



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FRANCISCA MIRLANDA VASCONCELOS FURTADO

TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA FOLHAGEM DE *Croton sonderianus* EM  
FUNÇÃO DA FORMA DE ACONDICIONAMENTO E SUA POSIÇÃO EM  
RELAÇÃO AO SOLO

FORTALEZA - CEARÁ  
2011

FRANCISCA MIRLANDA VASCONCELOS FURTADO

TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA FOLHAGEM DE *Croton sonderianus* EM  
FUNÇÃO DA FORMA DE ACONDICIONAMENTO E SUA POSIÇÃO EM  
RELAÇÃO AO SOLO

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Socorro de Souza Carneiro

Co-orientador: Prof. PhD. João Ambrósio de Araújo Filho

FORTALEZA - CEARÁ  
2011

- F987t Furtado, Francisca Mirlanda Vasconcelos  
Taxa de decomposição da folhagem de *Croton sonderianus* em função da forma de acondicionamento e sua posição em relação ao solo. – 2011. 50f. ;il. enc.
- Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro  
Co-orientador: Prof. PhD. João Ambrósio de Araújo Filho  
Área de concentração: Nutrição animal e forragicultura  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Zootecnia , Fortaleza, 2011.
1. Nutrição animal 2. *Croton sonderianus* 3. Zootecnia I. Carneiro, Maria Socorro de Souza (orient.) II.(Co-orient.) Araújo Filho, João Ambrósio. III. Universidade Federal do Ceará – Curso de Mestrado em Zootecnia III.Título

FRANCISCA MIRLANDA VASCONCELOS FURTADO

TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA FOLHAGEM DE *Croton sonderianus* EM  
FUNÇÃO DA FORMA DE ACONDICIONAMENTO E SUA POSIÇÃO EM  
RELAÇÃO AO SOLO

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

---

**FRANCISCA MIRLANDA VASCONCELOS FURTADO**

Dissertação aprovada em Fortaleza, Ceará em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Socorro de Souza Carneiro, D.Sc. (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. João Ambrósio de Araújo Filho, PhD (Co-orientador)  
Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA

---

Prof. Alberício Pereira de Andrade, D.Sc (Conselheiro)  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

---

Prof<sup>a</sup>. Elzânia Sales Pereira, D.Sc (Conselheira)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Magno José Duarte Cândido, D.Sc (Conselheiro)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

À minha mãe Maria do Carmo Vasconcelos, e  
a Daniel de Araújo Souza, por acreditarem em  
mim.

### **Dedico**

À Deus, que me ilumina e em quem  
minha fé é sempre renovada.

### **Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

À professora Erika Bomfim, ao professor Ambrósio e ao Professor Beni pela gentileza de concederem as cartas de recomendação, necessárias para a seleção no curso.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceara – UFC, por ter me acolhido para realizar o curso de Mestrado em Zootecnia.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A professora Maria Socorro de Souza Carneiro, pela confiança adquirida ao longo do tempo, pelos ensinamentos e por me aceitar como orientada.

Ao professor João Ambrósio de Araújo Filho, pelos ensinamentos, pela amizade e pela confiança.

Ao professor Raimundo Nonato Braga Lôbo, pela imensa contribuição nas análises estatísticas.

A professora Kécia por sempre tirar minhas dúvidas e contribuir com meu crescimento profissional.

Ao professor Magno por ter me aceitado na colaboração durante um semestre das atividades do NEEF, foi muito importante para meu aprendizado.

Ao professor Selaive e a todos os colegas do setor de ovinocultura por terem contribuído com meu aprendizado na área de ovinocultura, tirei muitas dúvidas e aprendi muito.

Agradeço a todos os professores da pós-graduação em zootecnia da UFC pela colaboração no meu crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas da pós-graduação pela imensa contribuição e companheirismo durante o curso (não vou citar nomes, para não ser injusta).

Agradeço a Francisca por sempre ser gentil e educada, quando precisei da coordenação do curso de pós-graduação.

A todos os funcionários da UFC, que todos os dias trabalham para que possamos estudar em um ambiente agradável e sem maiores problemas.

A Universidade Estadual Vale do Acaraú, onde desenvolvi meu projeto.

Ao Senhor Assis, técnico do laboratório de química por me ajudar durante a coleta de dados.

A Ana Cláudia, Leonardo, Thiago, Aluana, João Paulo Muniz, Cintia e Deames por me ajudarem na coleta de dados, em especial ao Henrique e João Paulo Matos, por sempre estarem disponíveis e por trabalharem junto comigo durante o experimento.

A minha Mãe Maria do Carmo e as minhas irmãs: Kédma, Marília e Mariza por sempre estarem do meu lado e torcerem por mim.

Ao meu tio Leó, sua esposa Francinilda e seus filhos Janvion, Jamine e João Victor por serem meus amigos e estarem sempre ao meu lado.

Ao meu amor Daniel, por sempre estar comigo, por me incentivar, por acreditar em mim, pela confiança, pela amizade, por seu amor, pelo companheirismo, por sonhar junto e por quem tenho admiração.

Aos meus tios Amélia e Luís Carlos por me acolherem em Fortaleza para eu poder realizar o curso.

Aos meus amigos que estão no Amazonas: Luciana, Emiliana, Vaneza, Nemézio, Efrain e Jonismar, que desde minha infância se fazem presentes, e que não me deixaram de lado nesses anos de estudo; e a Leilane (*in memoriam*).

Aos meus amigos tão importantes na minha vida: Ana Kátia, Camila, Sueli, Rildson, Luzia, Erismelda, Daniele Farias, e Bebesto.

Aos meus amigos do sertão do patriarca: Seu Zeca, tia Cocota, Alan, Anita, Mariana, João Marcos, Aurélio, Albério e Seu Lauriano, por me acolherem sempre com carinho e por me tratarem como membro da família.

Aos amigos da Casa das Ongs: Instituto Canabaúba, Capacit, Instituto territorial, por sempre me receberem com alegria, e compartilharem a realidade do homem do semi-árido.

TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA FOLHAGEM DE *Croton sonderianus* EM  
FUNÇÃO DA FORMA DE ACONDICIONAMENTO E SUA POSIÇÃO EM  
RELAÇÃO AO SOLO

**RESUMO** -- A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a decomposição da folhagem de marmeleiro (*Croton sonderianus*), em função da forma de acondicionamento e disposição do material no solo na estação seca e na estação chuvosa. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Acaraú, onde foram selecionadas duas áreas com 1 ha cada. Uma área apresentava a vegetação preservada e a outra área sofreu ações antropogênicas. Foram acondicionados 30 g de folhagem de marmeleiro em 72 sacolas de decomposição (que foram confeccionadas com malha telada de nº 0 com 30 cm x 30 cm) as quais foram divididas em 3 tratamentos: sacolas com ambas as faces livres (A); sacolas com a face superior protegida por um plástico transparente (B), sacolas com a face superior protegida por lona branca (C). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um arranjo fatorial de 3 x 2 x 2 x 2, sendo 3 tipos de sacolas x 2 áreas x 2 posições x 2 estações, com três repetições. Foi mensurada a temperatura ambiental, máxima e mínima, a temperatura do solo, assim como a umidade presente no mesmo, e a radiação solar. As taxas de decomposição real foram obtidas através de equação, em que houve a subtração da porcentagem inicial de biomassa vegetal pela quantidade restante nas sacolas ao fim de cada estação. A forma de acondicionamento do material, as posições em que os mesmos estavam assim como a influência das estações do ano e seus fatores abióticos característicos, influenciaram na taxa de decomposição da folhagem de marmeleiro, sendo que ocorrem maiores taxas de decomposição na área preservada durante o período chuvoso.

**Palavras-chave:** Folhagem. Decomposição. Acondicionamento. Posicionamento.



RATE OF DECOMPOSITION OF FOLIAGE *Croton sonderianus* DEPENDING ON  
THE TYPE OF PACKAGING AND ITS POSITION IN RELATION TO SOIL

ABSTRACT - The research was conducted to evaluate the decomposition of leaves of marmeleiro (*Croton sonderianus*), depending on the shape and arrangement of the packing material in the soil in the dry and rainy seasons. The experiment was conducted at the Fazenda Experimental Vale do Acaraú, where two areas were selected with 1 ha each. One area showed the preserved vegetation and other anthropogenic area suffered. Were placed 30 g of leaves of marmeleiro in 72 bags of decomposition (which were made with mesh screened from No. 0 to 30 cm x 30 cm) which were divided into three treatments: bags with both free surfaces (A); bags with the top surface protected by a transparent plastic (B), bags with the top surface protected by white canvas (C). The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement of 3 x 2 x 2 x 2, and 3 types of bags x 2 x 2 locations x 2 seasons, with three replications. Was measured at ambient temperature, maximum and minimum soil temperature and the moisture present in it, and solar radiation. Decomposition rates were obtained by real equation, in which there was the subtraction of the initial percentage of plant biomass by the amount remaining in the bags at the end of each season. The form of packaging material, the positions in which they were as well the influence of the seasons and their abiotic characteristics, influence the rate of decomposition of leaves of marmeleiro, with higher rates of degradation occur in the preserved during the rainy season.

