



**Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais**

**CAROLINA MEDINILLA PEDRO**

**APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UM  
FRAGMENTO DE CERRADO SENSU STRICTO**

**GURUPI - TO  
2017**



**Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais**

**CAROLINA MEDINILLA PEDRO**

**APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UM  
FRAGMENTO DE CERRADO SENSU STRICTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Batista

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Giongo

**GURUPI - TO  
2017**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

M491a     Medinilla Pedro, Carolina.  
          Aporte e decomposição de serapilheira em um fragmento de  
          Cerrado sensu stricto. / Carolina Medinilla Pedro. – Gurupi, TO, 2017.  
          40 f.

          Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do  
          Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-  
          Graduação (Mestrado) em Ciências Florestais e Ambientais, 2017.  
          Orientador: Antonio Carlos Batista  
          Coorientador: Marcos Giongo

          1. Serapilheira. 2. Produção. 3. Decomposição. 4. Dinâmica . I.  
          Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.


**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**




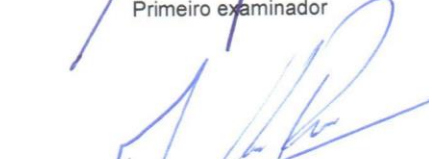
## Defesa nº 057/2017

### ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE CAROLINA MEDINILLA PEDRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS.

Aos 29 dias do mês de junho do ano de 2017, às 14 horas, na sala Angelim Pedra, do edifício Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF), no Campus de Gurupi, da Universidade Federal do Tocantins – UFT, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. ANTONIO CARLOS BATISTA da Universidade Federal do Paraná, Prof. Dr. MARCOS GIONGO da Universidade Federal do Tocantins e Prof. Dr. JOSÉ FERNANDO PEREIRA da Universidade Federal do Tocantins, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de CAROLINA MEDINILLA PEDRO, intitulada "**Aporte e decomposição de serapilheira em um fragmento de Cerrado sensu stricto**". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, com as devidas ressalvas e correções apontadas pela banca examinadora, habilitando-a ao título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Dr. Antonio Carlos Batista  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora

  
Dr. Marcos Giongo  
Universidade Federal do Tocantins  
Primeiro examinador

  
Dr. José Fernando Pereira  
Universidade Federal do Tocantins  
Segundo examinador

Gurupi, 29 de junho de 2017.

  
Marcos Giongo  
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais

## **AGRADECIMENTO**

Meu infinito agradecimento a meus pais Concepción e Norberto, pela confiança na minha capacidade e sólida formação que me proporcionou e a continuidade nos estudos até a chegada a este mestrado.

Aos professores doutores Antonio Carlos Batista, Marcos Giongo, José Pereira, pelos ensinamentos, orientações e apoio permanentes durante a realização dos trabalhos.

Quero também agradecer a Cassia, Fabianna, Paulo, pessoas que fizeram parte das coletas e a todos aqueles envolvidos no projeto realizado. Um obrigado especial os amigos brasileiros, que de alguma forma contribuíram para que esta dissertação fosse realizada.

Agradeço ao Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia- CONACYT, pela concessão da bolsa de estudos.

## RESUMO

Considerando a importância da ciclagem de nutrientes como indicador na manutenção da produtividade do ecossistema, o presente estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica sazonal de produção e taxa de decomposição de serapilheira em um fragmento de Cerrado *sensu stricto*. Para avaliação de aporte de serapilheira foram utilizados 50 coletores circulares com 112,8 cm de diâmetro, distribuídos sistematicamente. As coletas de serapilheira foram realizadas mensalmente de junho de 2016 a maio 2017 e o material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, posteriormente levados para o laboratório onde foi realizada a separação nas frações folhas, galhos e material reprodutivo. Posteriormente, o material foi embalado em sacos de papel e levado à estufa à temperatura de 70 °C, para a determinação do peso seco. A decomposição da serapilheira foi avaliada utilizando-se o método de *litter bags*, com distribuição aleatória de 288 litter bags que continham 20 gramas de folhas e 24 litter bags que continham 20 gramas de galhos. A produção anual de serapilheira foi quantificada em 6.042,50 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>, em que a fração foliar foi predominante apresentando uma produção de 4.644,40 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>, seguida da fração galhos (1.084,10 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>) e material reprodutivo (329,90 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>). A produção de serapilheira obteve maior produção no mês de julho com 1.464,00 kg.ha<sup>-1</sup> e menor produção no mês de dezembro (138,70 kg.ha<sup>-1</sup>). Foi observada correlação negativa significativa entre a produção de serapilheira e suas frações com a precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar. A decomposição da massa foliar atingiu 49% e a de galhos 50%, durante o período de nove meses, em que a constante de decomposição (k) para massa foliar e para galhos foi de 0,0030 g g<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>. Por esta constante, a estimativa para o desaparecimento de massa total foi estimada em 1.000 dias (29 meses). É possível concluir que a produção de serapilheira apresentou sazonalidade bem marcada, com maior produção durante a época seca e menor na época chuvosa, com forte influência de precipitação e umidade relativa do ar na deposição das folhas. A decomposição se mostrou lenta tanto para folhas como para galhos obtendo assim o valor da constante de decomposição 0,0030 g g<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> para ambos.

Palavras-chave: serapilheira; decomposição; cerrado.

## ABSTRACT

Considering the importance of nutrient cycling as an indicator in the maintenance of the productivity of the ecosystem, the present study aimed to assess the seasonal dynamics of production and decomposition rate of litter in a fragment of Cerrado *sensu stricto*. For evaluation of supply of burlap were used 50 circular collectors with 112.8 cm diameter, distributed systematically. Litter collections were performed monthly June 2016-may 2017 and the collected material was packed in plastic bags, then taken to the laboratory where the separation was carried out in fractions leaves, twigs and reproductive material. After that, the material was packed in paper bags and washed the greenhouse at the 70 C, for the determination of the dry weight. The decomposition of leaf litter was evaluated using the method of *litter bags*, with random distribution of 288 *litter bags* containing 20 grams of leaves and 24 *litter bags* containing 20 grams of branches. The annual production of litterfall was quantified in 6.042,50 kg. ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup>, in which the leaf was prevalent fraction presented a production of 4.644,40 kg. ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup>, then the fractions branches (1.084,10 kg. ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup>) and reproductive material (329,90 kg. ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup>). The litterfall obtained higher production in July with 1.464,00 kg. ha<sup>-1</sup> and lower production in the month of December (138,70 kg. ha<sup>-1</sup>). A significant negative correlation was observed between litterfall and its fractions with the precipitation and relative humidity. The decomposition of foliar mass reached 49% and 50% of twigs during the nine-month period, in which the decomposition constant (k) for leaf mass and for branches was 0.0030 g g<sup>-1</sup>.day. For this constant, the estimate for the disappearance of total mass has been estimated to be 1.000 days (29 months). It can be concluded that the litterfall presented seasonality well marked, with higher output during the dry season and lower in the rainy season with strong influence of precipitation and relative humidity in the deposition of the leaves. The breakdown proved slow for both leaves as for branches to get the value of the constant of decomposition 0.0030 g g<sup>-1</sup> day for both.

Keywords: litter; decomposition; cerrado.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>10</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO DO BIOMA CERRADO.....	10
2.2	CICLAGEM DE NUTRIENTES.....	13
2.2.1	<i>Produção de Serapilheira</i> .....	14
2.2.2	<i>Decomposição de serapilheira</i> .....	16
2.3	DINÂMICA DA SERAPILHEIRA COMO UM INDICADOR AMBIENTAL.....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	19
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.3	APORTE DE SERAPILHEIRA.....	21
3.3.1	<i>Produção de serapilheira</i> .....	21
3.4	ESTIMATIVA DE TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA.....	22
	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
4.1	PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA.....	24
4.1.1	<i>Correlação da produção mensal de serapilheira e as variáveis climáticas</i> .....	26
4.1.2	<i>Estimativa da produção de serapilheira em função das variáveis meteorológicas</i> .....	27
4.2	TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA.....	28
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>32</b>



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DE SERAPILHEIRA (TOTAL E FRAÇÕES EM $\text{KG.HA}^{-1}.\text{MÊS}^{-1}$ ) .....	24
TABELA 2: VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE A PRODUÇÃO MENSAL DE SERAPILHEIRA (TOTAL E FRAÇÕES) E AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO PERÍODO DE JUNHO DE 2016 A MAIO DE 2017. ....	26
TABELA 3: MODELOS AJUSTADOS ENTRE A PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA (FRAÇÕES E TOTAL) E AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	27
TABELA 4: RESULTADOS DA CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) ENTRE A MASSA DECOMPOSTA. ....	28

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DO BIOMA CERRADO.....	10
FIGURA 2: FISIONOMIAS DO BIOMA CERRADO, 2005 (FONTE: COUTINHO).....	11
FIGURA 3: LOCALIZAÇÃO DE ÁREA DE ESTUDO, 2017 (FONTE: CEMAF). ....	19
FIGURA 4. TEMPERATURA MÉDIA MENSAL E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA MENSAL NO PERÍODO DE JUNHO 2016 A JUNHO 2017.....	20
FIGURA 5. DESENHO ESQUEMÁTICO DAS DEPOSIÇÕES DOS COLETORES, 2017 (FONTE: AUTOR) .....	20
FIGURA 6. PROCESSO DA COLETA DE SERAPILHEIRA. A: COLETORES DISTRIBUÍDOS NA ÁREA DE ESTUDO E SERAPILHEIRA ACUMULADA; B: SEPARAÇÃO DAS FRAÇÕES; C: SECAGEM; D: PESAGEM DAS FRAÇÕES, 2017 (FONTE: AUTOR). ....	21
FIGURA 7. LITTER BAGS UTILIZADOS PARA A ESTIMATIVA DA DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA, 2017 (FONTE: AUTOR). ....	22
FIGURA 8. CURVA DE DECOMPOSIÇÃO DA BIOMASSA FOLIAR E DE GALHOS NA ÁREA DE CERRADO SENSU STRICTO. * SIGNIFICATIVO A 5% DE PROBABILIDADE, 2017 (FONTE: AUTOR). ....	29

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior área de savana do mundo, sendo o segundo maior bioma brasileiro (ocupando 21% do território nacional) e apresentando vegetação com fitofisionomias variadas (BORLAUG, 2002; MATOS, 2013). Segundo Myers et al. (2000) o Cerrado é reconhecido como a vegetação savânica mais rica do mundo, considerado um dos centros prioritários (“hot spots”) para a preservação da biodiversidade do planeta, pela sua alta diversidade biológica, alto grau de endemismo e seu baixo nível de proteção.

