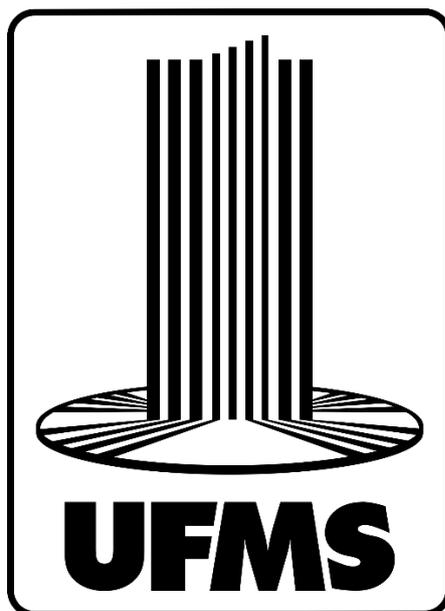


**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
(MESTRADO E DOUTORADO)**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE TRÊS LAGOAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
(MESTRADO E DOUTORADO) - (PPGGE-CPTL)

Vinicius Gerolin Ceballos

**DINÂMICA DA SERRAPILHEIRA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS  
NO LESTE SUL-MATO-GROSSENSE**

TRÊS LAGOAS – MS  
2024

Vinicius Gerolin Ceballos

**DINÂMICA DA SERRAPILHEIRA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS  
NO LESTE SUL-MATO-GROSSENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Campus de Três Lagoas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como parte dos requisitos para a aprovação no Mestrado em Geografia, conforme critérios estabelecidos pelo colegiado.

Orientador: Prof. Dr. Climbiê Ferreira Hall

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Ubiratan Hepp

TRÊS LAGOAS - MS  
2024

# FOLHA DE APROVAÇÃO

VINICIUS GEROLIN CEBALLOS

## DINÂMICA DA SERRAPILHEIRA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS NO LESTE SUL-MATO-GROSSENSE

### BANCA EXAMINADORA

- Dr. Climbiê Ferreira Hall (Interno)
- Dr. José Ragusa Netto (Externo)
- Dr. Mauro Henrique Soares da Silva (Interno)
- Dr. Frederico dos Santos Gradella (Interno - Suplente)
- Dr. Hermiliano Felipe Decco (Externo - Suplente)

*Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado apto para obtenção do título de Mestre em Geografia.*

### RESULTADO FINAL: APROVADO

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Climbie Ferreira Hall, Professor do Magisterio Superior**, em 21/08/2024, às 10:33, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Mauro Henrique Soares da Silva, Professor do Magisterio Superior**, em 21/08/2024, às 10:34, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Jose Ragusa Netto, Professor do Magisterio Superior**, em 21/08/2024, às 10:39, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Gerolin Ceballos, Acadêmico**, em 21/09/2024, às 00:56, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 5002172 e o código CRC 487FE3B0.

*Dedico este trabalho à minha mãe, Luciana Gerolin Ceballos, que ao longo de toda a minha vida me apoiou, protegeu e guiou para que eu me tornasse o que sou hoje.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por tudo o que fizeram ao longo da minha vida, por todas as lutas e sacrifícios que realizaram para que eu pudesse crescer com dignidade e esperança em dias melhores. Agradeço também por tudo o que passamos e ainda assim, continuamos a lutar! Espero que o caminho que venho trilhando te encham de orgulho.

Agradeço à minha família, aos meus avós Jorge Gerolin, Divina Silva Gerolin e Zilda Rodrigues Ceballos por sempre me apoiarem e demonstrarem o amor que sinto vindo de vocês. A todos os meus tios e primos que ao longo da minha jornada acadêmica estiveram sempre abertos e dispostos a me incentivar com grandes elogios.

Agradeço ao meu melhor amigo da vida Victor Lucas do Espírito Santo Pereira, por estar comigo em todos os momentos, bons e ruins, por me apoiar, motivar e me tornar alguém melhor em diversos sentidos. Agradeço também a todos os meus amigos e noites viradas de estudo, por todas as conversas e momentos que me ajudaram e muito em toda essa trajetória.

Agradeço ao Prof. Dr. Climbiê Ferreira Hall pela orientação e apoio, que transcenderam os limites da vida acadêmica. Suas dicas e ensinamentos foram fundamentais para minha evolução como profissional e como pessoa ao longo dos anos de nossa parceria. Sempre serei grato.

Agradeço profundamente a todos os professores do curso de graduação em Ciências Biológicas e pós-graduação em Geografia da CPTL, em especial ao coorientador Luiz Ubiratan Hepp que, durante o meu mestrado, me motivaram, ensinaram e aconselharam, contribuindo para minha evolução como pesquisador a cada nova experiência. Espero um dia alcançar o nível de excelência que vocês representam.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para eu me tornar quem sou hoje, que acreditaram em mim e que, de alguma maneira, me auxiliaram a chegar até aqui.

Agradeço as autorizações de acesso ao Parque Municipal do Pombo, fornecidas pela Prefeitura Municipal de Três Lagoas por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agronegócio.

Agradeço aos administradores das propriedades rurais Fazenda Nossa Senhora Auxiliadora I, Sítio Santa Luzia e Fazenda Ipanema pelas autorizações concedidas para minha entrada e coleta de dados em áreas de proteção permanente, situadas próximas ou dentro de seus limites.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO/CPTL) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil pelo apoio e oportunidade concedidos durante a realização deste trabalho. Agradeço pela estrutura acadêmica e pelo ambiente propício à pesquisa, essenciais para o desenvolvimento do meu mestrado.

Expresso minha gratidão à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes), Código de Financiamento 001, pelo suporte financeiro que viabilizou este estudo. O apoio da Capes foi fundamental para a consecução deste trabalho, permitindo-me focar integralmente na pesquisa e nos resultados obtidos.

## RESUMO GERAL

Este estudo teve como objetivo investigar as particularidades de duas fitofisionomias, o Cerrado Denso e a Mata de Galeria, do município de Três Lagoas no leste sul-mato-grossense utilizando a serrapilheira como ferramenta diagnóstica para avaliar a qualidade ambiental desses ecossistemas. Sob uma perspectiva geossistêmica, embasada na Geoecologia da Paisagem, a pesquisa adotou uma abordagem integrada que considera as complexas interações entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos que compõem essas paisagens. Ao longo do trabalho, foram analisados a produção, o estoque, a decomposição e a capacidade de retenção hídrica da serrapilheira, com atenção especial às variações sazonais e às características próprias de cada fitofisionomia. Cada uma dessas análises é explorada em capítulos específicos do estudo, onde são apresentadas metodologias próprias e detalhadas, adequadas a cada um dos objetivos propostos. Os resultados mostraram que a produção média mensal de serrapilheira variou significativamente entre as áreas estudadas, revelando que a distinção estrutural entre as fitofisionomias foi um fator determinante para essas variações. Em algumas regiões, o cenário observado diferiu do esperado, com vegetações semelhantes apresentando produções distintas, dependendo de suas localidades. No Cerrado Denso, a produção foi mais intensa durante a estação seca, favorecida pela exposição climática mais severa, enquanto na Mata de Galeria, a produção foi mais estável ao longo do ano, refletindo as condições ambientais mais protegidas e úmidas. A capacidade de retenção hídrica da serrapilheira também variou entre as fitofisionomias. No Cerrado Denso, a serrapilheira demonstrou ser capaz de absorver até 193% do seu peso em água, graças à morfologia de suas folhas, que possuem limbos menores, porém mais espessos, o que reduz a evapotranspiração e favorece a retenção de umidade entre suas camadas, mesmo em condições de menor disponibilidade hídrica. Esse processo é crucial para a manutenção da umidade e fertilidade do solo, além de influenciar a dinâmica de estoque de nutrientes e a resiliência desses ambientes em relação a distúrbios ecológicos, como incêndios de grande escala. Nos ambientes mais secos, como o Cerrado Denso, a decomposição da serrapilheira ocorreu de maneira mais lenta, devido à menor disponibilidade de água e à maior dependência de fatores climáticos. Isso reforça a importância da serrapilheira não apenas como reguladora da umidade do solo, mas também como um fator-chave na adaptação dessas vegetações a condições ambientais mais adversas. Essa análise comparativa evidenciou a serrapilheira como um indicador sensível da qualidade ambiental, refletindo a adaptabilidade dessas vegetações às condições climáticas locais, mas também sua vulnerabilidade a distúrbios, como secas prolongadas e incêndios. Compreender essas dinâmicas é essencial para a preservação e a gestão adequada desses ambientes. O estudo ressalta que ações de manejo bem estruturadas podem prevenir a degradação dos ecossistemas e garantir a manutenção das funções ecológicas essenciais tanto do Cerrado Denso quanto da Mata de Galeria, fundamentais para a sustentabilidade e resiliência do bioma Cerrado.

**Palavras-chave:** Biogeografia; Cerrado; Liteira; Paisagem; Solo.

## ABSTRACT

This study aimed to investigate the particularities of two phytophysiognomies, the Cerrado Denso and the Mata de Galeria, in the municipality of Três Lagoas, located in the eastern part of Mato Grosso do Sul, using leaf litter as a diagnostic tool to assess the environmental quality of these ecosystems. From a geosystemic perspective, based on Landscape Geoecology, the research adopted an integrated approach that considers the complex interactions between the physical, biological, and anthropic elements that make up these landscapes. Throughout the work, the production, stock, decomposition, and water retention capacity of the leaf litter were analyzed, with special attention to seasonal variations and the specific characteristics of each phytophysiognomy. Each of these analyses is explored in specific chapters of the study, where detailed methodologies are presented, suitable for each of the proposed objectives. The results showed that the average monthly leaf litter production varied significantly between the studied areas, revealing that the structural distinction between the phytophysiognomies was a determining factor for these variations. In some regions, the observed scenario differed from what was expected, with similar vegetation presenting distinct production depending on their locations. In the Cerrado Denso, production was more intense during the dry season, favored by more severe climatic exposure, while in the Mata de Galeria, production was more stable throughout the year, reflecting more protected and humid environmental conditions. The water retention capacity of the leaf litter also varied between the phytophysiognomies. In the Cerrado Denso, the leaf litter demonstrated the ability to absorb up to 193% of its weight in water, thanks to the morphology of its leaves, which have smaller but thicker blades, reducing evapotranspiration and favoring moisture retention between its layers, even in conditions of lower water availability. This process is crucial for maintaining soil moisture and fertility, as well as influencing nutrient stock dynamics and the resilience of these environments to ecological disturbances, such as large-scale fires. In drier environments, such as the Cerrado Denso, leaf litter decomposition occurred more slowly due to the lower water availability and greater dependence on climatic factors. This reinforces the importance of leaf litter not only as a regulator of soil moisture but also as a key factor in the adaptation of these vegetations to more adverse environmental conditions. This comparative analysis highlighted leaf litter as a sensitive indicator of environmental quality, reflecting the adaptability of these vegetations to local climatic conditions, but also their vulnerability to disturbances, such as prolonged droughts and fires. Understanding these dynamics is essential for the preservation and proper management of these environments. The study emphasizes that well-structured management actions can prevent ecosystem degradation and ensure the maintenance of essential ecological functions in both the Cerrado Denso and the Mata de Galeria, which are fundamental for the sustainability and resilience of the Cerrado biome.

**Keywords:** Biogeography; Cerrado; Landscape; Litter; Soil.

## LISTA DE FIGURAS GERAL

<b>Figura 1.</b> Fluxograma de estrutura da tese.	3
<b>Figura 2.</b> Mapa das ecorregiões do Cerrado - Foco na Ecorregião Paraná Guimarães.	6
<b>Figura 3.</b> Esquema adaptado das fitofisionomias de interesse do estudo.	8
<b>Figura 4.</b> Esquema ilustrativo da dinâmica geral da serrapilheira.	10
<b>Figura 5</b> - Localização geral das regiões amostrais e pontos de coleta.	14
<b>Figura 6</b> - Distribuição dos sítios amostrais nas três sub-bacias hidrográficas.	16
<b>Figura 7.</b> Percentual de ocorrências e formas diferentes de palavras	32
<b>Figura 8.</b> Gráfico da Lei de Zipf com base nas Estatísticas Textuais do corpus.	33
<b>Figura 9.</b> Gráfico Nuvem de Palavras: frequência das palavras com maior ocorrência no Corpus.	34
<b>Figura 10.</b> Classificação pelo Método de Reinert – Filograma a partir dos dados do método de Classificação Hierárquica Descendente (CDH).	36
<b>Figura 11.</b> Gráfico de Análise de Similitude baseada nas formas textuais distintas e suas relações de semelhança.	37
<b>Figura 12.</b> Coletores de aporte da serrapilheira.	46
<b>Figura 13.</b> Comparação da Pluviosidade Mensal	49
<b>Figura 14</b> . Influência do uso do solo no aporte de folhas: análise dos sítios e adjacências.	55
<b>Figura 15.</b> Gabarito de Estoque da Serrapilheira.	64
<b>Figura 16.</b> Serrapilheira acumulada por Fitofisionomia em ambos os picos estacionais.	69
<b>Figura 17.</b> Porcentagem geral do estoque de serrapilheira por porções.	70
<b>Figura 18.</b> Percentuais de retenção hídrica em cada sítio amostral.	72
<b>Figura 19.</b> Sacolas de Decomposição – Litterbag	84
<b>Figura 20.</b> Pluviosidade e peso remanescente nas litterbags ao longo dos períodos de coleta.	88

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1</b> - Chave de Interpretação das duas áreas na primeira região em análise – Sítio Amostral Ribeirão Palmito.	18
<b>Quadro 2.</b> Chave de Interpretação das duas áreas na segunda região em análise – Sítio Amostral Córrego Arapuá.	21
<b>Quadro 3.</b> Chave de Interpretação das duas áreas na terceira região em análise – Sítio Amostral Rio Pombo.	24
<hr/>	
<b>Tabela 1.</b> Estimativa total da deposição de serrapilheira nos sítios amostrais nas duas fitofisionomias ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).	51
<b>Tabela 2.</b> Valores anuais de deposição de serrapilheira em formações savânicas e florestais.	52
<b>Tabela 3.</b> Valores por porção de serrapilheiras em cada sitio amostral.	67
<b>Tabela 4.</b> Valores em gramas durante as etapas metodológicas e os resultados em CRH%.	71
<b>Tabela 5.</b> Peso remanescente (g) nas litterbags e a pluviosidade ao longo dos períodos de coleta.	86
<b>Tabela 6.</b> Taxa de decomposição (k) por períodos de coleta	89
<b>Tabela 7.</b> Estimativa de massa remanescente para $t_{0,5}$ e $t_{0,95}$ .	91

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

<b>AC</b>	Área do Coletor
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>APP</b>	Áreas de Preservação Permanente
<b>BHO</b>	Base Hidrográfica Ottocodificada
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CD</b>	Código
<b>CEUC/MS</b>	Cadastro Estadual de Unidades de Conservação de Mato Grosso do Sul
<b>CHD</b>	Classificação Hierárquica Descendente
<b>CPTL</b>	Campus de Três Lagoas
<b>CRH</b>	Capacidade de Retenção Hídrica
<b>Df</b>	Graus de liberdade
<b>EPSG</b>	European Petroleum Survey Group
<b>GNU/GPL</b>	General Public License
<b>GUC/MS</b>	Gerência de Unidades de Conservação de Mato Grosso do Sul
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICMBIO</b>	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
<b>IMASUL</b>	Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul
<b>IN</b>	Logaritmo Neperiano
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>IRAMUTEQ</b>	Interface R para análises multidimensionais de textos e questionários
<b>k</b>	Taxa de Perda de Massa
<b>Mean.Sq</b>	Soma dos resíduos quadrados atribuídos a cada termo dividido pelos graus de liberdade
<b>MEC</b>	Ministério da Educação
<b>MFS</b>	Material Formador de Serrapilheira
<b>MS</b>	Mato Grosso do Sul
<b>PAS</b>	Produção média anual se serrapilheira
<b>PM</b>	Produção Média Mensal
<b>PPG GEO</b>	Programa de Pós-graduação em Geografia

<b>PS</b>	Produção Média Mensal por Hectare
<b>PSF</b>	Peso Seco Final
<b>PUI</b>	Peso Úmido Inicial
<b>PVC</b>	Policloreto de Vinila
<b>QGIS</b>	Quantum Geographic Information System
<b>SEMEA</b>	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agronegócio
<b>SIBCS</b>	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
<b>SIRGAS</b>	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
<b>SIBIO</b>	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
<b>SRC</b>	Sistema de Referência de Coordenadas
<b>Sum.Sq</b>	Soma dos resíduos quadrados atribuídos a cada fator
<b>TL</b>	Três Lagoas
<b>TU</b>	Teor de Umidade
<b>UC</b>	Unidade de Conservação
<b>UFMS</b>	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
<b>UHE</b>	Usina Hidrelétrica
<b>UNICECO</b>	Unidade de Gestão e Implantação de Áreas Protegidas de Mato Grosso do Sul
<b>UTF</b>	Unicode Transformation Format
<b>WGS</b>	World Geodetic System
<b>WWF</b>	World Wide Fund for Nature
<b>X%</b>	Percentual de Folhas Restantes
<b>X0</b>	Peso Inicial
<b>XT</b>	Peso Remanescente do Período

## ÍNDICE

<b>SEÇÃO INICIAL</b>	1
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2 OBJETIVOS</b>	4
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	4
3.1 A ECORREGIÃO DO BIOMA CERRADO PARANÁ-GUIMARÃES E SEUS DESAFIOS AMBIENTAIS	4
3.2 FITOFISIONOMIAS DO CERRADO: DIVERSIDADE E VARIAÇÕES	7
3.3 SERRAPILHEIRA: CICLO E PAPEL NOS ECOSISTEMAS	9
3.4 A IMPORTÂNCIA DA SERRAPILHEIRA NA CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSISTEMAS TERRESTRES	12
<b>4 DIMENSÕES DA PESQUISA - ÁREAS DE ESTUDO</b>	13
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS ANALISADAS	13
4.2 SÍTIOS AMOSTRAIS E SEUS CONTEXTOS GEOGRÁFICOS	14
4.2.1 <i>Sítio Amostral Ribeirão Palmito</i>	17
4.2.2 <i>Sítio Amostral Córrego Arapuá</i>	19
4.2.3 <i>Sítio Amostral Rio Pombo</i>	22
4.3 COLETA DE DADOS	25
<b>CAPÍTULO 1 - REVISÃO CIENCIOMÉTRICA SOBRE A SERRAPILHEIRA: UMA ANÁLISE TEXTUAL COM O SOFTWARE IRAMUTEQ</b>	27
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	28
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	29
2.1 COLETA DOS DADOS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE TEXTUAL UTILIZADAS	29
2.2 ANÁLISES DO CORPUS: MÉTRICAS E VISUALIZAÇÕES	30
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	31
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	38
<b>5 REFERÊNCIAS</b>	39
<b>CAPÍTULO 2 - DINÂMICA DA DEPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM DUAS FITOFISIONOMIAS DE CERRADO (CERRADO DENSO E MATA DE GALERIA)</b>	43
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	44
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	45
2.1 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS DE APORTE	45

2.1.1	<i>Análise do aporte por duas abordagens metodológicas</i>	47
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	48
3.1	ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE PLUVIOSIDADE DOS SÍTIOS AMOSTRAIS	48
3.2	VARIAÇÃO NA PRODUÇÃO ANUAL DE SERRAPILHEIRA: INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO NA QUANTIDADE DE SERRAPILHEIRA DEPOSITADA	50
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	55
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	56

### **CAPÍTULO 3 - ANÁLISE DA SERRAPILHEIRA: ESTOQUES, COMPOSIÇÃO E IMPORTÂNCIA NA REGULAÇÃO DE ÚMIDADE SOBRE O SOLO**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	62
<b>2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	64
2.1	COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS DE ESTOQUE	65
2.2	COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS DE RETENÇÃO HÍDRICA	65
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	66
3.1	ESTOQUE DE SERRAPILHEIRA EM FITOFISIONOMIAS DO CERRADO: UMA ANÁLISE SAZONAL	66
3.2	CAPACIDADE DE RETENÇÃO HÍDRICA DA SERRAPILHEIRA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS	71
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	73
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	73

### **CAPÍTULO 4 - DINÂMICA DA DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA EM FITOFISIONOMIAS CERRADIANAS: VARIÁVEIS-CHAVE E INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	82
<b>2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	83
2.1	COLETA DOS DADOS E INSTRUMENTOS DE AMOSTRAGEM UTILIZADOS	83
2.2	TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS VIA LITTERBAGS	84
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	86
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	91
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	92
	<b>CONCLUSÃO GERAL</b>	98
	<b>REFERÊNCIAS GERAIS</b>	99

## SEÇÃO INICIAL

### 1 INTRODUÇÃO

Com o contínuo aumento da degradação ambiental, surgiu uma crescente demanda por métodos de avaliação desses impactos, bem como a necessidade de caracterizar as distintas variações presentes em cada tipo de ambiente (JACOB, 2003; OLIVEIRA, 2008). Essas abordagens incorporam técnicas multidisciplinares e frequentemente fazem uso de organismos capazes de refletir as variações do meio em um período específico (PRESTES e VINCENCI, 2019). Seguindo essa lógica, as plantas podem ser empregadas como organismos indicadores dessas mudanças (SILVA *et al.*, 2009), visto que as respostas desses seres vivos às alterações edafoclimáticas<sup>1</sup> ou antrópicas em geral podem ser monitoradas desde a germinação até a decomposição de suas partes (SOUZA; MORASSUTI & DEUS, 2018). Esses organismos têm a capacidade de avaliar o grau de degradação ou recuperação de um ecossistema e, portanto, são ferramentas essenciais na comparação de diferentes sistemas vegetacionais. (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000; KLUMPP, 2001; MACHADO *et al.*, 2008).

Dentre as diversas características rastreáveis dos organismos vegetais, a senescência<sup>2</sup> de suas partes possui grande relevância e influência para as localidades onde estão inseridas (DELITTI, 1995; SANTOS e CARLESSO, 1998; CIANCIARUSO *et al.*, 2006). As folhas mortas que se acumulam no horizonte O do solo, conhecidas como serrapilheira, representam um significativo reservatório de nutrientes e matéria orgânica na superfície (DOMINGOS *et al.*, 1990; TIRELLI, 2015). A dinâmica da serrapilheira é um aspecto vital nos ecossistemas, uma vez que desencadeia uma série de processos interconectados que influenciam diretamente a qualidade ambiental, a sustentabilidade e a regulação de diversos processos funcionais nos ecossistemas terrestres (DELITTI, 1995; DOMINGOS *et al.*, 1990; SILVEIRA *et al.*, 2007; TIRELLI, 2015).

---

<sup>1</sup> Termo que se refere à interação entre o solo e o clima, indicando a influência do clima nas propriedades e processos do solo em uma área específica.

<sup>2</sup> A senescência é o processo de envelhecimento e degradação das partes vegetativas e reprodutivas das plantas. Esse fenômeno ocorre em resposta a fatores internos e externos, como mudanças ambientais, disponibilidade de nutrientes e hormônios.

Neste cenário, é crucial compreender não apenas a quantidade de serrapilheira depositada, mas também seus níveis de acúmulo e os impactos subsequentes no solo, assim como a taxa de decomposição em distintos tipos de povoamentos florestais, sejam eles nativos ou implantados, sob diversas condições climáticas e pressões antrópicas existentes, pois esse processo em geral torna a serrapilheira um excelente bioindicador de qualidade ambiental (OLSON, 1963; TOLEDO, 2003; SCHUMACHER *et al.*, 2018; JÚNIOR *et al.*, 2022).

Com base nessas constatações, para uma gestão ambiental mais eficaz, é de suma importância que a paisagem seja analisada de forma integrada e interdisciplinar (PAULA *et al.*, 2014), com a interação entre diferentes áreas do conhecimento. Seria impossível ou teríamos resultados incompletos ao analisar apenas um fator associado à complexidade geocológica em que estamos inseridos. Neste contexto, temos a ecologia da paisagem, que em sua abordagem multidisciplinar, tem sido útil para a identificação de fragmentos de vegetação conservados ou degradados, fornecendo subsídios às iniciativas de manejo conservacionista da paisagem (FERREIRA, 2010; KOBLITZ *et al.*, 2011). Essa abordagem analítica, fundamentada na análise horizontal das relações entre a biota e o ambiente, difere da ecologia de ecossistemas, focalizando interações não apenas climáticas ou do tipo de solo, mas também investigando comunidades em função de seu isolamento ou impacto causado por unidades adjacentes (METZGER, 2001).

A análise da paisagem trata fundamentalmente das ideias, conceitos e métodos de estudo, abrangendo os enfoques estruturais, funcionais, evolutivo-dinâmicos, antropogênicos e integrativos da estabilidade e sustentabilidade do meio (RODRIGUEZ *et al.*, 2022). A partir desta abordagem, desenvolve-se o campo da Geocologia, que conecta conceitos e conhecimentos geográficos e ecológicos, resultando na melhor contribuição de cada área para o entendimento e gestão do meio ambiente (NUCCI, 2007; PINTO e NEGREIROS, 2018).

Nesse sentido, partimos da suposição de que formações florestais naturais, de diferentes estruturas, com distintas interações e disponibilidades hídricas, apresentam comportamentos diversos em relação à dinâmica de produção, estoque e decomposição de serrapilheira. As relações foram avaliadas considerando as diversas variáveis sazonais presentes no Cerrado da Mesorregião Leste de Mato Grosso do Sul, com o propósito de constatar a relevância da serrapilheira em evidenciar as distintas características funcionais das fitofisionomias<sup>3</sup>. O estudo une metodologias que permitem uma nova perspectiva sobre a serrapilheira e sua relevância

---

<sup>3</sup> O termo refere-se à uma maneira de classificar e descrever os diferentes tipos de vegetação em um determinado ecossistema, proporcionando uma compreensão mais precisa da diversidade e dinâmica das plantas em diferentes regiões.

biogeográfica. O que é de grande valia para uma região que historicamente passa por atividades relacionadas à agropecuária e intensa substituição da vegetação nativa pela silvicultura. Esta dissertação está estruturada em capítulos, organizada, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1.** Fluxograma de estrutura da tese.



Fonte: o autor (2024).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar as dinâmicas ecológicas da serrapilheira nas fitofisionomias Cerrado Denso e Mata de Galeria, ocorrentes no Cerrado da Mesorregião Leste de Mato Grosso do Sul.

### **2.2 Objetivos específicos**

- I. Analisar a produção e acúmulo de serrapilheira em áreas de Cerrado Denso e mata ripária, considerando a proximidade a corpos d'água.
- II. Avaliar a taxa de decomposição da serrapilheira em formações florestais com interações físicas, biológicas e antrópicas distintas;
- III. Analisar a capacidade de retenção hídrica da serrapilheira ao longo do ano, analisando dados específicos ao longo do ano.

## **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **3.1 A Ecorregião do Bioma Cerrado Paraná-Guimarães e seus desafios ambientais**

A superfície geográfica é composta por paisagens de diferentes ordens e complexidades (HAASE e NEUMEISTER, 1986; RODRIGUEZ *et al.*, 2022). Em nível regional, a paisagem inclui desde os continentes até os aspectos físico-geográficos, ecológicos, entre outros (RODRIGUEZ *et al.*, 2022). Dada a vastidão do Brasil, o país utiliza uma hierarquia espacial para classificar os ecossistemas, seguindo uma abordagem semelhante a muitos outros países (ARRUDA, 2003).