Keywords: Foliage. Decomposition. Wrapping. Positioning.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Porcentagem de umidade no solo ao longo do período seco e período chuvoso nas áreas experimentais da Fazenda Experimental Vale do Acaraú.....	32
TABELA 2	Umidade relativa do ar (UR) e temperatura (T) .....	32
TABELA 3	Temperatura ambiental ao longo do período seco e período chuvoso nas áreas experimentais da Fazenda Experimental Vale do Acaraú.....	33
TABELA 4	Temperatura do solo ao longo do período seco e período chuvoso na Fazenda Experimental Vale do Acaraú.....	34
TABELA 5	Índice pluviométrico durante o experimento na Fazenda Experimental Vale do Acaraú.....	35
TABELA 6	Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a posição x tratamento, durante o período seco na área antropizada.....	36
TABELA 7	Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro em função da posição x tratamento, durante o período chuvoso na área antropizada.....	37
TABELA 8	Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a posição x tratamento, durante o período seco na área preservada.....	38
TABELA 9	Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a posição x tratamento, durante o período chuvoso na área preservada .....	39
TABELA 10	Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a estação e a área.....	40

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Desidratação da biomassa verde da folhagem de marmeleiro ( <i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.).....	29
FIGURA 2	Tratamento com ambas as faces livres (A); Tratamento com uma face forrada com plástico transparente (B); Tratamento com uma face forrada com lona branca opaca (C); Folhagem acondicionada dentro das sacolas de decomposição (D).....	30
FIGURA 3	Distribuição dos tratamentos em área preservada.....	31
FIGURA 4	Distribuição dos tratamentos em área antropizada.....	31
FIGURA 5	Detalhe da mensuração da temperatura sob uma sacola em contato direto com o solo.....	33

## SUMÁRIO

### RESUMO

### ABSTRACT

### LISTA DE TABELAS

### LISTA DE FIGURAS

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1. Características do bioma Caatinga.....	14
2.2. Marmeleiro ( <i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.).....	16
2.3. Importância da serrapilheira no bioma caatinga.....	17
2.4. Funções da serrapilheira nos ecossistemas.....	18
2.5. Importância da serrapilheira na ciclagem de nutrientes.....	20
2.6. Produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira.....	21
2.7. Importância da fração foliar na composição da serrapilheira.....	26
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
3.1. Tratamentos e delineamento experimental.....	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
4.1. Taxas de decomposição da folhagem de marmeleiro.....	36
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em um ecossistema, a produtividade e a sustentabilidade dependem da ciclagem de nutrientes, que é um processo de suma importância para o equilíbrio ecológico, e sustentabilidade das florestas naturais e implantadas, pois é através dela que os nutrientes orgânicos presentes na serrapilheira são degradados por fatores bióticos e abióticos liberando minerais ao solo mantendo uma eficiente circulação de nutrientes favorecendo o estabelecimento e crescimento das espécies vegetais.

A decomposição da serrapilheira é influenciada por fatores que variam conforme a composição do substrato, atividade dos decompositores e das condições ambientais, particularmente, a temperatura, a umidade e as propriedades físicas do solo, sendo um processo dinâmico em que ocorre a transformação das estruturas em fragmentos físicos, simultaneamente, com a transformação química e a síntese de novos compostos, que são transportados para o solo.

A produção de serrapilheira em áreas tropicais varia de acordo com o índice pluviométrico de cada região, levando em consideração as características fisionômicas de cada espécie. Em regiões com maior restrição hídrica, a produção de serrapilheira alcança seu pico durante a estação seca, ao contrário do que acontece em áreas com menor restrição hídrica.

As ações antropogênicas, geram desequilíbrios nas áreas de florestas nativas, devido à alteração na diversidade e na funcionalidade dos microorganismos edáficos, que são sensíveis a qualquer distúrbio, afetando diretamente a estabilidade e resiliência do solo, ocasionando prejuízos ao processo de ciclagem de nutrientes. Com a perturbação da vegetação clímax e posterior alteração no processo de ciclagem de nutrientes, ocorre invasão de determinadas espécies como o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), onde a grande densidade da espécie por hectare pode ser indicador de área em estado avançado de degradação, além de resultar em áreas impróprias para as atividades agropecuárias.

Na literatura muitos são os autores que pesquisam a influência de fatores bióticos na degradação de serrapilheira como Monteiro et al., 2004; Pires et al., 2006; Vidal et al., 2007; Gama-Rodrigues et al. 2008; Caldato et al., 2010, mas no bioma caatinga poucos são os trabalhos científicos destinados a esse tema, e só há um trabalho destinado a descobrir a influencia dos fatores abióticos ou físicos na degradação da

matéria orgânica vegetal, foi o trabalho de Austin e Vivanco (2006), realizado na Patagônia.

A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a decomposição da folhagem de marmeleiro em função da forma de acondicionamento e a disposição do material no solo na estação seca e na estação chuvosa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Características do Bioma Caatinga

A Caatinga é um bioma único no mundo, existente somente no território brasileiro, caracterizado pela formação de floresta sazonal, com o domínio eco geográfico ocupando uma área de cerca de 750.000 km<sup>2</sup> sob as latitudes sub-equatorial compreendidas entre 2° 45' e 17° 21' Latitude Sul, englobando praticamente todo o estado do Ceará e o Rio Grande do Norte, partes dos estados da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, uma pequena faixa no leste do Maranhão, oeste de Sergipe e Alagoas, norte e centro da Bahia, e uma faixa seguindo o rio São Francisco em Minas Gerais. Segundo Andrade-Lima (1981), a vegetação da ilha de Fernando de Noronha também pertence ao bioma. Sua área corresponde a 54% da Região Nordeste e a 11% do território brasileiro e constitui o chamado Polígono das Secas (ALVES et al., 2009).

O domínio da Caatinga está inserido no interior da isoietia de 1000 mm. Porém, na maior parte desse domínio, chove menos de 750 mm anuais, concentrados e distribuídos irregularmente em três meses consecutivos no período de novembro a junho (verão ou verão-outono), caracterizando um déficit hídrico acentuado, altas taxas de insolação e evapotranspiração, além de reduzida e variável precipitação de ano a ano. As vertentes a barlavento das serras e chapadas, especialmente das situadas próximas da costa, recebem maior precipitação devido às chuvas de convecção forçada, que causam as chamadas chuvas orográficas ou de relevo. A média anual de temperatura varia pouco, em torno de 26° C, mas diminui nas altitudes acima de 500 m das serras e chapadas (ANDRADE-LIMA, 1981).

O bioma Caatinga é de grande importância para a conservação da biodiversidade brasileira, devido ao alto nível de endemismo de espécies. No entanto, a Caatinga tem o menor número e a menor extensão de área protegida dentre todos os biomas brasileiros (COSTA et al., 2009). O referido bioma está em estado avançado de degradação, com aproximadamente 10% da vegetação original, com algumas áreas em processos de desertificação, outras áreas, as quais já perderam a vegetação clímax, estão em fases de sucessões ecológicas, mas a caatinga, ainda constitui a base alimentar dos rebanhos bovino, ovino e caprino na região semi-árida.

A exploração racional de qualquer ecossistema só pode ser planejada a partir do conhecimento de suas dinâmicas biológicas, mas na área correspondente ao bioma caatinga, as atividades agro-pastoris do homem por mais de três séculos, resultaram na modificação profunda da composição florística e na diminuição da capacidade de produzir forragem.

De início se dizia que a caatinga, a mata (caa) clara (tinga), na língua indígena era uma floresta espinhenta. Nos manuais de língua inglesa ela ainda é freqüentemente assim referida (scrub-forest). O botânico alemão Philip Von Luetzelburg, que há mais de 40 anos realizou estudos na região por conta da antiga Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, distinguiu nada menos que 12 tipos de caatingas, atendendo à freqüência de determinadas plantas e ao aspecto daí resultante (BERNADES, 1999).

A caatinga possui uma vegetação xerófila de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com ampla variação de fisionomia, flora com elevada diversidade de espécies, predominando representantes de *Caesalpinaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae* e *Cactaceae*. A morfologia, fisiologia e ecologia das plantas da Caatinga determinam as características vegetacionais do bioma. As espécies possuem caráter comportamental e fisiológico em relação às características do meio, determinando, dessa forma, as peculiaridades e ajustamento das plantas com as características físicas do meio em questão. Assim, os processos biológicos, dado o comando genético, selecionaram peculiaridades adaptativas, tornando a flora endêmica da Caatinga compatível com as condições severas a que estão sujeitos os táxons. Essas peculiaridades adaptativas da vegetação são determinadas, principalmente, pela temperatura e disponibilidade de água. O estresse hídrico é um dos fatores mais limitantes de produtividade e distribuição geográfica das espécies vegetais (COSTA et al., 2010).

Em virtude das condições climáticas, a vegetação endêmica é ramificada, com um aspecto arbustivo, tendo folhas pequenas ou modificadas em espinhos, de modo a evitar a evapotranspiração (perda de água pela epiderme), ocorrendo à perda de folhas na época seca (caducifolia). É uma mistura de estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo de pequeno porte, tortuosa, espinhenta e muito resistente às secas. A vegetação é distribuída de forma irregular, contrastando áreas que se assemelham a florestas, com áreas com solo quase descoberto. Apresenta uma grande biodiversidade com espécies de portes e arranjos fitossociológicos variados que o torna bastante complexo, onde pouco se conhece sobre a sua dinâmica (SOUTO, 2006).



A caatinga apresenta uma imensa variedade de vida e um acentuado grau de endemismo, mas ainda precisa ser estudada mais detalhadamente para suprir as carências de informações atualizadas sobre esse bioma. A falta de dados e estudos contínuos é que prejudicam o desenvolvimento da conservação ambiental da caatinga (ALVES et al., 2009), além de seu manejo adequado para produção agropecuária.

## 2.2 Marmeleiro

O marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.) é um arbusto pertencente à família euphorbiaceae, possui folhas alternas, cordiformes alongadas, tormentosas por baixo; flores amarelas, perfumadas, em forma de espiga; frutos pequenos, deiscentes e tricocas. É uma espécie pioneira de caatingas antropizadas, que produz grande quantidade de sementes, cuja dispersão acontece de forma fácil, tanto no momento da deiscência dos frutos, quanto posteriormente, através de vetores biológicos. Tais características fazem da mesma pioneira e típica da caatinga, que tende a dominar os primeiros estágios, aparecendo, portanto, como a espécie mais comum nas áreas sob grandes perturbações (CARVALHO, 1994; PEREIRA et. al., 2001).

As folhas do marmeleiro podem chegar a 30 cm de comprimento, e ao longo do dia, com o aumento da temperatura e da radiação solar, tornam-se menos túrgidas e ficam com um aspecto enrolado nas extremidades, voltando ao estado normal nas horas mais amenas do dia.

