ESPÉCIES DA CAATINGA

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo estimar a redistribuição da precipitação pluviométrica em um fragmento de vegetação Caatinga com cerca de 50 anos em sistema de pousio em estágio tardio de regeneração. Para quantificar a precipitação interna, foram instalados interceptômetros em seis indivíduos das espécies *Croton blanchetianus, Mimosa tenuiflora, Cnidoscolus quercifolius, Aspidosperma pyrifolium e Poincianella pyramidalis*, totalizando 30 interceptômetros. Para o escoamento pelo tronco, utilizou-se sistema coletor fixado ao redor dos caules dos seis indivíduos de cada uma das cinco espécies selecionadas, constituído por calhas coletoras em espiral. Além disso, um pluviômetro foi instalado em local aberto para quantificar a precipitação em aberto, que no período estudado foi igual a 1.173,56 mm. A espécie faveleira obteve a maior média de precipitação interna, provavelmente isto pode estar relacionado às peculiaridades da espécie em relação à arquitetura e forma de copa. O escoamento pelo tronco constitui menores participações no total precipitado nas espécies pereiro e faveleira, representando 15,25% a 12,48% da precipitação total respectivamente. Os valores obtidos para as perdas por interceptação foram superiores a 60% em todas as espécies.

Palavras-chave: Hidrologia florestal; Precipitação interna; Escoamento pelo tronco.

DISTRIBUTION OF RAINFALL BY CAATINGA SPECIES

ABSTRACT – This study aimed to estimate the redistribution of rainfall in a fragment of Caatinga vegetation with 50 years in late stage of regeneration. To quantify throughfall, rain gauges were installed in six individuals of the species *Croton blanchetianus, Mimosa tenuiflora, Cnidoscolus quercifolius, Aspidosperma pyrifolium* and *Poincianella pyramidalis*, totaling 30 raingauges. For stemflow was used collector system fixed around the stem of the six individuals in each of the five selected species comprising of rain gutter of plastic spiral. In addition, a raingauge was installed in an open location to quantify precipitation in the open area, which during the study period was equal to 1173.56 mm. The “faveleira” specie had the highest average throughfall, this can probably be related to the peculiarities of the species in relation to canopy architecture and size. The stemflow had lower participation in the total precipitation in “pereiro” and “faveleira” species, representing 15.25% and 12.48%

respectively. The values obtained for the interception losses were greater than 60% in all species.

Keywords: Forest hidrology; Throughfall; Stemflow.

1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial participa na ciclagem de nutrientes, após entrar em contato com dossel da floresta, visto que a água da chuva tem seus atributos físico-químicos modificados pela lixiviação de metabólitos dos tecidos das folhas, troncos e ramos e também pela lavagem de partículas derivadas da deposição seca, que se acumulam posteriormente ao período de estiagem, sendo que as espécies folhosas sofrem maior lixiviação do que as coníferas (OKI, 2002).

A chuva compõe, portanto, um significante compartimento na dinâmica interna de nutrientes em um ecossistema florestal (PARKER, 1983), disponibilizando os nutrientes que estão dissolvidos para serem reabsorvidos pelas raízes.

Durante o ciclo da água, parte do volume das precipitações que entra nos ecossistemas é retida pelas folhas das copas, evaporando-se em razão da temperatura, radiação solar e do vento. Outra parte atinge o solo florestal, após a lavagem das copas e troncos, podendo sofrer percolação ou ser escoada superficialmente (DELITTI, 1995).

A água percolada, quando ultrapassa a capacidade de retenção do solo, desloca-se para o lençol freático lixiviando alguns nutrientes, saindo do ecossistema. Já a água armazenada no solo constitui a solução do solo onde os nutrientes encontram-se nas formas assimiláveis pelas plantas, representando a reserva que as plantas absorverão para realizar as atividades metabólicas (BRITEZ, 1994).

O volume de água que não consegue infiltrar no solo escoa superficialmente. Em precipitações elevadas, quando o volume e energia da água escoada são maiores, partículas finas do solo são transportadas juntamente com a água, levando a processos erosivos, muitas vezes intensos, principalmente nas áreas com baixa cobertura vegetal, como as áreas degradadas na Caatinga. A biomassa vegetal contribui na interceptação da água da chuva, proporcionando seu armazenamento no solo e o incremento das taxas de infiltração (OLSON, 1963).

A cobertura florestal exerce influência significativa na redistribuição das chuvas em

todos os ecossistemas, dessa forma, o estudo da redistribuição da água da chuva em ecossistemas florestais é importante para compreensão dos processos de interceptação, infiltração, percolação, absorção, transpiração e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

Para Ferreira et al. (2005) a interceptação da chuva pelo dossel das plantas é um componente de vital importância para entender o ciclo hidrológico já que, este varia de acordo com o aspecto morfológico da vegetação (idade, copa, arquitetura), com o regime de precipitação dominante na região e o período do ano. Já a precipitação que atravessa o dossel (precipitação incidente) e chega até o piso florestal depende da natureza e densidade de cobertura vegetal, pois, esta cobertura retém temporariamente certa quantidade da precipitação incidente.

De acordo com Bruijnzeel (1990), as florestas tropicais, de um modo geral, alcançam variações da precipitação interna entre 75% e 96%, o escoamento pelos troncos varia entre 1% e 2% e, a interceptação pela vegetação entre 4,5% e 24% da precipitação total. Entretanto, constata-se que a interceptação, precipitação interna e escoamento pelo tronco são parâmetros que apresentam valores muito variáveis dentro de um ou vários ecossistemas (IZIDIO et al., 2013; MEDEIROS, 2009; OLIVEIRA et al., 2008; GERMER et al., 2006; FERREIRA et al., 2005; OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005; ARCOVA et al., 2003).

O tipo de cobertura vegetal envolve diferentes características nos atributos do solo e da água em determinado ecossistema, a degradação das florestas tem favorecido significativamente os processos erosivos em imensas áreas, com danos aos processos hidrológicos e à biodiversidade (FREITAS et al., 2013). Apesar da relevância do estudo da água em áreas de florestas, principalmente em ambientes degradados e susceptíveis a erosão, ainda são poucos os estudos relacionados à repartição da água da chuva em áreas de Caatinga.