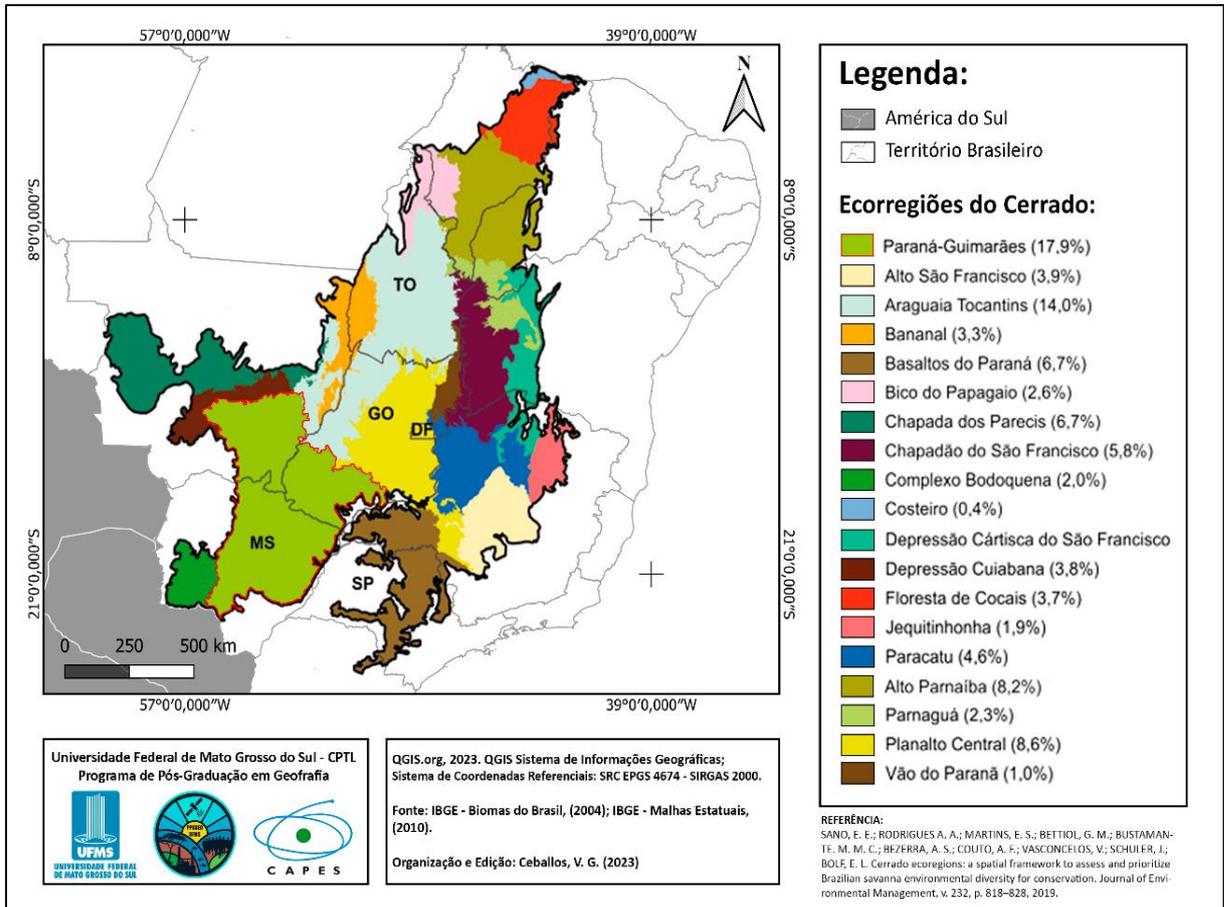
O termo "unidades geoecológicas" ou "unidades geoambientais" refere-se à identificação, classificação e delimitação dessas diversas unidades presentes na paisagem natural (RODRIGUEZ *et al.*, 2022). Esses critérios estão alinhados com as escalas geográficas e se dividem em macroecossistemas, representados pelos biomas, mesoecossistemas, que compreendem as ecorregiões, e microecossistemas, os quais são associáveis aos habitats (ARRUDA, 2003). Os macroecossistemas, devido às suas extensões, abrangem diversas variações em termos de características físicas, biológicas e ecológicas, tornando necessárias subdivisões geográficas (mesoecossistemas ou ecorregiões).

As ecorregiões são comunidades naturais geograficamente distintas que compartilham a maioria de suas espécies e dinâmicas ecológicas (DINERSTEIN *et al.*, 1995; ARRUDA, 2003). A ecorregionalização precisa do Cerrado foi proposta com base nos dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e World Wide Fund for Nature (WWF). Baseado em dados físicos e bióticos o Bioma Cerrado foi subdividido em 22 ecorregiões (ARRUDA, 2003). Após a publicação desses dados, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) oficializou o Mapa Oficial dos Biomas do Brasil (IBGE, 2004), o que reconfigurou os limites e proporções dos biomas, incluindo o Bioma Cerrado (SANO, 2016).

O mais recente mapa das ecorregiões do Cerrado proposto por Sano *et al.* (2019) apresenta 19 ecorregiões do Cerrado, sendo a ecorregião Paraná-Guimarães de particular relevância neste estudo (Figura 2). Esta região compreende 18% do bioma, abrangendo mais de 377 mil km<sup>2</sup>, o que a torna a maior ecorregião do Cerrado (ARRUDA *et al.*, 2008; SANO *et al.*, 2019). De acordo com esses autores, a ecorregião em questão está localizada na região geomorfológica dos "planaltos em estrutura sedimentar concordante". Essa área se destaca pela ampla diversidade morfológica, que inclui degraus, patamares, formas mistas de aplainamento, dissecação fluvial e a presença de mesas. Com altitudes variando entre 300 e 1000 metros, a região é atravessada pelos principais cursos d'água locais, como o Paraná e o Paraguai. O território abrange as camadas sedimentares e os derrames de basalto da Bacia Geológica do Paraná, apresentando afloramentos dos grupos Bauru e São Bento, além de coberturas detrito-lateríticas. Os solos predominantes são caracterizados por Latossolos, contribuindo para a singularidade do ecossistema (IBGE, 2004; ARRUDA *et al.*, 2008; SANO *et al.*, 2008).

A vegetação é fortemente influenciada pela evolução geomorfológica da região, além de fatores associados ao clima e impactos antrópicos de maneira geral (FERREIRA, 2010). Devido às características fisionômicas da vegetação e do relevo no Cerrado, as ecorregiões do bioma têm sido intensamente exploradas pelo agronegócio (SANO *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2016; SILVA e BARBOSA, 2020), resultando em modificações drásticas causadas pelas diversas frentes de ocupação demográfica e geográfica na região (MARTINS, 2007; GIUSTINA, 2013; SILVA e BARBOSA, 2020).

**Figura 2.** Mapa das ecorregiões do Cerrado - Foco na Ecorregião Paraná Guimarões.



**Fonte:** Adaptado de Sano *et al.*, (2019).

Nas áreas amostradas neste estudo, a ecorregião tem sido impactada pela intensa substituição da vegetação nativa por pastagens destinadas ao uso agropecuário desde as expansões agrícolas ocorridas durante os regimes militares (SILVA e BARBOSA, 2020). Também são observados impactos da implantação da Usina Hidrelétrica Engenheiro Souza Dias e da exploração da borda esquerda do rio Paraná, reduzindo a influência ecotonal entre a Mata Atlântica e o Cerrado (ROMERO *et al.*, 2001). Adicionalmente, na última década, houve uma expansão significativa da silvicultura, essas áreas estão sujeitas a um regime variado, abrangendo tanto a dinâmica de corte quanto o plantio de espécies de eucalipto (TISOTT *et al.*, 2021). Desta forma, uma parte significativa do patrimônio natural, biótico e cultural do Cerrado tem sido ameaçada pela lógica do modelo de expansão econômico adotado nas últimas décadas (SILVA e BARBOSA, 2020).

### 3.2 Fitofisionomias do Cerrado: diversidade e variações

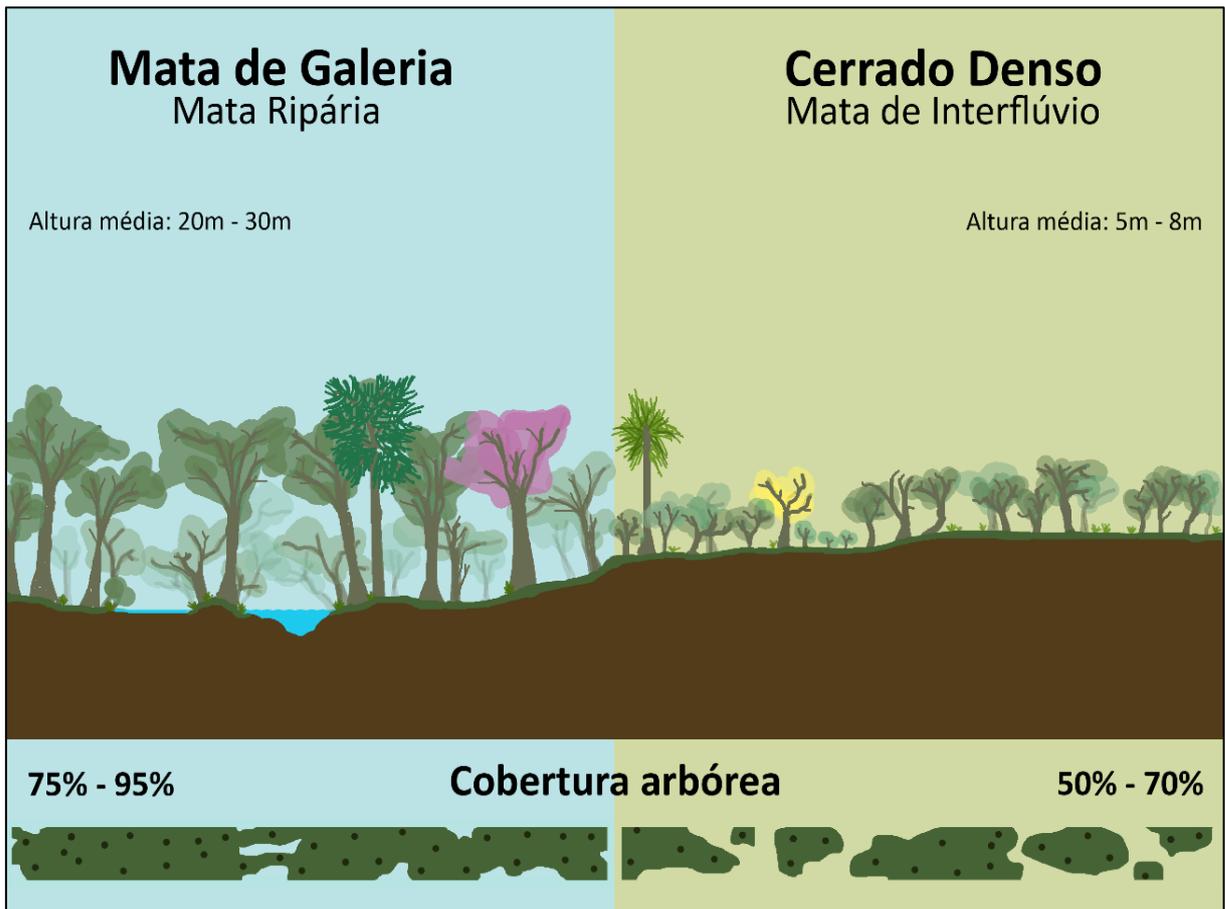
Bertrand (1972), introduz a ideia de que as unidades biogeográficas de maior escala são comumente referidas como “biomas”. No Brasil, temos seis biomas, o bioma Cerrado ocupa 24% do território nacional, totalizando mais de 203 milhões de hectares, sendo assim o segundo maior do país e da América do Sul. Por toda a sua distribuição, faz divisa com outros biomas, como a Caatinga, o Pantanal e o Chaco, e a sua extensão divide os biomas florestais Amazônia e Mata Atlântica (ARRUDA, 2003; MACHADO *et al.*, 2004).

Devido a essas proporções, o Cerrado apresenta como característica variações fisionômico-florísticas consideráveis, desde formas florestais densas até campos puramente herbáceos (COUTINHO, 1978; ZARDO *et al.*, 2010). Essas formações fisionômico-florísticas, também conhecidas como fitofisionomias, representam as distintas variações e tipos de vegetação em cada bioma, sendo a maioria delas sujeitas a variações sazonais ao longo do ano (RIBEIRO e WALTER, 2008). De maneira geral, a sazonalidade é um fenômeno característico do bioma, exercendo grande influência nessas zonas ecológicas. Esse padrão sazonal é marcado por dois eventos significativos: o período chuvoso e a estiagem (SILVA e BARBOSA, 2020)

Explorando as contribuições da pesquisas de Ribeiro e Walter (1998 e 2008), sobre fitofisionomias do Cerrado, temos que as formações com predominância de espécies arbóreas e formação de dossel contínuo, que variam de 50% a 90% de cobertura, são denominadas fitofisionomias florestais; as formações savânicas são caracterizadas por uma vegetação arbóreo-arbustiva, com uma cobertura média de 35%, grande presença de arbustos e árvores geralmente tortuosas; as formações campestres são caracterizadas pela presença marcante de arbustos e subarbustos entremeados no estrato herbáceo, podendo ocorrer variações onde a presença de espécies herbáceas é predominante (RIBEIRO e WALTER, 2008).

Nesta pesquisa, direcionamos nossa atenção para dois tipos específicos de vegetação, as fitofisionomias Mata de Galeria e Cerrado Denso (Figura 3). A primeira delas é denominada Mata de Galeria, uma vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água, podendo ter uma altura média que varia entre 20 e 30 metros (RIBEIRO e WALTER, 2008). No entanto, nas vegetações analisadas pelo estudo atual, foram encontradas árvores com altura máxima de 15 metros, ficando abaixo da média geral.

**Figura 3.** Esquema adaptado das fitofisionomias de interesse do estudo.



**Fonte:** Baseado em esquemas de Ribeiro e Walter (2008).

A Mata de Galeria é caracterizada como floresta tropical sempre verde<sup>4</sup> e ocorre sempre ao limite das zonas ripárias, apresentando variações que correspondem a áreas inundáveis ou não-inundáveis, podendo ter uma cobertura arbórea que varia de 70% a 95% (RIBEIRO e WALTER, 2008). Sua fisionomia é comumente associada aos solos hidromórficos, com excesso de umidade na maior parte do ano devido ao lençol freático mais superficial e grande quantidade de material orgânico acumulado, propiciando a decomposição que confere a cor escura nos horizontes mais superficiais desses solos (MARIATH e SANTOS, 2006; ZARDO *et al.*, 2010).

A segunda fitofisionomia de interesse é o Cerrado Denso, uma formação savânica caracterizada pela predominância arbórea, com uma cobertura que varia de 50% a 70% de forma descontínua e uma altura média que oscila entre cinco e oito metros. Os estratos arbustivo

<sup>4</sup> Sempre verde se refere a característica de perinifolia, ou seja, não apresenta queda das folhas (caducifolia) durante períodos mais secos como ocorre em outras fitofisionomia.

e herbáceo apresentam menor densidade, possivelmente devido ao sombreamento resultante da maior quantidade de árvores (RIBEIRO e WALTER, 2008).

De acordo com Ribeiro e Walter (2008), existem ainda outras nove fitofisionomias ocorrentes em todo o Cerrado, contendo variações e subtipos que divergem de acordo com a localidade e regiões de ecótono entre os biomas. A grande maioria dessas variações vegetais é savânica, o que, de acordo com Silva *et al.*, (2007), caracteriza o Brasil como a nação com a maior área com formações savânicas em clima tropical do mundo. Segundo Myers (1988), o bioma Cerrado é um Hotspot de Biodiversidade<sup>5</sup>, o que significa que a região possui uma extrema diversidade biológica e endemismo, porém, apresentando graves influências e ameaças antrópicas. Essa dualidade acompanha o Cerrado em toda a sua extensão e só ressalta a importância de se desenvolver alternativas para mitigar esses impactos.

### 3.3 Serrapilheira: ciclo e papel nos ecossistemas

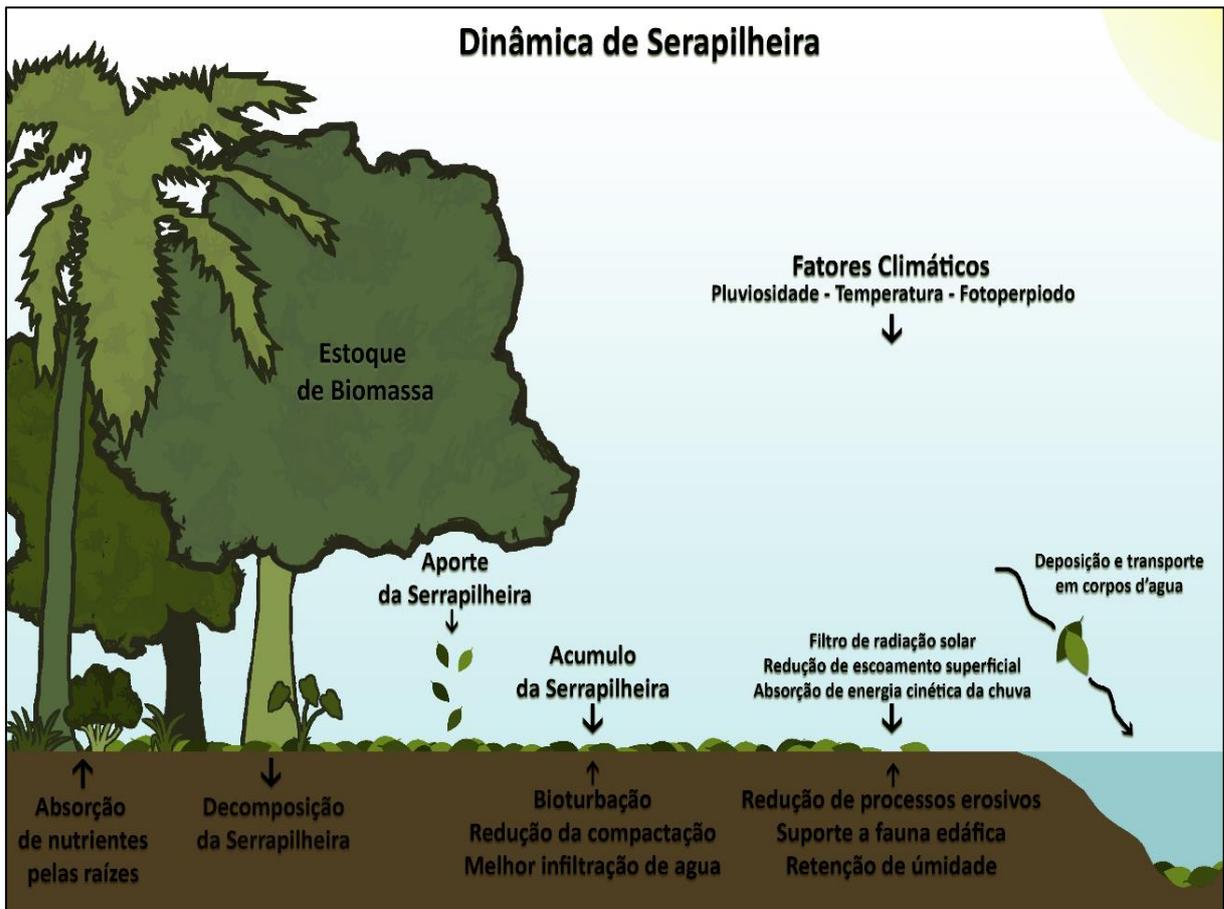
Diante da demanda por uma abordagem científica mais concisa sobre a dinâmica funcional dos ecossistemas, é possível observar um aumento significativo nos estudos relacionados aos processos de interação tanto abaixo quanto acima do solo em escala global nas últimas décadas (GONÇALVES e SILVA, 2018; GONÇALVES *et al.*, 2023). Cada ecossistema possui sua forma característica de armazenar e reciclar nutrientes entre seus compartimentos, e a dinâmica funcional desses ambientes estão intrinsicamente ligados aos conjuntos de processos (bióticos e abióticos) e mecanismos que garantem um estado de equilíbrio dinâmico, mantido pela entrada e saída de matéria e energia através da camada de material orgânico em decomposição no solo (CAMPOS *et al.*, 2008; PENNA-FIRME e OLIVEIRA, 2017; OLIVEIRA, 2023).

Na pluralidade de fitofisionomias, o horizonte mais superficial do solo, constituído por diferentes materiais orgânicos como folhas, galhos, cascas, materiais reprodutivos e miscelâneas, é denominado serrapilheira (COSTA *et al.*, 2010; CARDOSO, 2022), e se caracteriza como um compartimento nutricional dos ecossistemas terrestres, com grande efetividade em áreas com maior predominância de espécies arbóreas (Figura 4).

---

<sup>5</sup> Áreas com grande biodiversidade, alto índice de espécies endêmicas e com alto grau de ameaça.

**Figura 4.** Esquema ilustrativo da dinâmica geral da serrapilheira.



Fonte: o autor (2024).

Essa camada tem origem em um processo causado pela senescência de partes das plantas, devido a mudanças metabólicas associadas à fisiologia de cada espécie, e também por estímulos provenientes do ambiente, como o fotoperíodo, temperatura, estresse hídrico, entre outros (ANDRADE *et al.*, 2003). A serrapilheira desempenha inúmeras funções no equilíbrio e na dinâmica dos ambientes onde ocorrem (COSTA *et al.*, 2010; PINTO e NEGREIROS, 2018). Entre essas, é possível destacar o fornecimento de matéria orgânica e nutrientes para a fauna edáfica e plantas, resultando na manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, influenciando a produção vegetal e a dinâmica das comunidades vegetais de diferentes formas (SANTOS *et al.*, 2002; ANDRADE *et al.*, 2003; MAESTRI *et al.*, 2013; CARDOSO, 2022).

Quando o solo está coberto por esses componentes, uma grande proporção de gotas de chuva é interceptada pela cobertura, que absorve parte da energia cinética antes de atingir a superfície, o que limita a formação de crostas, reduz o escoamento superficial e o risco de processos erosivos, mantendo a umidade em níveis mais elevados e atenuando os riscos

relativos a incêndios de maiores proporções (DULEY, 1939; SCHUMACHER *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005; VILLA *et al.*, 2016; CARDOSO, 2022). A conservação dessa umidade é benéfica para o desenvolvimento da fauna edáfica, que desempenha um papel crucial na abertura de bioporos nos primeiros centímetros do solo, contribuindo para a infiltração da água e redução da compactação (CASTRO-JUNIOR, 1991; TIRELLI, 2015; ARAÚJO, 2017). Além disso, nas clareiras, a serrapilheira também atua como filtro de luz, afetando a germinação das sementes sensíveis a esse fator, sendo reconhecido o seu papel na redução da amplitude de temperatura e evaporação da água no solo dessas áreas (SCARIOT, 2000; GONDIM, 2005).

Os ecossistemas tropicais apresentam produção contínua de serrapilheira ao longo do ano, com variações nas formações decíduais e semidecíduais entre as estações secas e de maior umidade (LEITÃO-FILHO 1993; WERNECK *et al.*, 2001; FERNANDES *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2008). A quantidade de resíduos produzidos e a formação da serrapilheira são influenciadas por diversos fatores, como latitude, altitude, temperatura, ventos, precipitação, disponibilidade hídrica, características do solo, genética das plantas, idade, densidade de plantas e herbívora (PORTES *et al.*, 1996; CORREIA e ANDRADE, 2008). Essa produção controla a ciclagem de nutrientes, devolvidos ao solo, e seu acúmulo está relacionado à atividade dos agentes decompositores e ao grau de perturbação dos ecossistemas (BRUN *et al.*, 2001; FIGUEIREDO-FILHO *et al.*, 2003; PINTO e NEGREIROS, 2018).

O estudo qualitativo e quantitativo da serrapilheira desempenha um papel relevante na compreensão do funcionamento dos ecossistemas florestais (ALVES *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2008; GOMES *et al.*, 2010), indicando alterações em seu processo de acúmulo e decomposição quando há distúrbios, funcionando como um bom indicador no monitoramento das variações ambientais e climáticas em diferentes fitofisionomias (TADAKI, 1977; KLUMPP, 2001; MACHADO *et al.*, 2008; FREIRE *et al.*, 2014; PINTO e NEGREIROS, 2018). Essa camada de folhas, galhos e outros detritos é um indicador importante da capacidade produtiva das fitofisionomias, conectando os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de cada espécie ou ambiente (CÉSAR, 1993; FIGUEIREDO-FILHO *et al.*, 2003; GONDIM, 2005; ALVES *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2008).

### 3.4 A importância da serrapilheira na ciclagem de nutrientes em ecossistemas terrestres

Estudos extensivos têm se dedicado à ciclagem de nutrientes em ecossistemas terrestres, visando aprofundar o entendimento da dinâmica dos processos de fluxo de energia em ambientes com características específicas como as que ocorrem no Cerrado (SOUZA e DAVIDE, 2001; CAVALCANTE *et al.*, 2020; SPERANDIO, 2020). O estudo da ciclagem de nutrientes é o resultado de processos interligados nos quais os recursos nutricionais são utilizados em sucessivas etapas de fixação de energia (DELITTI, 1995; SILVEIRA *et al.*, 2007; MARIANO, 2021).

A dinâmica começa com a deposição de serrapilheira, um processo que envolve a produção de material decíduo a partir da cobertura vegetal (SCORIZA *et al.*, 2012). Vários fatores influenciam a quantidade de resíduos que caem das plantas, incluindo variações edafoclimáticas, características genéticas das plantas, a idade do povoamento florestal, a densidade das plantas e o tipo de fitofisionomias ou biomas, conforme destacado por Gonzales e Gallardo (1982). É interessante ressaltar que a deposição da serrapilheira pode ser adotada como um indicador da qualidade ambiental (DICK, 2011), uma vez que os níveis gerais de sua produção estão relacionados aos efeitos da fragmentação e à consequente sucessão ecológica (WERNECK *et al.*, 2001; KÖNIG *et al.*, 2002; ALMEIDA, 2006; FREIRE, 2006).

Quando há uma quantidade substancial de material depositado e sua velocidade de decomposição é mais lenta, ocorre o acúmulo de uma camada espessa de serrapilheira sobre o solo (OLSON, 1963; CORREIA e ANDRADE, 2008). Essa camada se torna fonte essencial de energia e nutrientes, abrigando uma diversidade de fauna e microrganismos decompositores nos ecossistemas, contribuindo por sua vez, para a melhoria das características edáficas e na manutenção da biodiversidade do ecossistema de maneira geral (FACELLI e FACELLI, 1993; TIRELLI, 2015; VILLA *et al.*, 2016; CARDOSO, 2022).

Após ser aportada e depositada na superfície do solo, a biomassa nesta camada passa por um processo contínuo de degradação, envolvendo a lavagem de compostos hidrossolúveis e o ataque de organismos, reduzindo a serrapilheira a frações minerais e húmicas (ANDRADE *et al.*, 1999; SCORIZA *et al.*, 2012). Esse mecanismo de degradação é regulado principalmente por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (os macro e microrganismos); as características do material orgânico, que determinam sua degradabilidade (a qualidade do material); e as condições físico-químicas do meio ambiente, controladas pelo clima e pelas características edáficas do sítio (LEKHA e GUPTA, 1989; PRIMO, 2016).

O estudo da decomposição da serrapilheira em diferentes fitofisionomias visa obter informações pertinentes sobre a dinâmica dos nutrientes, pois esse processo é um dos mecanismos pelos quais os nutrientes da fitomassa retornam ao solo (SCORIZA *et al.*, 2012), caracterizando um sistema dentro do ecossistema, no qual microrganismos e pequenos artrópodes atuam em colaboração para a decomposição da matéria orgânica e sustentação do ambiente de maneira geral (ODUM, 1988).