Segundo Carvalho et al. (2001), esta planta apresenta baixo valor forrageiro e grande poder invasor. Em áreas sucessionais, esta espécie pode apresentar densidade de 10.000 a 45.000 plantas/ha, com isso, a produção animal por hectare e por ano é muito baixa. Pereira et al. (2001) ao analisarem o comportamento das espécies vegetais da caatinga em três ambientes com diferentes níveis de antropização, destacaram que o marmeleiro, apresentou valores de densidade inversamente proporcional aos níveis de perturbação, ou seja, quanto mais antropizada for uma determinada área, maior será a densidade populacional de marmeleiro. Esta tendência tem sido constatada, não apenas para esta espécie, mas também para outras pioneiras típicas de ambientes antropizados da caatinga.

A rápida propagação e persistência da espécie vegetal marmeleiro, resulta em áreas impróprias para as atividades agropecuárias, mas a espécie tem importância na ciclagem de nutrientes, visto que, perde as folhas logo no final da estação chuvosa,

permanecendo sem folhas no intervalo de 4-6 meses. Santana (2005), estudando a composição química de folhas de marmeleiro, observou que as folhas desta espécie apresentaram alto teor de lignina (19,75 %), baixo de nitrogênio (1,28 %) e imobilizaram mais de 38 % de nitrogênio ao fim do experimento, destacando que as relações Lignina:Nitrogênio e Carbono:Nitrogênio estão relacionadas com as taxas de decomposição da fitomassa vegetal, que crescem à medida que as relações supracitadas diminuem.

### **2.3 Importância da serrapilheira no Bioma Caatinga**

As informações sobre a estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais como a caatinga ainda são escassas. É sabido que tais estudos, produção e decomposição da serrapilheira, são fundamentais para o conhecimento das características funcionais dos ecossistemas e, por conseguinte, de sua resistência a diversos fatores de tensão decorrentes, sobretudo, da atividade humana (COSTA et al., 2010).

Na Caatinga, a produção média de serrapilheira mostra-se muito similar entre os poucos trabalhos realizados em caatingas arbóreas e arbustivas. Em média, a produção de serrapilheira nesse bioma gira em torno de 1.500 a 3.500 kg/ha/ano, tanto em florestas arbóreas quanto em arbustivas, sendo esses valores determinados pelas características morfológicas e fisiológicas comuns das plantas que compõem o bioma. A dinâmica da deposição, acumulação e decomposição da serrapilheira varia entre anos em função da distribuição da chuva, em resposta a mecanismos fisiológicos inerentes às espécies da Caatinga (SOUTO, 2006).

Costa et al. (2010) observaram claramente que os períodos de maior deposição de serrapilheira ocorrem logo após o final do período chuvoso (“inverno” na denominação regional) e início da estiagem. Freire et al, (2010) observaram que, a quantidade de serrapilheira depositada aumenta expressivamente no período de chuvas, com picos de deposição em períodos de veranico, ou seja, períodos secos dentro do período chuvoso, além de queda acentuada ao final do período chuvoso. Dessa forma, as maiores deposições de nutrientes via serrapilheira também pode ocorrer nesses períodos.

Souto (2006), realizando estudos no Estado da Paraíba, encontrou valores na produção de serrapilheira durante dois anos de estudo, estimados em 3.238,51kg/ha. A

autora relatou que a deposição de serrapilheira foi maior no período de outubro/2004 a setembro/2005 (1.947,56 kg/ ha), do que no período de outubro/2003 a setembro/2004 (1.290,95 kg/ha). A autora atribui a menor deposição de serrapilheira à baixa precipitação registrada na área, um ano antes da instalação do experimento (outubro/2002 a setembro/2003), que foi de 486,1 mm.

Segundo Costa et al. (2010) em seu experimento, o pico na produção de serrapilheira ocorreu logo após o final do período chuvoso e o início da estiagem. No entanto, os autores sugerem a elaboração e realização de pesquisas em períodos mais longos, para a obtenção de uma gama de informações mais detalhadas e análises mais criteriosas da serrapilheira na região semi-árida nordestina.

#### **2.4 Funções da serrapilheira nos ecossistemas**

A maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao solo pela queda dos componentes senescentes da parte aérea e sua posterior decomposição (SOARES et al., 2008). Essa decomposição é importante para a produtividade e sustentabilidade do ecossistema, que depende da quantidade de nutrientes armazenados em seus vários compartimentos, como: a vegetação, a serrapilheira, o solo e a biomassa animal (SILVA et al., 2007), entretanto cada ecossistema tem sua forma característica de armazenar e reciclar os nutrientes entre seus compartimentos, entre os quais a serrapilheira é um dos mais importantes (PINTO et al., 2009).

A serrapilheira é formada por fragmentos orgânicos que ao caírem sobre o solo formam uma camada constituída de detritos vegetais (folhas, ramos, caules, cascas, frutos e flores) e animais (fezes e restos de animais mortos), que fica disposta na superfície (SILVA et al., 2007; SOARES et al., 2008; PINTO et al., 2009; VIEIRA et al., 2010). A decomposição da serrapilheira constitui o principal meio de transferência de matéria orgânica e elementos minerais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004; PINTO et al., 2009). Segundo Freire et al. (2010b), a deposição de serrapilheira reduz 0,003 a 0,3 kg/ha as perdas de nitrogênio por volatilização diária em consequência da desnitrificação.

A serrapilheira é particularmente importante por atuar na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica, essencial na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica,

uma vez que, a dinâmica sucessional das florestas secundárias tropicais está estreitamente relacionada com a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas (PINTO et al., 2009; RODRIGUES et al., 2010). A serrapilheira possui muitas outras funções importantes, entre as quais a contribuição juntamente com os demais compartimentos florestais, para a interceptação da água da chuva, através do amortecimento e da conseqüente dispersão da energia cinética das gotas, minimizando efeitos danosos ao solo (MONTEIRO et al., 2004); funciona como uma manta que facilita a incorporação de sementes ao banco de sementes do solo, sendo fonte de matéria orgânica e nutrientes para essas sementes; a camada de serrapilheira sobre o solo aumenta a retenção de água da chuva e a distribui lentamente aumentando a disponibilidade de água principalmente durante a estação seca; protege o solo contra processos erosivos; reduz a amplitude térmica do solo; potencializa a infiltração de água no solo em detrimento do escoamento superficial; diminui a evaporação da água, colaborando substancialmente para conservação e proteção do solo (RODRIGUES et al., 2010).

Pires et al., (2006) em seu trabalho em áreas de floresta de restinga, relacionaram a importância da produção de serrapilheira nessas áreas, que apesar de relativamente baixa, é muito importante para este sistema, pois além da entrada de nutrientes promove melhores condições no solo através da regulação do pH, aumento do armazenamento de água, nutrientes e capacidade de troca catiônica.

Rodrigues et al. (2010), destacaram que, a camada de serrapilheira funciona como uma barreira dificultando o rebrotamento de espécies herbáceas do banco de sementes. Como espécies herbáceas possuem em geral sementes muito pequenas, que podem penetrar a camada de serrapilheira até atingir o solo, esta poderia atuar como barreira física dificultando a passagem de luz para estimular a germinação destas sementes e a emergência das plântulas que eventualmente conseguissem germinar. Este efeito é desejável, uma vez que, a abundância de espécies herbáceas pode dificultar a regeneração de espécies arbustivo-arbóreas responsáveis pela rápida sucessão secundária. Os autores no mesmo experimento observaram que em um dos tratamentos, em que o solo superficial foi depositado sem cobertura de serrapilheira, a exposição à luz favoreceu a germinação e o estabelecimento de sementes de ervas, comprovando que a serrapilheira tem efeito inibitório sobre a germinação e emergência, sendo as espécies de menores sementes as mais afetadas.

Silva et al. (2007), confirmaram que diversos estudos sobre a importância da serrapilheira têm sido feitos por diversos autores em diferentes localidades geográficas,

mas não há compatibilidade dos dados devido às diferentes metodologias aplicadas e dos distintos comportamento dos ecossistemas, e ressaltaram que deveria haver uma busca em compreender a produção de serrapilheira, em diferentes biomas regidos pelo mesmo comportamento climático, para a compreensão e determinação de modelos regionais.

## **2.5 Importância da serrapilheira na ciclagem de nutrientes**

Desde o século passado é conhecida a importância da serrapilheira para a ciclagem dos nutrientes em povoamentos florestais nativos ou implantados (VIEIRA et al., 2010). A ciclagem de nutrientes é um processo de suma importância para o equilíbrio ecológico, sustentabilidade das florestas naturais (PINTO et al., 2009), e potencial fonte de energia para as espécies consumidoras do ecossistema (SOARES et al., 2008).

A ciclagem de nutrientes abrange as trocas de elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente que os circunda, centrando-se nas relações entre a vegetação e o solo, por meio dela, obtêm-se informações sobre a distribuição de nutrientes no ecossistema, podendo-se inferir sobre os fluxos entre os diferentes compartimentos (SOARES et al., 2008). Silva et al. (2007) destacaram que os nutrientes dentro do ecossistema estão presentes principalmente na parte aérea da vegetação.

A decomposição dos resíduos vegetais é parte fundamental do processo de ciclagem de nutrientes em uma área florestal, e esses resíduos são divididos em: Superficial - que compreende resíduos da parte aérea (folhas, ramos, caules, cascas, frutos e flores); Do solo - que compreende os resíduos do sistema radicular. Estas frações se subdividem em dois compartimentos: Estrutural, que apresenta tempo de reciclagem de 1 a 5 anos; Metabólico, prontamente decomponível pela ação microbiana, com tempo de reciclagem de 0,1 a 1 ano. A divisão nestes compartimentos é feita de acordo com a relação lignina/nitrogênio dos tecidos. Com aumento na relação, maior parte do resíduo é alocado no compartimento estrutural, que apresenta taxas de decomposição menores do que o compartimento metabólico (SOUTO, 2006).

A análise da quantidade e qualidade da serrapilheira e de sua taxa de decomposição permite entender o fluxo de energia, a produtividade primária e a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais, por sua estreita relação com a dinâmica da copa e com o crescimento das árvores (PINTO et al., 2009). Soares et al.