O presente trabalho teve como objetivo estimar a redistribuição da precipitação pluviométrica em um fragmento de vegetação Caatinga com cerca de 50 anos em sistema de pousio, em estágio tardio de regeneração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em uma área de Caatinga situada na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea, microrregião do Seridó Ocidental, Sertão da Paraíba e

localizada nas coordenadas 06º 48’ 35” S e 36º 57’ 15” W , com altitude média de 271 m, a área distando cerca de 53 km do município de Patos - PB.

O clima da região de estudo é caracterizado como semiárido do tipo BSh’ (quente e seco) segundo a classificação de Köeppen, e médias pluviométricas anuais entre 400 a 600, com período seco de nove a dez meses e temperaturas médias maiores que 18 °C em todos os meses do ano; médias das máximas em torno dos 33 ºC e das mínimas de 22 ºC (IBGE, 2002).

Os solos da área de estudo são de origem cristalina, sendo rasos, pedregosos e com elevada suscetibilidade à erosão, prevalecendo a associação de NEOSSOLOS LITÓLICOS, LUVISSOLOS e Afloramentos Rochosos.

O local onde foi implantada a pesquisa compreende uma vegetação de Caatinga arbóreo-arbustiva aberta com diferentes graus de antropismo, com árvores de porte médio a baixo não ultrapassando 7,0 metros de altura. A vegetação natural dessa área foi eliminada para implantação de culturas agrícolas, principalmente para plantio de algodão, sendo posteriormente utilizadas como áreas de pastejo de caprinos e bovinos, ocorrendo a regeneração de parte da vegetação.

O estudo foi desenvolvido em um fragmento da vegetação Caatinga, onde foi demarcada parcela na dimensão de 20,0 m x 50,0 m. A área tem cerca de 50 anos de pousio, formação vegetal no mais avançado grau de desenvolvimento sucessional, constituindo uma comunidade complexa e de alta diversidade florística.

2.2 Metodologia

A precipitação total (PT) em cada área experimental foi registrada por 01 (um) interceptômetro, instalado em área aberta, distante da bordadura da parcela experimental e 1,5 m acima do solo.

Em cada evento chuvoso, a água coletada no interceptômetro foi medida em mililitros e anotada. Essa água foi considerada como controle, ou seja, correspondeu à água que precipitou diretamente no solo, sem passar pelas folhas ou escorrer pelo tronco.

Para o estudo da precipitação interna, foram selecionadas cinco espécies da Caatinga (*Croton blanchetianus* Baill, *Mimosa tenuiflora* Poiret, *Cnidosculus quercifolius* Pohl, *Aspidosperma pyrifolium* Mart, *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz) seguindo o valor de importância (VI) determinado por Sousa (2011) em estudo fitossociológico na área mesma área. Para cada espécie, seis repetições totalizando 30 indivíduos.

A precipitação interna (PI) em cada área experimental foi estimada em

interceptômetros, distribuídos abaixo da copa dessas espécies na área em estágio sucessional tardio. Os interceptômetros utilizados eram constituídos por recipientes plásticos do tipo PET, com abertura superior circular de 9,2 cm de diâmetro, fixadas a 1,5 m acima do nível do solo, em piquetes de madeira com auxílio de braçadeiras plásticas. A água acumulada nesses interceptômetros era conduzida por mangueiras localizadas na extremidade inferior, sendo essa armazenada em recipientes plásticos tipo PET fixadas no solo.

Em cada evento chuvoso, os volumes de precipitação armazenados foram medidos no campo em mililitros e, com base nas dimensões dos recipientes, posteriormente foram convertidos em milímetros através da equação (GÊNOVA et al., 2007):

$$\text{Precipitação} = \text{volume medido (mL)} \times 0{,}1504$$

Para a quantificação do escoamento pelo tronco, foi desenvolvido um sistema coletor fixado ao redor dos caules dos seis indivíduos de cada uma das cinco espécies selecionadas, constituído por mangueira plástica de uma polegada, cortadas no sentido longitudinal, constituindo-se em "calhas coletoras" destinadas à captação do montante escoado. As calhas coletoras foram fixadas sob a forma de espiral, acompanhando a circunferência dos troncos das árvores, sendo para isso utilizado pregos e cola a base de massa de mandioca. A água da chuva captada era direcionada até recipientes plásticos tipo PET posicionados verticalmente e fixadas ao solo, metodologia adaptada de Moura et al. (2009).

O escoamento pelo tronco foi estimado em milímetros de água, pela média do volume armazenado nos reservatórios e um fator de conversão igual a 113,64 m², ou seja, em função de sua densidade populacional a qual foi estimada dividindo-se os valores do tamanho da área experimental pelas cinco espécies selecionada.

Com a obtenção dos dados, as perdas por interceptação foram estimadas segundo a equação definida por Helvey e Patric (1965):

$$I = PT - (PI + Et)$$

onde:

I = perda por interceptação

PT = precipitação total

PI = precipitação interna

Et = escoamento pelo tronco

Para o estudo do comportamento da precipitação interna, escoamento pelo tronco e padrões de perdas por interceptação entre as espécies foram estimadas a área foliar, área de projeção da copa (APC), diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal (g).

A determinação da área foliar foi realizada considerando as dimensões de 102 folhas de tamanhos variáveis abrangendo desde os menores até os maiores tamanhos, que foram coletadas aleatoriamente em toda a copa dos indivíduos das espécies. As folhas coletadas foram acomodadas em caixa térmica visando evitar a perda de turgescência durante as determinações. As folhas foram escaneadas sob material plano de fundo branco e para a medida direta da área foliar, as imagens digitais foram manipuladas utilizado o Software ImageJ® (Powerful Image Analysis), calculando a área total real de cada folha (JADOSKI et al., 2012).