## **4 DIMENSÕES DA PESQUISA - ÁREAS DE ESTUDO**

### **4.1 Caracterização das áreas analisadas**

O estudo foi desenvolvido dentro dos limites municipais de Três Lagoas, localizada na mesorregião leste de Mato Grosso do Sul, distante 339km da capital Campo Grande. A região é situada na bacia do rio Paraná e faz divisa com o estado de São Paulo, encontrando-se na ecorregião Paraná-Guimarães no bioma Cerrado (Sano *et al.*, 2019).

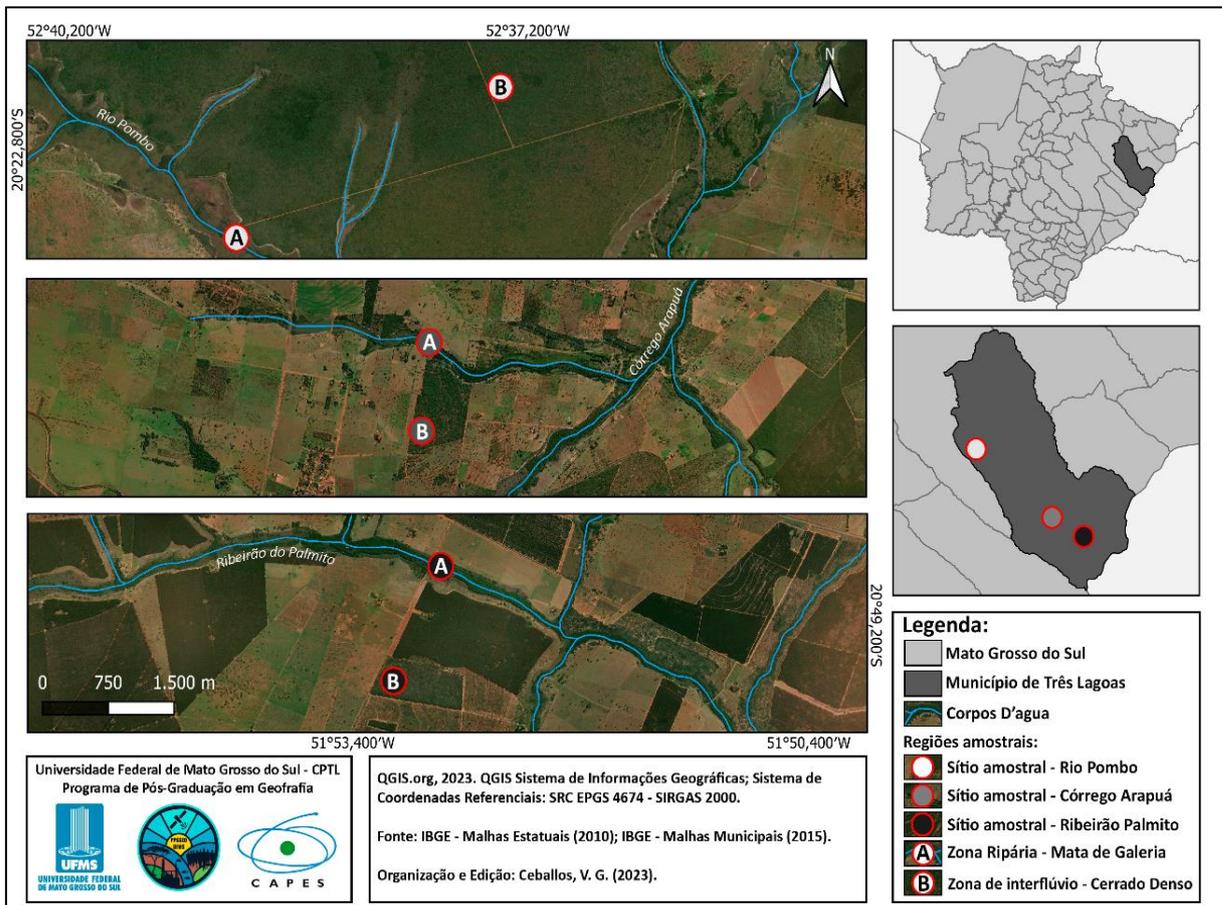
De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, a região em questão é, de modo geral, caracterizada pelos Latossolos Vermelhos Distróficos, juntamente com a presença de Argissolos Vermelhos Distróficos e Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos (SiBCS, 2018). Essa classificação de solo é predominante em regiões como o Cerrado, sendo reconhecida pela coloração avermelhada e textura mais arenosa (SANTOS *et al.*, 2018). Essas classes de solo correspondem também às mais comumente encontradas nas fitofisionomias que abordamos anteriormente na seção 3.2, conforme Ribeiro e Walter (2008), as quais são o foco deste trabalho.

Conforme os dados do WorldClim - Global Climate Dat e da Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Temperatura Média Compensada Anual é de 24,5°C, e o tipo climático é categorizado como Aw (Tropical zona with dry winter - Zona tropical com inverno seco) pela classificação climática de Köppen-Geiger, o que corresponde ao clima tropical com estações úmida e seca bem definidas (KOPPEN, 1936; ALVARES *et al.*, 2013).

## 4.2 Sítios amostrais e seus contextos geográficos

Os sítios amostrais foram estabelecidos em três regiões com diferentes formações florestais, alinhados aos propósitos desta dissertação (Figura 5).

**Figura 5** - Localização geral das regiões amostrais e pontos de coleta.



**Fonte:** o autor (2024).

Essas áreas compreendem fitofisionomias distintas, marcadas pela presença de matas ripárias<sup>6</sup>, especialmente as matas de galeria, e matas de interflúvio<sup>7</sup>, especificamente os cerrados densos (Figura 3. ).

Cada região analisada é denominada "sítio amostral" e está vinculada ao nome do respectivo corpo d'água próximo. Essa nomenclatura tem como objetivo facilitar a identificação precisa dos locais de estudo, otimizando a compreensão da distribuição geográfica

<sup>6</sup> A expressão "mata ripária" refere-se a uma formação vegetal específica encontrada nas margens de corpos d'água.

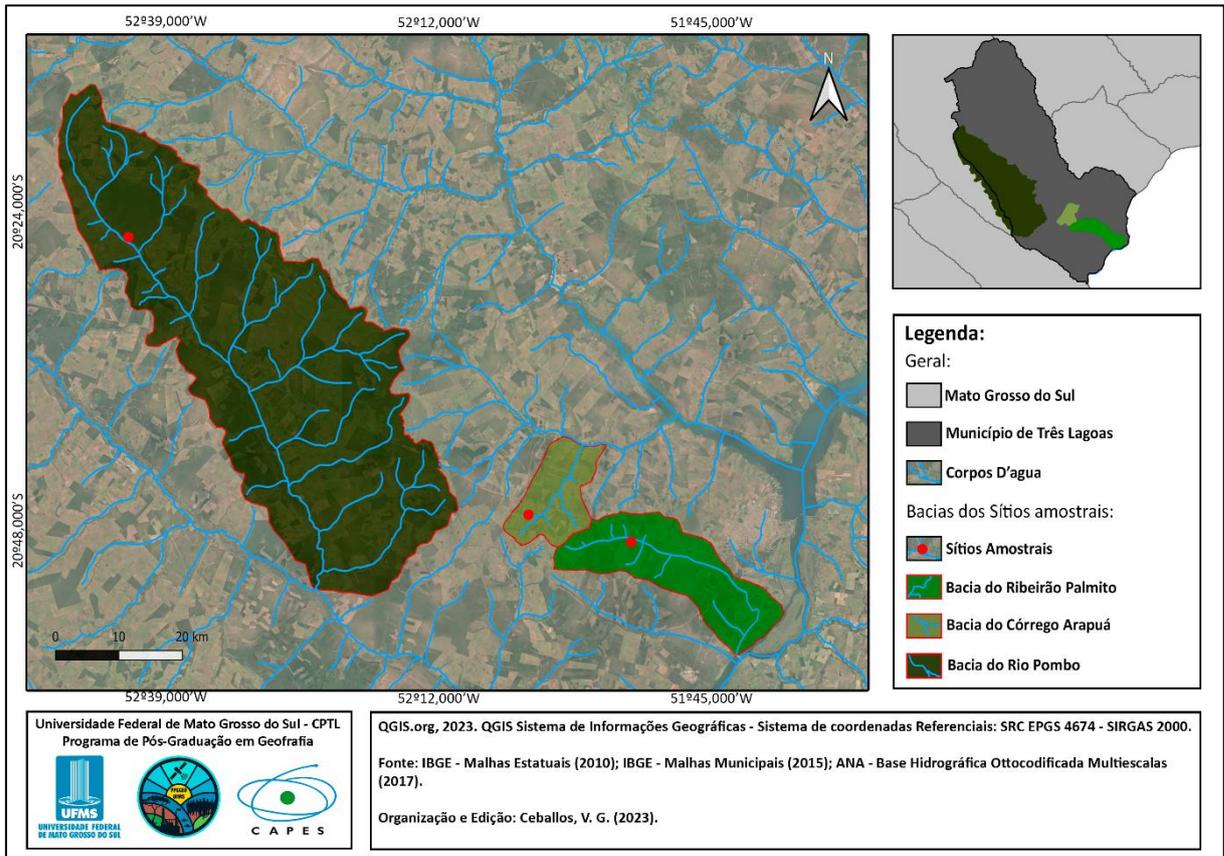
<sup>7</sup> A expressão "mata de interflúvio" refere-se a uma formação vegetal presente nas áreas elevadas entre dois cursos d'água.

das análises geoambientais realizadas. Essas localidades estão restritas às áreas de três Sub-bacias hidrográficas específicas dentro do município de Três Lagoas: Ribeirão Palmito, Córrego Arapuá e Rio Pombo, conforme a seguir descrito:

- O Ribeirão Palmito é o corpo d'água, entre os três, que nasce mais próximo ao perímetro urbano de Três Lagoas (SCR: -20.8256478, -51.9656341), percorre os terrenos dos terraços fluviais do rio Paraná e, por fim, deságua à jusante do reservatório de Jupιά, na ponta sul da Ilha Comprida (QUEIROZ, 2011);
- O Córrego Arapuá nasce dentro do distrito Arapuá (SCR: -20.7956612, -52.0745454), é afluente da margem direita do Ribeirão Campo Triste, o qual deságua no baixo curso do Rio Sucuriú, afluente do Rio Paraná, lançando suas águas no reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Engenheiro Souza Dias (Jupιά), nas proximidades do perímetro urbano de Três Lagoas (ALMEIDA, 2006);
- O Rio Pombo nasce mais ao norte do município (SCR: -20.1992385, -52.7058004) e por mais de 90 km serve como limite fluvial entre Três Lagoas e o município de Brasilândia/MS; por fim, desagua no Rio Verde, que então deságua no Rio Paraná ao norte da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cisalpina.

Com base nessas informações e utilizando os dados da Base Hidrográfica Ottocodificada (ANA - Agência Nacional de Águas, 2017), foi possível mapear a distribuição dos sítios amostrais em relação a essas três sub-bacias hidrográficas (Figura 6). Esse mapeamento proporciona uma representação visual que evidencia a disposição estratégica das áreas amostrais em relação à complexidade e extensão das bacias hidrográficas, possibilitando uma compreensão aprofundada da diversidade e dos contextos geocológicos presentes na região.

**Figura 6** - Distribuição dos sítios amostrais nas três sub-bacias hidrográficas.



**Fonte:** o autor (2024).

Apesar de apresentarem fitofisionomias semelhantes, o que verdadeiramente distingue esses sítios é o contexto geográfico singular ao qual estão inseridos. O contexto geográfico engloba não apenas as características físicas do ambiente, mas também fatores como a proximidade com áreas urbanas, a topografia específica e as interações complexas entre os elementos naturais. Dessa forma, compreender o contexto geográfico de cada sítio amostral torna-se crucial para uma análise abrangente e contextualizada das dinâmicas ambientais observadas.

Para uma compreensão mais aprofundada do contexto em que cada sítio amostral e áreas de coleta estão inseridas, apresentamos contextualizações e um resumo de informações em forma de ficha de interpretação. Essas fichas condensam dados específicos sobre cada local, abrangendo detalhes acerca de características físicas, biológicas e socioeconômicas da região. Essas informações são obtidas tanto por meio de satélites quanto através de observação direta da realidade durante viagens técnico-científicas. Os campos exploratórios são especialmente importantes para verificar se as características identificadas nas imagens por satélites correspondem à realidade do ambiente. Isso inclui verificar a presença de determinadas

coberturas do solo, avaliar a condição da vegetação, confirmar limites geográficos, entre outros aspectos.

#### 4.2.1 Sítio Amostral Ribeirão Palmito

O primeiro sítio amostral está situado no quilômetro 30 da BR-262, no sentido Campo Grande, marcando o início da estrada que leva à Fazenda Nossa Senhora Auxiliadora I. Nessa região, foram selecionadas duas áreas, uma caracterizada pela fitofisionomia do Cerrado Denso e outra pela Mata de galeria. Ambas estão próximas ao Ribeirão Palmito, um curso d'água utilizado como referência para esta primeira zona de amostragem (Quadro 1). A identificação do uso do solo foi baseada na interpretação de imagens de satélites (FLORENZANO, 2002), que indicam técnicas de interpretação visual de imagens de satélites.

Não possuímos dados concretos sobre a declividade do sistema fluvial no trecho do Ribeirão Palmito em que coletamos. No entanto, a análise do segmento do corpo hídrico em questão, por meio de imagens de satélite e observações em campo, revelou que o padrão do canal apresenta baixa sinuosidade nas áreas de amostragem, com uma profundidade constante e baixa da coluna d'água, e uma largura média de 2,25m. A calha exibe um padrão bem definido, acompanhada de diques marginais elevados, nos quais predomina a vegetação arbórea. Esses dados são condizentes com as elucidaciones de Almeida (2008) em sua pesquisa “Interações hidrossedimentológicas e de uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Ribeirão Palmito – Três Lagoas-MS”.

As dimensões específicas das faixas de vegetação a serem preservadas podem variar de acordo com a largura do curso d'água. Neste caso, as medições demonstraram que ao longo dos 125m analisados, a extensão média é de 28 metros, o que está de acordo com o Código Florestal (Lei 12.651, de 2012)<sup>8</sup>. É relevante destacar que é observável uma extensão não explorada na área devido à presença de zonas de várzea que dificultam a alteração e uso do solo por parte dos proprietários, o que contribui significativamente para a preservação do estado natural do local.

Nesse local, além da atividade agropecuária, amplamente explorada desde a fundação do município, observa-se a crescente pressão decorrente das plantações de eucalipto, iniciadas

---

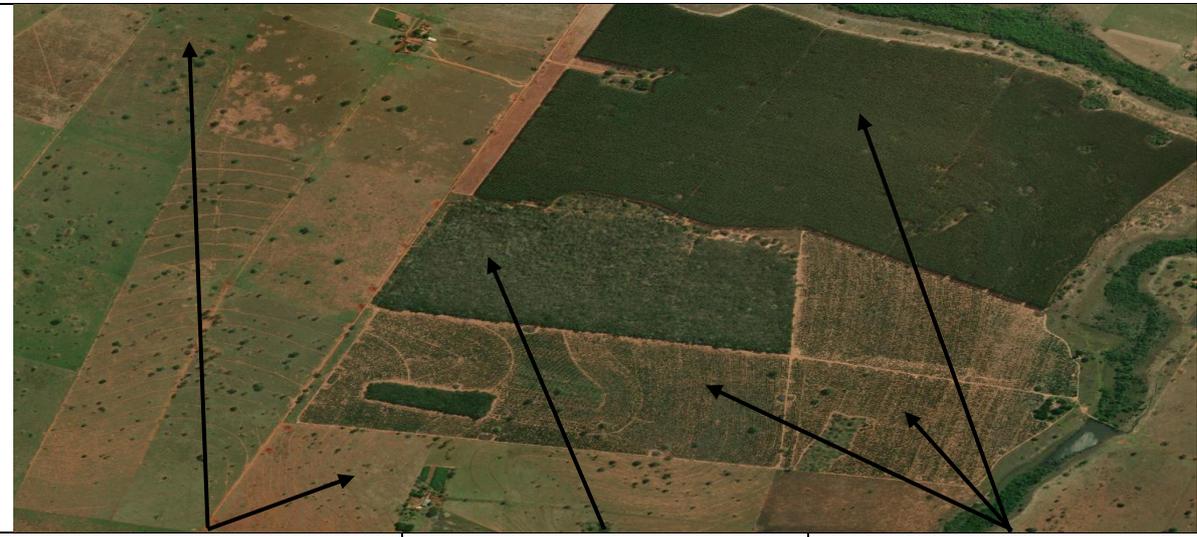
<sup>8</sup> O Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei Federal nº 12.651/2012, estabelece as regras para a proteção das áreas de preservação permanente (APPs), incluindo as matas ciliares ao longo dos cursos d'água.

com a instalação de indústrias de papel e celulose na região. A dinâmica constante de substituição da vegetação nativa e plantada pelos ciclos da Silvicultura já faz parte da realidade local. Ambas as áreas apresentam extensas áreas de plantações que fazem divisa e, em alguns casos, até isolam as áreas com vegetação nativa. O município experimentou a transformação da paisagem ao longo dos anos, devido à expansão da agropecuária e à influência das indústrias de papel e celulose, fatores que moldaram a atual configuração das áreas de estudo. A coexistência das fitofisionomias de Cerrado Denso e Mata de Galeria, próximo ao Ribeirão Palmito, proporciona uma oportunidade única de avaliar os impactos dessas atividades sobre a biodiversidade e a dinâmica ambiental na região, destacando a importância da análise sob a ótica da dinâmica da serrapilheira.

**Quadro 1** - Chave de Interpretação das duas áreas na primeira região em análise – Sítio Amostral Ribeirão Palmito (Continua).

<b>MATA DE GALERIA: REGIÃO RIPÁRIA NO RIBEIRÃO PALMITO</b>		
		
B	A	C
<b>Características das Feições Encontradas na Imagem</b>		
<p>A – Local de instalação dos pontos amostrais na mata de galeria, que segue o padrão formado pelo curso do Ribeirão Palmito, apresenta coloração variando entre tons de verde escuro. A textura é mais rugosa, característica de áreas com vegetação nativa que conservam um dossel não uniforme. Essas áreas estão cercadas por ambientes úmidos, identificados pelo afloramento do lençol freático e pela coloração mais amarronzada;</p> <p>B – Áreas de pastagem submetidas a um esquema variado de manejo, envolvendo a dinâmica de renovação e aproveitamento para a pecuária. A coloração é verde clara com tons amarronzados;</p> <p>C – Áreas silvícolas, sujeitas a um regime variado que abrange tanto a dinâmica de corte quanto de plantio de eucalipto, apresentam coloração verde escura. A textura é mais regular e constante em comparação com as áreas de vegetação nativa. Nas áreas com plantio recente, a coloração é mais clara, variando entre tons de cinza e marrom, em contraste com as áreas de pastagem ou solo exposto.</p>		
<b>Coordenadas na imagem e local: EPSG:4326 – WGS 84 (-20.813925, -51.880542)</b>		

Quadro 1. Continuação...

<b>CERRADO DENSO: REGIÃO DE INTERFLÚVIO PRÓXIMO AO RIBEIRÃO PALMITO</b>		
<b>Características das Feições Encontradas na Imagem</b>		
		
B	A	C
<p>A – Pontos de amostragem distribuídos no remanescente florestal apresentam uma variação de coloração entre tons de verde, tanto mais claros quanto mais escuros. A textura é notavelmente rugosa em comparação com as vegetações florestais plantadas circunvizinhas. Essas variações na coloração e a evidente textura destacada ressaltam uma característica da fitofisionomia: a constante variação das espécies presentes, seja em relação ao porte ou ao tipo de estrato. A área exibe bordas bem definidas, características de fragmentos florestais em regiões cercadas por propriedades rurais;</p> <p>B – Áreas de pastagem submetidas a um esquema variado de manejo, envolvendo a dinâmica de renovação e aproveitamento para a pecuária. A coloração é verde clara com tons amarronzados;</p> <p>C – Áreas silvícolas em regime variado que englobam a dinâmica de corte e de plantio de eucalipto. A coloração é verde escura, a textura apresenta um padrão uniforme e constante, tendo pequenas manchas mais escuras oriundas do dossel de espécies arbóreas nativas que foram mantidas nas áreas de plantio.</p>		
<b>Coordenadas da imagem e local: EPSG:4326 – WGS 84 (-20.826181, -51.885750)</b>		

**Fonte:** o autor (2024).

#### 4.2.2 Sítio Amostral Córrego Arapuá

O segundo sítio amostral está situado em uma reserva legal dentro da antiga Fazenda Arapuá, subdividida e incorporada ao distrito de Arapuá, no município de Três Lagoas. Similar ao primeiro campo amostral, essa região compreende duas áreas abrangendo fitofisionomias de Cerrado Denso e Mata de Galeria, restritas às proximidades do Córrego Arapuá, utilizado como ponto de referência para esta zona amostral (Quadro 2). A identificação do uso do solo foi baseada na interpretação de imagens de satélites (FLORENZANO, 2002), que indicam técnicas de interpretação visual de imagens de satélites.

Da mesma forma que no sitio amostral anterior, não dispomos de informações precisas acerca da inclinação do curso fluvial na região do Córrego Arapuá, onde estamos realizando as coletas. No entanto, a análise do segmento do corpo hídrico em questão, por meio de imagens de satélite e observações em campo, revelou que o padrão do canal apresenta baixa sinuosidade nas áreas de amostragem, com uma profundidade constante e baixa da coluna d'água, e uma largura média de 2,28m. Além disso, a calha exibe um padrão bem definido, acompanhada de diques marginais baixos, possuindo trechos de vargem, nos quais predomina vegetações características de campos úmido que ocorrem em variância as matas de galeria. Essas observações são consistentes com as conclusões de Queiroz (2011), conforme apresentadas em sua pesquisa intitulada "Aspectos da dinâmica hidrossedimentológica e do uso e ocupação do solo na bacia do Córrego Arapuá-MS".

Nesta área, a extensão média da faixa de vegetação arbórea ao longo dos 125m analisados é de 45 metros, o que está de acordo com o Código Florestal (Lei 12.651, de 2012), levando em conta a largura do corpo hídrico. É importante destacar que a extensão não explorada da região é ampliada pelas zonas de várzea, que permanecem úmidas ou até mesmo inundadas boa parte do ano devido ao lençol freático mais superficial. Esse fator dificulta a exploração da área pelos proprietários, assim como na área amostral próxima ao Ribeirão Palmito, o que contribui para a preservação de um estado mais natural do local.

Nessa segunda região, ocorre um cenário caracterizado por pequenas propriedades rurais, predominantemente dedicadas à pecuária. Ao longo do tempo, a prática pecuária promoveu uma transição gradual, resultando na substituição progressiva da vegetação nativa por extensas áreas de pastagens. A preservação do cerrado neste contexto torna-se desafiadora, dada a presença de fragmentos de conservação em dimensões reduzidas, sem formar configurações padronizadas que estabeleçam corredores ou remanescentes de maior porte. Além disso, a região revela uma notável resistência à introdução da cultura de eucalipto, seja por meio de arrendamento ou venda de terras. Este fenômeno é reflexo das dimensões mais limitadas das propriedades, geralmente de caráter familiar. Os proprietários não apenas residem no centro distrital urbanizado próximo, mas também nas próprias áreas que gerenciam, estabelecendo uma conexão direta com a paisagem que os rodeia.

Essa dinâmica confere à região uma influência tripla, consolidando a interligação entre áreas preservadas, zonas rurais e infraestruturas urbanas. Essa resistência pode ser atribuída não apenas às restrições de espaço, mas também a preocupações ambientais e culturais. A comunidade local, muitas vezes enraizada em práticas agrícolas tradicionais, valoriza a

biodiversidade e teme os impactos negativos que a monocultura do eucalipto poderia trazer. Além disso, a dimensão familiar das propriedades cria uma dinâmica singular, onde as decisões de uso da terra são tomadas considerando não apenas o aspecto econômico, mas também a preservação das tradições e do ambiente.

**Quadro 2.** Chave de Interpretação das duas áreas na segunda região em análise – Sítio Amostral Córrego Arapuá (Continua).

<b>MATA DE GALERIA: REGIÃO RIPÁRIA NO CÓRREGO ARAPUÁ</b>		
		
B	A	C
<b>Características das Feições Encontradas na Imagem</b>		
<p>A – Local de instalação dos pontos amostrais ao longo do curso do Córrego Arapuá, é possível observar uma tonalidade variando entre tons de verde mais escuro e textura mais rugosa. É notável a presença de áreas com coloração verde mais clara, sendo regiões brejosas caracterizadas pelo afloramento do lençol freático e pelo tom mais amarronzada. A montante, é possível notar o represamento do córrego e a quase completa ausência de vegetação marginal;</p>		
<p>B – Remanescentes florestais naturais com variação de coloração entre tons mais claros e mais escuros de verde, apresenta uma rugosidade característica de fitofisionomias que variam em espécies com portes distintos. É possível observar bordas lineares, resultantes do fragmento fazer parte de uma divisão padronizada dos terrenos, característica de áreas rurais previamente planejadas;</p>		
<p>C – Áreas de pastagem submetidas a um esquema variado de manejo, envolvendo a dinâmica de renovação e aproveitamento para a pecuária. A coloração é verde clara com tons amarronzados.</p>		
<b>Coordenadas da imagem e local: EPSG:4326 – WGS 84 (-20.773681, -52.042754)</b>		

**Quadro 2.** Continuação...

<b>CERRADO DENSO: REGIÃO DE INTERFLÚVIO PRÓXIMO AO CÓRREGO ARAPUÁ</b>		
		
B	A	C
<b>Características das Feições Encontradas na Imagem</b>		
<p>A – Remanescente florestal natural onde estão instalados os pontos amostrais da área, possui variação de coloração entre tons mais claros e mais escuros de verde, apresentando uma rugosidade característica de fitofisionomias de Cerrado Denso, que variam em espécies com portes e estratos distintos. É possível observar bordas lineares, resultantes de o fragmento fazer parte de uma divisão padronizada dos terrenos, característica de áreas rurais previamente planejadas, como é o caso do distrito;</p>		
<p>B – Contexto de pequenas propriedades rurais e contínuo processo de urbanização, observa-se uma influência antrópica mais expressiva nas proximidades da área de instalação dos pontos de coleta, ao contrário dos demais sítios amostrais;</p>		
<p>C – Áreas de pastagem submetidas a um esquema variado de manejo, envolvendo a dinâmica de renovação e aproveitamento para a pecuária. A coloração é verde clara com tons amarronzados.</p>		
<b>Coordenadas da imagem e local: EPSG:4326 – WGS 84 (-20.783975, -52.043674)</b>		

**Fonte:** o autor (2024).

#### 4.2.3 Sítio Amostral Rio Pombo

O terceiro sítio amostral está localizado dentro dos limites da Unidade de Conservação Municipal de Proteção Integral Parque Natural Municipal do Pombo em Três Lagoas – MS<sup>9</sup>. Este sítio também abrange duas áreas com fitofisionomias de Cerrado Denso e Mata de Galeria, próximas ao Rio Pombo, que utilizamos como referência para esta região amostral (Quadro 3. Chave de Interpretação das duas áreas na terceira região em análise – Sítio Amostral Rio Pombo (Continua). A identificação do uso do solo foi baseada na interpretação de imagens de satélites (FLORENZANO, 2002), que indicam técnicas de interpretação visual de imagens de satélites.

<sup>9</sup> UC-PNMP. Decreto nº 105, de 09 de novembro de 2006, de Três Lagoas – MS.