(2008) observaram que as plantas com 8 e 9 anos de idade, em seu experimento com cajueiros, produziram maiores quantidades de serrapilheira, em decorrência do maior volume da copa, assim como também apresentaram os maiores potenciais de ciclagem de nutrientes.

Pritchett (1979) apud Lima (2009) indicou duas formas de ciclagem de nutrientes para as florestas: uma externa e outra interna. A ciclagem externa, chamada também de geoquímica, inclui as formas de transferências de nutrientes para dentro e para fora do ecossistema florestal. O ciclo interno, denominado de ciclo biológico, abrange apenas a ciclagem interna dos nutrientes no ecossistema florestal. O ciclo biológico pode ainda ser subdividido em duas partes: o ciclo bioquímico, que se refere à movimentação dos nutrientes dentro da própria árvore, e o ciclo biogeoquímico, que abrange a ciclagem dos nutrientes entre o solo e a biomassa arbórea.

## **2.6 Produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira.**

Em florestas tropicais, nas florestas mais secas (florestas estacionais), existe uma tendência de maior produção de serrapilheira na época de maior restrição hídrica às plantas, enquanto que, o ambiente que tem menor restrição hídrica o período de maior produção de serrapilheira vai se deslocando para a estação chuvosa (VIDAL et al., 2007). Monteiro et al. (2004), enfatizaram que, em regiões com alto índice pluviométrico, em geral, ocorre maior produção de serrapilheira em comparação com as regiões de baixo índice pluviométrico, que segundo Vidal et al. (2007), é devido às primeiras chuvas serem fortes após a estação seca, promovendo a queda de muitos ramos secos e folhas, que estão unidos à planta.

Caldato et al. (2010), relataram que a produção de serrapilheira não diferiu nos diferentes tipos de vegetação estudadas, e que os meses com maiores produções de serrapilheira, são os meses com maiores índices de precipitação, e que em ambas as áreas estudadas, a decomposição da matéria orgânica é rápida, entretanto na área estudada com maior diversidade de espécies vegetais, os nutrientes se tornam disponíveis em menor tempo. Já Machado et al. (2008) destacaram em seu trabalho, realizado em uma área com clima tropical, que o baixo conteúdo de água no solo, acarretou ao final da estação seca, o aumento de deposição de matéria orgânica, devido ao estresse hídrico, promovendo o aumento de níveis endógenos dos promotores da senescência, etileno e ácido abscísico, resultando na queda das folhas. Nessa mesma região na área de floresta,

no início do período úmido (outubro), a deposição ocorreu devido aos impactos mecânicos da chuva.

Silva et al. (2009) observaram que a exclusão da água da chuva resultou em uma redução em torno de 25 % na produção total de serrapilheira. De acordo com os mesmos autores, a queda de folhas representou a mais importante contribuição na produção total de serrapilheira. O percentual médio de contribuição das folhas, gravetos e partes reprodutivas na produção total de serrapilheira foi de 65,98%, 16,48% e 17,54%, respectivamente. No mesmo estudo, as variáveis meteorológicas que se mostraram mais correlacionadas com a produção total de serrapilheira e, ou, seus componentes, foram: a velocidade do vento; a temperatura do solo a 5 cm de profundidade; a densidade do fluxo de radiação solar global; a precipitação e a densidade do fluxo da radiação. Já com relação às variáveis do balanço hídrico, as variáveis mais fortemente correlacionadas com a produção de serrapilheira e, ou, seus componentes foram: o teor de umidade do solo; o excesso hídrico e a deficiência hídrica.

Monteiro et al., (2004) mencionaram em seu trabalho que dentre os fatores que afetaram a quantidade de resíduos produzidos, os mais relevantes foram as variáveis climáticas (precipitação e temperatura); a disponibilidade de nutrientes no solo; a característica genética das plantas; a idade e a densidade de plantio.

Os diversos meios de deposição da serrapilheira produzem heterogeneidade temporal e espacial no ambiente florestal, podendo afetar a estrutura e dinâmica das comunidades de plantas, sendo um aspecto relevante para o conhecimento e preservação dos ecossistemas naturais (RODRIGUES et al., 2010). Já Vital et al., (2004), destacaram em seu artigo, que em geral ocorre um aumento da deposição da serrapilheira até a idade em que as árvores atingem a maturidade ou fecham as suas copas, após esse ponto pode ocorrer ligeiro decréscimo ou estabilização.

Em seu trabalho experimental Machado et al. (2008) relataram que em plantios realizados em áreas contínuas, apresentaram comportamentos distintos em relação à sazonalidade dos eventos, indicando que outros fatores, além do déficit hídrico, podem estar envolvidos no processo de aporte de matéria orgânica na serrapilheira. Considerando isso, o comportamento sazonal de deposição pode ter sido influenciado pela densidade e composição de espécies e sua decíduidade, assim como fatores relativos à competição intra-específica por água e nutrientes.

Gama-Rodrigues et al. (2008) relataram em seu trabalho que a acumulação de serrapilheira em florestas naturais equivale a 2% da fitomassa produzida, e que esta proporção quase sempre aumenta em florestas plantadas, e isso deve-se a baixa taxa de decomposição da serrapilheira nas florestas plantadas, devido a ação de um ou mais fatores, como baixa qualidade nutricional da serrapilheira, baixa fertilidade e umidade do solo, pH inadequado à atividade biológica, baixa densidade e diversidade de organismos decompositores. Foi também mencionado no mesmo artigo, que o acúmulo de matéria orgânica em solos argilosos, em relação aos arenosos, provém da maior estabilidade da matéria orgânica nos primeiros, nos quais ela fica menos acessível à ação dos microrganismos decompositores, proporcionando um aumento na quantidade de substrato e energia necessária ao metabolismo microbiano, mas em solos de textura mais arenosa, a matéria orgânica tende a ser decomposta mais rapidamente.

Por meio do processo de decomposição, a serrapilheira libera para o solo elementos minerais que as plantas utilizam para o seu desenvolvimento. Através da transformação química e a síntese de novos compostos, os produtos resultantes da decomposição, são transportados para horizontes mais profundos da manta orgânica e, ou, do solo (MONTEIRO et al., 2004; SILVA et al., 2007), desempenhando assim, um papel fundamental na circulação de nutrientes e nas transferências de energia entre os níveis tróficos, sendo um processo fundamental e vital para o funcionamento do ecossistema (VITAL et al., 2004; PIRES et al., 2006; SILVA et al., 2007).

Diversos são os fatores que podem influenciar a produção e a decomposição de serrapilheira: clima, temperatura, atividade dos organismos decompositores, fertilidade do solo, composição de espécies na comunidade, estrutura da vegetação, estágio sucessional da floresta, perturbações antropogênicas na floresta e no entorno, latitude, altitude, precipitação, evapotranspiração, umidade, propriedades físicas do solo, herbívoros e a composição florística da vegetação. Levando-se em consideração que, menores taxas de decomposição, podem também estar relacionadas com maior entrada de material no sistema solo, resultando no acúmulo de serrapilheira (MONTEIRO et al., 2004; PIRES et al., 2006; VIDAL et al., 2007; GAMA-RODRIGUES et al. 2008; CALDATO et al., 2010; OLSON, 1963 apud VIEIRA et al., 2010). Freire et al. (2010a) destacaram que, quando a serrapilheira é rica em nitrogênio, ocorre rápida decomposição de resíduos, o que para Monteiro et al., (2004), e Souto (2006), é um fator importante, uma vez que, a decomposição da serrapilheira é regulada pela composição da comunidade decompositora (macro e microorganismos), qualidade do



material orgânico e condições físico-químicas do ambiente, que, por sua vez, são reguladas pelo clima e características edáficas do local.

Conforme as condições edafoclimáticas, a velocidade na decomposição da serrapilheira varia de acordo com os teores de lignina, polifenóis, celulose, carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, dentre outros componentes. Freire et al. (2010a), confirmaram que altos teores de lignina, polifenóis e celulose estão relacionados com a baixa taxa de decomposição, com menor liberação de nutrientes e com maior acúmulo de serrapilheira, devido a alta relação carbono/nitrogênio, que por sua vez, leva à imobilização do nitrogênio, reduzindo assim a sua disponibilidade de  $N-NH_4^+$  (amônio) e  $N-NO_3^-$  (nitrato) no solo. Já Vital et al. (2004), relataram que as taxas de decomposição da serrapilheira são consideradas rápidas, se existe pouco acúmulo na superfície do solo e os coeficientes de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico (K) são maiores que 1,0, onde a conversão dessa matéria orgânica para húmus ocorre a uma taxa de 30 a 50% ao ano.

Pires et al. (2006) relataram em seu trabalho que quando o ecossistema encontra-se em condição de equilíbrio, a taxa de decomposição pode ser estimada através da razão entre a quantidade de serrapilheira produzida e a acumulada, não apresentando, esta última, variações significativas em sua quantidade absoluta. Os autores destacaram que a sazonalidade na produção e decomposição de serrapilheira tem sido relacionada, principalmente, ao clima, baixa disponibilidade de nutrientes, ao estágio sucessional da comunidade e deciduidade das espécies.

Caldato et al., (2010), relataram que a forma e a velocidade da decomposição da serrapilheira está relacionada diretamente com as condições climáticas e com a relação carbono/ nitrogênio junto com os microorganismos que efetuam o processo. Os autores destacaram também que as folhas verdes apresentam maior taxa de decomposição do que as folhas senescentes, devido a uma concentração elevada de nitrogênio e fósforo, em contrapartida, as folhas senescentes possuem em sua constituição, material mais lignificado, que são mais resistentes a decomposição, que para Gama-Rodrigues et al. (2008), essa serrapilheira com baixa taxa de decomposição, pode atuar como uma barreira física contra processos erosivos e funcionar como uma reserva de nutrientes para futuros plantios de eucaliptos ou outra cultura. Já Freire et al. (2010a) concluíram em seu experimento com serrapilheira de sabiá, que apesar do alto teor de nitrogênio, a decomposição é lenta, o que pode reduzir as perdas de nutrientes

no bosque, aumentar sua sustentabilidade e diminuir os possíveis efeitos deletérios ao ambiente.