Realizou-se a medição do DAP de cada indivíduo das espécies estudadas utilizando fita métrica, utilizado na determinação da área basal de cada indivíduo. Para o estudo da copa, foram medidos quatro raios da copa de cada indivíduo, seguindo a orientação norte-sul-leste-oeste, obtendo o diâmetro médio de copa (DC) para o cálculo da área de projeção da copa (WINK et al., 2012).

Análises estatísticas

Para análise da precipitação interna e escoamento pelo tronco entre as espécies estudadas, primeiramente, foi verificado a normalidade da distribuição (teste de Lillifors) e realizada a análise de variância (ANOVA *One-way*). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% utilizando o *software* estatístico ASSISTAT 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2009). Já para a análise da precipitação interna e escoamento pelo tronco entre os meses estudados, as espécies foram analisadas separadamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de precipitação total registrados na área de estudo mostra a irregularidade da distribuição das chuvas durante o período de estudo (Figura 9).

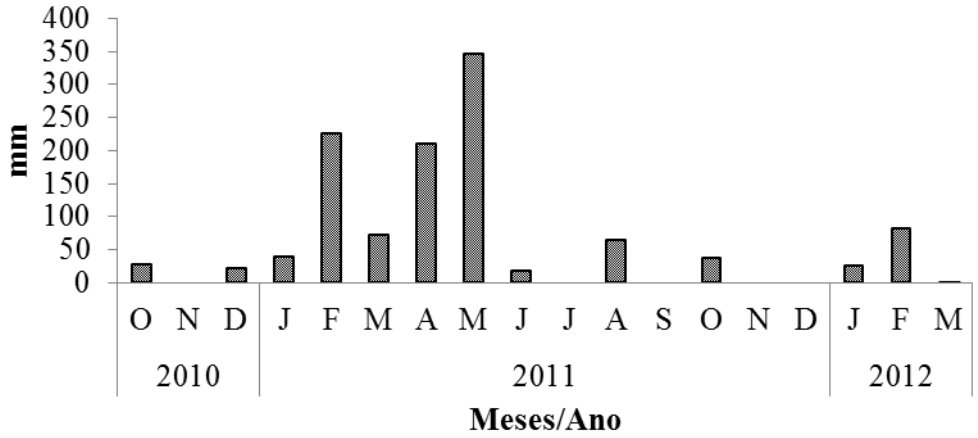


Figura 9 - Constante de decomposição (k) e tempo necessário para decompor 50% da biomassa.

Figure 9 – Monthly rainfall recorded in the experimental area.

A precipitação total da área de estudo durante os vinte três meses de estudo foi estimada em 1173,56 mm, abaixo da média anual de precipitação (300 - 1000 mm) da região considerando o período de estudo. A maior precipitação pluviométrica mensal foi 345,92 mm correspondente a maio/2011. Já em março/2012 ocorreu a menor precipitação, apenas 4,00 mm.

Não foram registradas precipitações durante os meses de novembro/2010, julho, setembro, novembro e dezembro/2011, totalizando treze meses de eventos chuvosos utilizados no presente estudo.

Essa distribuição confirma o padrão irregular de distribuição das chuvas na região de estudo com longos períodos de seca e precipitações pluviométricas elevadas concentradas em poucos meses. A Caatinga está condicionada pelo clima semiárido, com altas taxas de evapotranspiração potencial durante o ano e baixa precipitação anual (300 - 1000 mm), limitada normalmente em 3 a 5 meses, com grande irregularidade temporal (REDDY, 1983; SANTANA, 2005).

A quantidade total estimada para a precipitação interna variou de 12,80 a 21,08% entre as espécies durante o período de estudo, seguindo a seguinte ordem decrescente: pereiro > faveleira > jurema preta > marmeleiro > catingueira (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores totais de precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et), perdas por interceptação (I) e precipitação total (PT) na área experimental no período de outubro/2010 a março/2012.
Table 8 - Values of total internal precipitation (PI), stemflow (Et), interception losses (I) and total precipitation (PT) in the experimental area during the period from October/2010 to March/2012.

Espécies	**PI**		**ET**		**I**		**PT**
	mm	%	mm	%	mm	%	mm
Pereiro	247,35	21,08	179,22	15,27	746,99	63,65	
Faveleira	248,81	21,20	146,46	12,48	778,29	66,32	
Marmeleiro	180,88	15,41	287,69	24,51	704,99	60,07	1.173,56
Catingueira	150,18	12,80	272,55	23,22	750,83	63,98	
Jurema-preta	188,69	16,08	216,55	18,45	768,32	65,47	

O escoamento pelo tronco constitui menores participações no total precipitado nas espécies pereiro e faveleira, representando 15,25% a 12,48% da precipitação total respectivamente. Esses resultados estão acima dos verificados por Izidio et al. (2013) com 5,9% na Caatinga cearense, Medeiros et al. (2009) com 6% em Caatinga densa, Moura et al. (2009) com 0,4% em Floresta Atlântica e por Oliveira et al. (2008) com 1,7% na Amazônia Oriental. Ainda assim, a comparação dos resultados obtidos para o escoamento pelo tronco com outros trabalhos é dificultada pela variabilidade de metodologias de obtenção e tratamento dos dados.

Os valores obtidos para as perdas por interceptação foram superiores a 60%, valores superiores ao verificado por Izidio et al. (2013) em Caatinga densa da microbacia experimental de Iguatu – CE com 17,9% do valor precipitado. Esses resultados obtidos por espécie ainda superam os encontrados em outras formações florestais que estão abaixo de 30% da precipitação total, como Lima e Nicolielo (1983) com 12% em florestas de pinheiros tropicais e 27% para o cerrado e por Franken et al. (1982) com 19,8% em floresta amazônica do tipo terra firme. Por outro lado, Thomaz (2005) constatou 52,4% de perda por interceptação em capoeira, sendo o mais próximo dos resultados relatados no presente estudo.