A produtividade de um ecossistema depende da quantidade de nutrientes armazenados em seus vários compartimentos, tais como: a vegetação, a serapilheira produzida, o solo e a biomassa animal e, também, a taxa de transferência (SILVA et al., 2007). A serapilheira é composta por diversos tipos de matérias vegetais depositados sobre a superfície do solo (folhas, cascas, ramos, troncos, gravetos, flores, inflorescências, frutos, sementes e outros fragmentos vegetais) e sua produção representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes para o solo, os quais são retirados pelas plantas (CALDEIRA et al., 2008).

Neste sentido, a serapilheira assume papel importante na ciclagem de nutrientes, pois o material orgânico que é depositado continuamente sobre o solo é fundamental para a manutenção da fertilidade (CALVI et al., 2009). No entanto, a concentração dos nutrientes pode variar em função dos grupos florísticos, da espécie e das características das plantas, em que a quantidade de nutrientes devolvidos para o solo pode ser proporcional à produção de serapilheira, dependendo da quantidade de material (LONGHI et al., 2011).

Como as plantas periodicamente substituem suas estruturas vegetativas e reprodutivas em resposta às tensões ambientais, a coleta e a quantificação desses materiais depositados no solo representa uma forma não destrutiva para estimar a produção de serapilheira em diferentes ecossistemas (CLARK et al., 2001). Diversos fatores bióticos e abióticos influenciam a produção de serapilheira, tais como: tipo de vegetação, herbivoria, altitude, latitude, precipitação, temperatura, disponibilidade de luz durante a estação de crescimento, fotoperíodo, evapotranspiração, relevo, declividade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo. Neste sentido, as interações entre estes fatores definem a sua produção, com um

deles prevalecendo sobre os demais, o que varia segundo as características de cada ecossistema (BRITZ, 1994; CALVI et al., 2009).

Com relação à decomposição da serapilheira, já foi constatado por diversos autores que a fração foliar é a que mais contribui para devolver os nutrientes ao solo. No entanto, a velocidade de decomposição varia entre os diversos ecossistemas de acordo com os fatores bióticos e abióticos (CALVI et al., 2009; LIMA et al., 2015; SANCHES et al., 2009).

Por fim, destaca-se que para Souza e Davide (2001) o processo de ciclagem é de grande importância não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas como geração de subsídios para o manejo florestal, bem como para detecção de distúrbios de origens natural e antrópica. Assim, diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a dinâmica sazonal de produção e a taxa de decomposição de serapilheira em um fragmento de Cerrado *sensu stricto*.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Caracterização do Bioma Cerrado

O bioma Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, ocupa uma área em torno de 21% do território nacional (BORLAUG, 2002). O cerrado abrange os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal. Ainda, nesta área se localizam as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América Latina: Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata (MMA, 2011), além de fazer limite com outros biomas brasileiros: ao norte encontra-se com a Amazônia, a leste e a nordeste com a Caatinga, a leste e a sudeste com a mata atlântica e a sudoeste, com o pantanal (Figura 1).

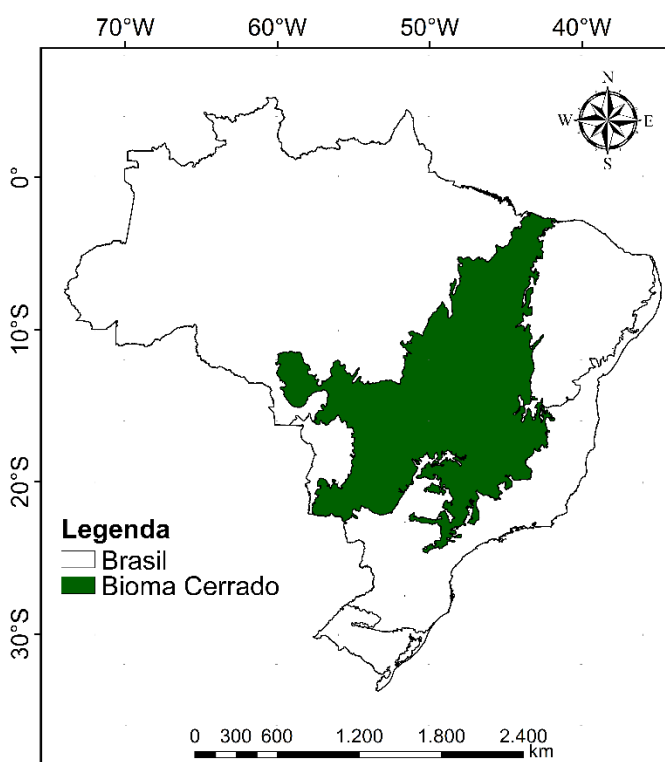


Figura 1: Localização do Bioma Cerrado  
Fonte: IBGE (2016) adaptado do Autor (2017).

A altitude varia de 300 a mais de 1.600 m, sendo considerada uma das regiões de maior biodiversidade do planeta, sendo a flora contabilizada com mais de 12.000 espécies (MENDOÇA et al., 2008), das quais 4.000 são consideradas endêmicas (MYERS et al., 2000).

Com relação ao clima, o cerrado apresenta dois tipos predominantes, segundo com a classificação de Köppen: Aw (megatérmico ou tropical úmido, com época de seca e chuvas máximas no verão) e; Cwa (mesotérmico ou temperado quente, com época de seca e temperatura média do mês mais quente maior que 22 ° C). O período da época seca se inicia nos meses de abril e maio e se estende até setembro a outubro; a estação chuvosa se inicia nos meses de setembro a outubro e se estende até março e abril, com uma variação dos níveis de precipitação média anual de 400 a 2.200 mm (SILVA et al., 2008).

Os tipos de solos também são bastante diversos, Latossolos, Neossolos, Quartzarênicos e Argissolos, são os que predominam nas áreas de Cerrado (REATTO et al., 2008). De uma maneira geral, os solos do bioma são profundos, permeáveis, bem drenados, ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica, baixa soma de bases e alta concentração por alumínio. Por ocupar grande extensão territorial e apresentar variação climática, diferentes tipos de solo e topografias, o Cerrado apresenta uma série de fisionomias que diferem quanto à estrutura e composição florísticas (COUTINHO, 2002).

O Cerrado apresenta uma variedade de espécies, com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós, totalizando 11.627 espécies vasculares nativas, sendo aproximadamente 44% da flora endêmica (MENDOÇA et al., 2008). Assim, pode-se observar que o bioma possui vegetação heterogênea que é representada por um gradiente de fisionomias (Figura 2).

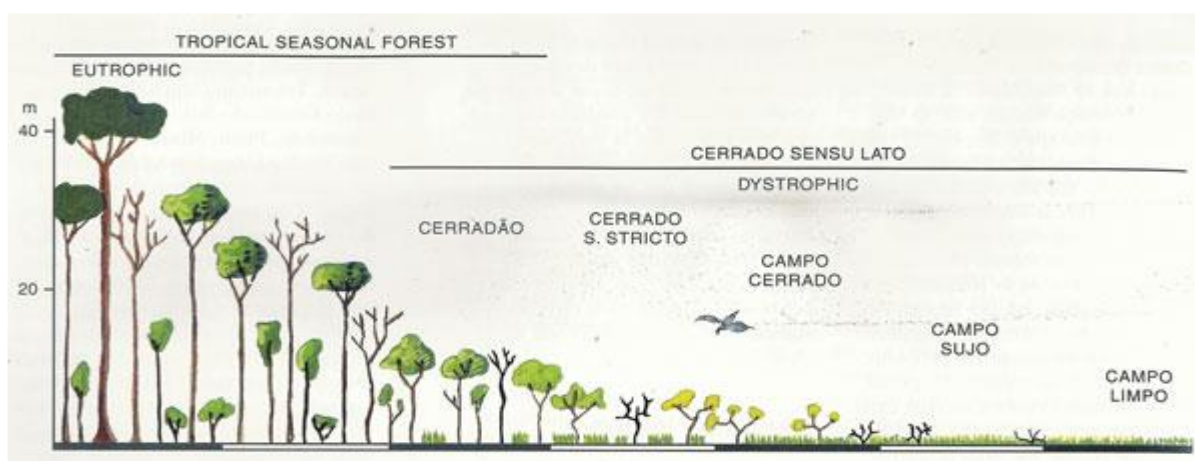


Figura 2: Fisionomias do Bioma Cerrado, 2005 (Fonte: Coutinho).