Vital et al. (2004) concluíram que uma pequena variação nas concentrações dos nutrientes, ocorre ao longo do ano, evidenciando que o fornecimento destes ao solo ocorre constantemente. Os autores observaram que pouco estoque de serrapilheira acumulada na superfície do solo, apresenta uma rápida velocidade de decomposição.

De acordo com Swift et al. (1979) apud Souto (2006), a decomposição pode ser vista como uma correlação entre 3 processos: lixiviação, catabolismo e fragmentação. A lixiviação é um processo físico que ocorre logo após a queda da serrapilheira, onde ocorre a remoção de materiais solúveis pela água. O catabolismo envolve reações enzimáticas de produção-energia, onde envolve complexas transformações dos componentes orgânicos em unidade simples e diminuta. A fragmentação é a redução de partículas em pequenos detritos, expondo assim, uma grande superfície de área para colonização e ataque microbiano.

A avaliação da biomassa microbiana, que exerce papel fundamental na decomposição e mineralização dos resíduos vegetais fornece informações importantes para o entendimento da ciclagem de nutrientes, devido ao rápido processo de ciclagem, este atributo microbiológico responde intensamente a flutuações sazonais de umidade e temperatura, ao cultivo e ao manejo de resíduos, sendo um indicador mais sensível das mudanças nos níveis de matéria orgânica do que o teor de carbono orgânico (MONTEIRO et al., 2004). Quando a relação carbono/nitrogênio é baixa, os organismos decompositores não são limitados pelo nitrogênio, o que resulta em liberação líquida de nitrogênio inorgânico para a solução do solo. A serrapilheira com alta relação carbono/nitrogênio favorece a retenção de nitrogênio pelos organismos decompositores, o que reduz a disponibilidade de nitrogênio no solo (FREIRE et al., 2010b). Já segundo Caldato et al., (2010) a taxa de mineralização do nitrogênio no solo está correlacionada com a mineralização total do nitrogênio (serrapilheira e solo) e depende da qualidade da folhagem.

Segundo Gama-Rodrigues et al. (2008) a biomassa e a atividade microbiana têm sido propostas como bioindicadores dos níveis de matéria orgânica e da qualidade do solo, auxiliando na orientação de mudanças das técnicas de manejo do solo. Os autores também observaram em seu trabalho que a biomassa microbiana da serrapilheira representou uma reserva de carbono e nitrogênio maior do que a biomassa microbiana

do solo na profundidade 0 a 10 cm, constituindo-se num compartimento de relevante contribuição em solos com baixos teores desses nutrientes.

Segundo Monteiro et al., (2004), a interrelação, ao invés da análise dos valores isolados das medidas de biomassa, atividade microbiana e da qualidade da serrapilheira, seria a forma mais adequada para a compreensão do funcionamento do sistema solo/serrapilheira, tendo em vista a grande interação e dependência destes na funcionalidade dos ecossistemas, como também pelo fato de a serrapilheira constituir o compartimento onde se concentram os organismos responsáveis não só pela fragmentação física, como também pela decomposição química das cadeias carbônicas.

Souto (2006) relatou que, uma flora variada de bactérias e fungos pode realizar a degradação completa de material orgânico de restos de plantas e animais, mas, em prática, eles raramente agem sozinhos. É a diversidade microbiana e de espécies da fauna edáfica envolvidas nesse processo que permite decompor estrutural e quimicamente os tecidos complexos de uma planta ou restos de animais. A mesofauna do solo compreende os organismos, como ácaros, colêmbolos, alguns grupos de miriápodes, aracnídeos e diversas ordens de insetos, alguns oligoquetos e crustáceos. Esse conjunto de organismos apesar de extremamente dependentes da umidade do solo, é caracteristicamente terrestre. As atividades tróficas desses animais incluem tanto o consumo de microrganismos e da microfauna, como a fragmentação de material vegetal em decomposição.

## **2.7 Importância da fração foliar na composição da serrapilheira**

Na literatura muitos são os autores que descrevem que a fração foliar é o componente mais abundante e mais importante na formação da serrapilheira. Vidal et al. (2007) e Freire et al. (2010b), observaram que em florestas tropicais, a fração foliar contribui importantemente na formação da serrapilheira, em relação com as demais frações.

A separação específica da fração foliar é raramente descrita em florestas tropicais, embora seja de grande importância, pois podem fornecer dados acerca da fenologia, nutrição e padrões da ciclagem de nutrientes do sistema, o que para Pires et al. (2006), esse alto percentual de folhas tem sido frequentemente associado à presença de espécies pioneiras, as quais possuem um rápido crescimento.

Pires et al. (2006) comprovaram que a fração foliar contribui com até 74,6% em áreas de floresta de restinga, sendo maior do que o resultado encontrado para florestas tropicais próxima a de outras florestas situadas em solos de baixa fertilidade, e inferior em áreas de florestas com distúrbios.

Monteiro et al. (2004) destacaram em seu trabalho que as folhas foram as estruturas que apresentaram maiores valores de CBM (carbono da biomassa microbiana), NBM (nitrogênio da biomassa microbiana), RA (respiração acumulada) e relações CBM: C (carbono microbiano: carbono orgânico) e NBM: N (nitrogênio microbiano: nitrogênio total). Tais resultados comprovaram que as folhas foram às estruturas mais eficientes na imobilização do carbono microbiano provavelmente pela maior acumulação de carbono orgânico disponível para o metabolismo microbiano e pelo menor nível de recalcitrância, e os autores ressaltaram também, que tais resultados mostram que as folhas foram as estruturas mais eficientes na imobilização de carbono microbiano do que as outras estruturas componentes da fração da serrapilheira. Os autores concluíram que as folhas foram as estruturas que apresentaram uma biomassa microbiana mais eficiente na imobilização de carbono e nitrogênio e que a qualidade nutricional e orgânica da serrapilheira influenciou a atividade da biomassa microbiana, e que o CO<sub>2</sub> foi um indicador de condições de estresse, com presença de celulose e polifenóis, para a biomassa microbiana nas diferentes estruturas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Acaraú que está localizada na estrada Sobral-Remédio no distrito de Lagoa Grande, a 3°41'10" Latitude Sul, 40°20'59" Longitude Oeste com 56 m de altitude, no município de Massapê no Estado do Ceará, de propriedade da Universidade Estadual Vale do Acaraú. Os trabalhos de campo se realizaram de Setembro de 2009 a junho de 2010.

O clima da região é semi-árido do tipo BShw, conforme classificação de Kopen (MILLER, 1971). Caracteriza-o dois períodos: o úmido, período chuvoso que vai de janeiro a maio, e o seco, que se estende de junho a dezembro. As médias históricas do período chuvoso na região são de 749,5 mm, com média anual da umidade relativa do ar em torno de 67,9%. Mas durante o período chuvoso que compreendeu ao período experimental, a média observada foi de 493.6 mm.

O experimento foi realizado em duas áreas experimentais: uma área com vegetação preservada e sem a intervenção humana, que corresponde à área de reserva legal com dimensão de 1 ha, e uma área que foi modificada pela ação do homem, que corresponde a área antropizada com dimensão de 1 ha.

A vegetação na área de reserva legal é arbórea com a presença de catingueira (*Caesalpinia bracteosa* Tul.), jurema-preta (*Mimosa hostilis* Wild Poir), pau-branco (*Auxemma oncocalyx* Taub.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.) e sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). Já na área antropizada há poucas árvores da espécie pau-branco (*Auxemma oncocalyx* Taub.), distantes uma das outras, algumas gliricídia (*Gliricidia sepium*) em desenvolvimento, alguns arbustos de marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.) próximos à cerca e plantas herbáceas durante a estação chuvosa.

O solo na região em que as áreas de estudo foram implantadas apresenta características de Luvisolo.

#### 3.1 Delineamento experimental e procedimentos experimentais

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um arranjo fatorial de 3 x 2 x 2 x 2, sendo 3 tipos de sacolas x 2 áreas x 2 posições x 2 estações, com três repetições. Constituíram as causas de variação os fatores abióticos, as estações do ano, o posicionamento das sacolas e os sistemas, ou seja, área antropizada e área preservada.

As análises estatísticas da porcentagem de biomassa desaparecida foram realizadas pelo procedimento ANOVA do software SAS (SAS Institute Inc., 2001).

Foram coletados aproximadamente 15 kg de folhagem de marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), na Fazenda Experimental Vale do Acaraú. A folhagem era composta de limbo e pecíolo e pertencia ao primeiro terço inferior dos arbustos. A folhagem foi colocada para secar durante 24 horas em área aberta e ventilada (Figura 1). Ao longo da secagem, foram realizadas três viragens da biomassa para que houvesse uniformização na desidratação do material.



**Figura 1.** Desidratação da biomassa verde da folhagem de marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.). **Fotos:** Francisca Mirlanda Vasconcelos Furtado.

Para avaliação da decomposição da folhagem foi utilizada a técnica de sacos de nylon (Dubeux Jr. et al., 2006). Foram confeccionadas 72 sacolas de nylon com malha telada de nº0 com 1,0 mm, apresentando dimensão de 30 cm x 30 cm. Após a confecção das sacolas, as mesmas foram divididas em três grupos com 24 unidades cada, de acordo com o tratamento a que se destinariam (Figura 2).

- 1- O tratamento A, correspondeu às 24 sacolas que possuíam ambas as faces livres, que facilitaria a passagem de água da chuva, da radiação solar, o contato direto com a umidade presente no solo, a influência da umidade relativa do ar e da temperatura ambiental, máxima e mínima do ambiente.
- 2- O tratamento B correspondeu às 24 sacolas que possuíam uma das faces forrada com plástico transparente, que facilitaria a passagem da luz e supostamente evitaria o contato com a água decorrente das precipitações.