Os resultados da precipitação interna, escoamento pelo tronco e perdas por interceptação apresentados nesse estudo, independente da espécie, divergem da proporção citada por Bruijnzeel (1990) em florestas tropicais, onde 75 a 96% da precipitação

transforma-se em precipitação interna, entre 1 e 2% é convertida em escoamento pelo tronco e entre 4,5 e 24% é interceptada pelas copas das árvores.

Esses valores percentuais abaixo das médias em relação aos outros estudos podem ser relacionados ao tipo de formação das folhas do dossel superior da região de Caatinga analisada, visto que cada ecossistema tem características distintas diferenciando a redistribuição da água da chuva, principalmente os padrões dendrológicos e fenológicos das espécies estudadas. As quantidades de água envolvidas na precipitação interna, no escoamento pelo tronco e na interceptação são variáveis e dependem de fatores relacionados tanto com a vegetação quanto com as condições climáticas nas quais a floresta está inserida (LEOPOLDO; CONTE, 1985; LIMA; NICOLIELO, 1983).

A espécie faveleira obteve a maior média de precipitação interna quando comparadas com as demais, provavelmente isto pode estar relacionado às peculiaridades da espécie em relação à arquitetura e forma de copa, apesar da espécie apresentar a maior média de área foliar, a área de projeção da sua copa foi a menor (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores médios de área foliar, área de projeção da copa (APC), diâmetro a altura do peito (DAP) e área basal das espécies estudadas.
Table 9 - Mean values of leaf area, canopy projection area (APC), diameter at breast height (DAP) and basal area of the species studied.

Espécie	Área foliar (cm^2)	APC (m^2)	DAP (cm)	Área basal (cm^2)
Pereiro	6,72	8,90	5,25	21,66
Faveleira	31,14	5,23	5,62	24,84
Marmeleiro	8,14	6,29	4,40	15,23
Catingueira	21,70	7,88	7,53	44,57
Jurema-preta	1,60	13,84	6,90	37,36

No entanto, a catingueira apresentou a menor proporção da precipitação interna, ou seja, menor quantidade de água atravessou a copa dessa espécie para atingir o solo, o que pode estar relacionado à sua elevada área foliar (21,70 cm^2) que favorece a interceptação da água da chuva.

No tocante a interceptação das precipitações pluviométrica, a faveleira obteve a maior média, a explicação possível é a grande área foliar da espécie dificultando o atravessamento da chuva pela copa favorecendo a evaporação da água da chuva. Além disso, o escoamento pelo tronco dessa espécie foi o menor influenciando no cálculo da perda por interceptação.

Esse baixo escoamento deve-se a quantidade de ramificações existentes ao longo do caule da espécie o que interfere na fixação das calhas coletoras, refletindo nos dados obtidos.

O baixo valor perdido por interceptação do marmeleiro está intimamente relacionado ao maior escoamento pelo tronco (24,51%) observado na espécie. Apesar dos valores de área basal e DAP terem sido os menores no marmeleiro, o caule liso e sem ramificações favoreceu o escorrimento da água até o solo. Segundo Ferreira et al. (2010), em espécies de tronco liso o volume de escoamento é maior do que com casca rugosa.

Na tabela 10, consta a relação entre as variáveis escoamento pelo tronco, precipitação interna e perda por interceptação com os parâmetros área foliar, área de projeção da copa, DAP e área basal, observa-se que não houve correlação significativa entre estes.

Tabela 10 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) para as variáveis o escoamento pelo tronco (Et), precipitação interna (PI), perdas por interceptação (I) e, área foliar, área de projeção da copa (APC), diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal.

Table 10 - Pearson correlation coefficient (r) for the variables stemflow (Et), throughfall (PI), interception losses (I) and leaf area, canopy projection area (APC), the diameter breast height (DAP) and basal area.

	Et		**PI**		**I**	
	r	*p*		*p*	r	*p*
Área foliar	-0,03	0,9696	0,70	0,2979	-0,92	0,0767
APC	0,07	0,9096	-0,69	0,1941	0,74	0,1445
DAP	0,19	0,7565	-	-	-	-
Área basal (g)	0,26	0,6717	-	-	-	-

As correlações entre o escoamento pelo tronco e os parâmetros foram fracas, indicando que outros fatores como presença de ramificações e rugosidade do caule influenciam essa variável.

Entanto, a relação entre a área foliar e a precipitação interna, ainda que não significativa, mostra-se moderada (r = 0,70) e positiva, indicando que há alguma influência. Já, a correlação entre a área de projeção da copa e a precipitação interna também foi discreta, porém negativa (r = -0,69) e não significativa.

Os resultados mostram forte correlação negativa entre a perda por interceptação e a área foliar (r = -0,92) mesmo que não significativa. Entretanto, há uma relação moderada entre a área de projeção da copa e a perda por interceptação (r = 0,74).

Em relação à variação mensal da precipitação interna, observou-se que não houve um padrão de comportamento entre as espécies, verificando que nos meses de outubro/2011 e janeiro/2012, apesar de terem sido registrados precipitações, não houve precipitação interna em todas as espécies.

Para Lima (1986), a precipitação interna varia altamente na mesma espécie e entre espécies e requer a utilização de vários pluviômetros abaixo da copa para minimizar esse efeito. A utilização de uma quantidade considerável de pluviômetros pode facilitar o cálculo da média nos espaços em que ocorre concentração de gotas de água, em certos pontos em detrimento de outros (REGALADO; RITTER, 2010).

Em maio/2011, a precipitação interna foi maior na jurema preta com 48,37%. A jurema preta apresenta copa aberta, onde há o predomínio de folíolos, o que justifica a maior precipitação interna ocorrida. Os valores de precipitação interna são influenciados pela densidade do dossel bem como o formato da copa das árvores, que irão determinar uma maior ou menor precipitação interna (FREITAS et al., 2013).

De modo geral, a precipitação interna foi superior na classe de maior quantidade de chuva independente da espécie (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores médios da precipitação interna (%) e precipitação média.
Table 11 - Mean values of throughfall (%) and average rainfall.