As formações florestais do bioma compreendem a Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão; as formações savânicas abrangem o Cerrado *sensu stricto*, parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda; e as formações campestres, o Campo sujo, Campo limpo e Campo rupestre (COUTINHO, 2006; RIBEIRO e WALTER, 2008).

As formações florestais englobam os tipos de vegetação com predominância de espécies arbóreas (em média acima de 15 m), com a formação dossel contínuo. A Mata Ciliar refere-se a uma floresta que acompanha os rios de médio e grande porte, onde as árvores estão distantes, enquanto que a mata de Galeria corresponde a uma formação vegetal que acompanha pequenos rios, ribeirão ou córrego onde as árvores formam corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. O Cerradão apresenta aspectos xeromórficos, caracterizado pela presença de espécies que ocorrem no Cerrado sentido restrito e também por espécies de Mata Seca. A Mata Seca relaciona-se às florestas caracterizadas por diversos níveis de perda de folhas pelas árvores (caducifólia), durante a estação seca (CMBBC, 2005).

As formações savânicas caracterizam-se por apresentar dois estratos arbóreos bem definidos, apresentando as árvores e arbustos espalhados sem formação de dossel contínuo sobre o estrato gramíneo. Segundo Ribeiro e Walter (2008), o Cerrado *sensu stricto* (classificado como formação Savânica) é caracterizado pela presença e densidades variadas de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, onde também se observam arbustos e subarbustos com o desenvolvimento de xilopódios (órgãos subterrâneos de reserva adaptados à rebrota), além de herbáceas, que se tornam vigorosas nos períodos de chuva (CMBBC, 2005).

As formações campestres se caracterizam pelo estrato herbáceo e baixa densidade de espécies arbustivas. No que se refere à fisionomia Campo Sujo, a mesma é composta por ervas, arbustos e sub-arbustos, que são materiais pouco desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado *sensu stricto*. No campo limpo a presença de arbustos e subarbustos é insignificante, sendo uma fitofisionomia predominantemente herbácea (CMBBC, 2005).

Além da heterogeneidade florística, as fisionomias do Cerrado apresentam variação na estrutura da comunidade, o que pode acarretar em mudanças fenológicas de seus componentes e, conseqüentemente, diferenças quanto à frequência de

determinados sistemas de polinização e dispersão entre as diversas fisionomias (OLIVEIRA, 2008).

Nas florestas estacionais do Cerrado, as espécies arbóreas decíduas iniciam a perda das folhas no começo da época seca e florescem e frutificam durante esta estação, geralmente produzindo diásporos anemocóricos (PEREIRA et al., 2011). Assim, a dinâmica de ciclagem de nutrientes destas florestas está fortemente ligada à estacionalidade climática (FELFILI, 2003), em que a serapilheira é de vital importância para manutenção dos ambientes florestados do bioma Cerrado, com este material produzindo nutrientes que retornam ao solo, além de reter umidade e servir de abrigo à microfauna (CARVALO et al., 2013).

## **2.2 Ciclagem de nutrientes**

A ciclagem de nutrientes é a contínua transferência de nutrientes do solo para as plantas, e destas para o solo, em que estes nutrientes, retirados pelas árvores, são incorporadas novamente no solo pela decomposição em decorrência da ação de microrganismos que realizam a liberação dos nutrientes da biomassa para o solo (MARTINS, 2004).

Existem dois ciclos de nutrientes no ecossistema florestal, o ciclo geoquímico ou externo é caracterizado pela transferência dos nutrientes dentro e fora do ecossistema. O ciclo biológico ou interno, outro modo de transferência de nutrientes da vegetação para o solo, é caracterizado pelas águas de precipitação interna da floresta e de escoamento pelos troncos. Este ciclo biológico é dividido em bioquímico refere-se à movimentação dos nutrientes dentro da própria árvore e o ciclo biogeoquímico abrange a ciclagem dos nutrientes entre o solo e a biomassa arbórea (KOLM, 2001; SELLE, 2007). As principais formas de entrada de nutrientes nos ecossistemas são pela precipitação atmosférica, o intemperismo da rocha matriz, fixação biológica do nitrogênio e a adubação, enquanto a saída ocorre pela erosão, lixiviação, volatilização e pela remoção de nutrientes (KOLM, 2001).

Na manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais, o processo de ciclagem de nutrientes é de suma relevância para solos de baixa fertilidade e fortemente intemperizados, em virtude do fornecimento de nutrientes para às espécies florestais, a retenção de cátions, a complexação, a retenção e filtração da água, a aeração e a atividade da biomassa microbiana, constituindo-se, um componente



fundamental da sua capacidade produtiva (BAYER e MIELNICZUK, 1999; SANTANA, 2005).

O entendimento da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais passa necessariamente por abordagens dos seus fluxos no solo, que ocorrem desde sua liberação pela serapilheira até a absorção dos nutrientes na forma iônica. Nesse contexto a matéria orgânica do solo passa a ter um papel primordial na liberação de nutrientes no solo, com destaque principalmente para o fósforo, enxofre e nitrogênio (BAYER e MIELNICZUK, 1999).

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, tem sido amplamente estudada com intuito de compreender a dinâmica dos nutrientes, e ainda obter informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade de sítios degradados em recuperação (SOUZA e DAVIDE, 2001).

### **2.2.1 Produção de Serapilheira**

A serapilheira é composta por diversos tipos de materiais vegetais depositados no piso das florestas, tais como: folhas, ramos, cascas, flores, inflorescências, frutos, sementes e outros fragmentos vegetais. Seja qual for o tipo da floresta, a produção de serapilheira representa o primeiro estágio de transmissão de nutrientes absorvidos pelas plantas durante o crescimento que retorna ao solo por meio da lavagem da copa e do tronco das árvores (CALDEIRA et al., 2008). Calvi et al. (2009) afirmam que as folhas constituem a fração mais importante dentro da serapilheira sendo responsável de 60% a 80%, com a fração ramos de 1% a 15% e cascas 1% a 25%. Figueiredo et al. (2003) consideram que as folhas são uma peça importante para analisar a capacidade de produção de serapilheira numa floresta.

Deste modo, a camada de serapilheira depositada sobre o solo possui diversas funções na ciclagem de nutrientes como: reservatório de nutrientes, recursos e habitat de organismos decompositores, por exemplo. A produção de serapilheira depende da capacidade produtiva do solo, das condições climáticas, do material genético, idades das árvores, entre outros fatores (MELLO, 1995; RIBEIRO 2014). A camada de serapilheira no solo é regulada pela quantidade de material que cai da parte aérea das árvores e por sua taxa de decomposição, em que esta será maior quando a quantidade depositada for maior que a sua velocidade de decomposição (CORRÊA, 2005).

A produção e decomposição de serapilheira é influenciada por vários fatores bióticos e abióticos, tais como: tipo de vegetação, latitude, altitude, temperatura, precipitação, disponibilidade de luz, comprimento do dia, evapotranspiração, relevo, estágio geral, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes no solo, diversidade da biota (macro e micro), diversidade do material vegetal, qualidade química da serapilheira (conteúdo de ligninas e polifenóis, relação C/N, C/P, lignina/N, polifenóis/N e lignina + polifenóis/N), concentração de nutrientes e concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico e deposição de nitrogênio (HÄTTENSCHWILER et al., 2005).

Existem dois padrões básicos para a deposição anual de serapilheira, em que nas florestas localizadas em regiões com clima sazonal com estações seca e chuvosa, a maior produção de serapilheira ocorre na época seca do ano, como em ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e nos cerrados; enquanto que em florestas de regiões temperadas e com temperatura mais baixa, maior produção de serapilheira ocorre na época úmida, o que é típico das florestas atlânticas e restingas (CIANCIARUSO et al., 2006; PIRES et al., 2006).

Dessa forma, a quantificação dos nutrientes da serapilheira, bem como o padrão de sua ciclagem, permite avaliar a magnitude dos reflexos causados pela intervenção antrópica ou por fenômenos naturais ocorridos no ecossistema. A importância de avaliar a produção de serapilheira em florestas está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes nesses ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes por meio da decomposição dos resíduos vegetais (ANDRADE et al., 2000).

As florestas tropicais apresentam produção contínua de serapilheira no decorrer do ano, sendo que o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores determinantes da quantidade e qualidade do material que cai no solo, determinando a heterogeneidade e a taxa de decomposição do material depositado na superfície do solo (GIÁCOMO et al., 2012). A quantidade de cada nutriente presente na serapilheira durante um ano fornece boa estimativa da demanda de nutrientes da floresta e da quantidade que retorna ao solo durante a ciclagem (CALDEIRA et al., 2010). Assim, a comparação entre aporte e quantidade liberada na decomposição no mesmo período fornece o balanço de nutrientes e a quantidade anual de biomassa de serapilheira por meio da estimativa de produtividade (CABIANCHI, 2010).

### **2.2.2 Decomposição de serapilheira**

A decomposição da serapilheira é um processo contínuo podendo iniciar-se antes do material atingir ao solo, pois partes vegetativas e reprodutivas podem abrigar na própria árvore, microrganismos e insetos são responsáveis em dar início ao processo de decomposição (TOLEDO, 2003). O mecanismo de decomposição é regulado principalmente por três grupos de variáveis: as características do material orgânico que determinam sua decomposição (qualidade do material); as condições do ambiente e a natureza da comunidade decompositora (ABER e MELILO, 1991).