- 3- O tratamento C correspondeu às 24 sacolas que tiveram forradas com lona branca opaca, que evitaria o cont: incubado com as águas oriundas das precipitações e da ra (não foi usada a lona de cor escura, devido o possível aume temperatura interna da sacola).



**Figura 2.** Tratamento c forrada com plástico tra branca opaca (C); Folh (D). **Fotos:** Francisca M.

Foi devidamente pesado e acondicionado em cada sacola 30 g marmeleiro. Em julho de 2009, foram selecionadas dentro da Fazenda duas áreas para realização do ensaio, uma área havia sofrido intervenção antropizada) e a outra área permanecia em estado original (preservada), decomposição foram distribuídas dentro das áreas experimentais, em numa posição as sacolas ficaram em contato direto com o solo, e na sacolas foram fixadas em um suporte e ficaram a 10 cm do solo. Em posicionados três blocos, onde cada repetição constava com doze sacol de cada tratamento (Figuras 3 e 4).



**Figura 3.** Distribuição dos tratamentos em área preservada.  
**Fotos:** Francisca Mirlanda Vasconcelos Furtado.



**Figura 4.** Distribuição dos tratamentos em área antropizada.  
**Fotos:** Francisca Mirlanda Vasconcelos Furtado.

Mensalmente a temperatura ambiente, a temperatura máxima e mínima, e a umidade presente no solo foram mensuradas (Tabelas 1 e 2). A temperatura ambiental e a temperatura máxima e mínima eram mensuradas com o auxílio de termômetros cujas posições eram determinadas aleatoriamente.



**Tabela 1** Porcentagem de umidade no solo ao longo do período seco e período chuvoso nas áreas experimentais da Fazenda Experimental Vale do Acaraú

MÊS	Período Seco		Período chuvoso	
	Área antropizada	Área preservada	Área antropizada	Área preservada
Setembro/09	2,52	4,13	-	-
Outubro/09	1,04	3,22	-	-
Novembro/09	0,94	2,54	-	-
Dezembro/09	0,92	3,17	-	-
Janeiro/10	-	-	15,58	21,22
Fevereiro/10	-	-	3,95	7,99
Março/10	-	-	1,98	5,39
Abril/10	-	-	19,75	17,59
Mai/10	-	-	10,58	11,59
Junho/10	-	-	10,31	12,75
<b>MÉDIAS</b>	1,35	3,26	10,35	12,75

A Tabela 2 mostra que durante o ensaio experimental a umidade relativa do ar, chegou a atingir mínimo de 60,2 no mês de setembro de 2009, e máxima de 81,8 no mês de abril de 2010, enquanto a temperatura mínima foi de 28,1°C no mês de abril de 2010 e a máxima 35,1°C no mês de outubro de 2009. Enquanto na tabela 3 estão distintamente às temperaturas ambientais em ambas as áreas.

**Tabela 2.** Umidade relativa do ar (UR) e temperatura (T)

MÊS	UR min	UR Max	Tmin	Tmax
Set/09	60,2	66,3	28,2	34,3
Out/09	60,7	66,4	28,3	35,1
Nov/09	64,7	68,7	28,8	34,5
Dez/09	63,6	68,7	28,7	34,1
Jan/10	69,2	73,5	28,8	34,5
Fev/10	71,5	75,8	28,7	33,8
Mar/10	73,3	77,2	28,5	33,7
Abr/10	78,3	81,8	28,1	32,2
Mai/10	75,2	78,4	28,4	33,9
Jun/10	65,8	70,0	28,3	35,4

**Tabela 3.** Temperatura ambiental ao longo do período seco e período chuvoso nas áreas experimentais da Fazenda Experimental Vale do Acaraú

MÊS	Período Seco		Período chuvoso	
	Área antropizada	Área preservada	Área antropizada	Área preservada
Setembro/09	37	36,5	-	-
Outubro/09	38	36,2	-	-
Novembro/09	45	37,3	-	-
Dezembro/09	35,5	35	-	-
Janeiro/10	-	-	33,7	36,8
Fevereiro/10	-	-	33	33
Março/10	-	-	36,7	37,5
Abril/10	-	-	28	29,75
Mai/10	-	-	31,7	31,4
Junho/10	-	-	35	35
<b>MÉDIAS</b>	38,8	36,2	33,0	33,9

A temperatura superficial do solo era mensurada sob as sacolas de decomposição, que eram escolhidas aleatoriamente (Figura 5 e Tabela 4).



**Figura 5-** Detalhe da mensuração da temperatura sob uma sacola em contato direto com o solo.

**Foto:** Francisca Mirlanda Vasconcelos Furtado

**Tabela 4.** Temperatura do solo ao longo do período seco e período chuvoso na Fazenda Experimental Vale do Acaraú

MÊS	Período Seco		Período chuvoso	
	Área antropizada	Área preservada	Área antropizada	Área preservada
Setembro/09	39,2	38,1	-	-
Outubro/09	41,6	39,8	-	-
Novembro/09	43,2	37,9	-	-
Dezembro/09	38,5	37	-	-
Janeiro/10	-	-	37,9	32
Fevereiro/10	-	-	35,2	31,3
Março/10	-	-	41,1	35,1
Abril/10	-	-	28,7	27,3
Mai/10	-	-	30,7	30,4
Junho/10	-	-	34,9	34,8
<b>MÉDIAS</b>	40,6	38,2	34,7	31,8

Para determinação da umidade do solo (Tabela 1), foram coletadas amostras de solo em latas de alumínio de peso conhecido a cerca de 10 cm de profundidade em cada bloco, nas duas áreas experimentais, que era rapidamente pesado em balança digital e acondicionado em estufa a 105 °C por 72 hs. Após a secagem em estufa as amostras eram colocadas para esfriar em temperatura ambiente e então novamente pesadas em balança digital. O teor de umidade presente no solo foi determinado através da equação:

$$Uf = \frac{(Pu - Ps)}{Ps} \times 100$$

Onde:

Uf = Umidade final

Pu = Peso úmido

Ps = Peso seco

As medidas da radiação solar foram feitas com o equipamento PARLAI quinzenalmente, onde a radiação solar era mensurada sobre as sacolas de decomposição.

Ao fim de dezembro de 2009, foram coletados 18 sacos da área antropizada e 18 sacos da reserva legal, permanecendo em cada área a outra metade das sacolas para avaliação dos efeitos abióticos do período úmido. As sacolas ao fim de cada estação, ao serem coletadas, tiveram suas amostras retiradas e analisadas. Observou-se que as sacolas de decomposição que se encontrou em contato direto com o solo,

acondicionaram junto com as amostras, uma quantidade considerável de areia e barro, que foram removidos através de peneiramento e pelo processo de decantação no laboratório de técnicas apícolas da Universidade Estadual Vale do Acaraú. Foi também realizado durante o processo de limpeza, a seleção de outros materiais que estavam pós-campo junto com a folhagem, como: raízes; fragmentos de lianas; e pequenos insetos.

Para a determinação do material remanescente foi necessário o cálculo com a seguinte equação:

$$\% \text{ Remanescente} = \frac{V_o - V_r}{V_o} \times 100$$

Onde:

% R = Porcentagem de material remanescente

V<sub>o</sub> = Valor original da massa vegetal

V<sub>r</sub> = Valor restante da massa vegetal no saco

O ano de 2009 foi caracterizado atipicamente com chuvas até meados do mês de agosto, sendo então, somente no mês de setembro de 2009 (Tabela 5) iniciado o ensaio experimental. Já no período chuvoso de 2010, ocorreu a distribuição irregular de chuvas, com índices abaixo da média.

**Tabela 5.** Índice pluviométrico durante o experimento na Fazenda Experimental Vale do Acaraú

MÊS	Mm
Setembro/09	0
Outubro/09	0
Novembro/09	0
Dezembro/09	0
Janeiro/10	43.8
Fevereiro/10	72.6
Março/10	99.8
Abril/10	230.9
Mai/10	41.7
Junho/10	4.8

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Taxas de decomposição da folhagem de marmeleiro

**Tabela 6.** Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a posição x tratamento, durante o período seco na área antropizada

Tratamento	Posição	
	Suporte	Solo
A (Duas faces livres)	5,53Ba	9,63aA
B (Face superior com plástico transparente)	8,83aA	8,87aA
C (Face superior com lona opaca branca)	6,63aA	5,10aB

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ), no tratamento A de acordo com a posição em que as sacolas estavam dispostas. Isso provavelmente ocorreu porque apesar de ambas as sacolas estarem totalmente sujeitas a ação das intempéries, aquelas fixadas ao suporte não foram afetadas pela alta temperatura do solo (Tabela 4), que era amenizada devido à ação do vento sob a sacola. Já nos tratamentos B e C, a cobertura plástica reteve o calor, mantendo a temperatura interna nas sacolas fixas ao suporte em níveis favoráveis à decomposição, além do que o tratamento B permitia a passagem da radiação solar, enquanto o tratamento C recebia influência indireta da radiação pela parte inferior do suporte.

Quanto aos tratamentos, a análise estatística mostrou que o material acondicionado nas sacolas com o tratamento C que estavam sobre o solo resultou ( $P < 0,05$ ) em taxas menores de decomposição, uma vez que as mesmas estavam protegidas da ação física da radiação solar por meio da cobertura em lona branca, que reflete a luz incidente, resultado este comprovado por Austin e Vivanco (2006), que destacaram em seu experimento realizado em área semiárida na Patagônia, de que a fotodegradação foi determinante sobre as taxas de decomposição da serrapilheira.

As taxas médias de decomposição da folhagem de marmeleiro em decorrência dos efeitos abióticos na área antropizada durante o período chuvoso estão apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7.** Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro em função da posição x tratamento, durante o período chuvoso na área antropizada

Tratamento	Posição	
	Suporte	Solo
A (Duas faces livres)	39,97aA	28,83bA
B (Face superior com plástico transparente)	26,30aB	27,40aA
C (Face superior com lona opaca branca)	23,77aB	20,73bB

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

A Tabela 7 mostra que durante o período chuvoso (Tabela 5) na área antropizada os níveis de decomposição da folhagem de marmeleiro se mostraram diferentes estatisticamente ( $P < 0,05$ ) quanto à posição nos tratamentos A e C. No tratamento A, o material acondicionado nas sacolas que estavam fixadas ao suporte sofreu maiores taxas de decomposição devido à lixiviação decorrente das águas das chuvas.