Classes (mm)	Catingueira	Pereiro	Jurema preta	Marmeleiro	Faveleira	Precipitação (mm)
< 177,97	10,13	15,57	11,61	11,17	17,67	39,15
117,97 - 231,94	8,08	23,55	12,12	12,84	18,69	218,08
>231,94	32,75	44,57	48,37	43,48	27,72	345,92

Nas chuvas de menor amplitude, a maior parte da água é retida pelas folhas e galhos secos e evaporada para a atmosfera, já nas chuvas mais intensas parte da água precipitada fica retida na massa vegetal, que é saturada, e o restante da água é então drenada, aumentando a precipitação interna e o escoamento pelo tronco, porém esses processos dependem das características da precipitação (intensidade, volume), das precipitações anteriores, tipo e densidade da vegetação e o período do ano. (BALBINOT et al., 2008; MEDEIROS et al., 2009; IZIDIO et al., 2013)

O mesmo comportamento foi constatado por Franken et al. (1982) na Floresta Amazônica, por Thomaz (2005) em capoeira e floresta secundária no Paraná, por Calux e Thomaz (2012) em floresta ombrófila mista e reflorestamento de pinus e, por Izidio et al. (2013) em Caatinga densa cearense.

No que se refere à variação mensal, observa-se que a água escoada pelo tronco foi registrada em todos os meses avaliados, sendo que em junho/2011 as espécies apresentaram as menores proporções.

As espécies catingueira, jurema preta e faveleira apresentaram as maiores porcentagens de escoamento pelo tronco em outubro/2010, enquanto que o pereiro e o marmeleiro em março/2012, quando choveu apenas 4,00 mm.

O escoamento pelo tronco é eficiente na reposição de água ao solo, já que a velocidade de chegada ao solo é reduzida pelo atrito da água com a casca dos vegetais, além de ser direcionado próximo às raízes, o que diminui o escoamento superficial e, possibilitando que essa água infiltre mais facilmente no solo. Portanto, o escoamento pelo tronco é importante principalmente durante as baixas precipitações ocorridas durante o período seco, proporcionando uma maior umidade do solo próxima às raízes das plantas na Caatinga e a manutenção das taxas de fotossíntese e outras funções no metabolismo vegetal.

Na tabela 12, observa-se que nas precipitações de menor amplitude, a quantidade de água escoada pelo tronco é maior independente da espécie, sendo que a faveleira obteve a menor porcentagem da precipitação escoada pelo tronco (13,13%) nessa classe.

Tabela 12 - Valores médios do escoamento pelo tronco (%) e precipitação média.
Table 12 - Mean values of stemflow (%) and average rainfall.

Classes (mm)	Catingueira	Pereiro	Jurema preta	Marmeleiro	Faveleira	Precipitação (mm)
< 177,97	24,84	16,53	19,53	26,37	13,13	39,15
117,97 - 231,94	8,74	4,44	8,19	7,26	4,54	218,08
>231,94	6,70	4,99	4,90	9,51	6,11	345,92

O marmeleiro apresentou a maior média de água escoada pelo tronco (26,86%) na menor classe de precipitação, sugerindo que a espécie tem um melhor aproveitamento da água precipitada durante as menores chuvas típicas do período seco, assim como a catingueira que

também registrou valor elevado. Essa característica pode refletir em um maior tempo para a ocorrência da senescência das folhas pelo melhor aproveitamento da água pelas raízes.

As perda por interceptação nas espécies estudadas mantiveram-se elevadas durante todos os meses de estudo, apresentando pico em junho/2011 com valores acima 92%.

A catingueira obteve uma proporção baixa da precipitação interceptada em outubro/2010 (10,74%), quando comparada com as demais espécies, provavelmente a espécie encontrava-se desfolhada (período seco) reduzindo a superfície de contato da água precipitada. Já o pereiro interceptou quase a totalidade da precipitação (99,35%) em junho/2011, quando choveu 18,05 mm. Essa espécie apresenta considerável área foliar, além disso, possui copa densa dificultando a passagem da água da chuva, favorecendo sua perda por evaporação.

Nas precipitações de amplitude intermediária, a quantidade de água perdida por interceptação é maior independente da espécie, sendo que a catingueira obteve a maior porcentagem média da precipitação interceptada (83,18%) (Tabela 13).

Tabela 13 - Valores médios das perdas por interceptação (%) e precipitação média.
Table 13 - Mean values of interception losses (%) and average rainfall.

Classes (mm)	Catingueira	Pereiro	Jurema preta	Marmeleiro	Faveleira	Precipitação (mm)
< 177,97	65,04	67,90	68,87	62,46	69,20	39,15
117,97 - 231,94	83,18	72,00	79,69	79,90	76,76	218,08
>231,94	60,54	50,44	46,73	47,01	66,17	345,92

Isso ocorre porque na classe intermediária o volume de chuva, apesar de ser elevado, fica retido nas folhas e galhos e as precipitações envolvidas nessa classe ocorreram no inicio do período chuvoso (fevereiro/2011), após longa estiagem fazendo com que a biomassa vegetal secasse permitindo maior retenção da água logo nas primeiras chuvas.

Entretanto, na classe de maior amplitude de chuva, as perdas por interceptação é baixa quando comparada as demais em todas as espécies, isso porque essas precipitações possuem maior intensidade e ocorreram no meio do período chuvoso, quando as partes dos vegetais já se encontravam saturadas, favorecendo o escoamento pelo tronco e a precipitação interna.

Quando comparada a outros estudos em diversas formações florestais, verifica-se que o padrão de perda por interceptação obtido no presente estudo não é semelhante, pois na

maior parte dos estudos as maiores parte da água interceptada pela vegetação ocorrem nas classes de menor amplitude de chuva (THOMAZ, 2005; MOURA et al., 2009; CALUX; THOMAZ, 2013).

Izidio et al. (2013), estudando a interceptação da chuva em Caatinga densa do município de Iguatu – CE, constatou maiores perdas de interceptação nas classes de menor amplitude de chuva diferenciando do presente estudo, essa divergência pode estar relacionada a inúmeros fatores como: diferentes metodologias, condições de cobertura vegetal desiguais, como o estado de conservação e tipo de vegetação, aos padrões de distribuição das precipitações no espaço e no tempo, entre outros.