Assim, pode-se considerar as seguintes etapas no processo de decomposição: primeira etapa, na qual acontece a liberação rápida de nutrientes através de lixiviação; a segunda é imobilização do nutriente, que pode começar após a lixiviação ou quando ocorre perda de massa da serapilheira, e; na terceira etapa, ocorre a liberação absoluta de nutrientes e a decomposição final de serapilheira (MARTINS, 2004; VIERA et al., 2012).

A ciclagem de nutrientes depende principalmente da atividade dos microrganismos componentes do solo e dos invertebrados que habitam na serapilheira acumulada e nas camadas superiores do solo, sendo estes responsáveis pelo rearranjo dos detritos e sua desintegração. Os organismos que habitam no solo, atuando na ciclagem de nutrientes e ocasionando mudanças físicas, químicas e biológicas no solo são denominados de fauna edáfica (GONZÁLEZ et al., 2001).

O clima também é um fator importante na regulação do processo de decomposição, atuando juntamente com as características químicas e físicas dos componentes da serapilheira, a própria fauna edáfica e as características do solo que favorecem a atividades de decomposição como a porosidade, aeração e teor de matéria orgânica (HERNÁNDEZ, 2014).

A transformação da matéria orgânica em minerais apresenta de um modo geral, velocidades variáveis em função das condições climáticas. A liberação de nutrientes da serapilheira no solo é um passo crítico para o funcionamento do ecossistema. Por exemplo, se os nutrientes são liberados muito rapidamente, eles podem ser perdidos através da lixiviação do solo ou pela volatilização. Ademais, se a decomposição é muito lenta, uma quantidade insuficiente de nutrientes fica disponível para as plantas, resultando numa inibição do crescimento da vegetação (JORDAN, 1985).

A ciclagem de minerais, nas florestas sobre solos com baixa disponibilidade de nutrientes e expostos a alta lixiviação, é dotada de vários mecanismos que minimizam as perdas dos nutrientes. Entre os principais estão a grande biomassa de raízes e sua concentração na superfície do solo, micorrizas, manutenção de uma complexa comunidade microbiológica próxima à superfície do solo, folhas com longa vida, esclerofilia, compostos secundários, resistência a insetos, eficiência no uso de nutrientes, redistribuição dos minerais antes da abscisão, folhas acuminadas e acumulação de silício (JORDAN, 1985).

Para Wisniewski (1997), os nutrientes armazenados na serapilheira acumulados nos horizontes orgânicos, variam em função de muitos fatores: a concentração dos elementos nos vários componentes das espécies e suas características nutricionais; capacidade de absorção; translocação e armazenamento; fenologia das espécies; da intensidade do processo de lixiviação das copas pela água da chuva; do elemento considerado; da época do ano; da quantidade de serapilheira produzida; das características nutricionais do ambiente e das estratégias de conservação.

Um dos métodos empregados para estimar a taxa de decomposição da serapilheira são: a respiração do solo, o valor  $k$ , que é a relação entre a quantidade produzida anualmente ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e a média anual de serapilheira acumulada sobre o solo ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e avaliações diretas mediante medidas de perda de massa (*litter bags*) (CORREIA e ANDRADE, 1999).

A produção e decomposição de serapilheira estão associadas com o fluxo de nutrientes que retorna ao solo. O retorno dos nutrientes originados da decomposição da serapilheira vegetal em forma minerais disponíveis no solo é considerado mecanismo de grande importância, em ecossistemas onde a entrada anual de nutrientes é baixa, este retorno constitui-se em um processo chave para a manutenção de nutrientes em ambientes tropicais. Isso se deve pelo fato de que o processo de ciclagem de nutrientes (planta-solo-planta), facilita o desenvolvimento de florestas em solo com baixos teores nutricionais (SCHUMACHER et al., 2004).

### **2.3 Dinâmica da serapilheira como um indicador ambiental**

A serapilheira assume um papel importante na manutenção da sustentabilidade, por disponibilizar paulatinamente, o retorno dos nutrientes para as plantas. Essa camada de biomassa, além do aporte de nutrientes, protege o solo dos

agentes erosivos e propicia, no caso de recuperação de áreas, condições para o reestabelecimento de suas propriedades físicas, químicas e biológicas (POLYAKOVA e BILLOR, 2007; TILMAN et al., 2002).

Dentre os elementos dos sistemas de produção, a deposição de serapilheira, assim como o aporte de nutriente, via serapilheira, são atributos importantes a serem estudados para determinar os níveis de sustentabilidade (ALVARENGA, 2012). A análise qualitativa e quantitativa do material orgânico da serapilheira, assim como a sua taxa de decomposição são muito importantes para a compreensão da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas, sendo fator fundamental para a manutenção da fertilidade do solo e sustentação, principalmente de ecossistemas tropicais, pois constituem um importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa ao solo (COUTINHO, 2003).

O conjunto serapilheira não só representa fonte de carbono e energia para os organismos do solo, mas também o habitat onde todas as ações dos organismos ocorrem, garantindo a sobrevivência e a reprodução. A qualidade de serapilheira e o seu conteúdo de nutrientes aportados ao solo refletem a sua capacidade produtiva e o seu potencial de recuperação ambiental, tendo em vista as modificações que irão ocorrer nas características químicas (SCHUMACHER et al., 2004) físicas do solo e, conseqüentemente, na cadeia alimentar resultante do material orgânico adicionado ao solo (ANDRADE et al., 2000).

A decomposição da serapilheira na formação da matéria orgânica do solo, na liberação de seus nutrientes para a biota e as plantas na evaporação de parte do dióxido de carbono, é um processo que mantém a fertilidade e produtividade (SCHERR, 2008). A maior quantidade da matéria orgânica acumulada na superfície do solo das florestas é constituída principalmente de matéria vegetal, transferido pela deposição de serapilheira.

A deposição de serapilheira é um processo de grande importância para os ecossistemas florestais, constitui-se em um índice de produção que pode ser considerada como um indicador de produtividade primária líquida das florestas, permite determinar a taxa de decomposição, gera informações sobre a fenologia das árvores, indica um importante caminho no ciclo de nutrientes minerais, que determina a eficiência desses ciclos (SOUSA, 2003).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

Este estudo foi desenvolvido na Estação Experimental CeMAF (EEC), localizado na Universidade Federal do Tocantins (UFT), no Campus de Gurupi (TO).



Figura 3: Localização de área de estudo, 2017 (Fonte: CeMAF).

A fitofisionomia presente na área de estudo é do tipo Cerrado *sensu stricto* e subtipo cerrado típico de acordo com a classificação de Ribeiro e Walter (1998), por apresentar vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo de altura média de três a seis metros. Também é observado na área, estágio avançado de regeneração com fustes de pequenos diâmetros e presença de lianas (cipós).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima na região em estudo é Aw, caracterizado como tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco, temperatura média anual variando em torno de 25° a 29°C, e a precipitação média anual varia entre 1.327 a 1.798 mm (MARCUIZZO et al., 2012).

O solo presente na área de estudo é classificado como plintossolos, são solo minerais que apresentam horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário. A plintita é formada pela mistura de argila com grãos de quartzo e outros minerais, com moderado carbono e muito ferro e alumínio, que em vários períodos de umidade e secagem consolidam-se de forma irreversível (EMBRAPA, 2013).

Os dados referentes à temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica durante o período da pesquisa foram obtidos da Estação Meteorológica da Universidade Federal do Tocantins do Campus de Gurupi - TO. A precipitação acumulada durante o período estudado foi de 1.458 mm e a temperatura média foi de 26 °C (Figura 3).

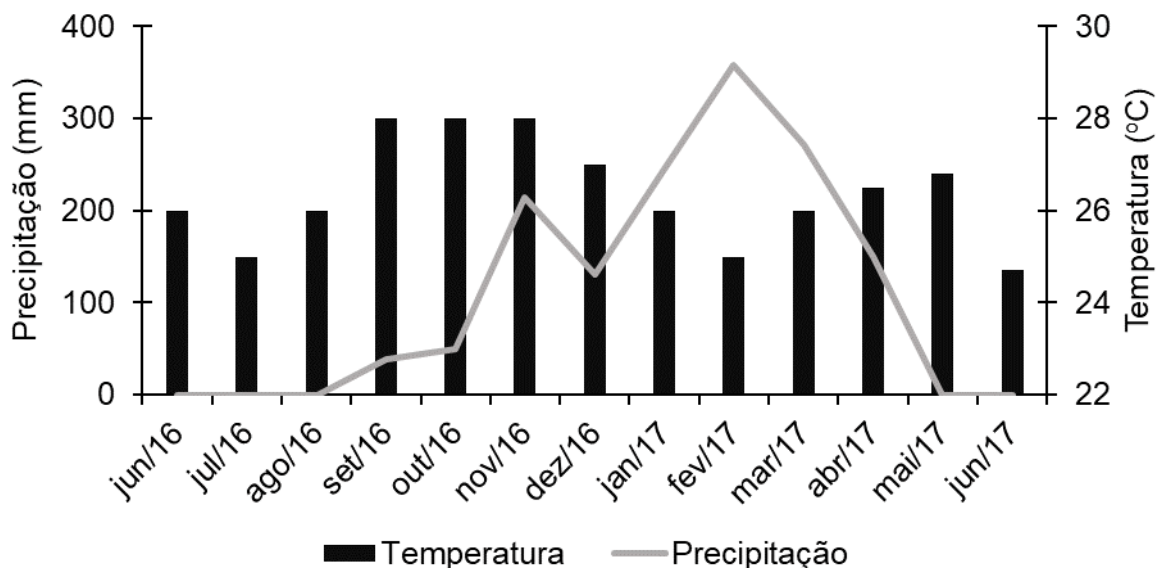


Figura 4. Temperatura média mensal e precipitação acumulada mensal no período de junho 2016 a junho 2017.