Por sua vez, a semelhança ( $P > 0,05$ ) entre as posições para o tratamento B pode ser explicada pelo fato de que, durante as chuvas (Tabela 5), a força cinética da água sobre o solo, associada aos ventos, dissipa as gotículas, favorecendo o contato das mesmas com o material acondicionado por meio da face inferior das sacolas fixadas ao suporte, além de levar partículas de solo que contaminam as amostras com microorganismos edáficos, possibilitando a decomposição mesmo com o material em suspensão.

Diferentemente do tratamento B, houve maior decomposição do material fixado ao suporte no tratamento C, podendo ter ocorrido em função de um fator adicional envolvendo a reflexão dos raios solares no solo, permitindo a incidência de radiação nas sacolas pela face inferior, o que pode ter mantido a temperatura nas sacolas em patamares mais favoráveis à ação microbiana em relação àquelas em contato direto com o solo e, conseqüentemente, com a umidade acentuada ocasionada pelo acúmulo de água.

Quanto aos tratamentos fixados ao suporte, o tratamento A foi superior em relação aos tratamentos B e C, provavelmente devido à ação direta da água das

precipitações sobre o material a ser degradado. Já nos tratamentos que estavam em contato direto com o solo não houve diferença estatística entre os tratamentos A e B, uma vez que este último permitia à ação da luz incidente sobre o material incubado. Sendo o tratamento C mensurado com menores taxas de decomposição, devido à presença da lona branca que impediu a ação direta da radiação solar sobre o material a ser decomposto no ensaio.

Os valores das médias para as taxas de decomposição em decorrência dos efeitos abióticos durante o período seco na área preservada estão apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a posição x tratamento, durante o período seco na área preservada

Tratamento	Posição	
	Suporte	Solo
A (Duas faces livres)	4,43bA	31,63aA
B (Face superior com plástico transparente)	5,53bA	31,13aA
C (Face superior com lona opaca branca)	3,30bA	30,73aA

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Na área preservada durante o período seco as análises estatísticas, mostraram que todos os tratamentos diferiram ( $P < 0,05$ ) quanto à posição, com as folhagens acondicionadas nas sacolas em contato direto com o solo apresentando maiores taxas de decomposição do que as fixas ao suporte. Durante o período seco ainda foi possível verificar pequenos níveis de umidade no solo (Tabela 1), que em conjunto com a cobertura da serrapilheira depositada no início da estação, evitou a incidência direta dos raios solares sobre o mesmo, possibilitando níveis de umidade favoráveis à ação da fauna edáfica e dos microorganismos ali existentes.

Na Tabela 9, a folhagem que estava acondicionada nas sacolas em contato direto com o solo, obteve taxas de decomposição maiores do que as que estavam fixas ao suporte. Provavelmente isso foi devido à umidade (Tabela 1) que combinada com a temperatura elevada do solo (Tabela 4), colabora com a colonização e a ação dos microorganismos, além da ação da fauna edáfica, confirmando o que Souto (2006) concluiu em seu trabalho, sobre o processo de decomposição da serrapilheira, que havia sido influenciado pela interação entre pluviosidade e temperatura, que regularam a

velocidade de decomposição ao longo do tempo proporcionando maior atividade microbiana à noite.

**Tabela 9.** Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a posição x tratamento, durante o período chuvoso na área preservada

Tratamento	Posição	
	Suporte	Solo
A (Duas faces livres)	28,77bAB	44,97aA
B (Uma face com plástico transparente)	31,30bA	42,73aAB
C (Uma face com lona opaca branca)	26,10bB	39,53aB

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Nos tratamentos das sacolas suspensas, o tratamento B apresentou taxas de decomposição superiores ( $P < 0,05$ ), uma vez que permitia tanto a passagem de luz solar quanto a retenção do calor proporcionado pela mesma, o que elevou a temperatura interna nas sacolas. Por sua vez, observou-se que devido à proteção contra a radiação solar, o tratamento C teve a menor taxa de degradação, enquanto que o tratamento A se mostrou estatisticamente igual aos tratamentos B e C, o que pode ter ocorrido em função da não retenção do calor pela atuação dos ventos, embora tenha permitido a ação da radiação solar.

Quanto aos tratamentos nas sacolas que estavam em contato direto com o solo, o tratamento A apresentou taxas de decomposição superiores ( $P < 0,05$ ), uma vez que permitia a passagem da radiação solar, que em conjunto com a temperatura (Tabela 4) e a umidade (Tabela 1) presente no solo, favoreceu a atividade da macro, meso e micro fauna edáfica. Já no tratamento B, a decomposição do material acondicionado se mostrou igual ( $P < 0,05$ ) ao tratamento A e C, resultado da ação do plástico transparente que permite a passagem da radiação solar, associado com a umidade presente no solo, que favorece a ação dos microorganismos. Por sua vez, no tratamento C, foram obtidas as menores taxas de decomposição, devido à lona opaca branca que impediu a passagem da radiação solar e manutenção da temperatura interna em níveis inferiores, limitando a atividade microbiana.

Na área preservada o percentual de degradação da folhagem de marmeleiro se mostrou estatisticamente superior ( $P < 0,05$ ) ao da área antropizada (Tabela 10).



**Tabela 10.** Médias das taxas de decomposição (%) da folhagem de Marmeleiro de acordo com a estação e a área

<b>Estação</b>	<b>Média</b>
Período Seco	12,61 b
Período chuvoso	31,70 a
<b>Área</b>	<b>Média</b>
Preservada	26,68 a
Antropizada	17,63 b

Médias com letras diferentes diferem pelo teste t (P<0,05)

Houve diferença (P<0,05) nas taxas de decomposição entre as estações do ano (Tabela 10). A estação chuvosa apesar de ter índices pluviométricos abaixo do esperado apresentou níveis maiores de decomposição na folhagem acondicionada em relação ao período seco, o que possivelmente ocorreu devido à influência da umidade (Tabelas 1 e 5), da temperatura (Tabelas 2, 3 e 4) e da atividade microbiana. Souto (2006) ressaltou que provavelmente no período chuvoso, a serrapilheira apresenta maior concentração de componentes que são lixiviados, como os extrativos e substâncias mais simples como açúcares que são facilmente metabolizados pelos microrganismos. Além disso, é importante ressaltar que a fração contida nas sacolas do ensaio experimental em discussão, era o componente foliar, que é facilmente degradado, favorecendo a decomposição mais rápida quando as condições climáticas são favoráveis. Na área preservada durante o período chuvoso houve interação entre os fatores abióticos e bióticos na decomposição da folhagem. Já na área antropizada, durante o período seco, os fatores abióticos, principalmente a radiação solar foram primordiais na influência das taxas de decomposição.

Souto (2006) destacou que as características do semiárido interagindo simultaneamente, acabam limitando a atividade dos organismos decompositores, propiciando decomposição mais lenta, quando comparados com outros ecossistemas mais úmidos. Já Santana (2005) em seu estudo na área de Caatinga, supôs que a taxa de decomposição fosse considerada mediana, em função das condições climáticas bastante variáveis e extremas característica da região, com a ocorrência de secas periódicas que podem durar até nove meses, temperaturas elevadas e baixos conteúdos de água no solo,

além do grande número de espécies decíduas, com redução de material orgânico coriáceo e de composições diferentes.

Durante o período chuvoso, na área preservada, a manutenção da umidade (Tabela 1) combinada com a temperatura do solo (Tabela 4), contribuiu para a colonização e a ação dos microorganismos da fauna edáfica, favorecendo maiores taxas de decomposição da folhagem de marmeleiro em relação ao período seco, mostrando que a pluviosidade em conjunto com a temperatura regula a velocidade de decomposição. Na área antropizada foi observado intenso desenvolvimento do estrato herbáceo durante o período chuvoso ao redor dos blocos, com temperatura do solo favorável (Tabela 4) a formação de um ambiente propício para a macro, meso e micro fauna do solo.

Durante o período seco, na área antropizada o desaparecimento das estruturas herbáceas favoreceram a incidência da radiação solar diretamente sobre as sacolas de decomposição e com a elevação da temperatura do solo (Tabela 4), houve evaporação com a consequente redução no teor de umidade. Por sua vez, na área preservada, durante o período seco, ainda foi possível determinar pequenos níveis de umidade presente no solo (Tabela 1), que em conjunto com a cobertura da folhagem, evitou a incidência direta dos raios solares sobre as sacolas de decomposição. Dessa forma, a área antropizada se mostrou menos favorável em manter os níveis de umidade do solo em relação à área de reserva legal.

Echer et al. (2001) destacaram em seu artigo sobre radiação solar que em condição de céu claro, a radiação é pouco atenuada quando comparada com condições de céu encoberto (parcialmente ou totalmente). A presença de nuvens e gases atua como elemento espalhador, principalmente, da radiação solar. Como a região de comprimentos de onda mais curtos apresenta maior componente de radiação difusa em relação a radiação de ondas longas, a presença de nuvens reduz muito mais a região do visível que a região do ultravioleta (em torno de 10-15% da radiação no visível e difusa enquanto pelo menos 50% no ultravioleta em torno de 0,30-0,35 m, o que indica que em condições de céu totalmente encoberto a radiação de ondas longas pode ser bem mais atenuada do que a de ondas curtas). Austin e Vivanco (2006) destacaram que a fotodegradação vem sendo mencionada como a possível responsável no controle do volume de carbono em estudos de decomposição em ecossistemas áridos e semiáridos.