Assim como nos sítios amostrais anteriores, não temos informações precisas sobre as características geomorfológicas do Rio Pombo. No entanto, a partir da análise do segmento do corpo hídrico em questão, utilizando imagens de satélite e observações em campo, podemos identificar que o padrão do canal apresenta baixa sinuosidade nas áreas de amostragem, com uma profundidade constante e uma coluna d'água mais profunda, além de uma largura média de 2,5m. Adicionalmente, o trecho exhibe diques marginais altos. Mesmo assim, há regiões marginais de vargem, possivelmente devido ao lençol freático mais superficial, onde predomina uma vegetação característica de campos úmido e veredas, em variação com as matas de galeria. A faixa de vegetação arbórea ao longo dos 12m analisados apresentou uma média de extensão de 20 metros. Vale ressaltar que essa área apresenta um contexto geral distinto das outras, uma vez que está inserida dentro de uma unidade de conservação.

Com base nas informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agronegócio (SEMEA) de Três Lagoas, juntamente com os dados do Cadastro Estadual de Unidades de Conservação de Mato Grosso do Sul (CEUC-MS), promulgado pela Gerência de Unidades de Conservação de Mato Grosso do Sul (GUC-MS) e pela Unidade de Gestão e Implantação de Áreas Protegidas de Mato Grosso do Sul (UNICECO-MS), por meio do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL), o Parque do Pombo abrange 8.032,66 hectares de área sob regime de preservação permanente e proteção integral. Esta área é restrita ao público em geral, sendo a região amostral mais isolada, distante cerca de 130 km do perímetro urbano do município.

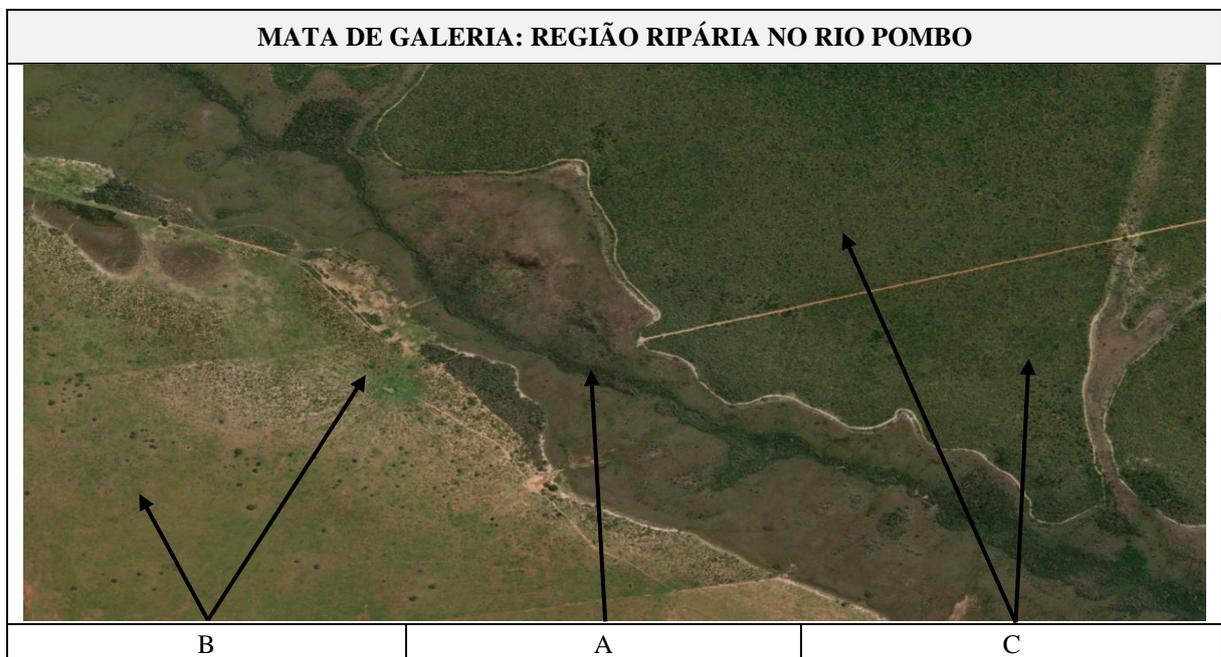
Diferentemente de outras regiões, o contexto político e social desta área é estrategicamente direcionado para a preservação, implementando medidas robustas para assegurar a integridade do ecossistema. Desde o princípio, a região onde o Parque do Pombo está localizado foi mantida com seus atributos naturais, com a intenção de se vincular a iniciativas de compensação ambiental de empresas que se instalaram no município. A manutenção consciente da área não apenas ressalta o compromisso com a conservação, mas também evidencia a relevância das políticas públicas, a participação social e o interesse relativamente econômico na preservação de ecossistemas delicados. A abordagem proativa não apenas contribui para a preservação da biodiversidade única presente nas fitofisionomias observadas na extensão da unidade, mas também desempenha um papel crucial na sustentação da ecologia regional.

Diversas pesquisas evidenciam que no bioma Cerrado as vegetações naturais já passaram por diversos tipos de pressões e modificações ao longo dos anos de contato antrópico

(ARRUDA *et al.*, 2008; SANO *et al.*, 2019). No entanto, nessas áreas de amostragem, devido a essa abordagem intencional de preservação, temos as duas fitofisionomias que permanecem o mais fiel possível ao estado original observável nos remanescentes de cerrado aqui analisados, servindo como verdadeiros testemunhos do que podemos julgar como “natural” para a nossa região.

É evidente que, em contraste com diversos outros sítios amostrais, esta área enfrenta pressões externas que são atenuadas por uma abordagem política e social que prioriza a preservação. No entanto, é crucial destacar que sua área está totalmente cercada por propriedades destinadas ao cultivo de eucalipto e em constante contato com atividades de pecuárias ao longo de muitos anos. Essa interação direta com esses setores tem impactos significativos na dinâmica ambiental do parque. Importante ressaltar que toda a borda leste do parque é também o limite municipal entre Três Lagoas e o município de Água Clara/MS, este último sujeito a contextos e legislações ambientais distintos, o que pode influenciar diretamente as políticas e práticas de conservação e uso sustentável nessa região.

**Quadro 3.** Chave de Interpretação das duas áreas na terceira região em análise – Sítio Amostral Rio Pombo (Continua).



Quadro 3. Continuação...

<b>Características das Feições Encontradas na Imagem</b>	
<p>A – Pontos amostrais ao longo do curso do Rio Pombo, a área exibe variação cromática, predominando tons de verde escuro, cercados por uma extensa área brejosa, caracterizada pelo afloramento do lençol freático, apresentam matizes mais claros de verde e tonalidade amarronzada;</p> <p>B – Áreas de pastagem submetidas a um esquema variado de manejo, envolvendo a dinâmica de renovação e aproveitamento para a pecuária. A coloração é verde clara com tons amarronzados;</p> <p>C – Vegetação florestal mais densa, a coloração varia entre tons de verde mais claros e escuros devido a variação do porte das espécies ali existentes, textura com uma rugosidade maior em relação as vegetações circundantes.</p>	
<p><b>Coordenadas da imagem e local:</b> EPSG:4326 – WGS 84 (-20.3891935, -52.6523440)</p>	
<b>CERRADO DENSO: REGIÃO DE INTERFLÚVIO PRÓXIMO AO RIO POMBO</b>	
 <p>The image shows a satellite view of a dense cerrado landscape. A road, highlighted in orange, runs diagonally across the scene. Two sampling points are marked with black arrows: 'A' is located in a darker, more textured area near the road, and 'B' is in a lighter, more uniform area. The overall vegetation is a mix of dark and light green tones.</p>	
A	B
<b>Características das Feições Encontradas na Imagem</b>	
<p>A – Pontos de amostragem distribuídos perpendiculares a estrada em área de vegetação densa, a coloração varia entre tons de verde mais claros e escuros conforme a altura e distribuição das espécies de maior dossel e altura;</p> <p>B – Estradas de manutenção que cortam porções pré-selecionadas do parque;</p> <p>OBS: Os pontos amostrais estão situados em Cerrado Denso, porem como pode ser confirmado em campo e pelas imagens de satélites, existe uma mesclagem entre fitofisionomias de maior porte e densidade por toda a extensão da área de proteção.</p>	
<p><b>Coordenadas da imagem e local:</b> EPSG:4326 – WGS 84 (-20.3714723, -52.6248919)</p>	

**Fonte:** o autor (2024).

### 4.3 Coleta de Dados

O presente estudo irá considerar como material formador de serrapilheira (MFS) apenas as folhas, estruturas reprodutivas (precursores e botões florais, flores, inflorescências e frutos), ramos com até 2cm de diâmetro, cascas e estruturas vegetais não identificáveis. Adotou-se este limite máximo de diâmetro para ramos, buscando padronizar a metodologia com outros estudos realizados em formações vegetais tropicais (BRAY e GORHAM, 1964; PAGANO, 1989;

OLIVEIRA, 1997; MARTINS e RODRIGUES, 1999; PAULA e LEMOS-FILHO, 2001; WERNECK *et al.*, 2001; ARATO *et al.*, 2003; FIGUEIREDO-FILHO *et al.*, 2003). Foram excluídos galhos grossos, troncos e restos animais em geral, caracterizando a necromassa fina como objetivo de análise.

Dessa forma, a metodologia adotada e os resultados obtidos são moldados de maneira a atender a um padrão rigoroso, possibilitando não apenas a comparação imediata, mas também a aplicabilidade consistente dos dados em pesquisas futuras realizadas em ambientes análogos. Essa abordagem estruturada não apenas fortalece a integridade científica do estudo, mas também amplia sua relevância, oferecendo uma base sólida para a construção do conhecimento em contextos similares.

Os procedimentos de coletas foram cadastrados no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), onde através do processo de autorização para atividades com finalidade científica, foi emitido e oficializado o comprovante de registro para coleta de material botânico, fúngico e microbiológico (Número: 82819/2022 e 89237-1/2023). Tal documento foi solicitado pela Prefeitura Municipal de Três Lagoas para as atividades dentro do Parque Municipal do Pombo, que em conjunto com o ICMBio, emitiu autorização (Número: 012/2022 e 029/2023), para coleta e visita técnico-científica dentro da unidade de conservação.

No geral, período de amostragem buscou corresponder os períodos seco e úmido, que são bem definidos na região de acordo com informações das Normais Climatológicas do Brasil<sup>10</sup> (INMET, 2022). Para corroborar os dados mensais, dialogamos com os moradores próximos dos sítios amostrais, os quais confirmaram a ocorrência ou não de chuvas e/ou ventanias. Os dados pluviométricos foram obtidos através de dados disponíveis nas plataformas de monitoramento climático INMET E CEMTEC-MS. Esses valores foram empregados para fundamentar as afirmações sobre o ciclo climático anual na região, sendo possível estabelecer dois períodos sazonais distintos para a região, considerando a pluviosidade como referência. O período de maior umidade abrange os meses de outubro a março, enquanto o mais seco ocorre de abril a setembro. Essas informações foram essenciais para enriquecer as discussões das futuras sessões deste estudo, e a distinção sazonal entre períodos de maior ou menor umidade fundamenta algumas das análises realizadas, que serão discutidas nos capítulos seguintes.

---

<sup>10</sup> Normal Climatológica refere-se a um conjunto de informações estatísticas sobre as condições meteorológicas médias, como temperatura, precipitação, umidade relativa, entre outros, ao longo de um período de 30 anos (INMET, 2022).

## CAPÍTULO 1

### REVISÃO CIENCIOMÉTRICA SOBRE A SERRAPILHEIRA: UMA ANÁLISE TEXTUAL COM O SOFTWARE IRAMUTEQ

**Resumo:** Este estudo identificou tópicos relevantes nas pesquisas sobre serrapilheira no Brasil, destacando aspectos, termos e análises interligadas. Utilizando o Google Scholar, foram selecionados 300 artigos com o termo "serrapilheira" no título, e seus resumos foram analisados com o software Iramuteq. Identificou-se uma diversidade de métodos de amostragem e análise relacionados à produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira. Os resultados evidenciam termos como "decomposição", "solo", "nutriente" e "floresta", mostrando uma recorrência maior em metodologias e tipos de vegetação específicos. A análise revelou ainda uma lacuna significativa em ambientes não florestais, indicando a necessidade de estudos mais abrangentes. A aplicação do IRAMUTEQ e a ampla abrangência do Google Scholar mostraram-se eficazes na organização e interpretação de grandes volumes de dados textuais. Esta pesquisa contribui para o avanço do conhecimento sobre serrapilheira, demonstrando a utilidade de abordagens cienciométricas e destacando a necessidade de novas investigações para promover a sustentabilidade e conservação dos ecossistemas brasileiros.

**Palavra-chave:** Folhas; Liteira; Métodos Quali-quantitativos; Suporte lógico.

## 1 INTRODUÇÃO

A serrapilheira que se acumula no horizonte superficial do solo desempenha um papel crucial nos ecossistemas, funcionando como um reservatório de nutrientes e matéria orgânica (SILVEIRA *et al.*, 2007; TIRELLI, 2015). Esse acúmulo influencia e regula diversos processos funcionais, incluindo a manutenção da umidade e temperatura do solo (DOMINGOS *et al.*, 1990; DELITTI, 1995; VILLA *et al.*, 2011). A formação desta camada de folhas e outros detritos orgânicos resulta de um equilíbrio entre a produção e a decomposição no sistema, sendo base do ciclo de nutrientes e efetiva no equilíbrio dinâmico dos ecossistemas (OLSON, 1963; COSTA *et al.*, 2010; PINTO e NEGREIROS, 2018).

Nos ecossistemas, a serrapilheira reflete o conjunto de atributos físicos e biológicos do local (GOMES *et al.*, 2010). Áreas que estão sob constante processo de substituição da vegetação tendem a apresentar uma maior presença de espécies pioneiras, que produzem mais biomassa (WERNECK *et al.*, 2001; KÖNIG *et al.*, 2002; ALMEIDA, 2006; FREIRE, 2006). Essas mudanças na composição e quantidade de serrapilheira podem revelar importantes informações sobre a saúde e a dinâmica do ecossistema (MACHADO *et al.*, 2008), servindo como um indicador valioso para monitoramento ambiental (PINTO E NEGREIROS, 2018).

Estudos qualitativos e quantitativos sobre a serrapilheira são essenciais para compreender o funcionamento dos ecossistemas florestais e savânicos (ALVES *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2008). A qualidade desses sítios é a soma total de todos os fatores que afetam a capacidade produtiva do local, incluindo fatores climáticos, edáficos e biológicos (CÉSAR, 1993; ALVES *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2008). No Brasil, há uma diversidade de métodos de amostragem e análise da serrapilheira, relacionados tanto à produção e acúmulo na superfície do solo quanto à sua composição anatômica e química (SCORIZA *et al.*, 2012).

A avaliação do conhecimento acumulado em qualquer área científica é um pilar fundamental para pesquisas mais robustas. Analisar meticulosamente os avanços e descobertas existentes permite identificar o estado atual do conhecimento e as lacunas que demandam mais estudos e empenho técnico adicional (PARRA; COUTINHO e PESSANO, 2019). Essa prática fortalece as bases do entendimento científico e orienta as investigações futuras (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2006). Atualmente, a quantificação de dados e a coleta de informações estatísticas são realizadas por abordagens interdisciplinares como Bibliometria, Cienciometria, Informetria e Webometria. A avaliação de produções técnicas e acadêmicas por meio dessas metodologias proporciona uma avaliação mais abrangente e precisa do conhecimento científico,

seja de temas mais amplos ou específicos como no caso da serrapilheira (GOODE e HATT, 1969; HAYASHI, 2013; PARRA; COUTINHO e PESSANO, 2019).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar os principais artigos publicados em revistas científicas nacionais que possuem o tema "Serrapilheira" no título. A meta é obter dados que evidenciem os tópicos de maior relevância nos estudos dessa área no Brasil. O intuito é destacar os aspectos mais pertinentes, os termos mais utilizados e as análises que se interligam entre os estudos que abordam essa temática.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 Coleta dos dados e ferramentas de análise textual utilizadas**

A metodologia geral aqui aplicada foi baseada e adaptada das narrativas de Camargo e Justo (2013a), utilizando um software<sup>11</sup> denominado IRAMUTEQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires). Esse programa, foi criado por Pierre Ratinaud (LAHLOU, 2012; RATINAUD e MARCHAND, 2012), tendo como base a linguagem Python ([www.python.org](http://www.python.org)), e funcionalidades do software estatístico R – 4.1.3 (R Core Team, 2024)

A presença de softwares especializados está cada vez mais presente nas análises de dados em pesquisas qualitativas (e.g. JOHNSTON, 2006; STAKE, 2011; GRAY, 2012; GARCÍA-VALCÁRCEL; BASILOTTA e LÓPEZ, 2014; MAYRING, 2014; RAMOS; LIMA e AMARAL-ROSA, 2018). O Iramuteq é um desses softwares, que por ser gratuito e ter código fonte aberto, licenciado por GNU GPL (v2), passou a ser amplamente difundido e traduzido por todo o mundo. No Brasil, ele começou a ser utilizado em 2013 em pesquisas de representações sociais, entretanto, outras áreas também se apropriaram do seu uso, e contribuem para a divulgação das várias possibilidades de processamento de dados qualitativos, visto que permite diferentes formas de análises estatísticas de textos, produzidas a partir de entrevistas, documentos, entre outras (REINERT, 1990; CAMARGO e JUSTO, 2013).

Pensando nos objetivos desse estudo, um conjunto de dados foi compilado, utilizando os resumos de artigos com o tema “serrapilheira”. Esses artigos foram selecionados através do mecanismo de pesquisa avançada do repositório online Google Scholar. O site é amplamente

---

<sup>11</sup> Um software é um recurso computacional utilizado para executar tarefas nos sistemas de computadores e basicamente refere-se a todos os programas encontrados em uma variedade de dispositivos.

utilizado por usuários devido à sua simplicidade, rapidez e abrangência de informações, sendo considerado um dos maiores e mais confiáveis para a busca de artigos científicos, por teoricamente não possuir limites em suas buscas e acessar repositórios oficiais de diversas instituições (GIUSTINI *et al.*, 2005; FALAGAS *et al.*, 2008; PUCCINI *et al.*, 2015). O Google Scholar se destaca ainda por possuir um algoritmo construído especificamente para a localização de trechos completos ou termos em áreas específicas do corpo dos textos.

Para a obtenção dos resumos, foram visados resultados em português, com maior relevância, em qualquer período de publicação e especificamente com o termo incorporado ao título dos artigos. Para tal, foram utilizadas as palavras mais comumente associadas para referir-se a essa camada de necromassa vegetal, como serrapilheira, serapilheira e liteira. Os dados obtidos somaram 300 registros válidos, que foram incorporados e convertidos em um formato de texto único (.txt). O arquivo base ou corpus textual, foi escrito obedecendo a regras de formatação necessárias para a interpretação correta pelo software, excluindo caracteres proibidos ou não reconhecíveis. O formato UTF-8 foi o selecionado durante o salvamento do arquivo, transformando o texto criado em um formato de leitura mais eficiente e decifrável pelo programa. O idioma selecionado foi o português e a codificação utilizada foi a de linhas de comando chamadas de “linhas com asteriscos” de acordo com Salvati (2017).

## **2.2 Análises do Corpus: métricas e visualizações**

Como método de avaliação do corpus textual gerado, foram empregados algumas das métricas presentes no programa, como os “Gráficos da Lei de Zipf”, que analisa a frequência e distribuição das palavras contidas em um texto (ZIPF, 1949). Em análises de textos, esta lei permite estimar as frequências de ocorrência das palavras de um determinado texto científico e a região de concentração de termos de indexação, ou palavras-chaves, que um pequeno grupo de palavras ocorre muitas vezes e um grande número de palavras é de pequena frequência de ocorrência (GUEDES e BORSCHIVER, 2005; BORTOLOSSI; QUEIROZ e SILVA, 2011; SALVIATI, 2017). Contudo, é importante lembrar que a Lei de Zipf é uma lei empírica e pode apresentar variações em diferentes contextos linguísticos.

Outro método aqui aplicado é o de “Nuvens de Palavras”, que agrupa e as organiza graficamente os termos em função da sua frequência. É uma análise lexical mais simples, porém visualmente interessante, na medida em que possibilita rápida identificação das palavras-chave de um corpus e nos gera em paralelo uma tabela que demonstra um ranking de ocorrência dos

termos no corpus textual (CAMARGO e JUSTO, 2013b). Este método mostra as palavras com maior frequência de forma agrupada, ficando organizadas de maneira em que as com maiores ocorrência e relevância tenham um maior destaque.

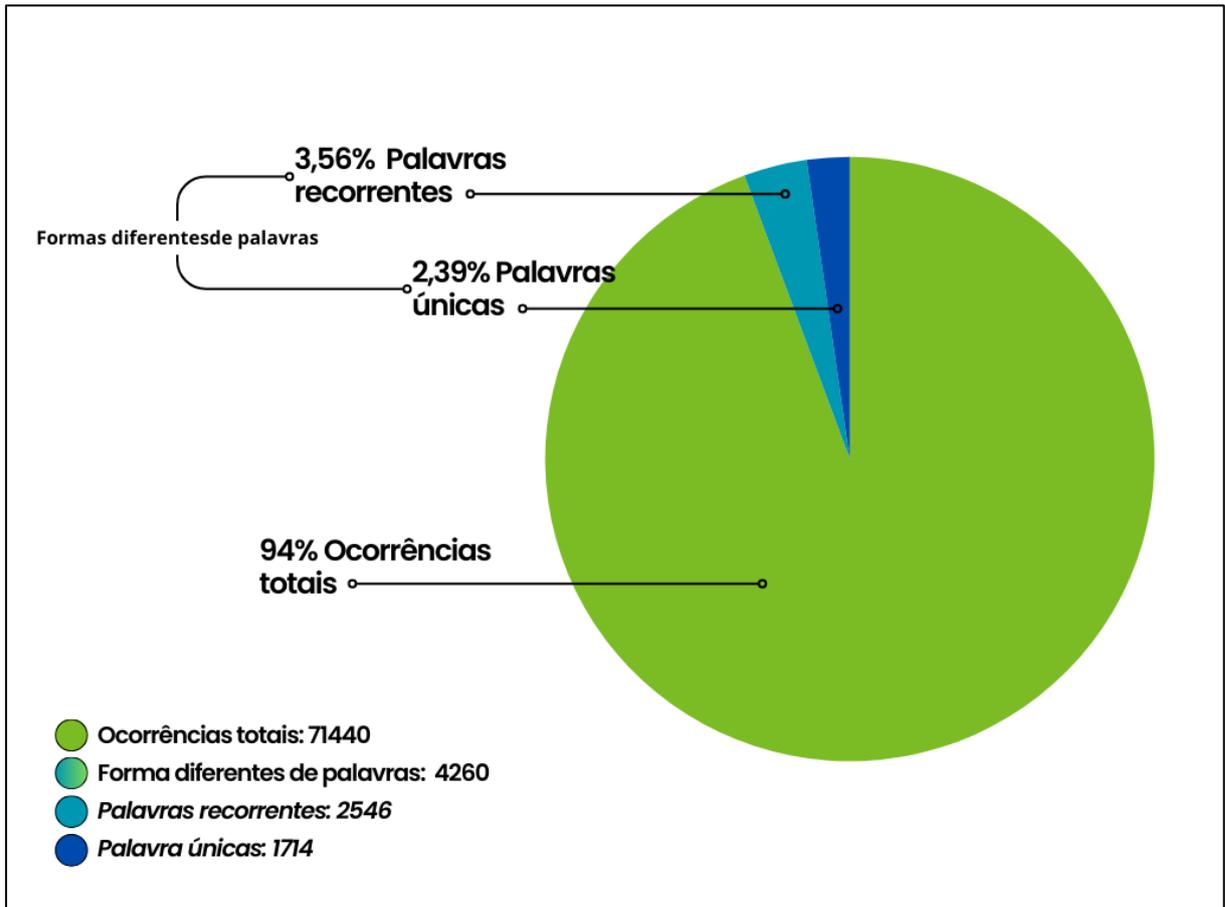
A terceira análises explorada é o método da Classificação Hierárquica Descendente (CHD) proposto por Reinert (1990). Esta análise visa obter classes a partir da interpretação dos contextos representados nos diferentes resumos incorporados no texto que apresentam vocabulário semelhante entre si. A partir dessas classes, é possível correlacionar diferentes contextos e aplicações, sendo possível a apresentação de resultados por meio de correspondências das diferentes palavras e variáveis associadas feitas por uma representação em um plano cartesiano (CAMARGO e JUSTO, 2013b). Com o filograma, é possível analisar visualmente os termos e classes de maior relevância usados e buscados pelas pesquisas com serrapilheira, que em sua maioria seguem um modelo clássico de construção de artigos e linhas de raciocínio científico.

O último método é o da Análise de Similitude, que se baseia na teoria dos grafos, um ramo da matemática que estuda as relações entre os objetos de um determinado conjunto, distinguindo as partes comuns e as especificidades em função das variáveis ilustrativas identificadas na análise (CAMARGO e JUSTO, 2013b). A análise de similitude permite entender a estrutura de construção do texto e temas de relativa importância, mostra as palavras próximas e distantes umas das outras, ou seja, forma uma árvore de palavras com suas ramificações a partir das relações guardadas entre si nos textos (MOURA *et al.*, 2015).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste trabalho, analisamos a aplicação da Lei de Zipf em um corpus textual contendo 71440 ocorrências, distribuídas em 4260 formas diferentes de palavras. Dentre essas formas diferentes, 1714 palavras aparecem apenas uma vez no texto, representando 40,23% dos termos distintos. O restante dos termos, 2546 ou 59,77% das formas diferentes de palavras, possuem frequência maior que 1, demonstrando que apenas 3,56% das ocorrências totais são palavras recorrentes (Figura 7).