Os dados de precipitação total e da precipitação interna, do escoamento pelo tronco e da perda por interceptação foram submetidos à análise de regressão por espécie, cujos resultados estão na tabela 14.

Nas espécies estudadas, o escoamento pelo tronco apresentou elevada relação com a quantidade da precipitação total, com o menor valor do coeficiente de determinação (R^2) de 50,61% na espécie jurema preta.

Tabela 14 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e significância (p) por espécie na área experimental.

Table 14 - Regression equations, coefficient of determination (R^2) and significance (p) by species in the experimental area.

Espécie	Equação	R^2	p
Pereiro	$PI = 0,163*PT^{0,8496}$	46,28%	0,0105
	$ET = 0,3067*PT^{0,8325}$	78,44%	0,0001
	$I = -2.0259 + 0,7173PT$	78,97%	< 0,0001
Faveleira	$PI = -0,60918 + 0,3685PT$	38,82%	0,0229
	$ET = 0,1179*PT^{0,9157}$	68,36%	0,0005
	$I = 1,0114*PT^{0,8503}$	74,20%	0,0002
Marmeleiro	$PI = 0,2789*PT^{0,7822}$	34,51%	0,0347
	$ET = -2,9659 + 3,7853*\ln(PT)$	72,11%	0,0002
	$I = -1,1238 + 0,6189PT$	59,66%	0,0539
Catingueira	$PI = 0,245*PT^{0,7932}$	40,33%	0,0196
	$ET = 0,3136*PT^{0,8098}$	86,17%	<0.00001

	$I = 1,7567 + 0,6249PT$	59,40%	0,002
Jurema preta	$PI = 1,7562 + 0,2184PT$	47,36%	0,0093
	$ET = 0,2159*PT^{0,7835}$	50,61%	0,0064
	$I = 0,516*PT^{1,0344}$	93,62%	<0,00001

A precipitação interna, por sua vez, apresentou relações baixas com a precipitação total no período estudo, com R^2 variando entre 34,51% (marmeleiro) e 47,36% (jurema preta). As espécies jurema preta, pereiro e faveleira nessa ordem decrescente obtiveram as maiores relações entre a perda por interceptação e a precipitação total durante o período de estudo, com R^2 igual a 93,62%, 78,97% e 74,20%, respectivamente. Enquanto que a catingueira e marmeleiro apresentaram coeficiente de determinação abaixo de 60%.

5. CONCLUSÕES

A jurema preta, com menor área foliar e constituída de folíolos, apresentou maior precipitação interna nos eventos de chuva de maior amplitude.

O escoamento pelo tronco não foi influenciado pelo DAP e área basal.

O escoamento pelo tronco foi mais expressivo no período seco, principalmente nas espécies sem bifurcações e casca lisa.

A perda por interceptação anual foi maior na faveleira que apresenta maior área foliar, porém menor área de projeção da copa.

A água perdida por interceptação representou a maior proporção da precipitação pluviométrica total em todas as espécies estudadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOVA, F.C.S.; CICCO, V.; ROCHA, P.A.B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - São Paulo. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas The forest role in the hydrological cycle at hydrological basins. **AMBIÊNCIA**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.

BRITEZ, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR**. 1994. 240 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 1994.

BRUIJNZEEL, L.A. The hydrological cycle in moist tropical forest. In: BRUIJNZEEL, L.A. **Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state of knowledge review**. Amsterdan: JAHS, 1990. p. 5–38.

CALUX, J.; THOMAZ, E.L. Interceptação e precipitação interna: comparação entre Floresta Ombrófila Mista e Pinus elliotttii var. elliotti. **Geoambiente On-line**, n. 19, p. 01-16, 2013.

DELITTI, W. B. C. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 469-486, 1995.

FERREIRA, A.D. et al. Efeitos do fogo no solo e no regime hidrológico. **DO FOGO**, p. 21, 2010.

FERREIRA, S.J.F.; LUIZÃO, F.J.; DALLAROSA, R.L.G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia central. **Acta Amazonica**. v. 35, n. 1, p. 55-62, 2005.

FRANKEN, W. LEOPOLDO, P.R., MATSUI, E., RIBEIRO, M.N.G. Estudo da interceptação da agua de chuva em cobertura florestal amazônica do tipo terra firme. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, n. 2, p. 327-331, 1982.

FREITAS, J.P.O. et al. Distribuição da água de chuva em Mata Atlântica. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science:** v. 8, n. 2, 2013.

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restruturação de mata ciliar em região de cerrado. **Rev. Inst. Flor**., v. 19, n. 2, p. 189-200, 2007.

GERMER, S.; ELSENBEER, H.; MORAES, J.M. Throughfall and temporal trends of rainfall

redistribution in an open tropical rainforest, south-western Amazonia (Rondônia, Brazil). **Hydrology and Earth System Sciences**. v. 10, p. 383-393., 2006.

HELVEY, J.D., PATRIC, J.H. **Design criteria for interception studies**. In: International Association Scientific Hydrology, *Proceedings.*Bulletin, v.67, p.131-7, 1965.

IBGE. Mapa de clima do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 1 mapa. Escala 1:5.000.000. Disponível em:<ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais>. Acesso em: 21 de janeiro de 2013.

IZIDIO, N.S.C. et al. Interceptação da chuva pela vegetação da Caatinga em microbacia no semiárido cearense. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 7, n. 1, 2013.

JADOSKI, S.O. et al. Método de determinação da área foliar da cultivar de batata Ágata a partir de dimensões lineares. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6Supl1, p. 2545-2554, 2012.

LEOPOLDO, P. R.; CONTE, M. L. Repartição da água de chuva em cobertura vegetal com características de cerradão. **In:** Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos e Simpósio Internacional de Recursos Hídricos em regiões metropolitanas, 6., 1985, São Paulo. Anais... São Paulo: ABRH, 1985. v. 3. p. 212-220.