### 3.2 Delineamento experimental

O experimento foi instalado sistematicamente, onde foram demarcados cinco transectos, em que ao longo de cada um foram instalados 10 coletores circulares com uma distância de 10 metros, totalizando 50 coletores (Figura 4).

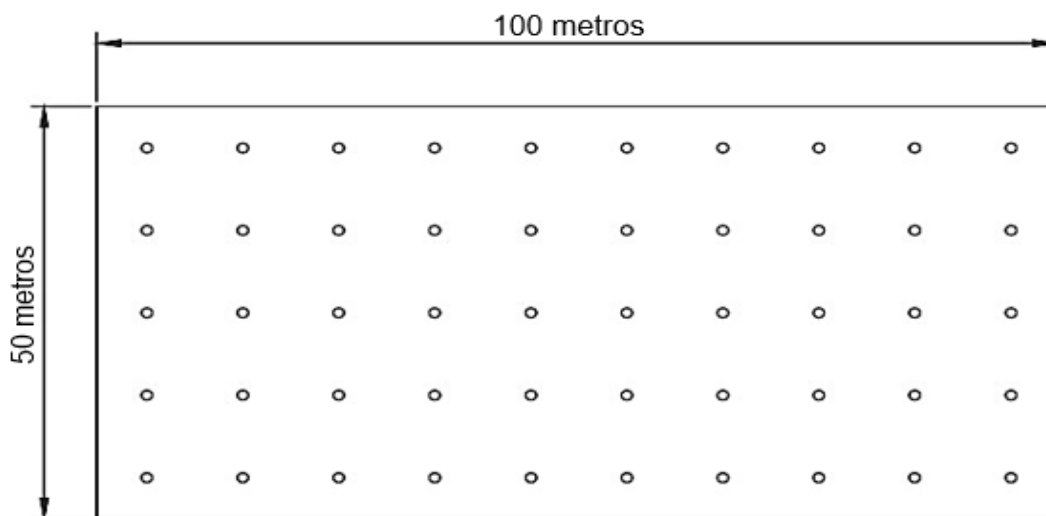


Figura 5. Desenho esquemático das deposições dos coletores, 2017 (Fonte: Autor)

### 3.3 Aporte de serapilheira

O aporte de serapilheira foi determinado pelo uso dos coletores, método descrito por Koelher (1989), que consistiu numa moldura circular de metal com 112,8 cm de diâmetro equivalente a 1 m<sup>2</sup>, na área de metal foi costurada uma tela de náilon com malha de 2 mm, formando um saco cônico de aproximadamente 50 cm de profundidade, para o acúmulo de serapilheira e facilitar a saída de água. As molduras foram fixadas em árvores aproximadamente 50 cm de altura do solo, para a interceptação da serapilheira e instalados no mês de junho de 2016. As coletas foram realizadas mensalmente até maio 2017.

#### 3.3.1 Produção de serapilheira

Em cada coleta, a serapilheira foi acondicionada em sacos de plásticos, posteriormente transportados para o laboratório para separação das frações: folhas (fólios e pecíolos), galhos (corresponde às partes lenhosas e arbóreas de todas as dimensões) e material reprodutivo (sementes, flores e frutos). Após a triagem, as frações foram acondicionadas em sacos de papel identificados e postas para secar em estufa de circulação a 70 °C até atingir o peso constante e posteriormente pesadas em balança de precisão (SOUTO, 2006).



Figura 6. Processo da coleta de serapilheira. A: coletores distribuídos na área de estudo e serapilheira acumulada; B: separação das frações; C: secagem; D: pesagem das frações, 2017 (Fonte: Autor).



A produção de serapilheira anual, em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , foi estimada com base na equação utilizada por Lopes et al. (2002):

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

Onde:

PS= Produção de serapilheira ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ).

PM= Produção mensal de serapilheira ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mês}^{-1}$ ).

Ac= Área do coletor ( $\text{m}^2$ ).

### 3.4 Estimativa de taxa de decomposição de serapilheira

A taxa de decomposição da serapilheira foi estimada pelo método de perda de massa através de *litter bags* (Figura 7), que são bolsas confeccionadas com tela de náilon com malha de 2 mm com dimensões de 25 x 25 cm (PEREIRA et al., 2008).



Figura 7. Litter bags utilizados para a estimativa da decomposição de serapilheira, 2017 (Fonte: Autor).

Em cada *litter bags* foram depositadas 20 gramas oriundas da primeira coleta, de forma que 288 *litter bags* continham folhas e 24, galhos. Estas foram distribuídas aleatoriamente próximos aos coletores e em contato direto com a superfície do solo no dia 30 de setembro de 2016.

As coletas de *litter bags* com folhas foram realizadas quinzenalmente, sendo que em cada período foram retiradas 12 *litter bags*, enquanto que as coletas de *litter bags* com galhos foram realizadas mensalmente, sendo retiradas duas bolsas de decomposição em cada período. As coletas dos *litter bags* foram realizadas no período de outubro/2016 a junho/2017.

Após a coleta, os *litter bags* foram encaminhados ao laboratório, onde foram abertos e limpos com o auxílio de pincel e peneira, retirando materiais não

provenientes das amostras colocadas no interior dos *litter bags*. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em embalagens de papel e secas em estufa a 70°C até atingirem o peso constante e em seguida pesadas em uma balança analítica de precisão, para obtenção da massa remanescente (MOMOLLI, 2011).

A estimativa de taxa de decomposição da serapilheira foi feita mediante avaliações de medida da perda de massa, pela seguinte equação:

$$\text{Massa remanescente (\%)} = \frac{\text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100$$

Os coeficientes de decomposição (k) da fração folhas e galhos ao longo dos meses de estudo foram obtidos pelo ajuste do modelo exponencial, conforme Thomas e Asakawa (1993):

$$X_t = X_0 * e^{-kt}$$

Onde:

X<sub>t</sub>: peso seco do material remanescente após t dias.

X<sub>0</sub>: peso inicial de material seco colocado nos sacos no tempo zero (t=0).

k: constante de decomposição.

t: tempo em dias.

Para o cálculo do tempo necessário para a decomposição de 95% do resíduo (folhas e galhos) foi utilizada a seguinte equação:

$$T_{95\%} = 3/k$$

k= constante de decomposição calculada pela formula anterior ( $X_t = X_0 * e^{-kt}$ ).

### **Análise estatística**

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas do *Microsoft Excel*, posteriormente foi feita a análise de variância (ANOVA) e utilizado o teste de *Scoot-Knott* ao nível de 5% de probabilidade para comparação entre as médias.

Para avaliar a influência das condições meteorológicas na produção de serapilheira foi realizada a correlação simples de Pearson (r) entre a produção mensal de serapilheira e as variáveis meteorológicas. Para análise de regressão múltipla foi utilizado o método *Stepwise*, levando em consideração as variáveis meteorológicas como dependentes, com a seleção dos melhores modelos feita pelo maior coeficiente de determinação ajustado (R<sup>2</sup>) e o menor erro padrão da estimativa (S<sub>yx</sub>).

## 4 RESULTADOS E DISCUSÃO

### 4.1 Produção de serapilheira

A produção mensal de serapilheira, na área de estudo variou de 138,70 a 1.464,0 kg.ha<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup>, atingindo uma produção anual de 6.042,50 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>, composta por fração foliar, galhos (cascas e ramos) e materiais reprodutivos. A tabela 1 apresenta as médias mensais da produção da serapilheira em sua totalidade e frações, e os resultados obtidos do teste de comparação de Scott-Knott (1974) mostram as diferenças estatísticas entres os meses de coleta.

Tabela 1. Produção média mensal de serapilheira (total e frações em kg.ha<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup>).

Mês/ano	Folhas	Galhos	MR	Total
Jun/16	709 C	102,50 A	4,60 C	816,10 C
Jul/16	1.328,80 A	118,20 A	17,10 C	1.464,00 A
Ago/16	1.027,10 B	87,80 A	70,40 B	1.185,30 B
Set/16	502,80 D	112,20 A	98,20 A	713,20 C
Out/16	172,10 F	164,80 A	71,40 B	408,40 D
Nov/16	81,50 F	66,00 B	22,40 C	169,90 E
Dez/16	67,20 F	62,00 B	15,90 C	138,70 E
Jan/17	81,80 F	73,20 B	18,40 C	173,40 E
Fev/17	76,60 F	93,80 A	2,10 C	163,10 E
Mar/17	179,60 F	143,60 A	3,40 C	326,60 D
Abr/17	126,10 F	22,20 B	3,10 C	151,30 E
Mai/17	291,80 E	37,80 B	2,90 C	332,50 D
Totais	4.644,40 (77%)	1.084,10 (18%)	329,90 (5%)	6.042,50 (100%)
Média	387,03	90,34	27,49	503,54
CV (%)	21,12	51,81	62,97	21,25

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). MR: Material reprodutivo.