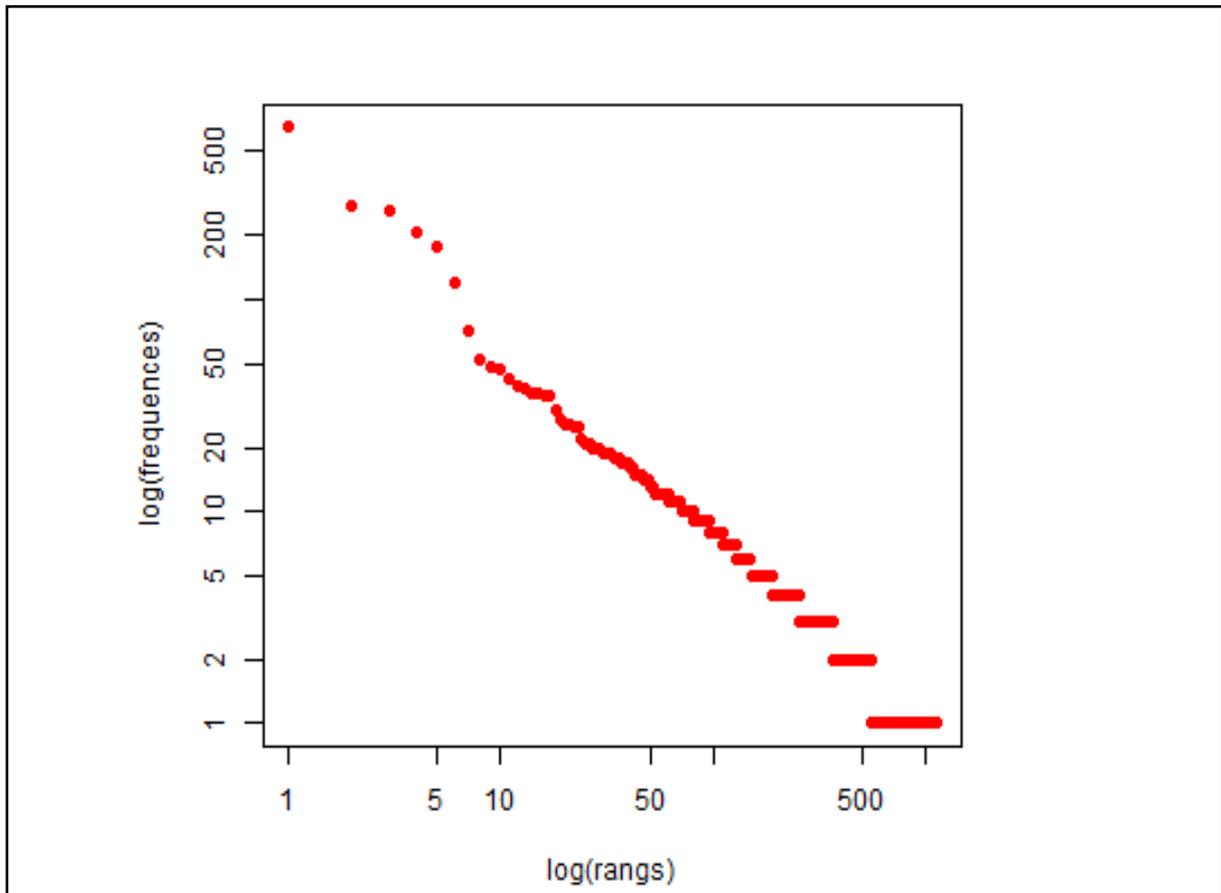
**Figura 7.** Percentual de ocorrências e formas diferentes de palavras



Fontes: autor (2024)

A predominância de palavras únicas e a baixa taxa de palavras recorrentes estão de acordo com as previsões dos padrões zipfianos. Para validar nossas conclusões, utilizamos um gráfico (Figura 8), que mostrou uma tendência linear em certas faixas de frequência, fortalecendo a aplicabilidade da Lei de Zipf em nosso corpus textual. Essa representação visual, nos apresenta o comportamento da frequência das palavras no corpus e sua distribuição. Por ser linear, podemos concluir que algumas palavras são muito comuns e ocorrem com alta frequência, enquanto a maioria das palavras são menos comuns e ocorrem com baixa frequência.

**Figura 8.** Gráfico da Lei de Zipf com base nas Estatísticas Textuais do corpus.



**Fontes:** o autor (2024)

Isso permite uma compreensão mais ampla das tendências na distribuição de palavras em diferentes contextos e nos embasa para as análises seguintes. Além disso, a observação da distribuição linear das frequências das palavras nos permite identificar padrões consistentes de uso da linguagem no corpus. Essa compreensão mais profunda das características linguísticas do texto é fundamental para uma análise contextual mais precisa e para a interpretação adequada das informações contidas no corpus (CASSETTARI, 2014).

A partir dos dados gerados pela análise da Lei de Zipf, foi possível identificar 4260 formas ativas. Com isso, nos atentamos as formas com frequências maior ou igual a raiz quadrada desse valor (ZIPF, 1949), que é aproximadamente 65. As formas ativas com frequências a partir desse valor, estão nas primeiras 122 posições, correspondendo as palavras observáveis na Figura 8. Compreender o contexto em que esses dados são analisados, é possível entender como cada método aqui apresentado é correlacionável, dando mais clareza aos resultados. Com base nisso, a nuvem de palavras é uma representação visual que destaca as palavras mais frequentes em um corpus de texto. Essa técnica pode ser uma maneira eficaz de



da degradação e demonstram a multidisciplinariedade do tema, já que as análises nutricionais e de fertilidade do solo, com diversos tipos de ocupação, sejam naturais ou antrópicos, utilizam a serrapilheira como base analítica ou como metodologia suplementar para obtenção de dados adicionais que embasem o observável.

Com 300 repetições, o termo “Floresta”, revela que grande parte das pesquisas são feitas em formações fisionômicas de maior porte, possivelmente objetivando áreas com formação de dossel, que são comuns em todos os biomas brasileiros, tendo maior ou menor taxa de cobertura e maior ou menor relação com a sazonalidade. A dinâmica da serrapilheira pode ser investigada em todos os tipos fitofisionômicos e em diferentes ambientes, desde terrestres até aquáticos. No entanto, seus processos são mais facilmente rastreáveis nas formações florestais, sejam plantadas ou nativas, e isso pode ser observado nesta análise. As demais palavras “Maior”, “Produção”, “Área”, “Apresentar” e “Avaliar”, são comuns em todos os artigos com diferentes métodos, que utilizam um padrão de amostragem e periodicidade. Levando em conta a preocupação inicial em levantar dados oriundos de pesquisas e estudos com viés científico, era de se esperar um desenrolar técnico e com embasamento em metodologias com padrões aplicáveis em diversos biomas e para diversos objetivos, tendo como prioridades apresentar dados e resultados relevantes.

Através das análises de texto do Iramuteq, foi viável a exploração do método de Classificação Hierárquica Descendente (CHD), proposto por Reinert (1990). A partir disso obteve-se quatro classes de palavras (Figura 10), que foram classificadas e associadas em um conjunto de termos com significância entre si, obtidas através de correlações algorítmicas do *software*.

Com isso, no Ramo 1, identificamos dois sub-ramos distintos. O primeiro sub-ramo, representado pela Classe 1, está fortemente associado aos resultados e observações gerais dos estudos, destacando termos como "maior", "valor", "relação" e "chuvoso". Por outro lado, o segundo sub-ramo apresenta duas classes adicionais. A Classe 2 concentra-se nos objetivos e no foco técnico dos trabalhos, evidenciado por palavras como "ecossistema", "processo", "importância" e "aplicação". Já a Classe 3 está mais relacionada aos sítios amostrais, com termos como "objetivo", "estudo", "localizar", "floresta" e "estado". Ambas as classes se unem em um sub-ramo específico por apresentarem uma natureza de dados mais homogênea ou que compartilhem um conjunto de características que os tornam naturalmente mais próximos (Figura 10).

**Figura 10.** Classificação pelo Método de Reinert – Filograma a partir dos dados do método de Classificação Hierárquica Descendente (CDH).



Fonte: os autores (2024)

No Ramo 2, destaca-se a Classe 4, que representa aproximadamente 24% do corpus total. Esta classe é composta por termos como "coletor", "mensalmente", "repetições" e "amostra", indicando que se refere aos métodos abordados em cada artigo e pesquisa. Esse ramo e essa classe estão agrupados separadamente dos demais devido à sua forte similaridade contextual, refletindo um tópico muito específico.

Essas constatações ressaltam a importância dos métodos na condução dos estudos e a preocupação em seguir procedimentos e padrões rigorosos. A utilização de padrões científicos e metodologias adequadas é crucial para a credibilidade das pesquisas, garantindo a reprodutibilidade, eliminando vieses e permitindo a comparação de resultados. Além disso, promove a validação e a confiança pública, contribuindo para o avanço do conhecimento de forma consistente e confiável. Através da análise de similitude foi possível obter um gráfico (Figura 11) que demonstra as especificidades e relações diretas entre os termos, levando em conta a coocorrência observável entre as palavras.



existência de uma lacuna significativa em pesquisas relacionadas à dinâmica de serrapilheira em ambientes menos explorados, como as formações campestres e savânicas. Essa observação ressalta a necessidade de incentivar estudos mais abrangentes que abordem essa dinâmica em uma variedade de fitofisionomias e ecossistemas de maneira geral, pois a serrapilheira ocorre em diferentes níveis e em diferentes ambientes, que possuem essa camada como base de todo o ciclo nutricional.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo evidenciou a diversidade de métodos e análises utilizadas nas pesquisas sobre serrapilheira no Brasil, destacando a importância desse componente ambiental na compreensão dos ecossistemas. Todos os termos analisados estavam dentro de um contexto específico, sendo palavras comuns em textos científicos, mas com uma conotação diretamente relacionada às pesquisas sobre serrapilheira.

Os resultados demonstram a relevância dos métodos de amostragem e análise da serrapilheira, com destaque para termos como "decomposição", "solo", "nutriente" e "floresta". Além disso, a análise revelou uma lacuna significativa em pesquisas sobre serrapilheira em ambientes não florestais, ressaltando a necessidade de estudos mais abrangentes em diversas fitofisionomias, promovendo uma compreensão mais integrada dos ecossistemas brasileiros.

A utilização de ferramentas como o IRAMUTEQ mostrou-se eficaz na organização e interpretação de grandes volumes de dados textuais, facilitando a visualização de padrões e tendências. Este trabalho não só contribui para o avanço do conhecimento sobre a serrapilheira, mas também demonstra a utilidade de abordagens cienciométricas na análise de temas ecológicos. A validade do uso do Google Scholar como fonte de dados é reforçada pela sua ampla abrangência e acesso a um vasto repositório de artigos científicos, garantindo uma análise mais completa e precisa do conhecimento sobre a serrapilheira.

Em conclusão, é essencial que novas investigações sejam conduzidas, especialmente em ecossistemas menos estudados. A aplicação de metodologias rigorosas e a expansão do foco dos estudos fortalecerão a base de conhecimento existente e promoverão a sustentabilidade e a conservação dos ecossistemas brasileiros.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. T. S. **Deposição de serrapilheira em áreas de diferentes estádios de regeneração em um trecho de floresta ombrófila densa montana em Miguel Pereira-RJ.** Orientadora: Dra. Fátima Pinã-Rodrigues. 40 f. Monografia - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2006.
- ALVES, A. R.; SOUTO, J. B.; SOUTO, P. C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de caatinga na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão-SE, v. 6, n. 2, p. 194-203, 2006.
- BORTOLOSSI, H. J. J.; QUEIROZ, J. D. B.; SILVA, M. M. da. A Lei de Zipf e Outras Leis de Potência em Dados Empíricos. **Sociedade Brasileira de Matemática**, Rio de Janeiro-RJ, p. 1-6, 2011.
- CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ. **LACCOS-UFSC**, Florianópolis-SC, p. 1-18, 2013a.
- CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análises textuais. **Temas em psicologia**, Ribeirão Preto-SP, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013b.
- CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, G. S. S. C.; RODRIGUES, S.C. Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata mesofítica e cerrado stricto sensu em Uberlândia-MG. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia-MG, v. 20 (1), p. 189-203, 2008.
- CASSETARI, R. R., B. **Lei de Zipf em discursos orais: uma comparação entre trabalhos acadêmicos escritos e suas apresentações.** Orientador: Prof. Dr. Adilson Luiz Pinto. 39 f. Monografia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Santa Catarina, 2014.
- CÉSAR, O. Produção de serrapilheira na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi (SP). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 53, n. 4, p. 671-681, 1993.
- COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010.
- DELITTI, W. B. C. Estudo de ciclagem de nutrientes: instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). **O ecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro-RJ, v. 1, p. 469-486, 1995.
- DOMINGOS, M.; POGGIANI, F.; DE VUONO, Y. S.; LOPES, M. I. M. S. Produção de serrapilheira na floresta de reserva biológica de paranapiacaba sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Revista Hoehnea**, São Paulo-SP, v. 17, p. 47-58, 1990.
- FALAGAS, M. E.; PITSOUNI, E. I.; MALIETZIS, G. A.; PAPPAS, G. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. **Scientific Databases, Pros and cons. The FASEB Journal**, v. 22, p. 338-342, 2008.
- FREIRE, M. **Chuva de Sementes, Banco de Sementes no Solo e Deposição de Serrapilheira como Bioindicadores Ambientais.** Orientadora: Prof. Dra. Fátima Conceição Márquez Pinã-

Rodrigues. 92 f. Dissertação. Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2006.

GARCÍA-VALCÁRCEL, A.; BASILOTTA, V.; LÓPEZ, C. Las TIC em el aprendizaje colaborativo em el aula de Primaria y Secundaria. **Revista Comunicar**, Huelva-Andaluzia. n. 42, p. 65-74, 2014.

GIUSTINI D.; BARSKY E. "A look at Google Scholar, PubMed, and Scirus: comparisons and recommendations". **Journal of the Canadian Health Libraries Association**, v. 26, nº. 3, p. 85-89, 2005.

GOMES, J. M.; PEREIRA, M. G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, G. H. A.; GODIM, F. R.; SILVA, E. M. R. Aporte de serrapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PB, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.

GOODE, W. J.; HATT, P. F. Alguns problemas na análise qualitativa e na análise de caso, 1969. In: GOODE, W. J.; HATT, P. F. (org.) **Métodos em pesquisa social**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1969, p. 398- 433.

GRAY, D. **Pesquisa no mundo real**. Ed. 2 Porto Alegre-RS: Penso, 2012.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. **Encontro Nacional de Ciência da Informação**, n. 6, p. 1-18, 2005.

HAYASHI, M. C. P. Afinidades eletivas entre a cientometria e os estudos sociais da ciência. **Filosofia e Educação**, São Carlos-SP, v. 5, n. 2, p. 33-46, 2013.

JOHNSTON, L. Software and method: reflections on teaching and using QSR NVivo in doctoral research. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 9 (5), p. 379-391, 2006.

LAHLOU, S. Text mining methods: An answer to Chartier and Meunier. **Papers on Social Representations**, 20(38), 1-7, 2012.

MACHADO, M. R.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32.

MAYRING, P. Qualitative Content Analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution. **SSOAR**, Klagenfurt, Austria. p. 1-136, 2014..

MOURA, S. R. B., MARQUES-JUNIOR, M. A. S. S., ROCHA, A. K. L., VIEIRA, J. P. P. N., MESQUITA, G. V., & BRITO, J.N.P.O. Análise de similitude dos fatores associados à queda de idosos. **Revista Interdisciplinar**, São Cristóvão-SE, v. 8, n. 1, p. 167-173, 2015.

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

PARRA, M. R.; COUTINHO, R. X.; & PESSANO, E. F. C. Um breve olhar sobre a cienciometria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o ensino de ciências. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí-RS, v. 34, n. 107, p. 126-141, 2019.

PINTO, J. W. & NEGREIROS, A. B. A serrapilheira como bioindicador de qualidade ambiental em fragmentos de Eucalyptus. **Revista Continentes**, Rio de Janeiro-RJ 7(12), 175-201, 2018.

PUCCINI LRS, GIFFONI MGP, SILVA LF, UTAGAWA CY. Comparativo entre as bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico com o foco na temática Educação Médica. **Cad UniFOA**. 2015; 10(28):76-82.

R CORE TEAM (2024). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RAMOS, M.G.R.; LIMA, V.M.R.; AMARAL-ROSA, M.P. Contribuições do software iramuteq para análise textual discursiva. **Atlas CIAIQ - Investigação Qualitativa em Educação** v. 1, p. 505-514, 2018..

RATINAUD, P.; MARCHAND, P. Application de la méthode ALCESTE à de "gros" corpus et stabilité des "mondes lexicaux": analyse du "CableGate" avec IRaMuTeQ. **HAL Scienci ouvert**, Liège-Belgique p. 835-844, 2012.

REINERT, M. Alceste, une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application: Aurélia de G. de Nerval. **Bulletin de Méthodologie Sociologique**, n. 26 p. 24-54, 1990.

SALVIATI, M. E. **Manual do Aplicativo Iramuteq**. Planaltina-GO, p. 1-93 2017. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>. Acesso em: set.2023.

SCORIZA, R.N.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D.L.; SILVA, E.M.R. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta Ambiental**, Rio de Janeiro-RJ, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2012. Acesso em: set. 2023.

SILVEIRA, N. D.; PEREIRA, M. G.; POLIDORO, J. C.; TAVARES, S. R. de L. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Revista Ciência Florestal**, Paraty-RJ, v. 17, n. 2, p.129-136, 2007.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre-RS, Editora Penso, p. 263 2011.

TEIXEIRA, P. M. M., & MEGID NETO, J. Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 261–282, 2006.

TIRELLI, M. G. **Capacidade de retenção da umidade e produção acumulada de serrapilheira em sítios florestais perturbados da mata atlântica**. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Valcarcel. 29 f. Monografia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro, 2007.

VILLA L.; V.; R.; GOLDSTEIN, G.; HARIDASAN, M.; FRANCO, A.C.; MIRALLES-WILHELM, F.; SCHOLZ, F.G. & BUCCI, S.J. Leaf litter manipulations alter soil

physicochemical properties and tree growth in a Neotropical savanna. **Plant Soil**, ed. 346, p. 385-397, 2011.

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

ZIPF, G. K. **Human behavior and the principle of least effort: An introduction to human ecology**. Addison-Wesley: Cambridge Mass, p. 543, 1949.

## CAPÍTULO 2

### DINÂMICA DA DEPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM DUAS FITOFISIONOMIAS DE CERRADO (CERRADO DENSO E MATA DE GALERIA)

**Resumo:** A deposição de serrapilheira é essencial para a transferência de nutrientes das plantas para o solo, especialmente em regiões tropicais. Por meio do monitoramento e análise desses fatores, o estudo da deposição de serrapilheira pode ser utilizado como um parâmetro para avaliar as particularidades ambientais dos sistemas vegetacionais. O delineamento experimental deste estudo buscou compreender as características de remanescentes de Cerrado no leste sul-mato-grossense, analisando a quantidade de serrapilheira produzida mensal e anualmente em dois tipos de vegetações distintas. Para coletar as folhas aportadas, foram produzidos coletores, que foram distribuídos no sentido da borda para o centro, em ambas as áreas, respeitando uma distância mínima de 25m entre os amostradores. Foram consideradas variáveis sazonais, a proximidade de corpos d'água e as diferentes características biogeográficas de cada sítio amostral. Durante o período analisado, a produção média anual de serrapilheira foi de 6,9 t ha<sup>-1</sup> nas áreas de Mata de Galeria, enquanto nas áreas de Cerrado Denso foi de 4,7 t ha<sup>-1</sup>. Os resultados indicaram que a pluviosidade não teve impacto significativo sobre a dinâmica de aporte nas fitofisionomias estudadas. Observou-se que as Matas de Galeria possuem uma relação mais significativa com o aporte de serrapilheira do que os Cerrados Denso, devido à relação proporcional entre o aporte e a maior densidade do dossel. Entre os sítios amostrais, vegetações estruturalmente semelhantes apresentaram respostas distintas dependendo de sua localidade e influências externas. Esses achados ressaltam a complexidade das relações ecológicas e a importância de considerar diversos elementos ao estudar a dinâmica da serrapilheira.

**Palavra-chave:** Fitofisionomias; Fitogeografia; Cerrado Denso; Matas de Galeria; Sazonalidade.

## 1 INTRODUÇÃO

A deposição ou aporte de serrapilheira é considerada a via mais importante de transferência de nutrientes da vegetação para o solo (VITAL *et al.*, 2004). Essa dinâmica tem sido estudada ao longo de muitos anos por diversos pesquisadores, sendo os primeiros resultados registrados obtidos das observações de Jenny *et al.* (1949).

Em vegetações tropicais, o processo de deposição foliar ocorre de forma contínua ao longo do ano (LEITÃO-FILHO, 1993; WERNECK *et al.*, 2001; CARREIRA *et al.*, 2006; ANTONELI e THOMAZ, 2012). No bioma Cerrado, a sazonalidade influencia os padrões de aporte de forma mais acentuada, que durante a época seca, apresentam uma maior queda desses detritos vegetais, uma resposta atribuída a adaptações fisio-morfológicas (CIANCIARUSO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007; SIQUEIRA *et al.*, 2016). Essa característica é bem observada em florestas estacionais e pode ser comparada as vegetações amazônicas, onde esse período também exerce uma maior influência na quantidade e composição da serrapilheira, ao contrário do que ocorre em vegetações relacionadas a regiões mais litorâneas, como no bioma da Mata Atlântica (DELITTI, 1984; FIGUEIREDO-FILHO *et al.*, 2003).

Esse processo pode ser relacionado a diversos fatores tais como: a genética do povoamento, fotoperíodo, deficiência hídrica, contexto edáfico, condições climáticas gerais, impactos antrópicos, dentre outros (BRAY e GORHAM, 1964; FACELLI e PICKETT, 1991; CORREIA e ANDRADE, 1999; CARVALHO *et al.*, 2021). A quantidade de serrapilheira depositada pode variar mesmo em áreas com o mesmo tipo de vegetação, dependendo do nível de perturbação antrópica influente (MARTINS e RODRIGUES, 1999; CARREIRA *et al.*, 2006; MACHADO *et al.*, 2008). Em ambientes com esse tipo de impacto, observa-se uma maior presença de espécies pioneiras de crescimento rápido, resultando em significativa produção de biomassa e conseqüentemente em uma maior quantidade de serrapilheira (WERNECK *et al.*, 2001; KÖNIG *et al.*, 2002; ALMEIDA, 2006; FREIRE, 2006; MACHADO *et al.*, 2008).

Por meio do monitoramento e análise desses fatores, fundamentados em suas inter-relações, o estudo do aporte da serrapilheira pode ser adotado como um parâmetro capaz de avaliar a qualidade ambiental dos sistemas vegetacionais onde ocorre (DICK, 2011). Neste contexto, a quantificação dessa camada depositada de folhas, possibilita a compreensão da dinâmica dos ecossistemas, permitindo estimativas da produção primária líquida e fornecendo informações sobre a quantidade de energia fixada nesses ambientes (BRAY e GORHAM 1964, MOORE e CHAPMAN 1986; DELITTI 1989; DOMINGOS *et al.*, 1997; PAULA e LEMOS-

FILHO, 2001). É fundamental compreender a relação da serrapilheira com os processos ecológicos gerais das vegetações, embora poucos estudos tenham abordado a produção de serrapilheira em áreas sujeitas a distúrbios ou sob a influência de pressões externas (MARTINS e RODRIGUES, 1999; GOMES, 2010; DICK, 2011).

Com base no exposto, é relevante compreender a dinâmica do aporte de serrapilheira, gerando dados que podem auxiliar na formulação de estratégias de manejo e recuperação em áreas impactadas, assegurando um melhor entendimento sobre a manutenção dos processos ecológicos das áreas onde ocorrem. Este capítulo teve como objetivo analisar dados sobre a produção de serrapilheira em duas fitofisionomias distintas, Cerrado Denso e Mata de Galeria, levando em consideração a variação na proximidade de corpos d'água e a pluviosidade durante o período de amostragem.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 Coleta e tratamento dos dados de aporte**

O delineamento experimental utilizado buscou compreender as características de cada remanescente de Cerrado no município de Três Lagoas no leste sul-mato-grossense. Foram realizadas cinco repetições por área, com duas áreas por sítio amostral, uma correspondente à fitofisionomia Mata de Galeria e a outra ao Cerrado Denso. A distribuição dos coletores de aporte foi realizada de maneira paralela ao canal do corpo d'água nas Matas de Galeria. Nos Cerrados Densos, os coletores foram distribuídos no sentido da borda para o centro, em ambas as áreas, respeitando uma distância mínima de 25m entre os amostradores.

Os coletores de deposição de serrapilheira foram confeccionados com ripas de madeiras do tipo pinus, no formato de quadro com 0,6 x 0,6m (FERNANDES e SCARAMUZZA, 2007), pregadas em formato de quadro, com altura suficiente para comportar o material depositado; no fundo, uma malha de fibra sintética que serve como rede de apoio que evita a perda das amostras (Figura 12). As ripas foram obtidas a partir de estações de reciclagem de paletes, que foram desmontados, cortados, padronizados e tiveram pregos e farpas removidos.

**Figura 12.** Coletores de aporte da serrapilheira. A) Ripas após tratamento e uniformização; B) Coletores montados e prontos para instalação; C) Coletor instalado; D) Coletor em funcionamento.



Fonte: o autor, 2024.

Os coletores de aporte foram instalados em setembro de 2022, e as informações foram coletadas 30 dias após a instalação. O período total de acompanhamento e coleta nas áreas compreendeu 12 meses, de outubro de 2022 a setembro de 2023. Dessa forma, os dados das coletas refletem o processo de senescência e as influências climáticas do mês anterior, caracterizando a abordagem como uma análise em atraso, na qual os eventos passados são considerados para melhor compreensão e avaliação dos impactos no período subsequente.

As folhas depositadas foram coletadas e dispostas em sacolas plásticas para transporte de compostos úmidos. Coletar e pesar esses materiais após sua queda é uma abordagem não destrutiva para estimar a produtividade desses ecossistemas (MORAES *et al.*, 1998; DICK, 2011). No laboratório, as amostras foram submetidas a uma triagem para remover materiais que não se adequavam aos compostos-alvo do estudo (MFS). Em seguida, foram condicionadas

em estufa a uma temperatura entre 65°C e 70°C. Após atingirem peso constante, os dados foram registrados utilizando uma balança semi-analítica.

### 2.1.1 Análise do aporte por duas abordagens metodológicas

Na primeira abordagem, a quantidade total de serrapilheira aportada por hectare em cada fitofisionomia, foi estimada utilizando-se a fórmula PAS (Produção média anual de serrapilheira). O PAS é utilizado por diversos autores e pesquisas a fim atingir uma padronização nessas mensurações, o que permite melhor comparação dos dados entre fitofisionomias de diferentes ecorregiões no bioma e entre biomas (MACHADO; PINÃ-RODRIGUES e PEREIRA, 2008; BELLO *et al.*, 2023; CALASSA *et al.*, 2023). Assim, a fórmula foi adaptada com base nessas referências citadas, especialmente na versão detalhada por Carvalho *et al.*, (2019), que é melhor aplicável no contexto deste estudo:

$$PS = \left( \frac{PM * 10.000}{AC} \right) \rightarrow PAS = \sum PS \quad (1)$$

Onde:

AC = Área do coletor (m<sup>2</sup>);

PM = Produção média mensal de serrapilheira (kg mês<sup>-1</sup>);

PS = Produção média mensal por hectare de serrapilheira (kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>);

PAS = Produção média anual por hectare de serrapilheira (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>).

(os valores são multiplicados por 10.000 para se atingir a métrica correspondente ao valor por hectare)

A segunda abordagem compreendeu a análise dos dados utilizando o software R – 4.1.3 (R Core Team, 2024). Inicialmente, para os dados desta análise, optou-se pela aplicação da transformação logarítmica, permitindo uma análise mais robusta e próxima da normalidade, considerando que a maioria dos valores obtidos nas coletas foram baixos. Com os valores convertidos, foi realizado o teste de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk:  $p = 0,05$ ) para verificar a aderência dos dados a uma distribuição normal.

Posteriormente, os dados tratados foram submetidos à análise de variância (ANOVA - Análise de Variância) para investigar a influência dos seguintes fatores nos valores de produção de serrapilheira:

- **Pluviosidade:** Variáveis relacionadas à precipitação mensal foram incluídas como covariáveis no modelo, considerando a possível influência da chuva na produção de serrapilheira. Isso permitiu avaliar como as condições pluviométricas mensais afetaram os padrões de deposição de serrapilheira.
- **Presença ou ausência de um corpo d'água associado às fitofisionomias:** Este fator foi incorporado ao modelo para investigar se a proximidade de corpos d'água impactava na produção de serrapilheira. Permitindo assim, avaliar como a presença ou ausência de água constante pode desempenhar um papel crucial nas dinâmicas ecológicas.
- **Sítio amostral:** Os sítios amostrais foram tratados como um fator principal no modelo, representando diferentes contextos geográficos e ecológicos. Isso possibilitou avaliar se a variabilidade na produção de serrapilheira era significativamente influenciada pela localização geográfica e suas diferentes influências antrópicas.

A significância estatística dos fatores e suas interações foi avaliada para identificar quais deles exerceram influência estatisticamente significativa sobre a produção mensal de serrapilheira. Esse procedimento estatístico proporcionou uma abordagem rigorosa para compreender os determinantes da variação nos dados de produção de serrapilheira ao longo do tempo e entre diferentes condições ambientais.