LIMA, W. P. Interceptação. In: LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1986. p. 87-101.

LIMA, W. P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerradão. **Scientia Forestalis**, p. 43-46, 1983.

MEDEIROS, P. H. A.; ARAÚJO, J. C.; BRONSTERT, A. Interception measurements and assessment of Gash model performance for a tropical semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 165-174, 2009.

MOURA, A. E. S.; CORREA, M. M.; SILVA, E. R.; FERREIRA, R. L. C.; FIGUEIREDO, A. C.; POSSAS, J. M. C. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da mata atlântica na bacia do Prata, Recife-PE. **Revista Árvore,** v. 33, n. 3, p. 461-469, 2009.

OKI, V. K. **Impactos da colheita de *Pinus taeda* sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias**. 2002. 85f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz, Piracicaba, 2002.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.C.; DIAS, H.C.T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p .9-15, 2005.

OLIVEIRA, L. L.; COSTA, R. F.; SOUSA, F. A. S.; COSTA,A. C. L.; BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Revista Acta Amazônica**, v. 38, n. 4, p. 723 – 732, 2008.

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

PARKER, G.G. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. **Advances in Ecological Research**, v.13, p. 57-133, 1983.

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

REGALADO, C.M.; RITTER, A. Synthetic roving: a numerical technique to estimate fog water dripping below the canopy. In: **In 5th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew**. 2010.

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

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, CAV de. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: **World congress on computers in agriculture**. 2009. p. 294-298.

SOUSA, J. S. **Fitossociologia, florística, e formação da serrapilheira em áreas de Caatinga.** 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

THOMAZ, E.L. Avaliação de interceptação e precipitação interna em capoeira e floresta secundária em Guarapuava–PR. **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 14, n. 1, p. 47-60, 2005.

WINK, C. et al. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scintia Forestalis**., v. 40, n. 93, p. 057-067, 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os padrões da dinâmica de serrapilheira nos estágios sucessioanais na Caatinga estudada mostraram-se características intermediárias, quando comparada a Caatingas em melhor estado de conservação. Esse fato mostra que há necessidade de serem produzidas mais informações básicas sobre a vegetação e a implementação efetiva de políticas de uso sustentável e proteção de seus recursos naturais.

Este trabalho apresentou alguns problemas de ordem metodológica, como a utilização de dados climáticos provenientes de estação situada distante do ambiente efetivamente estudado.

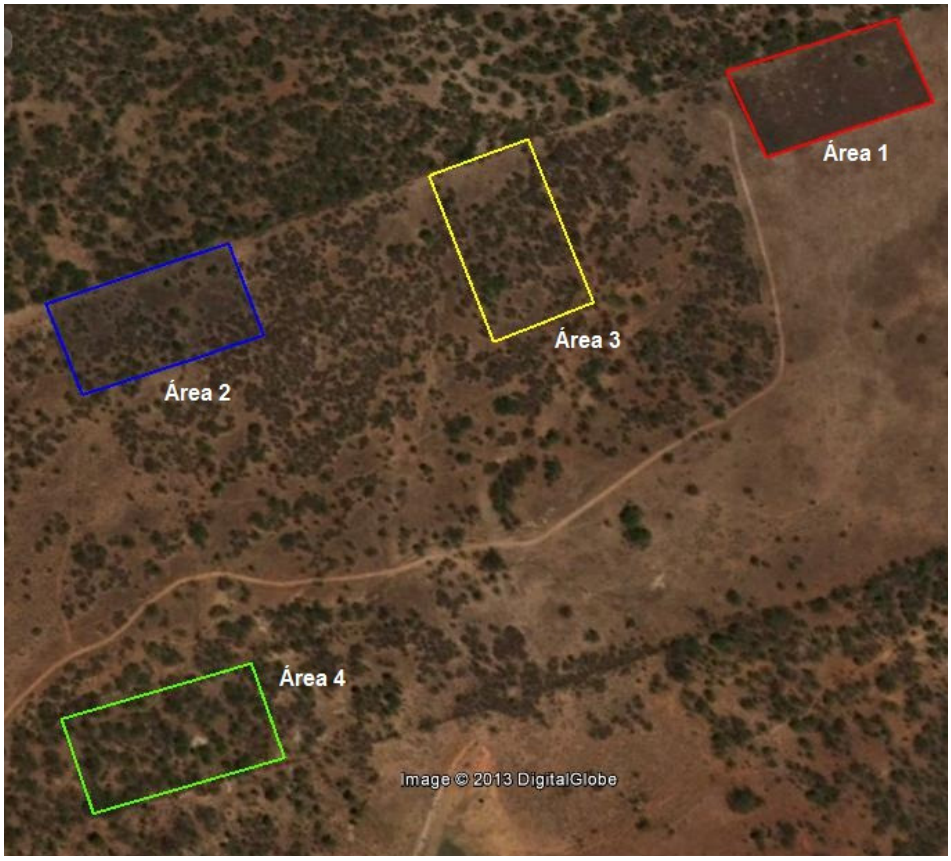
A determinação dos teores de nutrientes que entram no sistema solo, através da serrapilheira produzida e da água que escorre pela copa (*throughfall*) e pelo tronco (*stemflow*) das árvores, é uma importante parte do ciclo de nutrientes que não pôde ser quantificada, em função das dificuldades operacionais do trabalho. No entanto, é uma importante linha de pesquisa para determinação do ciclo completo da movimentação de nutrientes no bioma.

A atuação da fauna edáfica na degradação da serrapilheira é outra questão que merece ser investigada especificamente, já que pode contribuir para a compreensão da dinâmica do processo.

Finalmente, espera-se que os resultados adquiridos nesse estudo contribuam para o conhecimento sobre a Caatinga, e acenda os debates e realização de outros estudos, que possibilitem a concretização de políticas públicas que visem a conservação, proteção, recuperação e o desenvolvimento na área do bioma.