Os resultados obtidos se assemelham ao observado por Brasil et al. (2013) e Cianciaruso et al. (2005), em um fragmento de cerradão, onde obtiveram uma produção anual de 6.724,44 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup> e 5.646,9 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>, respectivamente, ambos trabalhos tendo maior contribuição no valor total de serapilheira proveniente da fração foliar. Em contrapartida, Campo et al. (2008) estudando duas diferentes fisionomias do Cerrado em Uberlândia (MG), encontraram 3.711 kg. ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>, para a Mata Mesofítica e 857 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup> para o Cerrado *sensu stricto*, em que esses menores valores de acúmulo podem estar associados com o menor número de coletas,

concentradas nos meses julho a janeiro (sete meses) e as diferentes condições climáticas características da região.

As folhas constituíram maior componente do total de serapilheira, correspondendo a 77%, com os galhos representando 18% e materiais reprodutivos 5%. De acordo com Calvi et al. (2009), as folhas geralmente formam a maior quantidade da biomassa de serapilheira, variando entre 60% a 80%, enquanto os galhos (partes lenhosas e arbóreas) representam 1% a 25% do total.

Diversos autores relatam em seus trabalhos que as folhas representam o maior percentual na formação de serapilheira em florestas tropicais (CIANCIARUSO et al., 2006; MAMAN et al., 2007; SILVA et al., 2009; SANCHES et al., 2009). No entanto, a magnitude dessa contribuição depende principalmente das espécies, estrutura do local e idade das árvores (ZIMMERMANN et al., 2002), já que a fração foliar está em constante produtividade, por causa das trocas resultantes de altas taxas fotossintética, diferentes fenologias entre as espécies locais e pelas respostas mais rápidas às alterações ambientais (SILVA et al., 2007). Ainda, o maior acúmulo de folhas em florestas também pode ser consequência do rápido crescimento e renovação foliar de espécies pioneiras (WERNECK et al., 2001).

Muitos fatores ambientais interferem na queda de folhas, tais como: idade avançada de folhas, estresse hídrico, diminuição de entrada de nutrientes, mudanças na decomposição dos gases atmosféricos e consumo por organismos parasitas (BORCHERT et al., 2002). Neste contexto ocorreu elevada deposição de serapilheira nos meses de julho com produção de  $1.464,00 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$  e agosto com  $1.185,30 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ , apontando assim uma alta produção no período de estiagem.

No entanto, houve redução considerável de acúmulo de serapilheira em outubro (início do período chuvoso) com posterior redução gradativa até fevereiro, o que coincidiu com a estação chuvosa. A baixa produtividade de serapilheira nesta época é influenciada pela atividade microbiana do solo devido ao aumento da umidade e também devido o acelerado processo de decomposição e mineralização do material orgânico.

De acordo Silva et al. (2007), a ocorrência de uma alta produção de serapilheira na época de estiagem é influenciada principalmente pelo estresse hídrico, sendo uma resposta da vegetação, uma vez que a queda de folhas reduz a perda de água por transpiração. Segundo Valentine (2004), o acúmulo de serapilheira no solo é também regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e

por sua taxa de decomposição, que vai enriquecendo o solo à medida que vão ocorrendo os processos de decomposição.

As folhas são fundamentais nos processos de fotossíntese e transpiração vegetal, processos que demandam grande quantidade de água. Desta forma, no período de estiagem, as plantas perdem suas folhas como um mecanismo adaptativo ao estresse hídrico a que estão submetidas, e, portanto, o final da estação seca e o início das chuvas é a época que ocorre o desenvolvimento massivo das folhas novas nas florestas tropicais (COSTA et al., 2007; SANTANA e SOUTO, 2011).

A fração galhos alcançou a maior produção no mês outubro, com 164,80 kg.ha<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup> e de acordo com Santana e Souto (2011), a fração galhos alcança maior produtividade no início da estação úmida. Esta dinâmica se relaciona com o efeito mecânico da chuva no processo de deciduidade dos ramos ressequidos durante a época seca, sendo facilmente desprendido pela ação da água da chuva e do vento.

A produção de material reprodutivo foi contínua, com maior produção no mês de setembro (98,2 kg.ha<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup>). Isto ocorre, segundo Felfili e Silva (2001), porque o Cerrado possui espécies precoces e tardias tendo assim frutos quase todos os meses do ano. Ainda, de acordo com Oliveira (2008), os padrões fenológicos reprodutivos de plantas lenhosas do Cerrado são menos dependentes das restrições sazonais impostas pela temperatura.

#### **4.1.1 Correlação da produção mensal de serapilheira e as variáveis climáticas**

As correlações da produtividade mensal da serapilheira com as variáveis meteorológicas do período estudado estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre a produção mensal de serapilheira (total e frações) e as variáveis meteorológicas no período de junho de 2016 a maio de 2017.

Variáveis	Temp	U.R	Folhas	Galhos	M.R	Serapilheira
mm	0,21	<b>0,75**</b>	<b>-0,68*</b>	-0,05	-0,42	<b>-0,68*</b>
Temp	-	-0,24	-0,42	-0,07	0,49	-0,37
U.R	-	-	<b>-0,74**</b>	-0,28	<b>-0,69*</b>	<b>-0,78**</b>
Folhas	-	-	-	0,25	0,25	<b>0,99**</b>
Galhos	-	-	-	-	0,42	0,36
M.R	-	-	-	-	-	0,35

Legenda: \*significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade; mm: Precipitação; Temp: Temperatura; U.R: Umidade relativa do ar; MR: Material reprodutivo.

É possível verificar correlação negativa entre a produção de folhas e a produção de serapilheira com a precipitação ( $r=-0,68$ ;  $p<0,05$ ) e com a umidade relativa do ar ( $r=-0,74$ ;  $r=-0,78$ ;  $p<0,01$ ), indicando influência direta destas variáveis na deposição das folhas e serapilheira total. No que se refere à deposição de material reprodutivo foi verificada correlação negativa ( $r=-0,69$ ;  $p<0,05$ ) com a umidade relativa do ar, sendo possível concluir a direta influência na deposição desta fração.

Silva et al. (2007) obtiveram uma alta correlação entre serapilheira e a precipitação ( $r=-0,81$ ), indicando que houve maior deposição mensal na estação seca do que na estação úmida. Sanches et al. (2008), em uma região de transição entre a floresta tropical úmida e o Cerrado, verificaram que a produção ocorre de forma sazonal e com significativa influência da umidade relativa do ar ( $r=-0,51$ ) e da precipitação ( $r=-0,53$ ) com maiores produções durante a estação seca, conforme também, observado nesta pesquisa.

#### **4.1.2 Estimativa da produção de serapilheira em função das variáveis meteorológicas**

Na tabela 3, estão apresentados os modelos ajustados para as diversas frações da serapilheira, onde a associação com as variáveis independentes (mm, Temp e UR) explicam a produção da serapilheira nesta área de Cerrado *sensu stricto*, com grau de confiabilidade aceitável.

Tabela 3: Modelos ajustados entre a produção de serapilheira (frações e total) e as variáveis meteorológicas.

Variáveis	Modelos	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	S <sub>yx</sub> %
Folhas	8696,09 - 1,09.mm - 250,49.Temp - 22,65.UR	0,96	22,56%
M.R	-143,63 + 10,65.Temp - 1,67.UR	0,50	84,93%
Serapilheira	8901,98 - 0,91.mm - 243,99.Temp - 26,88.UR	0,95	20,59%

Legenda: M.R: Material reprodutivo; mm: Precipitação; Temp: Temperatura; UR: Umidade relativa do ar; R<sup>2</sup><sub>aj</sub>: Coeficiente de determinação ajustado; S<sub>yx</sub>%. Erro de padrão da estimativa em porcentagem.

Os valores do R<sup>2</sup><sub>aj</sub> variam de 0 até 1, quanto mais próximo de 1 mais confiável se torna o modelo para explicação da produção de serapilheira. Levando-se em consideração os valores isolados do R<sup>2</sup><sub>aj</sub> e os valores do S<sub>yx</sub>%, os melhores modelos foram para fração foliar e serapilheira total.

Pires et al. (2006), em um estudo similar apresentaram modelos de regressão ajustados para serapilheira e suas frações, sendo a temperatura a única variável com efeito significativo para a estimativa das variáveis serapilheira total ( $R^2=0,37$ ), fração foliar ( $R^2=0,34$ ), fração reprodutiva ( $R^2=0,54$ ) e miscelânea ( $R^2=0,64$ ). No entanto, para fração ramos todas as variáveis climáticas analisadas foram significativas, apresentando um  $R^2=0,76$ .

## 4.2 Taxa de decomposição de serapilheira

A taxa de decomposição de serapilheira foi avaliada durante nove meses (273 dias), obtendo-se uma decomposição total de 49% (folhas) e 50% (galhos). Durante a época chuvosa a decomposição ocorreu com maior intensidade e com o início da estiagem o processo de decomposição foi mais lento. Segundo Terror et al. (2011), a degradação da serapilheira costuma ser favorecida pelo aumento da umidade no solo, acelerando o processo de decomposição, enquanto que o déficit hídrico diminui a velocidade com que a serapilheira acumulada sobre o solo é decomposta.