Durante o ensaio experimental a mensuração dos índices de radiação solar sobre as sacolas de decomposição foi realizada em ambas as áreas, ao longo do período

seco e do período chuvoso. Durante o período seco a incidência de radiação solar diretamente sobre as sacolas de decomposição, devido à diminuição da formação de nuvens, em conjunto com o desaparecimento do estrato herbáceo, colaboraram para que fosse registrada a média na área antropizada de  $1498 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ , enquanto na área preservada, que perdeu a cobertura florista, foram registrados  $339 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ . Já no período chuvoso, em que ocorre a maior formação de nuvens, e a maior dissipação e atenuação de radiação, foi captado na área antropizada  $116,6 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ , e na área preservada que apresenta cobertura florística de aproximadamente 80% que funciona como barreira na incidência direta da radiação solar,  $24 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ . Segundo Echer et al. (2001), um parâmetro de grande relevância em termos de balanço radiativo são as nuvens, que são observadas cobrindo parte do planeta praticamente todo tempo. As nuvens exercem papel muito importante, refletindo intensamente e absorvendo a radiação solar na faixa de 8 a 12 m. Elas apresentam um elevado índice de refletividade que varia com a espessura das mesmas e com a quantidade de água nelas existentes.

A posição das sacolas influenciou diretamente as taxas de decomposição do material acondicionado, sendo que as sacolas que estavam fixadas ao suporte foram mais afetadas pela radiação solar direta e indiretamente, enquanto a decomposição da biomassa nas sacolas que se encontravam em contato com o solo, os níveis de umidade presente no mesmo foi primordial na influência das taxas de decomposição, assim como na atividade da fauna edáfica.

## 5. CONCLUSÃO

A forma de acondicionamento do material influenciou na taxa de decomposição da folhagem de marmeleiro.

A taxa de decomposição da folhagem de marmeleiro varia segundo a estação do ano.

A pluviosidade em conjunto com a temperatura regula a velocidade de decomposição

A taxa de decomposição é acelerada quando ocorre um maior contato com o solo.

A taxa de decomposição na região semiárida é influenciada diretamente pela fotodegradação

Ocorrem maiores taxas de decomposição de biomassa vegetal na área preservada

## 6. Referências Bibliográficas

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

ANDRADE-LIMA, D. A. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v.4, n.1, p. 149-153, 1981.

AUSTIN, A.T.; VIVANCO, L. Plant litter decomposition in semi – arid ecosystem controlled by photodegradation Nature Publishing Group. **Nature**, v.442, n.3, p.555-558, 2006.

BERNARDES, N. As caatingas. In: **Estudos Avançados**, v. 13, n.35, p.69-79, 1999.

CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; FLOSS, E. C. S. Producción y descomposición de hojarasca en la selva ombrófila mixta en el sur de Brasil. **Bosque**, v.31, n.1, p.3-8, 2010.

CARVALHO, F. C. Flutuações dos níveis dos carboidratos de reserva disponíveis nas raízes e no caule do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), ao longo dos diferentes estádios fenológicos. 49f. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Ceará. Ceará 1994.

CARVALHO, F. C.; ARAÚJO FILHO, J. A.; GARCIA, R.; PEREIRA FILHO, J. M.; ALBUQUERQUE, V. M. Efeito do Corte da Parte Aérea na Sobrevivência do Marmeleiro (*Croton Sonderianus* Muell.Arg.). **Revista brasileira de zootecnia**, v.30, n.3, p.930-934, 2001 (Suplemento 1).

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

COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, L. M. T.; OLIVEIRA, M. A. J.; GUIMARÃES, D. P. Interação de fatores biofísicos e antrópicos com a diversidade florística na indicação de áreas para conservação do bioma Caatinga. **Sociedade & Natureza**, v.21, n.1, p. 19-37, 2009.

DUBEUX JR., J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; INTERRANTE, S.M. et al. Litter decomposition and mineralization in bahia grass pastures managed at different intensities. **Crop Science**, v.46, n.3, p.1305-1310, 2006.

ECHER, E.; SOUZA, M. P.; SCHUCH N. J. A Lei de Beer Aplicada na Atmosfera Terrestre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, 2001.

FREIRE, J. L.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V. Decomposição de serrapilheira em bosque de sabiá na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1659-1665, 2010a.

FREIRE, J. L.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V. Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1650-1658, 2010b.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; VIANA, A. P.; SANTOS, G. A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serrapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n.32, p.1489-1499, 2008.

LIMA, F. W. C. Efeitos dos fatores físicos e biológicos sobre a decomposição e liberação de nutrientes da folhagem de espécies arbóreas da caatinga. 65f. Universidade Estadual Vale do Acaraú. **Dissertação de mestrado**. Ceará-2009.

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

MILLER, A. **Meteorology**. 2ª ed. Columbia, OHIO: Charles. E. Marril Publishing Company, 1971. 164p.

MONTEIRO, M. T. & GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serrapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n.28 p.819-826, 2004

PEREIRA; I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta botânica brasileira**. v.15, n.3, p. 413-426. 2001.

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

PIRES, L. A.; BRITZ, R. M.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta botânica brasileira**, v.20, n1, p.173-184, 2006.

RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S. V.; LEITE H. G. Avaliação do potencial da transposição da serrapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, v.34, n.1, p.65-73, 2010.

SANTANA, J. A. da S. Estrutura fitossociológica, produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte. 184 f. **Tese de doutorado** – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Paraíba 2005.

SAS. **Users guide: Statistcs**. SAS Inst. Inc., Cary, NC.. 285p., 2001.

SILVA, C. J.; SANCHES, L.; BLEICH, M. E.; LOBO, F. A. ; NOGUEIRA, J. S. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazônica**, vol. 37, n.4, p. 543 – 548, 2007.

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

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

SOUTO, P. C. Acumulação e decomposição da serrapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba. 145 f. Universidade Federal da Paraíba. **Tese de doutorado**. Paraíba-2006.

VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, V.30, n.3, p.521-532, 2007.

VIERA, M. e SCHUMACHER, M. V. Variação mensal da deposição de serapilheira em povoamento de *Pinus taeda* em área de campo nativo em Camará do Sul-RS. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p.487-494, 2010.

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

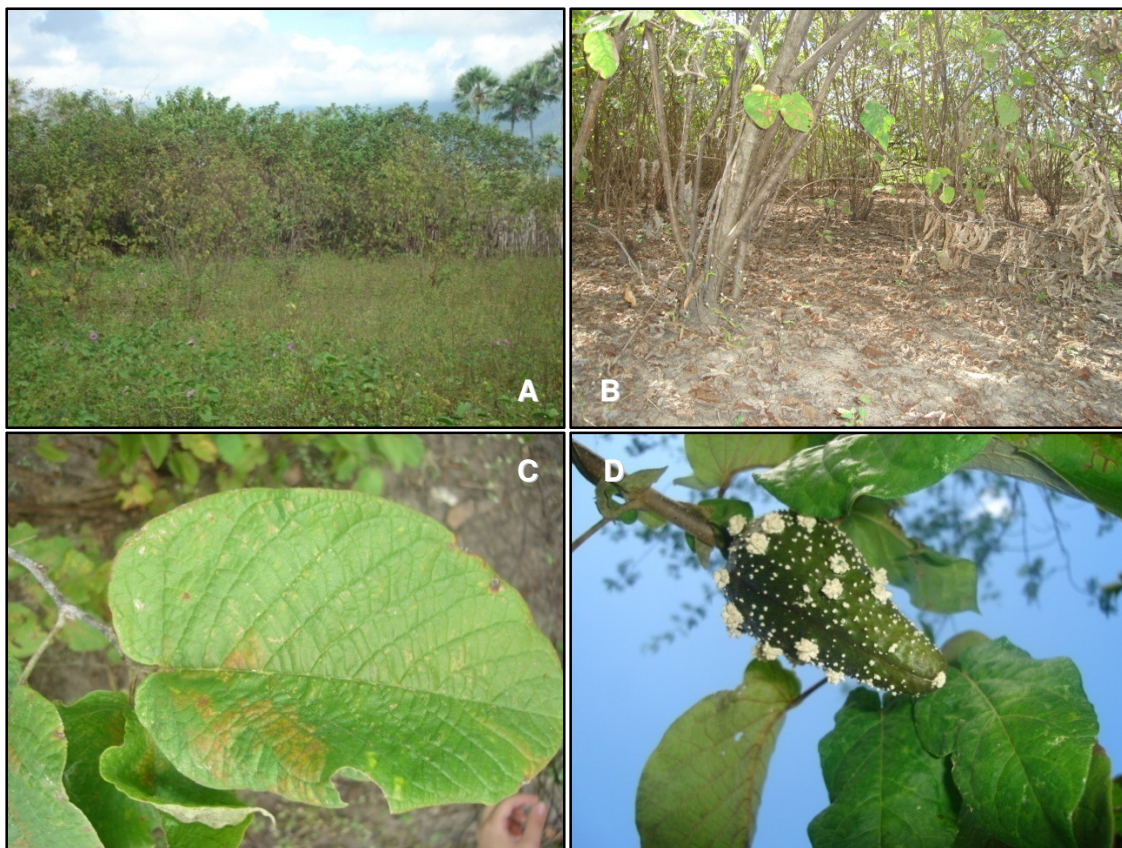


## APÊNDICE

### Análise Material Degradado

#### Análise com dados transformados (x+1)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Total	71	208,0047
Área	1	1473,3401 **
Estação	1	6557,0335 **
Estação*Área	1	31,0735 <sup>ns</sup>
Posição	1	1535,5035 **
Tratamento	2	141,0272 *
Estação*Posição	1	375,8368 **
Estação*Tratamento	2	70,50055 <sup>ns</sup>
Posição*Tratamento	2	0,4205 <sup>ns</sup>
Estação* Posição*Tratamento	2	18,3405 <sup>ns</sup>
Area* Est*	10	249,2791 **
Posição*Tratamento		
Erro	48	38,3787
<b>Média Transformada ± Erro- Padrão</b>	<b>CV</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
23,16 ± 6,19	26,75	0,87



**Figura 6.** A - Área em estado de sucessão ecológica com grande densidade de marmeleiro; B - Produção de serrapilheira pelos arbustos de marmeleiro; C - Detalhe da folha; D - Detalhe do fruto. **Fotos:** Francisca Mirlanda Vasconcelos Furtado.