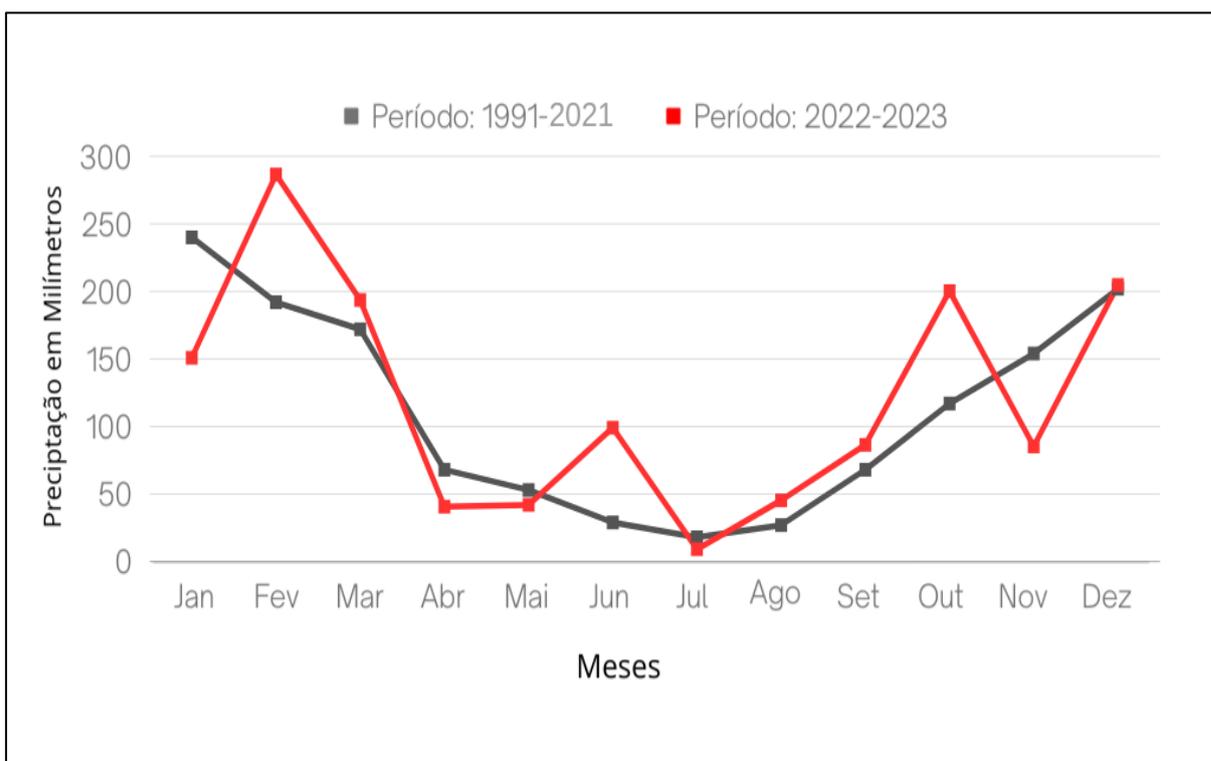
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Análise dos parâmetros de pluviosidade dos sítios amostrais**

Considerando a influência da pluviosidade em diversos processos fisiológicos em espécies vegetais, a variável da precipitação desempenha um papel fundamental na regulação da atividade metabólica nas plantas de maneira geral (SEGTOVICH, 2020). Essa relação entre a pluviosidade e os processos fisiológicos vegetais justificam a atenção dedicada a esse aspecto ao analisar os resultados deste estudo, principalmente no aporte foliar.

Os dados de deposição de serrapilheira foram avaliados considerando as variáveis climáticas de precipitação (Figura 13), as quais foram coletadas por meio da estação meteorológica de Três Lagoas: Estação A704 – cd. 83618 (SCR: -20.7949207, -51.7135331), através dos dados do INMET e CEMTEC-MS.

**Figura 13.** Comparação da Pluviosidade Mensal: Últimas Três Décadas vs. Período de Análise do Estudo.



**Fonte:** Normais Climatológicas do Brasil – Período: 1991-2021 e Tabela de Dados das Estações Automáticas do município de Três Lagoas/MS (INMET, 2024 e CEMTEC, 2024); confeccionado pelo autor (2024).

Devido às limitações nos prazos estabelecido para mestrados, que, em média, têm duração de dois anos, este estudo abrangeu um período mais curto de coletas, que apresentou variações incomuns na pluviosidade. Esse intervalo de tempo apresentou meses com altas ou baixas precipitações em relação às médias mensais nos padrões observados nas Normais Climatológicas (1991-2020) das últimas décadas (Figura 13). Examinando os dados de pluviosidade nos períodos de 1991-2020 e 2022-2023, é possível identificar padrões e variações na dinâmica de pluviosidade para esses últimos anos. No primeiro período (1991-2020), a distribuição anual da chuva revela uma consistência em seu padrão, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses mais chuvosos, com valores de 144,6 mm, 184,2 mm e 121,6 mm,

respectivamente, e junho, julho e agosto apresentando médias mais baixas, variando entre 10,45 mm e 18,4 mm.

No período das coletas (2022-2023), notamos algumas alterações pontuais nesse padrão, tendo ainda dezembro, janeiro e fevereiro como os meses mais chuvosos, mas com aumentos expressivos de 256,5 mm, 197,65 mm e 224,05 mm de acumulado mensal, caracterizando como um período chuvoso mais acentuado. Os demais meses permanecem com médias semelhantes as observadas nas três décadas antes analisadas, tendo alterações para mais ou menos, principalmente nos meses de setembro, outubro e novembro. Essas oscilações indicam que no período das coletas ocorreram eventos específicos que impactaram o regime de chuvas nesses meses e anos em específico.

A análise considerou a interação entre as variáveis pluviométricas e os valores de aporte, com o intuito de avaliar como as condições de precipitação afetam os padrões de deposição de serrapilheira. Os resultados não foram estatisticamente significativos (Res.Df = 5, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 0.028, F = 3.02,  $p = 0,13$ ). No caso particular das áreas aqui analisadas, os resultados demonstraram que outros fatores além da pluviosidade exerceram uma maior influência na dinâmica de aporte durante o período analisado. Mesmo que o resultado não seja estatisticamente significativo, ele pode ainda ter relevância biológica (ANTONELI e FRANCISQUINI, 2015; CARVALHO *et al.*, 2021).

### **3.2 Variação na produção anual de serrapilheira: influência da estrutura da vegetação na quantidade de serrapilheira depositada**

No geral, durante o período de amostragem, a produção média mensal de serrapilheira apresentou diferenças entre as áreas estudadas (Tabela 1). Nas fitofisionomias de Mata de Galeria, caracterizadas por sua proximidade a um corpo d'água, os valores de deposição foram em média de 492,19 kg ha<sup>-1</sup> mês no sítio amostral Ribeirão Palmito, 682,32 kg ha<sup>-1</sup> no sítio Córrego Arapuá e de 542,73 kg ha<sup>-1</sup> na área no sítio amostral Rio Pombo. Isso resultou em uma produção média anual entre as áreas de 6.9 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Já no Cerrado Denso, caracterizado por uma zona de interflúvio, os valores mensais variaram entre 563,86 kg ha<sup>-1</sup> no sítio amostral Ribeirão Palmito, 251,04 kg ha<sup>-1</sup> no sítio Córrego Arapuá e na área no sítio amostral Rio Pombo 359,51 kg ha<sup>-1</sup>, totalizando uma produção anual de 4.7 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Valores totais da deposição de serrapilheira nos sítios amostrais (kg ha<sup>-1</sup>).

Ano de amostragem	Mês da coleta	Ribeirão Palmito		Córrego Arapuá		Rio Pombo	
		Mata de Galeria	Cerrado Denso	Mata de Galeria	Cerrado Denso	Mata de Galeria	Cerrado Denso
2022	Outubro	1.080,19	224,07	206,57	634,82	1.040,26	774,02
	Novembro	1.180,51	442,62	342,45	668,16	1.056,31	960,79
	Dezembro	535,82	1.122,66	176,61	1.503,24	375,99	1.703,01
	Janeiro	112,42	532,66	157,83	666,23	305,96	373,26
	Fevereiro	167,87	508,58	232,09	550,26	197,01	388,51
	Março	251,80	762,88	348,14	825,40	32,95	132,67
2023	Abril	83,93	254,29	116,04	275,13	76,88	156,21
	Maiο	196,31	686,69	382,49	769,61	219,67	281,94
	Junho	658,27	309,97	274,59	534,24	274,59	385,11
	Julho	526,62	188,26	219,67	427,39	164,75	200,34
	Agosto	1.182,62	629,37	329,51	641,09	329,51	310,52
	Setembro	789,93	244,21	226,49	692,31	240,21	846,42
	<b>PAS (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)</b>		6766,29	5906,27	3012,48	8187,87	4314,08

Fonte: o autor (2024).

Analisando os sítios amostrais como fator de influência no aporte, os resultados demonstram que, em duas das três regiões (sítios amostrais Córrego Arapuá e Rio Pombo), o Cerrado Denso apresentou uma produção geral de folhas maior do que a Mata de Galeria durante o período mais seco, o que vai de acordo com o esperado, pois a tendência geral é a perda de folhas durante períodos de estresse hídrico, como a observado em outras pesquisas (CIANCIARUSO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007; GIÁCOMO *et al.*, 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2016).

No caso do sítio amostral Ribeirão Palmito, a Mata de Galeria apresentou um aporte maior do que o Cerrado Denso, mesmo durante os períodos de maior pluviosidade. Essas observações contrariam a hipótese inicial de que vegetações com maior disponibilidade hídrica, ou seja, uma maior proximidade a um corpo d'água, teriam um menor aporte de biomassa ao longo do tempo (RIBEIRO e WALTER, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2016). As fitofisionomias associadas a corpos d'água, como a Mata de Galeria, possuem uma característica perenifólia, ou seja, não tendem a apresentar perda de folhas durante o período mais seco, o que teoricamente ocorre em outras fitofisionomias, como o Cerrado Denso (MARIATH e SANTOS, 2006; RIBEIRO e WALTER, 2008; ZARDO *et al.*, 2010).

Foi possível observar que a quantidade de folhas aportadas apresentou diferenças ao longo de todo o período avaliado, o que é observado em pesquisas relacionadas a ecossistemas tropicais relacionados a sazonalidade (LEITÃO-FILHO, 1993; WERNECK *et al.*, 2001; FERNANDES *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2008). Analisando os valores anuais de forma individual para as fitofisionomias, diversos estudos chegaram a resultados semelhantes no que diz respeito às vegetações cerradianas em geral (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores anuais de deposição de serrapilheira em savanas e florestais do Bioma Cerrado.

<b>Formações Savânicas</b>		
Fitofisionomia	Deposição t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Fonte
Cerrado Típico	0.6	Silva <i>et al.</i> (2007)
Cerrado Típico	0.8	Campos <i>et al.</i> (2008)
Cerrado Rupestre	1.2	Turco (2023)
Cerrado Típico	1.3	Teixeira <i>et al.</i> (2016)
Cerrado Típico	1.3	Turco (2023)
Cerrado Típico	2.5	Haridasan (2000)
Veredas	3.4	Sales (2016)
Cerrado Típico	3.9	Oliveira (2014)
Cerrado Típico	4.0	Valadão <i>et al.</i> (2016)
<b>Cerrado Denso</b>	<b>4.7</b>	<b>Presente Estudo</b>
Cerrado Típico	6.0	Pedro (2017)
Cerrado Típico	6.9	Pereira (2007)
<b>Formações Florestais</b>		
Fitofisionomia	Deposição t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Fonte
Cerradão	1.0	Silva <i>et al.</i> (2007)
Mata Ciliar	1.8	Teixeira <i>et al.</i> (2016)
Cerradão	2.5	Giácomo <i>et al.</i> (2012)
Mata Seca	2.9	Giácomo <i>et al.</i> (2012)
Mata Seca	3.7	Campos <i>et al.</i> (2008)
Cerradão	5.6	Cianciaruso <i>et al.</i> (2005)
Cerradão	6.7	Brasil <i>et al.</i> (2013)
<b>Mata de Galeria</b>	<b>6.9</b>	<b>Presente Estudo</b>
Cerradão	7.8	Haridasan (2000)
Cerradão	8.3	Oliveira (2014)
Cerradão	8.9	Martins (2012)
Cerradão	9.4	Sales <i>et al.</i> (2020)

**Fonte:** o autor (2024).

Os resultados da análise de variância (ANOVA) indicam um efeito estatisticamente significativo do fator fitofisionomia sobre o aporte de folhas. Para as Matas de Galeria (Res.Df = 5, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 0,18, F = 19,36,  $p = 0,004$ ), esse efeito é particularmente notável. Em comparação, para os Cerrados Densos (Res.Df = 5, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 0,072, F = 7,75,  $p = 0,03$ ), a ANOVA também indicou um efeito significativo sobre a deposição foliar, embora com menor intensidade em relação às Matas de Galeria.

Uma explicação plausível para essa distinção pode ser atribuída ao fato de que a serrapilheira estabelece uma relação proporcional entre sua deposição e a presença de um dossel contínuo (ALHO, 1992; SCHLITTLER *et al.*, 1993; WERNECK *et al.*, 2001; OURIQUE *et al.*, 2016; BELLO *et al.*, 2023). Essas diferenças na estrutura da vegetação estão inteiramente relacionadas aos valores mensuráveis de deposição de serrapilheira (SONGWE *et al.*, 1988; SCHLITTLER *et al.*, 1993). Nos Cerrados Densos, geralmente, observamos uma vegetação semiaberta, com árvores mais espaçadas e de menor porte (RIBEIRO e WALTER, 2008), o que contribui para uma vegetação com pouca biomassa por unidade de área. Em contraste, nas Matas de Galeria, ocorre o inverso, com uma grande diversidade de espécies e um maior adensamento entre os espécimes por metro quadrado (RIBEIRO e WALTER, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2016).

As vegetações de Cerrado Denso analisadas por este estudo, possuem características de vegetações com maior predominância arbórea como observado em campo, chegando em alguns trechos a ter dossel bem estruturado, o que sugere que outras variáveis podem estar influenciando nessa localidade além do exposto anteriormente. O sítio amostral Ribeirão Palmito é um dos sítios amostrais com maior influência antrópica, e a perturbação da vegetação pode resultar em maiores valores de deposição de serrapilheira (MARTINS e RODRIGUES, 1999; CARREIRA *et al.*, 2006; MACHADO *et al.*, 2008). Ao comparar ambientes ripários com os ambientes de interflúvio, é notável que a fitofisionomia Cerrado Denso é mais suscetível à exploração antrópica, pois não possuem regiões geralmente brejosas ou sazonalmente alagáveis que geralmente são evitadas por processos iniciais de substituições da vegetação nativa pelos proprietários, pela dificuldade de manejo e pela legislação ambiental (EITEN, 1994; MACHADO *et al.*, 2004).

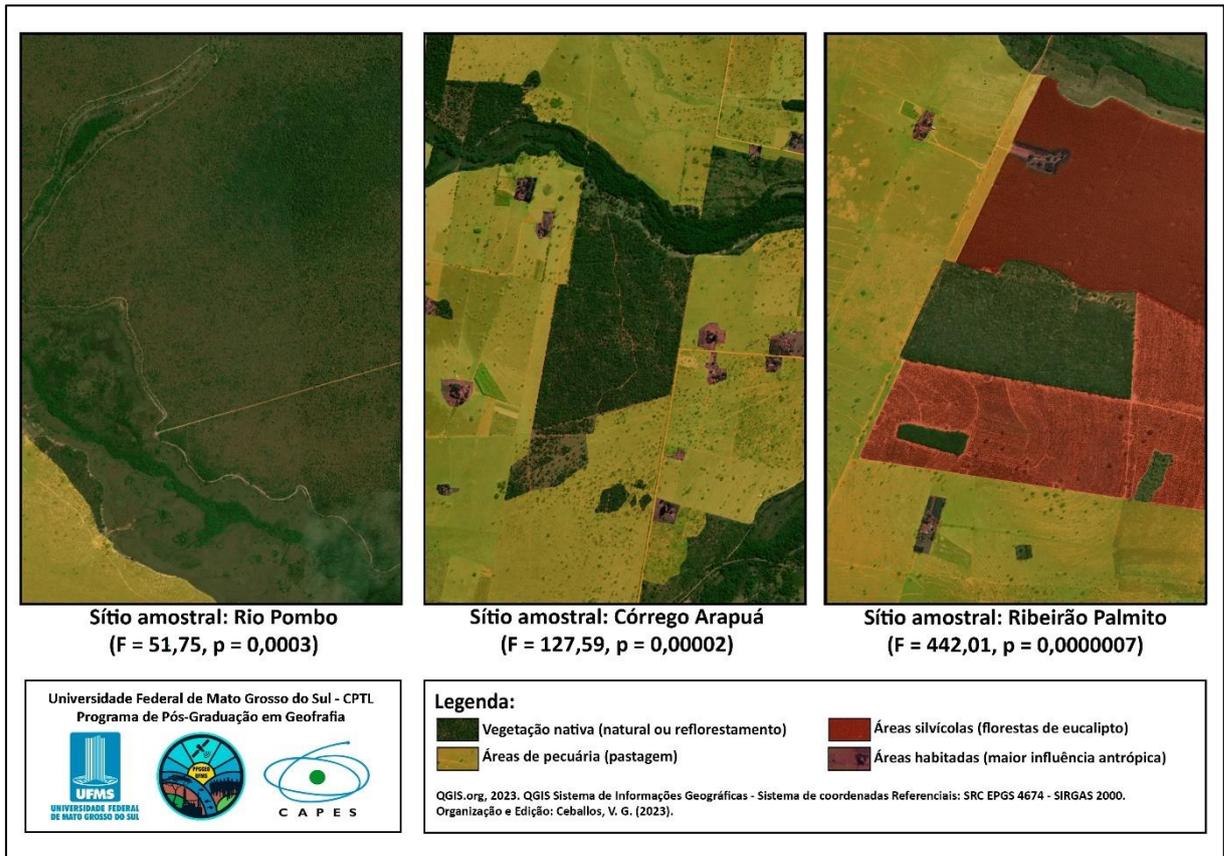
Os sítios amostrais foram considerados como fator principal no modelo, representando distintos contextos geográficos e ecológicos (Figura 14). A ANOVA conduzida para avaliar a influência das localidades no aporte de folhas nos três sítios amostrais (Córrego Arapuá,

Ribeirão Palmito e Rio Pombo) revelou diferenças significativas entre as áreas estudadas. O Ribeirão Palmito apresentou os valores mais extr

Temos entre os corpos d'água analisados (Res.Df = 5, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 4,09, F = 442,01,  $p = 0,0000007$ ), esses resultados indicam uma diferença altamente significativa no aporte de folhas entre áreas úmidas e secas. A variação observada no Ribeirão Palmito é muito mais pronunciada do que nos outros locais, sugerindo a presença de fatores locais muito fortes que influenciam esta dinâmica. Os resultados para o Córrego Arapuá (Res.Df = 5, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 1,183, F = 127,59,  $p = 0,00002$ ), ficaram no intervalo de significância observado entre os outros dois sítios amostrais. Embora não tão extremas quanto as do Ribeirão Palmito, as diferenças no Córrego Arapuá são bastante significativas, indicando a presença de fatores locais adicionais que influenciam a dinâmica de queda de folhas.

Como já discutido, as pressões ambientais exercidas no sítio amostral Rio Pombo são significativamente menores por ser uma unidade de conservação (Res.Df = 5, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 0,48, F = 51,75,  $p = 0,0003$ ). Indicando uma diferença significativa, mas menos acentuada em comparação com o Córrego Arapuá e, especialmente, com o Ribeirão Palmito, o que já é esperado devido às áreas amostrais serem remanescentes mais isolados e preservados. É possível que as condições ambientais sejam mais estáveis e favoráveis para a manutenção das folhas por um período mais longo nessas áreas, resultando em uma menor queda de folhas por períodos. Esse contraste entre os sítios amostrais, mesmo com vegetações semelhantes nas áreas observadas, pode ser associado aos processos de modificações constantes que ocorrem nesses microambientes, sendo estudos adicionais necessários para explorar essas influências mais a fundo.

**Figura 14 .** Influência do uso do solo no aporte de folhas: análise dos sítios e adjacências.



**Fonte:** o autor (2024).

De todo modo, as localidades aqui analisadas passaram por processos efetivos de fragmentação, seja pelo contato com sistemas agropastoris ou pelo mais recentemente contado com plantações de eucalipto (Figura 14 . Influência do uso do solo no aporte de folhas: análise dos sítios e adjacências.). Fitofisionomias impactadas por atividades antropogênicas, como fragmentação e efeitos de borda, tendem a apresentar uma produção maior de serrapilheira, o que pode indicar um estado de estresse ou adaptação às condições ambientais alteradas (WERNECK *et al.*, 2001; KÖNIG *et al.*, 2002; ALMEIDA, 2006; FREIRE, 2006).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a produção média mensal de serrapilheira variou significativamente entre as áreas estudadas e o cenário para algumas fitofisionomias foi diferente do esperado, sendo a distinção estrutural das fitofisionomias determinante para esse tipo de análise. Com

maior relevância, tivemos que mesmo vegetações semelhantes apresentam produções distintas dependendo de sua localidade.

A análise estatística corroborou com o observado em campo, demonstrando que a influência das pressões ambientais e o de uso dos diversos sítios amostrais teve uma maior significância estatística do que a própria pluviosidade local ou a diferenciação entre os tipos de vegetação. Isso destaca a importância de considerar múltiplos fatores como características e contextos geográficos ao investigar os processos ecológicos relacionados à produção de serrapilheira.

Em suma, este estudo contribuiu significativamente para o entendimento da dinâmica de serrapilheira nas fitofisionomias do leste sul-mato-grossense, ressaltando a complexidade e a importância desse componente para a manutenção da saúde dos ecossistemas. A continuidade das pesquisas nessa área é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo que garantam a sustentabilidade desses ambientes naturais. Além disso, pesquisas que abrangem os impactos na dinâmica de deposição da serrapilheira são essenciais para entender como os ecossistemas de Cerrado podem responder a variações climáticas futuras.

## 5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. T. S. **Deposição de serrapilheira em áreas de diferentes estádios de regeneração em um trecho de floresta ombrófila densa montana em Miguel Pereira-RJ.** Orientadora: Dra. Fátima Pinã-Rodrigues. 40 f. Monografia - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2006.

ALHO, C. J. R. 1992. A teia da vida: uma introdução à ecologia brasileira. **Editora Objetiva**, Rio de Janeiro-RJ, p. 160.

ANTONELI, V. E THOMAZ, E. L. Produção de serrapilheira em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista com sistema de faxinal. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia-MG, ed. 24, n. 3, p. 489-504, 2012.

ANTONELI, V.; FRANCISQUINI, V. Influência de alguns elementos climáticos na produção de serrapilheira em um reflorestamento de pinus na FLONA (Floresta Nacional) de Irati- PR. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte-MG, v. 25, n. 44, p. 176-190, 2015.

BELLO, O. C.; CUNHA, J. M.; CAMPOS, M. C. C.; PEREIRA, M. G.; SANTOS, L. A. C.; MARTINS, T. S.; BRITO-FILHO, E. G. Produção e decomposição de serrapilheira em áreas de reflorestamento e floresta nativa no sul do Amazonas. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 32, n. 4, p. 1854-75, 2023.

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 serrapilheira em área de cerrado no leste de Mato Grosso. **Revista Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 37-47, 2013.

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

CALASSA, C. H. J.; FERREIRA, J. L.; PEREIRA, M. J.; CALIL, F. N.; SILVA-NETO, C. M. Litterfall and litter decomposition in area under restoration in the Cerrado. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v. 11, 2023.

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

CARREIRA, R. C. C.; RONDON, J. N.; ZAIDAN, L. B. P. Produção de serrapilheira em uma área de cerrado de Mogi Guaçu, SP. In: **Curso de Capacitação de Monitores e Educadores**, Instituto de Botânica, São Paulo - SP, 2006.

CARVALHO, A. C. X.; JUSTI, A. C. A. A.; SANCHES, S. NOGUEIRA, J. S. Influência da temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação na produção de serrapilheira no norte do pantanal mato-grossense. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados-MS, v. 29, 2021.

CARVALHO, F. F.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; ARAGÃO, M. A.; VIRGENS, A. P. Litterfall and litter decomposition in Pinus and native forests. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 26, n. 3, 2019.

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

CORREIA, A. E. F. e ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e clivagem de nutrientes do solo. In: SANTOS, G. A; CAMARGO, F. A. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. **Gêneses**. Porto Alegre-RS. p. 209-214, 1999.

DELITTI, W. B. C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii var. elliottii, Mogi-Guaçu-SP**. Orientador: Prof. Dr. Márico Meguro. 305 f. Tese. Doutorado em Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1984.

DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: **Simpósio sobre Matas Ciliares**. Coordenação Barbosa, L. M. Fundação Cargil, Campinas-SP, p. 88-98, 1989.

DICK, G. **Deposição de serrapilheira como bioindicador em fragmentos de floresta estacional decidual**. Orientador: Prof. Dra. Márcia d'Avila. f. 42. Monografia. Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen-RS, 2011.

DOMINGOS, M.; MORAES, R. M.; DE VUONO, Y.; ANSELMO, C. A. Produção de serrapilheira e retorno de nutrientes em um trecho de Mata Atlântica secundária, na Reserva Biológica de Paranapiacaba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo-SP, v. 20, p. 91-96, 1997.

EITEN, G. 1994. Vegetação. In: PINTO, M. N. (ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**, Editora da UnB, Brasília. pp. 17-73.

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

FERNANDES, F. C. S.; SCARAMUZZA, W. L. M. P. Produção e decomposição da liteira em fragmento florestal em Campo Verde (MT). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 47, n. 1, p. 173-186, 2007.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de florestas secundária, Plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e Andiroba (*Crapaguianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Revista Ciência Florestais**, Centro de Ciências Rurais da UFSM Online, v. 2, n. 16, p. 163-175, 2006.

FIGUEIREDO-FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serrapilheira em uma Floresta Ombrófila mista localizada no Sul do estado do Paraná. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 13, n. 1, p. 11-18, 2003.

FREIRE, M. **Chuva de Sementes, Banco de Sementes no Solo e Deposição de Serrapilheira como Bioindicadores Ambientais**. Orientadora: Prof. Dra. Fátima Conceição Márquez Pinã-Rodrigues. 92 f. Dissertação. Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2006.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; MACHADO, D. L. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de cerradão e mata mesofítica na estação ecológica de pirapitinga - MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 669-680, 2012

GOMES, J. M.; PEREIRA, M. G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, G. H. A.; GODIM, F. R.; SILVA, E. M. R. Aporte de serrapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PB, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.1, p. 54 – 64, 2000.

JENNY, H.; GESSEL, S. P.; BINGHAM, F. T. Comparative study of the decomposition rate of organic matter in temperate and tropical regions. **Soil Science**, v. 68, n. 6, p. 419-432, 1949.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serrapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, Pinhal Grande-RS, ed. 26, n. 4, p. 429-435, 2002.

LEITÃO-FILHO, H. F. 1993. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Editora da UNESP, Fundação para o Desenvolvimento da UNESP, Campinas-SP, p. 184.

MACHADO, M. R.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, M. G. Produção de serrapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, 2008.

MACHADO, R. B.; RAMOS-NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservação Internacional**, Brasília, DF, 2004.

MARIANO, L. F. **Processos de ciclagem de nutrientes em diferentes modelos de restauração**. Orientadora: Prof. Dra. Fátima Conceição Marquez Pinã-Rodrigues. f. 43. Mestrado em Sustentabilidade na gestão Ambiental, Universidade Federação de São Carlos, Sorocaba-SP, 2021.