Na tabela 4 estão apresentados os valores de coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ), demonstrando a influência da temperatura e umidade relativa do ar na velocidade da decomposição foliar ( $r=-0,56$ ;  $r=0,50$  e  $p<0,05$ ) e da temperatura na decomposição dos galhos ( $r=-0,66$ ). Desta forma o uso da correlação foi um bom indicador para determinar as variáveis meteorológicas que influenciam na velocidade de decomposição.

Tabela 4: Resultados da correlação de Pearson ( $r$ ) entre a massa decomposta.

Variável	Temperatura	Umidade relativa do ar	Precipitação
Folhas	-0,56*	0,50*	-0,13
Galhos	-0,66*	0,55	-0,05

\*Correlação significativa a 5% de probabilidade

De acordo com Momolli et al. (2011), a rápida decomposição ocorre inicialmente com o material lábil e, posteriormente, num processo mais lento, de matérias mais resistente. Essa lenta decomposição poder ser em consequência do mecanismo de adsorção, à estabilização de metabolitos e à queda da biomassa no solo.

Maman et al. (2007), em um estudo sobre ciclagem de nutrientes em duas fitofisionomias do Cerrado, observaram a decomposição de massa foliar de 59,5 % em áreas de Cerradão e na Mata de Galeria 78 % em um período de 11 meses, com uma perda de massa foliar mais intensa durante a estação chuvosa.

Em outro estudo semelhante, Cianciaruso et al. (2006) em um Cerradão, verificaram ao final de um ano uma taxa de 43 % da massa decomposta. Terror et al. (2010) observaram, em uma floresta paludosa, uma perda de massa foliar de 36% durante um período de 170 dias ao longo de estação seca. Silva et al. (2014) verificaram diferentes percentuais de decomposição ao final de 6 meses de estudo em três sistemas florestais adjacentes: plantio jaqueira (50%), plantio nativa (34%) e mata nativa (35%). Valenti, et al. (2008), observaram 28% de material foliar decomposto ao longo de um ano numa área de Cerrado *sensu stricto*.

O modelo matemático exponencial que descreve a velocidade de decomposição foliar é representada por  $y=19,863e^{-0,003x}$ , com índice de regressão de 0,93, e o modelo para decomposição de galhos por  $y=20,447e^{-0,003x}$ , com índice de regressão de 0,97 e significância a 5% (Figura 7). A constante de decomposição (k) tanto para massa foliar como para galhos teve um valor de  $0,0030 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ . O tempo para decomposição total ( $t_{95}$ ) para ambos foi entorno de 1,000 dias (29 meses).

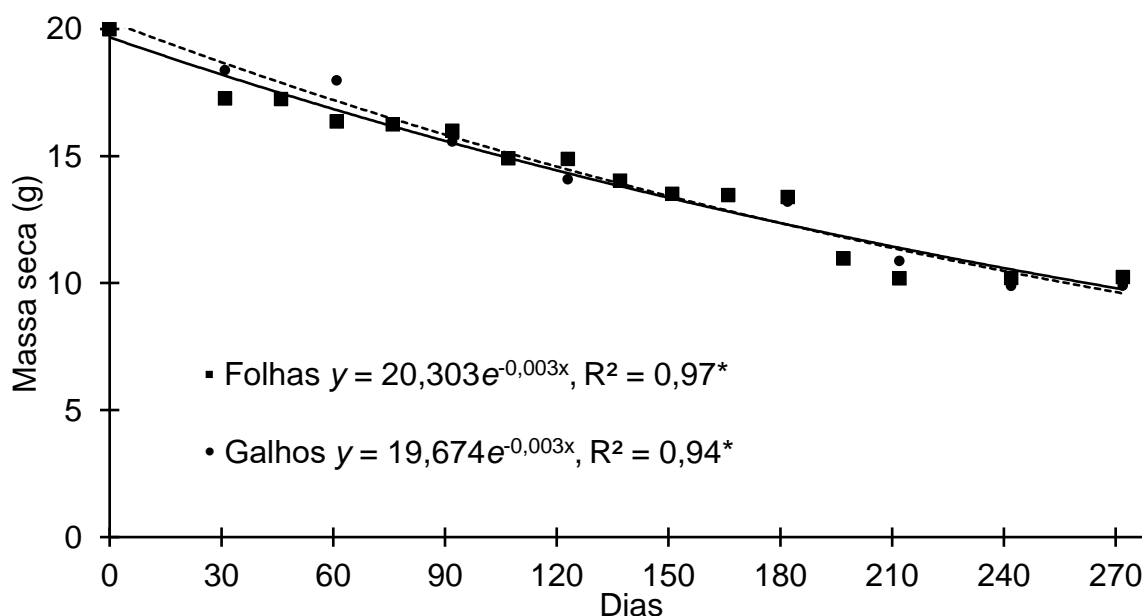


Figura 8. Curva de decomposição da biomassa foliar e de galhos na área de Cerrado *sensu stricto*. \* significativo a 5% de probabilidade, 2017 (Fonte: Autor).



Existe variação considerável na taxa de decomposição da serapilheira entre florestas tropicais, devido a influência de vários fatores ambientais, tais como: tipo de cobertura vegetal, qualidade do material, atividade microbiana no solo, condições ambientais (temperatura e umidade), disponibilidade hídrica e características do solo (ARATO et al., 2003; CALVI et al., 2009; DICKOW et al., 2010).

Cunha Neto et al. (2013) verificaram a velocidade de decomposição ( $k$ ) mais próxima ao observado, em três das quatro formações florestais avaliadas: acácia ( $k=0,0013$ ); floresta secundária ( $k= 0,0026$ ); eucalipto ( $k=0,0028$ ) e; mimosa ( $k=0,0034$ ). Silva et al. (2014), encontraram valores de  $k$  variando entre 0,0019 e 0,0033 em três sistemas florestais adjacentes: Plantio nativo, Mata de Nativa e Plantio Jaqueira. Em um estudo realizado em duas fisionomias do Cerrado em Pirapitinga MG, Giácomo et al. (2012) encontraram velocidade da constante de decomposição ( $k$ ), para floresta mesofítica e para Cerradão de respectivamente 0,0043 e 0,0040. Da mesma forma Menezes et al. (2010), em Pinheiral (RJ) observaram rápida decomposição em três florestas com diferentes estágios sucessionais: floresta secundária estágio inicial ( $k = 0,0044$ ); floresta secundária estágio médio ( $k = 0,0038$ ) e; floresta secundária estágio avançado ( $k = 0,0064$ ).

Em florestas tropicais sazonais durante o período da chuva se tem um menor acúmulo de serapilheira em decorrência da alta atividade de organismos decompositores, tanto de microdecompositores como, principalmente, artrópodes que removem a serapilheira, tornando-se os principais agentes decompositores no solo. Do mesmo modo ocorre com o déficit hídrico, influenciando diretamente na produtividade de serapilheira, ocasionando a redução da velocidade de degradação do material orgânico depositado sobre o solo (BACKES et al., 1998; CIANCIARUSO et al., 2006; RIBEIRO, 2014).

## 5 CONCLUSÕES

- Dado o exposto conclui-se que a produção de serapilheira apresentou sazonalidade bem definida, com maior produção durante a época seca e menor na época chuvosa. A fração foliar foi mais expressiva na contribuição da serapilheira atingindo maior percentual (76,86 %), seguida pela fração galhos (cascas e ramos) e material reprodutivo (flores, sementes e frutos) com 17,94% e 5,46 % respectivamente.
- Através de análise de correlação de Pearson e regressão observou-se que as condições meteorológicas influenciaram na deposição das folhas, material reprodutivo e serapilheira total.
- A decomposição de massa foliar atingiu 49% e a de galhos 50%, em que a temperatura e umidade relativa do ar influenciaram na velocidade de decomposição.
- Tendo em vista aspectos observados, a decomposição se mostrou lenta tanto para folhas como para galhos obtendo assim o valor da constante de decomposição  $0,0030 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  para ambos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVARENGA, A.C. **Produção e qualidade de serapilheira e aporte de nutrientes em sistemas agroflorestais de agricultores familiares do norte de Minas Gerais**. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrária, área de concentração em Agroecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S.U.; FARIA, S.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa,1999, 55p.

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

ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H. de SOUZA. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestais implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.715-721, 2003.

BACKES, A.; FERNANDES, A.V.; ZENI, D.J. Produção de serapilheira em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no Sul do Brasil. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.247-254,1998.

BARBOSA, J.H.C.; FARIA, S.M. Aporte de serapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na reserva biológica de poço das antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Rodriguésia**, v.57, n.3, p.461-476, 2006.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, p.331-339, 1999.

BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica**, v.34, n.1, p.27-39, 2002.

BORLAUG, N.E. 2002. **Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead**. In: R. Bailey (ed.). Global warming and other eco-myths, p.26-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.

BRASIL, L.S.; GIEHL, N.F.S.; SANTOS, J.O.; SANTOS, A.O.S.; MARIMON, B.S.; MARIMOM JUNIOR, B.H. Efeito de borda sobre a camada de serapilheira em área de cerradão no leste de Mato Grosso. **Revista Biotemas**, v.26, n.3, p.37-47, 2013.

BRITEZ, R.M. **Ciclagem de nutrientes em duas florestas da planície Litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR.** 238f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

CABIANCHI, G.M. **Ciclagem de nutrientes via serapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá, Rondônia.** 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

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

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

CALVI, G.P.; PEREIRA, M.G.; JÚNIOR, A.E. Produção de serapilheira 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.