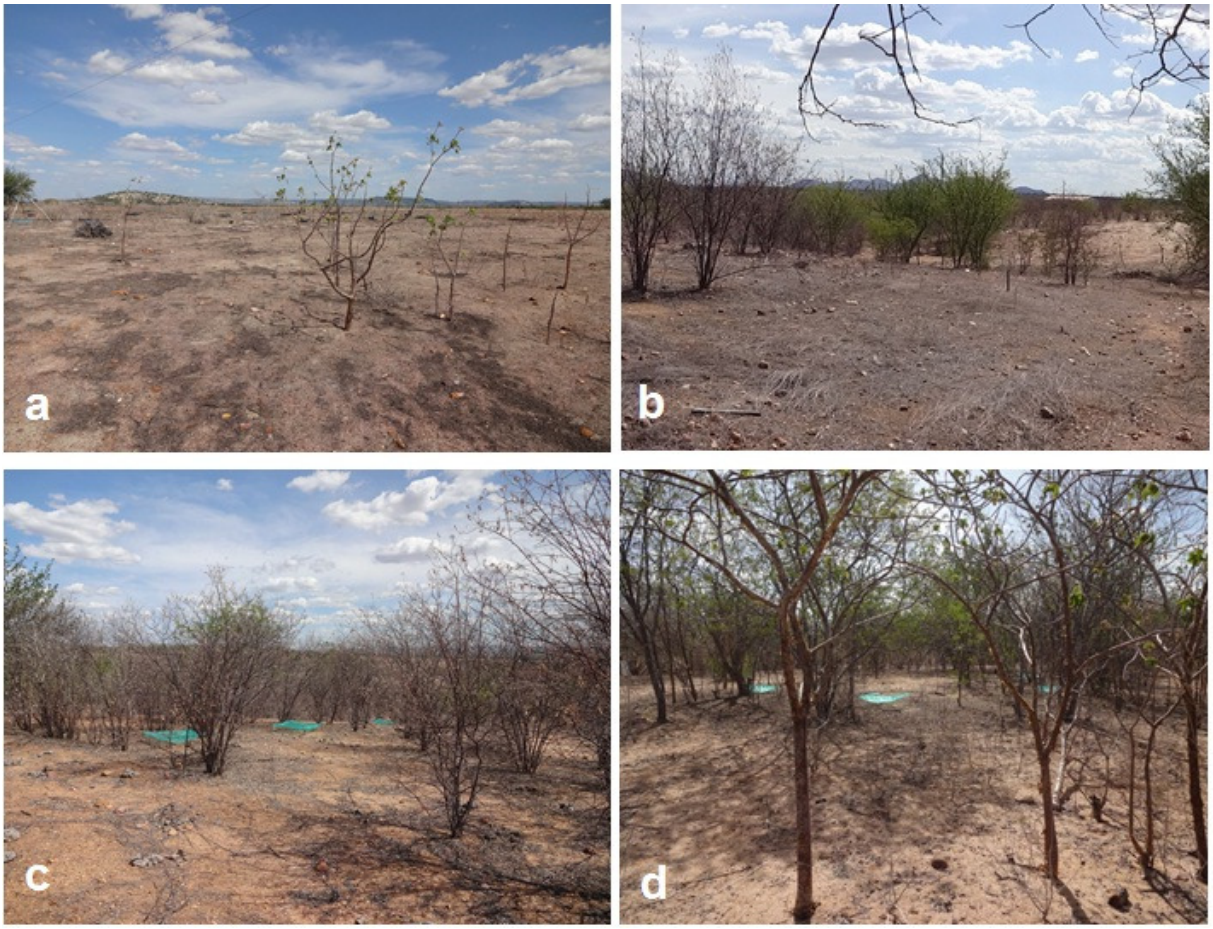
ANEXOS

Anexo A – Imagem da área de estudo na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea, Estado da Paraíba e esquema das áreas experimentais.



Fonte – *Software* Google Earth (2013)

Anexo B – Aspecto geral da vegetação em cada área experimental no período seco. a: Área 1, degradada; b: Área 2, estágio primário; c: Área 3, secundário; d: Área 4: tardio.



Fonte – SILVA, A.C.F. (08/03/2013)

Anexo C - Coletores utilizados na deposição de serrapilheira nas áreas experimentais.

Fonte – SILVA, A.C.F. (08/03/2013)

Anexo D - Moldura vazada utilizada na amostragem de serrapilheira acumulada.

Fonte – SILVA, A.C.F. (08/03/2013)

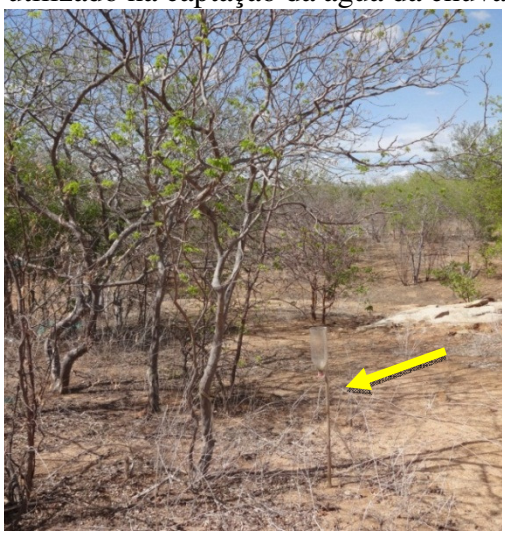
Anexo E – Sacolas de náilon (*litterbags*) utilizadas na avaliação da decomposição da serrapilheira nas áreas experimentais.

Fonte – SILVA, A.C.F. (08/03/2013)

Anexo F - Pluviômetro utilizado na determinação da precipitação total.

Fonte – SILVA, A.C.F. (08/03/2013)

Anexo G - Interceptômetro utilizado na captação da água da chuva nas áreas experimentais.



Fonte – SILVA, A.C.F. (08/03/2013)

Anexo H - Sistema de coleta da água do escoamento pelo tronco das espécies selecionadas nas áreas experimentais.

Fonte – SILVA, A.C.F. (08/03/2013)