MARIATH, A. E. J.; SANTOS, P. R. (org.). Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética. In: **Conferências Plenárias e Simpósios do 57º Congresso Nacional de Botânica, Porto Alegre-RS**. Sociedade Botânica do Brasil, p. 752, 2006.

MARTINS, N. F. A produção de serapilheira em uma floresta estacional na região do Pontal-M. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 4, p. 16-22, 2012.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo-SP, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999.

MOORE, P. D.; CHAPMAN, S. B. 1986. **Methods in plant ecology**. Oxford. Blackwell Scientific Publications, ed. 2, p. 550.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; RINALDI, M. C. S.; REBELO, C. F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e Mata sobre restinga: nutrientes na serapilheira acumulada. In: **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**. Águas de Lindóia, São Paulo, ACIESP, v. 2, 1998.

OLIVEIRA, B. **Dinâmica de nutrientes na serapilheira em duas fitofisionomias na transição Amazônia/Cerrado em Mato Grosso**. Orientador: Prof. Dr. Bem Hur Marimon Junior. 57 f. Dissertação de Mestrado - Pós Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso, 2014.

OURIQUE, L. K.; SILVA, R. O.; SOUZA, C. A. S.; NOGUCHI, H.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Relação da produção de serrapilheira com incremento em diâmetro de uma floresta madura na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 44, n. 112, p. 875-886, 2016.

PAULA, S. A.; LEMOS FILHO, J. P. Dinâmica do dossel em mata semidecídua no perímetro urbano de Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo-SP, v. 24, n. 4, p. 545-551, 2001.

PEDRO, C. M. **Aporte e decomposição de serapilheira em um fragmento de Cerrado Sensu Stricto**. Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Batista. 42 f. Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, 2017.

R CORE TEAM (2024). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RIBEIRO, J. F. WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa informações tecnológicas, p. 152–212, 2008.

SALES, M. C.; CAMPOS, M. C. C.; MARTINS, T. S.; BRITO-FILHO, E. G. Litter input in cerrado, cerrado and forest environments in Amazon, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 15, n. 2, 2020.

SCHLITTLER, F. H. M.; MARINIS, G.; CESAR, O. Produção de serrapilheira na floresta no Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema-SP. **Revista Naturalia**, Rio Claro-SP, ed. 18, p. 135-147, 1993.

SEGTOWICH, A. C. **Balanco hídrico do sistema solo-planta e eficiência de uso da água por espécies de Eucalyptus com diferentes tolerâncias à deficiência hídrica**. Orientador: Prof. Dr. José Leonardo de Moraes Gonçalves. 75 f. Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2020.

SILVA, C. J.; SANCHES, L.; BLEICH, M. L.; LOBO, F. A.; NOGUEIRA, J. S. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônica-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **ACTA Amazônica**. v. 47, n. 2, p. 543-548, 2007.

SIQUEIRA, T. M.; PINHEIRO, M. H. O.; SILVA, D. G. DA; FRANCO, T. M. Influências climáticas na produção de serrapilheira em um cerrado em Prata – MG. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 29 n. 2, p. 7-15, 2016.

SONGWE, N. C.; FASEHUN, F. E.; OKALI, D. U. U. Litterfall and productivity in a tropical rain forest, Southern Bankundu Forest, Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 4, p.25-37, 1988

TEIXEIRA, P. R.; FERREIRA, R. Q. S.; CAMARGO, M. O.; SILVA, R. R.; SOUZA, P. B. Produção de serrapilheira de duas fisionomias do domínio Cerrado, Gurupi, Tocantins. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 11, n. 5, p 45-50, 2016.

TURCO, Y. B. **Dinâmica de aporte de serrapilheira em Cerrado sentido restrito com diferentes substratos**. Orientador: Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2023.

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

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

ZARDO, D. C.; CARNEIRO, A. P.; LIMA, L. G. de.; SANTOS FILHO, M. dos. Comunidade de artrópodes associada à serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na estação ecológica serra das araras – Mato Grosso, Brasil. **Revista Uniara**, Araraquara-SP, v. 13, n. 2, p. 105-113, 2010.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISE DA SERRAPILHEIRA: ESTOQUES, COMPOSIÇÃO E IMPORTÂNCIA NA REGULAÇÃO DE ÚMIDADE SOBRE O SOLO

**Resumo:** Este estudo analisou a dinâmica da serrapilheira, focando nos estoques, composição e importância na regulação da umidade do solo nas fitofisionomias do Cerrado Cerrado Denso e Mata de Galeria. A serrapilheira, enquanto estocada, serve como uma camada que retém umidade, evita processos erosivos, regula a incidência solar e a temperatura superficial do solo, favorecendo as comunidades decompositoras e edáficas que, por fim, auxiliam no estabelecimento de solos mais férteis e saudáveis. O objetivo deste capítulo foi avaliar o acúmulo de biomassa vegetal e sua capacidade de retenção hídrica durante os períodos seco e úmido, usando amostras padronizadas. As coletas de dados foram feitas utilizando um gabarito de PVC, com dimensões de 0,6 x 0,6m, o qual era lançado dentro das áreas amostradas, tendo posteriormente toda a serrapilheira na parte interna coletada. Na análise do estoque, todo o material foi cuidadosamente triado, seco, dividido em frações constituintes e pesado. Para avaliar a retenção de água, a serrapilheira coletada passou por uma pesagem seca inicial. Em seguida, foi imersa em água por 90 minutos e, após essa etapa, submetida a um processo de secagem em peneiras com inclinação de 30° por 30 minutos, sendo pesadas novamente ao final. Os resultados indicaram uma tendência de maior acúmulo de biomassa vegetal durante o pico estacional seco, especialmente em fitofisionomias associadas a corpos hídricos. As análises das porções constituintes revelaram uma maior queda de folhas durante os períodos secos e um aumento de fragmentos durante os períodos úmidos, evidenciando maiores níveis de decomposição. A análise da capacidade de retenção hídrica da serrapilheira mostrou que fitofisionomias mais secas retêm mais água do que as vegetações mais úmidas. Isso está relacionado às características morfológicas das espécies adaptadas a ambientes secos, que favorecem o armazenamento de água. Além disso, a serrapilheira desempenha um papel fundamental na regulação do ciclo hidrológico e na prevenção de incêndios mais intensos quando úmida.

**Palavra-chave:** Acumulo; Cerrado Denso; Retenção Hídrica; Mata de Galeria; Sazonalidade.

## 1 INTRODUÇÃO

A serrapilheira é um reservatório vital de matéria orgânica e nutrientes, influenciando e regulando grande parte dos processos funcionais que ocorrem em um ecossistema (LOPES *et al.*, 1990; CAMPOS *et al.*, 2008). Essa camada é formada pela quantidade de folhas, flores, galhos, cascas e frutos que caem sobre o solo, provenientes da parte aérea da planta e seu acúmulo está diretamente associado às taxas de decomposição (GOLLEY, 1978; MATOS *et al.*, 2011; SILVA, 2013; CIZUNGU *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2015; SKORUPA; BARROS e NEVES, 2015; CARVALHO *et al.*, 2021). Dessa forma, a serrapilheira é responsável por introduzir uma heterogeneidade temporal e espacial ao ambiente, afetando diretamente a dinâmica das comunidades e as estruturas edáficas associadas (FACELLI e PICKETT 1991; VIDOTTO *et al.*, 2009).

Sobre o solo, além da transferência de matéria orgânica e nutrientes, essa camada é capaz de proporcionar diversas vantagens edafo-ecológicas. Especificamente, o controle da temperatura pela dissipação reflexiva da radiação solar incidente, mantendo uma região microclimática no horizonte zero do solo (BAVER, 1972; VILLA *et al.*, 2011); favorecimento na emergência de plântulas devido ao sombreamento (MORAES *et al.*, 1998; SCARIOT, 2000; ARAUJO, 2003; GILMAN *et al.*, 2003); aumento da densidade de raízes finas (SAYER *et al.*, 2006) e no estabelecimento da entomofauna de serrapilheira (KOZOVITS *et al.*, 2007; ZARDO *et al.*, 2010; HOLANDA *et al.*, 2015), os quais desempenham um papel fundamental na abertura de bioporos nos primeiros centímetros do solo, contribuindo para a infiltração da água (CASTRO-JUNIOR, 1991).

Além desses benefícios, nos últimos anos, diversas pesquisas têm avaliado a relevância da serrapilheira em aspectos hidrogeomorfológicos em diferentes tipos de comunidades vegetais. Tais aspectos incluem a interceptação e retenção da água de chuva que ultrapassa o dossel (MIRANDA, 1992; COELHO-NETTO, 1995; MITCHEL e TELL, 1997; SATO, 2008; ANTONELI e THOMAZ 2012; SANTOS *et al.*, 2017); a infiltração e a capacidade de armazenamento de umidade entre as camadas da serrapilheira (VOIGHT e WALSH, 1976; MIRANDA, 1992; BURGHOUTS *et al.*, 1994; BRUN *et al.*, 2001; ARNELL, 2002; RODRIGUES, 2005; TSIKO *et al.*, 2012; OLIVEIRA e BRAGA, 2021); além da redução da lixiviação excessiva de nutrientes (BARNES *et al.*, 1997; DICKOW *et al.*, 2009). Adicionalmente, a serrapilheira acumulada contribui para evitar o processo erosivo causado pelo impacto direto das gotas de chuva no solo (FACELLI e PICKETT, 1991; ANDRADE e

FARIA, 1997; SOUZA e DEVIDE, 2001), conferindo maior estabilidade aos agregados (HARRIS *et al.*, 1966; BAVER, 1968; VALLEJO, 1982; GUERRA, 1998; ANTONELI e THOMAZ, 2012); e reduzindo o escoamento superficial e seu potencial erosivo por meio de enxurradas (VALLEJO, 1982; WILDNER, 1985; GONÇALVES *et al.*, 2003; RENÓ, 2008; ANTONELI, 2011).

Cabe ressaltar que a serrapilheira, quando acumulada, especialmente durante períodos de maior déficit hídrico, está associada a um dos elementos do triângulo do fogo, desempenhando um papel crucial na ocorrência e propagação dos incêndios florestais, por ser considerada material combustível (SOARES, 1985; STANGERLIN *et al.*, 2007;). A presença de fogo torna-se impossível sem a existência desse material combustível, e a avaliação precisa da quantidade produzida por um tipo específico de vegetação, bem como sua capacidade de manter níveis adequados de umidade, assume um papel fundamental nos planos de prevenção e controle de incêndios, pois a intensidade do fogo está diretamente relacionada a essa estimativa (SOARES, 1977; IENSEN *et al.*, 2002; RIBEIRO, 2010)

A partir dessas constatações, é possível estabelecer uma relação funcional da vegetação na regulação dos recursos hídricos e seus desdobramentos (MARINELLI, 2006), ressaltando a importância da análise da real capacidade que a serrapilheira possui diante desses processos, dado o escasso aprofundamento em pesquisas até o momento (BULCOCK e JEWITT, 2012; ROSALEM, 2017). Dessa forma, é válido afirmar que sua influência no meio onde ocorre é de grande relevância, tanto em áreas naturais quanto em ambientes em processo de restauração ou sujeitos a períodos de solo exposto, assim como em ambientes degradados (MATEUS *et al.*, 2013).

Com base no exposto, a geração de informações sobre o estoque de serrapilheira e análise do seu conteúdo são importantes ferramentas para a compreensão e conservação dessas áreas, bem como suas inter-relações com o meio de modo geral (COSTA, 2010). O propósito deste capítulo foi analisar dados quali-quantitativos da serrapilheira acumulada em duas fitofisionomias distintas. Isso incluiu a verificação da quantidade de material estocado entre períodos estacionais diferentes, a avaliação da composição desta camada em termos de partes e estruturas vegetais, e, por fim, a estimativa do potencial de retenção hídrica que a serrapilheira possui nesses ambientes naturais.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a obtenção dos dados das duas abordagens, um gabarito foi utilizado para padronizar as amostragens. Tal instrumento foi confeccionado com canos e conexões simples de PVC, com o objetivo de ser facilmente transportado e manuseado durante as coletas; com dimensões de 0,6 x 0,6m (Figura 15). O gabarito é utilizado como um molde, sendo lançado ao chão de maneira aleatória, visando abranger maior representatividade da área estudada; posteriormente tendo toda a serrapilheira na parte interna coletada, evitando a coleta de solo e raízes vivas.

**Figura 15.** Gabarito de Estoque da Serrapilheira. A) Antes da coleta; B) Depois da coleta.



**Fonte:** o autor, 2024.

Foram realizadas cinco amostragens em cada fitofisionomia, nos meses de agosto de 2023 e janeiro de 2024, mantendo uma distância média de 25 metros entre cada uma delas. As coletas seguiram o gradiente da vegetação nas fitofisionomias de Cerrado Denso e, no caso das

fitofisionomias de Mata de Galeria, foram realizadas de forma paralela ao corpo d'água. Nesse último cenário, respeitou-se uma distância de três metros a partir da borda, a fim de evitar áreas de barranco ou sujeitas a enxurradas.

## **2.1 Coleta e tratamento dos dados de estoque**

As amostras foram coletadas e dispostas em sacolas plásticas para transporte de compostos úmidos. Em laboratório posteriormente condicionadas a estufa (65°C – 70°C) para a secagem e os dados secos pesados em balança semi-analítica. Após a secagem, o material coletado foi submetido a um processo de triagem, que tratou de dividir a serrapilheira em frações (folhas, material reprodutivo (flores, frutos e sementes), ramos  $\leq 2$ cm de diâmetro, cascas e material vegetal não identificável ou muito fragmentado (miscelâneas), afim de estimar o quanto cada uma dessas classes contribui para a composição da serrapilheira dessas diferentes formações.

As pesagens foram convertidas em toneladas por hectare ( $t/ha^{-1}$ ), dessa maneira a contribuição de cada fração no acúmulo geral por formação florestal e por período estacional poderão ser estimados. A partir da média dos cinco pontos amostrais em cada área estudada foi determinada a massa seca do estoque de serrapilheira total da amostra composta e as porcentagens de cada fração. Os dados do estoque total de serrapilheira foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ( $p = 0,05$ ). Em seguida, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA) com um nível de confiança de 95% para verificar a hipótese testada.

## **2.2 Coleta e tratamento dos dados de retenção hídrica**

A capacidade de retenção hídrica da serrapilheira foi determinada seguindo a metodologia proposta por Blow (1955). Em cada uma das parcelas, foram coletadas três amostras da serrapilheira acumulada sobre o solo. As frações de serrapilheira passaram por uma triagem para remover fragmentos do solo e outros compostos que não fazem parte do material formador de serrapilheira (MFS).

No laboratório, as amostras de serrapilheira coletadas e triadas foram submetidas ao processo de secagem até atingirem um peso constante, sendo esse registrado. Após essa pesagem inicial, as amostras foram imersas em água por um período de 90 minutos, em seguida, foram colocadas em peneiras com malhas de 2mm, com uma inclinação de 30% por 30 minutos,

de forma a remover o excesso não absorvido de água. Após esse período experimental, as amostras agora úmidas foram então pesadas, obtendo assim seu peso após a absorção de água, simulando eventuais chuvas.

A capacidade de retenção hídrica (CRH) foi então calculada conforme a equação:

$$CRH (\%) = TU: (PUI - PS) \times 100 / PS \quad (2)$$

Onde:

TU = Teor de Umidade da Serrapilheira;

PUI = Peso úmido após absorção de água;

PS = Peso Seco estável.

(os valores são multiplicados por 100 para se atingir o percentual de umidade retida pela serrapilheira)

Os resultados passaram por uma análise utilizando o software R – 4.1.3 (R Core Team, 2024). Inicialmente, aplicou-se o teste de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk:  $p = 0,05$ ) para verificar a aderência dos dados a uma distribuição normal. No contexto específico dos resultados, optou-se pela transformação logarítmica para melhorar a conformidade dos dados com a normalidade. Após a transformação, os dados foram novamente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk para confirmar a adequação. Para comparar os períodos seco e úmido, utilizou-se o teste t de Student para amostras pareadas, uma vez que os dados transformados atenderam aos pressupostos de normalidade.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Estoque de Serrapilheira em Fitofisionomias do Cerrado: Uma Análise Sazonal**

A distribuição das folhas após o aporte e seu acúmulo, pode exibir uma dependência espacial, onde a presença de folhas em determinadas áreas está relacionada à distribuição das árvores e o dossel de maneira geral, assim como fatores ambientais como ventanias, enxurradas, pisoteio e incêndios. O acúmulo de serrapilheira foi estimado pelo método tradicional com gabarito, que demonstrou ser uma ferramenta eficiente de coleta e mensuração.

As coletas foram realizadas a fim de estimar a quantidade de serrapilheira acumulada durante o pico estacional mais seco e mais úmido, que correspondem aos meses de agosto de 2023 e janeiro de 2024. O estoque por hectare (kg/ha) para cada tipo florestal foi estimado pela extrapolação da massa seca das amostras, com base na área da moldura metálica (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores por porção de serrapilheiras em cada sitio amostral.

Períodos	Ribeirão Palmito		Córrego Arapuá		Rio Pombo	
	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>
Seco - Ago,23						
Folhas	874,389	3354,800	839,783	2948,189	702,572	2929,539
Ramos	534,372	631,667	455,989	594,300	469,011	549,307
Partes Fértéis	47,289	72,567	52,378	61,517	52,917	68,650
Miscelâneas	108,139	128,439	159,011	143,811	202,711	150,556
<b>Total (kg/ha)</b>	<b>1564,189</b>	<b>4187,472</b>	<b>1507,161</b>	<b>3747,817</b>	<b>1427,211</b>	<b>3698,052</b>
Períodos	Ribeirão Palmito		Córrego Arapuá		Rio Pombo	
	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>
Úmido - Jan,24						
Folhas	415,828	959,078	508,506	976,683	352,289	935,989
Ramos	243,983	615,667	384,111	563,883	204,156	769,733
Partes Fértéis	10,639	43,100	8,828	43,128	6,111	52,350
Miscelâneas	231,422	370,800	97,172	268,394	226,272	235,950
<b>Total (kg/ha)</b>	<b>901,872</b>	<b>1988,644</b>	<b>998,617</b>	<b>1852,089</b>	<b>788,828</b>	<b>1994,022</b>

**Fonte:** o autor, 2024.

Dentro do contexto destes resultados, foi possível observar um maior acúmulo de biomassa vegetal durante o pico estacional mais seco em comparação com o pico estacional mais úmido. Esses valores apresentam uma o que está de acordo com o esperado e coincide com estudos em áreas de Cerrado, uma vez que períodos mais secos e com menor umidade prejudicam a atividade microbiana responsável pelo processo de decomposição em diversos tipos de vegetação (MATEUS *et al.*, 2013; GONÇALVES, 2008; KLIPPEL, 2011; SILVA *et al.*, 2012; SPERANDIO, 2013; OLIVEIRA e BRAGA, 2021).

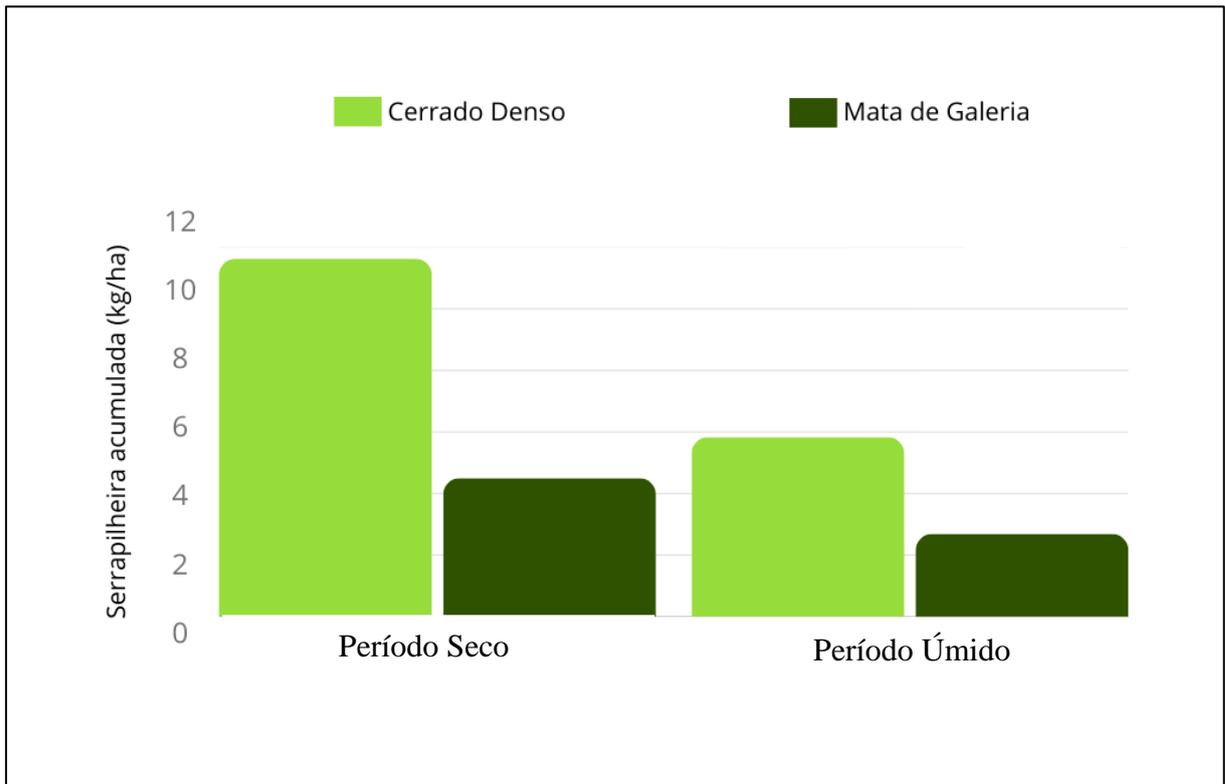
Vale notar, que os cerrados densos, possuem uma vegetação mais esparsa e a abertura do dossel também pode influenciar a deposição, já que uma menor taxa de aporte tende a ocorrer e no contexto específico para os fragmentos aqui estudados, os efeitos antrópicos estão relacionados aos efeitos de plantios e da interação com a pecuária, que tendem a gerar processos

de pisoteio, perturbação da serrapilheira e a compactação do solo por onde frequentam (MATEUS *et al.*, 2013; CORREIA *et al.*, 2015; SCERVINO e PEREIRA, 2021).

As vegetações localizadas próximas a corpos d'água apresentaram um menor acúmulo estimado de biomassa em todos os picos estacionais (Figura 16). Isso pode estar associado ao contato constante que as espécies vegetais das matas de galeria têm com a umidade e poderá ser melhor estimado com as análises de decomposição (CAPÍTULO 4). Corroborando com isso, os resultados obtidos em nossas abordagens estatísticas demonstraram que ambos os períodos estacionais tiveram efeitos significativamente diferentes no acúmulo de biomassa vegetal. O teste t de Student para amostras pareadas indicou uma diferença média logarítmica entre os períodos seco e úmido, indicando uma diferença estatisticamente significativa entre os dois períodos ( $t = 4.5298$ ,  $df = 5$ ,  $p\text{-value} = 0.006227$ , intervalo de confiança de 95%: 0.2173230 a 0.7875966, diferença média = 0.5024598).

Esses padrões de acúmulo são observados em outras vegetações tropicais que passam por processos sazonais (BORÉM e RAMOS, 2002; CRUZ, 2003). Pesquisas semelhantes identificaram a influência significativa dos períodos de maior chuva e seca, além do papel de características fisiológicas e ambientais no estoque de serrapilheira (BRAGA, 2022). Esses estudos revelaram o impacto de fatores gerais, como a declividade das localidades, períodos de ventania e chuvas intensas (CAMPOS *et al.*, 2008). Nas Matas de Galeria e em outras associadas a corpos d'água, eventos de maiores cheias acompanhados por enxurradas tendem a deslocar uma parte significativa do material depositado nesses ambientes (CIANCIARUSO *et al.*, 2006). Além disso, características adaptativas de resistência a longos períodos de secura foram observadas, resultando em altos valores de deposição em períodos de menor pluviosidade e mais lentidão nos processos de decomposição, devido à presença de estruturas mais rígidas, como ocorre em vegetações esclerófilas, típicas de ambientes mais savânicos (MAMAN *et al.*, 2007; GIÁCOMO *et al.*, 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2016).

**Figura 16.** Serrapilheira acumulada por Fitofisionomia em ambos os picos estacionais.



Fonte: o autor, 2024.

Podemos observar que em ambos os períodos (seco e úmido), a porção folha apresentou a maior quantidade de biomassa em todas as áreas estudadas (Figura 17). Isso é esperado e demonstra que a biomassa foliar demanda um grande investimento energético e nutricional para as espécies do Cerrado, mas também possui uma menor vida útil como estrutura funcional. Esse cenário coincide com os resultados de várias pesquisas que abordam vegetações e espécies tropicais (PIRES *et al.*, 2006; FERREIRA *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2008; VIERA e SCHUMACHER, 2010; MACEDO *et al.*, 2022).

**Figura 17.** Porcentagem geral do estoque de serrapilheira por porções.



Fonte: o autor, 2024.

Outra observação interessante é relacionada a porção das miscelâneas, ou seja, os materiais vegetais mais fragmentados da serrapilheiras. Os resultados demonstraram uma maior porcentagem dessa parte no período úmido, sugerindo um processo de decomposição mais intenso nesse período, onde ocorrem condições mais favoráveis para a atividade microbiana no processo de decomposição da matéria orgânica (SILVA, 2013; MACEDO *et al.*, 2022). Por outro lado, os galhos e suas cascas, demonstraram valores percentuais elevados em todos os períodos, com um maior acúmulo durante os períodos de maior pluviosidade. Isso pode ser relacionado por outras pesquisas às condições sazonais adversas, como ventos e chuvas fortes e também a estrutura mais densa dessa fração, que geram taxas de decomposição mais lentas (LEITÃO-FILHO, 1993; CAMPOS *et al.*, 2008; BRUN *et al.*, 2001; MACEDO *et al.*, 2022). Além disso, as partes férteis demonstraram porcentagens semelhantes, o que demonstra que as espécies vegetais encontradas nas fitofisionomias aqui estudadas, possuem diferentes estratégias de reprodução, as vezes associadas a períodos mais secos e as vezes mais úmidos.