CAMPOS, E.H.; ALVES, R.R.; SERATO, D.S. RODRIGUES, G.S.S.C.; RODRIGUES, S.C. Acúmulo de serapilheira em fragmentos de Mata Mesofítica de Cerrado *stricto sensu* em Uberlândia-MG. **Revista Sociedade & Natureza**, v.20, n.1, p.189-203, 2008.

CARVALO, J.M.; MALHEIROS, R.; CAMPOS, A.C. **Análise qualitativa e volumétrica de serapilheira em ambiente de mata estacional do Cerrado.** IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 5p, 2013.

CIANCIARUSO, A.V.; PIRES, J.S.R.; DELITTI, W.B.C.; SILVA, E.F.L. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.20, n.1, p.49-59, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 3.ed. Rio de Janeiro, 353 p. 2013.

CLARK, A.D.; BROWN, S.; KICLIGHTER, D.W.; CHAMBERS, J.Q.; THOMLINSON, J.R.; NI, J; HOLLAND, E.A. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. **Ecological Applications**, v.11, n.2, p.371-384, 2001.

Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (CMBBC). **Relatório de Produtos Final Term.** 2005, p.78. Disponível em: <http://cmbbc.cpac.embrapa.br/Relatoriofinal.pdf>.

CORRÊA, F.L.O. **Ciclagem de nutrientes em agroflorestal com espécies frutíferas e florestais em Rondônia, Brasil**. 110f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

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

COUTINHO, L.M.O **bioma Cerrado**. In Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois (A. L. Klein, org.). Editora UNESP, São Paulo, p. 77-9, 2002.

COUTINHO, L.M.O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasília**, v.20, n.1, p.13-23, 2006.

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

DICKOW, K.M.C. **Ciclagem de fitomassa e nutrientes em sucessão secundária na floresta atlântica, Antonina, PR**. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Sector Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2010.

FELFILI, J.M. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. In: COSTA, R. B. (Org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco, 2003, p.195-263.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C. **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Editora UNB, Brasília, 2001, 144p.

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

GIÁCOMO, R.G.; PEREIRA, M.G.; MACHADO, D.L. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de Cerradão e mata Mesofítica na Estação Ecológica de Pirapitinga-MG. **Ciência Florestal**, v.22, n.4, p.669-680, 2012.

GONZÁLEZ, G.; LEY, R.E.; ZOU, X.; SEASTEDT, T.R. Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests. **Oecologia**, v.128, n.4, p.549-556, 2001.

HÄTTENSCHWILER, S.; TIUNOV, A.V.; SCHEU, S. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst**, v.36, p.191-218, 2005.

HERNÁNDEZ, J.M.L. **Producción de hojarasca y retorno potencial de nutrientes en tres sitios de estado de Nuevo León, México.** 93f. Tese (Doutorado em manejo de Recursos Naturais) Universidad de Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, 2014.

JORDAN, C.F. **Nutrient cycling in tropical forest Ecosystems: Principles and Their Application in Management and Conservation.** John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1985, 190p.

KOEHLER, C.W. **Varição estacional da deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa-PR.** 138f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.

KOLM, L. **Ciclagem de nutrientes e variações do microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden manejadas através de desbastes progressivos.** 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Piracicaba, São Paulo, 2001.

LIMA, R.P.; FERNANDES, M.M.; FERNANDES, M.R.M.; MATRICARDI, E.A.T. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p.42-49, 2015.

LONGHI, S.J.; CHAMI, L.B.; WATZLAWICK, L.F.; EBLING, A.A. Produção de serapilheira 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, M.I.S.; DOMINGOS, M.; STRUFFALDI-DE-VUONO, Y. Ciclagem de nutrientes minerais. In: SYSLVESTRE L.S.; ROSA, M.M.T, editores. **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica.** Seropédica: EDUR-UFRRJ, 2002, P.72-102.

MAMAN, A.P.; SILVA, C.J.; SGUIAREZI, E.M.; BLEICH, M.E. Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em Mata de Galeria e Cerradão no sudoeste de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.5, n.1, p.71-84, 2007.

MARCUZZO F.F.N.; OLIVEIRA N.L.; FARIA T.G. Chuvas na região centro-oeste e no estado do Tocantins: análise histórica e tendência futura. **Boletim geográfico**, v. 30, n.1, p.19-30, 2012.

MARTINS, K.G. **Deposição e decomposição de serapilheira em uma floresta, ombrófila densa das terras baixas sobre solos hidromórficos na estação ecológica da Ilha do Mel-PR.** 142f. Dissertação (Mestrado em ciências do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

MATOS, W.H. **Florística e fitossociologia em área de cerrado localizada ao extremo norte do planalto divisor Araguaia-Tocantins.** In: SIMPEEX 2013 (Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão e 7º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 2013, Goiânia. Anais ... Goiânia: Instituto Federal do Goiás. 2013, p.9.

MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. I - Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica**, v.7, p.11-31, 1979.

MENDOÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA-JUNIOR, M.C. Flora vascular do Bioma Cerrado: *Checklist* com 12.356 espécies. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds) **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa, 2008. v.2, p 423-442.

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

Ministério do Meio Ambiente. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA. **Monitoramento do Bioma Cerrado 2009-2010**. Brasília 2011. 65p.

MOÇO, M.K.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CORREIA, M. E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.555-564, 2005.

MOMOLLI, D.R.; MOHR, B.; SILVA, J.C.; GUIMARÃES, C.; ROCKENBAH, T. Decomposição de folhas da serapilheira de *Eucalyptus dunnii* plantado no Estado do Oeste do Rio Grande do Sul. In: **IV Congresso florestal paranaense**, Curitiba, PR, 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIR, R.A.; MITTERMEIR, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n.403, p.853-858, 2000.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: S.M. Sano, S.P. Almeida e J.F. Ribeiro (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, EMBRAPA, 2008, p.275-290.

PEREIRA, B.A.S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F.A. Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.446-455, 2011.

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

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

POLYAKOVA, O.; BILLOR, N. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. **Forest Ecology and Management**, v.253, n.1, p.11-18, 2007.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T.; MARTINS, E.S. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: S.M. SANO, S.P. ALMEIDA.; J.F. RIBEIRO, (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, v.1, p.107-149.

REZENDE J.P.; GARCIA Q.S.; SCOTTI, M.R.; LEITÃO, M.M. Decomposição de folhas de *Dalbergia nigra* e de *Eucalyptus grandis* incubadas em terra de mata e de eucaliptal. In: **Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas: do Substrato ao Solo, Ouro Preto. Anais...** Ouro preto: SOBRADE/UFV/DEF, 1997. p..136-143, 1997.

RIBEIRO J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p.151-212.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, DF, 1998, p.87-166.

RIBEIRO, F.C. **Deposição e decomposição de serapilheira em área de integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Planaltina - DF**. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

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

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

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

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

SCHEER, M.B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba. **Revista Floresta**, v.38, n.2, p.253-266, 2008.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; KÖNIG, F.G. Análise de nutrientes para a sustentabilidade. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.83, 2004.



SCHUMACHER, V.M.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M.; SANTOS, E.M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.791-798, 2003.

SELLE, G.L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, v.23, n.4, p.29-39, 2007.

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

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. **Caracterização climática do bioma Cerrado. In Cerrado: ecologia e flora.** Embrapa informação Tecnológica, Brasília, v.1, p.69-88. 2008.

SILVA, H, F.; BARRETO, P. A. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; RODRIGUES, E. F. G.; OLIVEIRA, F. G. R. B. Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudeste da Bahia. **Revista brasileira, Biociências**, v.12, n.3, p164-172, 2014.

SOUSA, S.G.A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma floresta ombrófila mista aluvial, Rio Barigüi, Araucária, PR.** 144f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Área de Concentração: Conservação da Natureza, Universidade Federal do Paraná, 2003.

SOUTO, P.C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil.** 150f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Área de Concentração Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal da Paraíba, Areia-Paraíba, Brasil, 2006.

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

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

THOMAS R. J.; ASAKAWA N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology & Biochemistry**, v.25, n.10, p.1351-1361, 1993.

TILMAN, D.; CASSMAN, K.G.; NAYLOR, M.R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v.418, p.671-677, 2002.

TOLEDO, L.O. **Aporte de Serapilheira, Fauna Edáfica e Taxa de Decomposição em Áreas de Floresta Secundária no Município de Pinheiral, RJ.** 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2003.

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

VALENTINI, C.M.A. **Efluxo de CO<sub>2</sub> do solo de uma área de floresta de transição no Noroeste de Mato Grosso**. 94f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2004.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V.; ARAÚJO, E.F. Disponibilização de nutrientes via decomposição da serapilheira foliar em um plantio de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus globulus*. **Revista Floresta e Ambiente**, v.21, n.3, p.307-315, 2014.

VIERA, V.V. **Mapa do desmatamento do Brasil, por Bioma - 2002 a 2008**. Ministério Público de Minas Gerais. Coordenadoria Geral de Promotorias por Bacias Hidrográficas, 2012.

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.

WISNIEWSKI, C. Caracterização do ecossistema e estudo das relações solo - cobertura vegetal em planície pleistocênica do litoral paranaense. **Projeto integrado - CNPq**, Curitiba, p.55, 1997.

ZIMMERMANN, S.; BRAUN, S.; CONEDERA, M.; BLASER, P. Macronutrient inputs by litterfall as opposed to atmospheric deposition into two contrasting chestnut forest stands in southern Switzerland. **Forest Ecology and Management**, v.161, p.289-302, 2002.