### 3.2 Capacidade de Retenção Hídrica da Serrapilheira em Diferentes Fitofisionomias

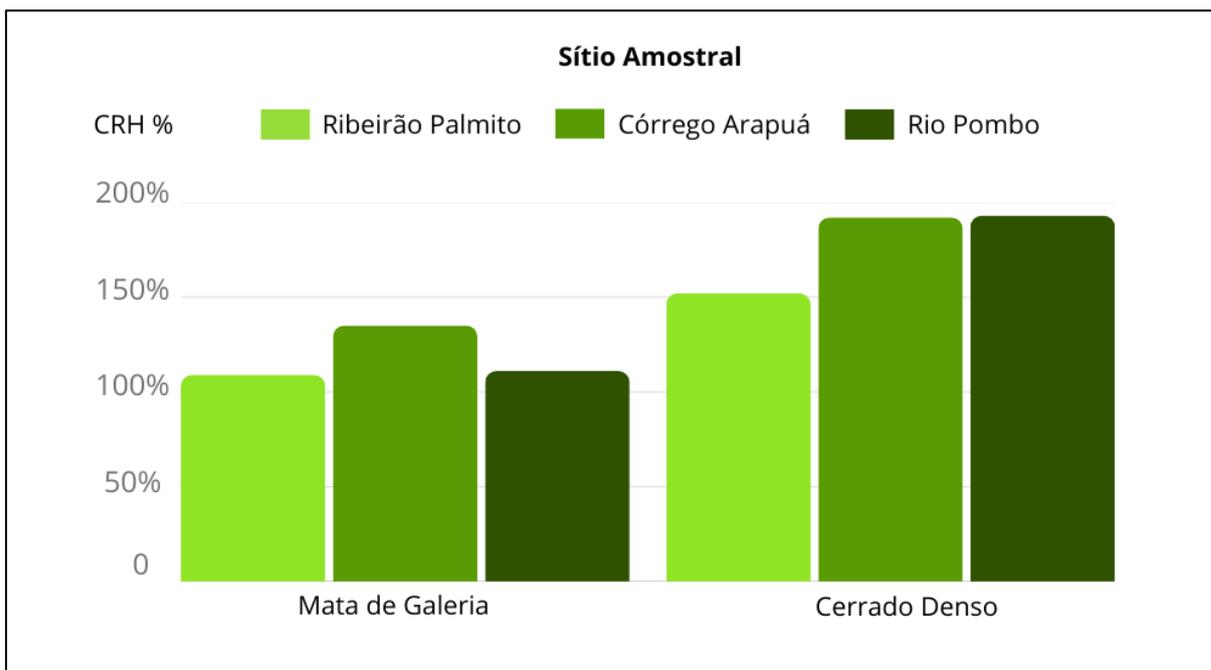
A capacidade de retenção hídrica (CHR) é a porcentagem de água retida por amostras vegetais secas. Quanto maior o valor de CRH (%), maior a capacidade de retenção hídrica da amostra. Em nosso contexto, os resultados sugerem que a serrapilheira das fitofisionomias mais secas como o Cerrado Denso tende a reter mais água do que as vegetações mais úmidas, como a Mata de Galeria (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores em gramas durante as etapas metodológicas e os resultados em CRH (%).

Retenção Hídrica	Ribeirão Palmito		Córrego Arapuá		Rio Pombo	
	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>
Valores em (g)						
Peso de Coleta	1585,075	1185,531	1680,415	753,315	1670,743	880,859
Peso Seco	1330,682	865,286	1457,333	521,413	1542,233	676,677
Peso Úmido	2792,833	2132,558	3376,982	1478,899	3211,34	1974,861
<b>CRH%</b>	109%	152%	135%	192%	111%	193%

Fonte: o autor, 2024.

Nos cerrados densos, o peso das folhas para todos os sítios amostrais mais que duplicaram após a imersão em água e os percentuais de retenção foram os maiores (Figura 18). Em ambientes mais secos a serrapilheira tende a estar menos úmida e propensa a se fragmentar, favorecendo a absorção das moléculas de água devido a maior superfície de contato geral (VALLEJO, 1982; COSTA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2021; OLIVEIRA e BRAGA, 2021; BRAGA, 2022).

**Figura 18.** Percentuais de retenção hídrica em cada sítio amostral.

Fonte: o autor, 2024.

De acordo com estudos feitos em vegetações expostas a períodos de maior seca, as características morfológicas visam evitar a perda de água por transpiração em condições de temperatura e exposição solar intensas e as espécies tendem a ter uma área foliar menor e com maiores espessuras, o que facilita o armazenamento da água (LEWIS, 1972; GIVNISH e VERNEIJ, 1976; JAMES e BELL, 2001; BOEGER e GLUZEZAK, 2006; BRAGA, 2022). Vale lembrar que a serrapilheira desempenha um papel fundamental na formação e manutenção da umidade e fertilidade dos solos (FERNANDES *et al.*, 2006; MATEUS *et al.*, 2013; ARAÚJO *et al.*, 2021; MACEDO *et al.*, 2022). Além disso, estudos já demonstraram que a serrapilheira é um fator significativo em incêndios de grandes proporções, devido à sua natureza combustível. No entanto, sua capacidade de reter umidade tende a reduzir a facilidade com que ela pode pegar fogo (SOARES, 1985; IENSEN *et al.*, 2002; STANGERLIN *et al.*, 2007; RIBEIRO, 2010; CARDOSO, 2022).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do estoque e retenção hídrica visou identificar padrões entre diferentes tipos de vegetação e suas influências. Os resultados coincidiram com padrões observados em vegetações tropicais. Durante períodos de menor pluviosidade, houve maior estoque de serrapilheira, especialmente em áreas distantes de corpos d'água, indicando a influência de fatores climáticos e de localização na dinâmica ecológica. As folhas contribuíram com mais de 70% do estoque no período seco. No período úmido, houve aumento de partes fragmentadas e rígidas, como galhos e cascas, devido à maior decomposição e acúmulo promovidos pelas chuvas e ventos fortes.

A capacidade de retenção hídrica demonstrou que a serrapilheira dos cerrados densos consegue absorver até 193% do seu peso em água, o que é favorecido pela morfologia de suas estruturas, como as folhas que possuem limbos menores, porém mais espessos, o que reduz a evapotranspiração em condições de menor umidade e favorece a absorção entre suas camadas. De modo geral, os resultados destacam a importância da serrapilheira na manutenção da umidade e fertilidade do solo, sendo possível rastrear a dinâmica geral de estoque de nutrientes em diferentes tipos de interação ecológica, além de poder rastrear quais tipos de vegetação e períodos podem ser mais suscetíveis a incêndios de maior escala.

Compreender as variações sazonais na acumulação e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira é crucial para entender a disponibilidade de nutrientes e a capacidade que um ambiente tem em se manter ou se recuperar. A conservação e o manejo sustentável dos ecossistemas do Cerrado beneficiam-se de análises que integram diversos modelos de pesquisa. No contexto específico da mesorregião estudada, esses estudos ressaltam a importância de registrar o comportamento natural das vegetações para evitar impactos graves e, se necessário, restaurar ecossistemas debilitados.

#### 5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. G e FARIA, S. M. Arquitetura e biomassa de raízes de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holocericia* com seis anos de idade em planossolo. In: **Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, III, Anais Sobrade**. Universidade Federal de Viçosa-MG. p. 144-149, 1997.

ANTONELI, V. **Dinâmica do uso da terra e a produção de sedimentos em diferentes áreas fontes na bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista- Guamiranga-PR**. Orientadora: Prof. Dra.

Naldy Emerson Canali. 354 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2011.

ANTONELI, V. E THOMAZ, E. L. Produção de serrapilheira em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista com sistema de faxinal. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia-MG, ed. 24, n. 3, p. 489-504, 2012.

ARAÚJO, N. N. A.; SANTOS-JUNIOR, H. B.; ARAÚJO, E. A. A.; SOUZA, F. P.; ANDRADE, V. M. S.; CARNEIRO, F. S.; OLIVEIRA, F. A. Estoque de nutrientes e retenção hídrica da liteira em três ecossistemas florestais da Amazônia oriental brasileira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

ARAUJO, R. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas**. 92 f. Dissertação - Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica-RJ, 2002.

ARNELL, N. 2002. Hydrology and Global Environmental Change. **Pearson Education**, Harlow – Routledge, ed. 1, p. 364.

BARNES, B. V.; ZAK, D. R.; DENTON, S.R.; SPURR, S. H. 1997. **Forest Ecology**. John Wiley e Sons, ed. 4, p. 774.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. R. The thermal regime of soils. In: BAVAR, L. D. **Soil Physics**. New York, John Wiley, p. 253-280, 1972.

BAVER. L. D. The effect of organic matter on soil structure: In. Anais - Progressos em Biodinâmicas e Produtividade dos solos. Santa Maria, p. 191-206, 1968.

BLOW, F. E. Quantity and hydrologic characteristics of litter under upland oak forests in Eastern Tennessee. **Journal of Forestry**, Oxyford, v. 53, p. 190-195, 1955.

BOEGER, M. R. T.; GLUZEZAK, R. M. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia – Séries Botânicas**, v. 61, n. 1-2, p. 73-82, 2006.

BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. **Revista Cerne**, v. 8 n. 2, p. 42-59, 2002.

BRAGA, R. S. S. **Estoque e retenção hídrica da serapilheira acumulada em plantios homogêneos e em fragmentos de floresta nativa**. Coordenador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Lorensi do Canto. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Florestal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2022.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 277-285, 2001.

BULCOCK, H. H.; JEWITT, G. P. W. Field data collection and analysis of canopy and litter interception in comercial forest plantations in the KwaZulu-Natal Midlands, South Africa. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.16, p.3717-3728, 2012.

BURGHOUTS, T. B. A.; CAMPBELL, E. J. F.; KO-DERMAN, R. J. Effects of tree species heterogeneity on leaf fall in primary an logged dipterocarp forest in the Ula Segana Forest Reserve. **Jornal of Tropical Ecology**, Sabah – Malasia, v. 10, p. 1-26, 1994.

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

CARDOSO, L. S. **Relação do aporte de serrapilheira com variáveis dendrométricas, climáticas e índices ecológicos na Floresta Nacional Mário Xavier**. Orientador: Dr. Emanuel José Gomes De Araújo. Monografia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Florestas, Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Seropédica-RJ, 2022.

CARVALHO, A. C. X.; JUSTI, A. C. A.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J. S. Influência da Temperatura do Ar, Umidade Relativa do Ar e Precipitação na Produção de Serrapilheira no Norte do Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 29, p. 1–23, 2021.

CASTRO-JÚNIOR, R. E. **O papel da fauna endopedônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície**. Orientadora: Prof. Dra Ana Luiza Coelho Netto. 150 f. Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ, 1991.

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 Jatui, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **ACTA Botânica Brasílica**, v.20, n.1, p.49-59, 2006.

CIZUNGU, L.; STAELENS, J.; HUYGENS, D.; WALANGULULU, J.; MUHINDO, D. Litterfall and leaf litter decomposition in a central African tropical mountain forest and Eucalyptus plantation. **Forest Ecology and Management**, v. 326, p. 109-116, 2014.

COELHO-NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, ed. 2, p. 93-148, 1995.

CORREIA, G. G. S.; MARTINS, S. V.; NETO A. M.; ALMEIDA, S. K. Estoque de serrapilheira em floresta em restauração e em floresta Atlântica de Tabuleiro no sudeste brasileiro. **Revista Árvore**, v. 40, n. 1, p. 13-20, 2016.

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

COSTA, K. K. S.; SILVA, G. SALGADO, J. C. R. S. S.; BRTOLINO, A.V. F. A.; BARROS, A. A. M. Fitossociologia, produção mensal e retenção hídrica da serrapilheira em fragmento de mata atlântica: São Pedro da Serra/RJ. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 5, n. 1., 2011.

CRUZ, M. P. **Produção de serrapilheira em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG**. Coordenador: Prof. Dr. Heraldo Luis de Vasconcelos. 13 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Ciências Biológicas, Universidade federal de Uberlândia, 2003.

DICKOW, K. M. C.; MARQUES, R.; PINTO, C. B. Lixiviação de nutrientes da serapilheira recém depo-sitada em sucessão ecológica na Floresta Atlântica, Litoral do Paraná. **FLORESTA**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 145-156, 2009.

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

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de florestas secundária, Plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e Andiroba (*Carapa guianensis*) na Flona Mário Xavier, RJ. **Revista Ciência Florestais**, Santa Maria-RS, v. 2, n. 16, p. 163-175, 2006.

FERREIRA, R. L. C.; LIRA, M. A.; ROCHA, M. S.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. BARRETO, L. P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Árvore**, v. 31, ed. 1, p. 7-12, 2007.

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**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 669-680, 2012.

GILMAN, L. N.; WRIGHT, S. D.; OGDEN, J. Response of forest of tree seedlings to simulate litterfall damage. **Plant Ecology**, ed. 169, p. 53-60, 2003.

GIVNISH, T. J.; VERMEIJ, G. J. Sizes and shapes of lianeleaves. *The American Naturalist*, Chicago, v. 110, p. 743-778, 1976.

GOLLEY, F. B. 1978. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. EPU - Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1978.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA, L. R. J. R.; DUCATTI F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL V. L.; GANDARA, F.B. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, ed. 1, p. 340, 2003.

GONÇALVES, M. A. M. **Avaliação da serapilheira em fragmento de floresta atlântica no sul do estado do Espírito Santo**. Orientador: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva. 83f. Dissertação de Mestrado - Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, 2008.

GONZALES, M. I. M.; GALHARDO, J. F. El efectohojarasca: una revision. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Madrid, v. 41, p. 1130-1157, 1982.

GUERRA, A. J. T. Ravina: processo de formação e desenvolvimento. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 20, p. 80-95, 1998.

HARRIS, R. F.; CHESTERS, G.; ALLEN, O. N. Dynamics of soil agragation. **Advencein Agronomy**, v. 18, p. 107- 169, 1966.

HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. L.; FREIRE, F. J.; HOLANDA, E. M.; Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de caatinga na paraíba. **Revista Árvore**, v.39, n.2, p.245-254, 2015.

IENSEN, E. A. M.; JUCOSKI, G. O.; MEDEIROS, J. G. S.; OLIVEIRA, J.; CANTO, J. L.; SCHUMACHER, M. V. Quantificação do material combustível da vegetação do sub-bosque de uma floresta de *Pinus elliottii* Engelm. aos 9 anos de idade. In: **2º Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**, Viçosa-MG, 2002.

JAMES, S. A.; BELL, D. T. Leaf morphological and anatomical characteristics of heteroblastic *Eucalyptus globosus* ssp. *globosus* (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany**, Columbus, v. 49, p. 259-269, 2001.

KLIPPEL, V.H. **Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata Atlântica de Tabuleiros**. Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane. 85 f. Dissertação de Mestrado - Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

KOZOVITS, A. R.; BUSTAMANTE, M. M.; GAROFALO, C. R.; BUCCI, S.; FRANCO, A. C.; GOLDSTEIN, G. Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a Neotropical Savanna. **Functional Ecology**, ed. 21, p. 1034-1043, 2007.

LEITÃO-FILHO, H. F. 1993. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão. Editora da UNESP, Fundação para o Desenvolvimento da UNESP, Campinas-SP, p. 184.

LEWIS, M. C. The physiological significance of variation in leaf structure. **Science Progress**, Oxford, v. 60, p. 25-51, 1972.

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**, Rio de Janeiro-RJ, v. 22, n.1, p. 42-49, 2015.

LOPES, M. I. M. S.; DE VUONO, Y. S.; DOMINGOS, M. Serapilheira acumulada na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Revista Hoehnea**, ed. 17, n. 1, p. 59-70, 1990.

MACEDO, T. A.; MONTEIRO, I. M.; BRAGA, R. S. S.; SANTANA, J. A. S.; CANTO, J. L. Estoque e retenção hídrica da serapilheira acumulada em plantios homogêneos de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret. **Diversitas Journal**. Santana do Ipanema-AL, v. 7, n. 4, 2022.

MAMAN, A. P. DE; SILVA, C. J. DA; SGUAREZI, E. DE 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 Agroambientais**, Alta Floresta, v.5, n.1, p.71- 84, 2007.

MARINELLI, P. C. S. **Fitossociologia, deposição e decomposição de serrapilheira de reflorestamentos em área de encosta, do parque estadual do Grajaú - RJ**. Orientador: Luís Mauro Sampaio Magalhães. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2006.

MATEUS, F. A.; MIRANDA C. C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P. H. A. Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 336-343, 2013.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; CARDOSO, I. M.; LIMA, P. C.; FREESE, D. Decomposition and nutrient release of leguminous plants in coffee agroforestry systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 141-149, 2011.

MIRANDA, J. C. **Interceptação das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, RJ.** 100 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1992.

MITCHELL, H. H.; TEEL, M. R. Winter annual cover crops for no-tillage corn production. **Agron. J. Madison**, ed. 69, p. 569-573, 1997.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; RINALDI, M. C. S.; REBELO, C. F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e Mata sobre restinga: nutrientes na serapilheira acumulada. In: **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros.** Águas de Lindóia, São Paulo, ACIESP, v. 2, 1998.

OLIVEIRA, V. N., BRAGA, A. C. R.; Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira em remanescentes florestais da Mata Atlântica. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, São José dos Pinhais-PR, v. 4, p. 5103 – 5120, 2021.

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. Ed. 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 Botanica Brasílica**, v. 20, ed. 1, p. 173-184, 2006

R CORE TEAM (2024). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RENÓ, P. **A influência da interceptação pela Serrapilheira no processo de reabilitação de áreas de empréstimo na Mata Atlântica.** Orientador: Prof. Dr. Ricardo Valcarcel. 38 f. Monografia, Instituto de Florestas - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

RIBEIRO, O. T. **Quantificação do material combustível superficial em unidade de conservação no semiárido da Paraíba.** Orientadora: Prof. Dra. Patrícia Carneiro Souto. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação – Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2010.

RODRIGUES, M. P. **Uso da infiltrabilidade como indicador de reabilitação de áreas de empréstimo.** 29 f. Monografia, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2005.

ROSALEM, L. M. P. **Invento para determinação da interceptação da chuva pela serrapilheira em ecossistema florestais.** Orientador: Prof. Dr. Edson Wendland. 107 f. Dissertação, Mestrado Engenharia Hidráulica e Saneamento – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos-SP, 2017.

SANTOS, A. F. A.; CARNEIRO, A. C. P.; MARTINEZ, D. T.; CALDEIRA, S. F. Capacidade de retenção hídrica do estoque de serapilheira de eucalipto. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

SATO, A. M. **Resposta geo-hidroecológicas à substituição de pastagens por plantações de eucalipto no médio vale do Rio Paraíba do Sul: a interface solobiota-água.** Orientador:

Prof. Dra. Ana Luiza Coelho Netto. 160 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

SAYER, E. J.; TANNER, E. V.; LACEY, A. L. 2006. Effects of litter manipulation on early-stage decomposition and meso-arthropod abundance in a tropical moist forest. **Forest ecology and management**, v. 229, p. 285-293, 2006.

SCARIOT, A. Seedling Mortality by Physical Damage in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 662-669, 2000.

SCERVINOR, P.; PEREIRA, C. D. S. M. Natural regeneration, composition and structure in a secondary Atlantic Forest fragment and in an abandoned *Eucalyptus saligna* Smith. (Myrtaceae) commercial plantation. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 2571-2585, 2021.

SILVA, B. L. **Relações entre Aporte de Serrapilheira, Nutrientes e Efluxo de Dióxido de Carbono em Floresta Inundável de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato-Grossense**. Orientadora: Prof. Dra. Luciana Sanches. 85 f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2013.

SILVA, M. S. C.; SILVA, E. M. R. D.; PEREIRA, M. G.; SILVA, C. F. D. Estoque de serapilheira e atividade microbiana em solo sob sistemas agroflorestais. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 431-441, 2012.

SIQUEIRA, T. M.; PINHEIRO, M. H. O.; SILVA, D. G. DA; FRANCO, T. M. Influências climáticas na produção de serapilheira em um cerrado em Prata – MG. **Revista Biotemas, Florianópolis**, v. 29 n. 2, p. 7-15, 2016.

SKORUPA, A. L. A.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Forest litter decomposition as affected by *Eucalyptus* stand age and topography in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 39, n. 6, p. 1055-1064, 2015.

SOARES, R. V. 1985. Incêndios florestais: controle e uso do fogo. **Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná**. Curitiba-PR, ed. 3, p. 213

SOARES, R. V. **The use of prescribed fire in Forest management in the State of Paraná, Brazil**. Orientador: Prof. Dr. Stewart G Pickford. 203 f. Tese de Doutorado - University of Washington, Seattle-WA, 1977.

SOUZA, A. J.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não mineralizada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineralização de bauxita. **Revista Cerne**, v. 7, n. 1, p. 101- 114, 2001.

SPERANDIO, H. V. **Tephrosia candida D.C. e Mimosa velloziana Mart: biomassa, serapilheira e fertilidade do solo**. Orientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. 61f. Dissertação de Mestrado - Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

STANGERLIN, D. M.; HENNERICH, M.; GOMES, F. A.; CALEGARI, L.; MELO, R. R.; GATTO, D. A. Quantificação do material combustível acumulado na serrapilheira de uma floresta de *Eucalyptus grandis*. In: **Anais do Congresso de Iniciação Científica – Pesquisa e**

**Responsabilidade Ambiental.** Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Santa Maria-RS, ed. 16, 2007.

TSIKO, C. T.; MAKURIRA, H.; GERRITS, A. M. J.; SAVENIJE, H. H. G. Measuring forest floor and canopy interception in a savannah ecosystem. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 47-48, p. 122-127, 2012.

VALLEJO, L. R. **A influência do litter na distribuição das águas pluviais.** Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Franco da Silva. 123 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Genética – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1982.

VIDOTTO, C.; ARAÚJO, C.; POLIDO, C. A.; COTARELLI, V. M. A influência da abertura do dossel e espessura da serapilheira sobre as populações de *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) e *Miconia albicans* (Sw.) Steud. (Melastomataceae) em um cerrado de Itirapina, SP. **Ecologia de Campo II**, p. 52-58, 2009.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. Deposição de serapilheira e de macronutrientes em um povoamento de acácianegra (*Acacia mearnsii* Wild.) no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 20, ed. 2, p. 225-233, 2010.

VILLA, L. V. R.; GOLDSTEIN, G.; HARIDASAN, M. FRANCO, A. C. Leaf litter manipulations alter soil physicochemical properties and tree growth in a Neotropical savana. **Plant and Soil**, Heidelberg, v. 346, p. 385-397, 2011.

VOIGHT, V. P; WALSH, R. P. D. Hidrologische pro-zesse in bodenstreu. Einige experimentelle befunde. **Natura**. Ver Schelesw. v. 46, p. 35-45, 1976.

WILDNER, L. P. **Efeito da adição de diferentes resíduos orgânicos nas perdas de solo e água em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo.** Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Rabenschlag de Brum. 100 f. Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 1985.

ZARDO, D. C.; CARNEIRO, A. P.; LIMA, L. G. de.; SANTOS FILHO, M. dos. Comunidade de artrópodes associada à serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na estação ecológica serra das araras – Mato Grosso, Brasil. **Revista Uniara**, Araraquara-SP, v. 13, n. 2, p. 105-113, 2010.

## CAPÍTULO 4

### DINÂMICA DA DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM FITOFISIONOMIAS CERRADIANAS: VARIÁVEIS-CHAVE E INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS

**Resumo:** A dinâmica nutricional em ecossistemas terrestres é estudada por abordagens multidisciplinares para entender melhor o ciclo e a disponibilidade de compostos minerais e orgânicos. Este capítulo analisa a decomposição da serrapilheira em diferentes fitofisionomias do Cerrado, destacando variáveis-chave e influências ambientais que afetam esse processo. O estudo utilizou sacolas de decomposição (litterbags) para medir a perda de massa ao longo do tempo em fitofisionomias de Cerrado Denso e Mata de Galeria. Os dados foram analisados empregando análises da proporção da massa remanescente e as relações aferidas através da análise de variância. Os resultados indicaram que a decomposição é mais rápida em períodos de maior umidade e mais lenta em períodos de seca. Fitofisionomias próximas a corpos d'água apresentaram decomposição acelerada devido à maior disponibilidade de umidade, que favorece a atividade microbiana. A análise de variância revelou que a umidade tem um impacto significativo na taxa de decomposição, sendo mais pronunciada em áreas de Mata de Galeria do que em Cerrado Denso. Fatores como a morfologia do terreno e a sazonalidade também influenciam a decomposição. Terrenos mais baixos e próximos a rios, que mantêm uma umidade constante, mostraram maiores taxas de decomposição. Em contraste, áreas mais secas e elevadas apresentaram uma decomposição mais lenta, devido à menor atividade dos decompositores. A interação desses elementos ambientais destaca a importância de considerar múltiplos fatores no estudo da dinâmica de decomposição da serrapilheira, permitindo rastrear padrões específicos de ciclagem de nutrientes e suas relações. Além disso, os resultados levantam questões importantes sobre a adaptação das diferentes vegetações e o impacto da seca ou do excesso de umidade na manutenção do equilíbrio ambiental no Cerrado.

**Palavra-chave:** Cerrado Denso; Degradação foliar; Litterbags; Matas de Galeria; Sazonalidade.

## 1 INTRODUÇÃO

O fluxo de nutriente é um processo vital para o funcionamento e manutenção dos ecossistemas terrestres (DICKINSON e PUGH, 1974). Podemos caracterizar esse dinâmica como um sistema dentro do ecossistema, onde desde o início dos processos de senescência, seguidos pelo aporte e acúmulo na superfície do solo, a biomassa vegetal passa por um contínuo processo de degradação (GOLLEY, 1983; ODUM, 1988; RIBEIRO, 1998; SELLE, 2007; REZENDE, 2009).

A dinâmica de decomposição é qualificada como o processo biogeoquímico mais importante na ciclagem de nutrientes, especialmente para a manutenção da fertilidade dos solos em ambientes tropicais mais secos (BERG, 2000; BARDGETT; VAN-DER-PUTTEN, 2014; MARTINELLI *et al.*, 2017). Esse processo ocorre por meio da lavagem de compostos hidrossolúveis e pela ação de organismos, o que reduz a serrapilheira em frações minerais e húmicas (CHAPIN *et al.*, 2011; SCORIZA *et al.*, 2012; SILVA e BRANDÃO, 2020). Desse modo, os nutrientes integrados na ciclagem passam do meio biótico para o abiótico em um ciclo contínuo (GERALDES *et al.*, 1995; BRUN *et al.*, 2001; SELLE, 2007).

Todo esse sistema é regulado principalmente por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (macro e microrganismos); as características do material orgânico, que determinam sua degradabilidade (qualidade do material e espécies botânicas); e as condições físico-químicas do meio, controladas pelo clima e pelas características edáficas do sítio (CORNWELL *et al.*, 2008; FORTUNEL *et al.*, 2009; ARAUJO, 2012; PRIMO, 2016). Em termos gerais, o clima influencia o processo de decomposição em escala regional, enquanto a composição química domina o processo em escala local (BERG, 2000; REZENDE *et al.*, 2001; MARINELLI, 2006). Os nutrientes assim liberados são absorvidos pelas raízes das plantas e utilizados em uma ampla variedade de funções fisiológicas, como o crescimento e a manutenção dos tecidos, contribuindo para o desenvolvimento dos vegetais e, conseqüentemente, de todo o ecossistema (ARAÚJO, 2003; MELLONI *et al.*, 2008).

Essa dinâmica nutricional em ecossistemas terrestres tem sido estudada por meio de abordagens multidisciplinares, que visam obter resultados mais aprofundados sobre o ciclo e disponibilidade de compostos minerais e orgânicos nesses ambientes (DORAN *et al.*, 1996; BARNES *et al.*, 1997; SCORIZA *et al.*, 2012; HENRIQUES *et al.*, 2016; VILLA *et al.*, 2016). Assim, a análise qualitativa e quantitativa do material orgânico da serrapilheira, juntamente com a determinação de sua taxa de decomposição, proporciona uma compreensão mais

aprofundada do fluxo de nutrientes e energia essenciais para o adequado funcionamento dos ecossistemas terrestres (DICKINSON e PUGH, 1974; SATCHELL, 1974; SEASTEDT, 1984).

O conhecimento sobre a decomposição da serrapilheira é essencial para uma compreensão aprofundada da dinâmica dos ecossistemas, especialmente à medida que estes passam por diversas modificações em suas estruturas funcionais. Entender esse processo é vital para garantir a sustentabilidade ambiental e a produtividade biológica desses ambientes, que são cruciais para a manutenção da biodiversidade e da qualidade de vida. Diante desse contexto, este capítulo tem como objetivo analisar dados sobre a taxa de decomposição da serrapilheira em diferentes fitofisionomias, visando obter informações aprofundadas sobre a dinâmica desse processo em variados contextos ecológicos nas vegetações do leste sul-mato-grossense.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 Coleta dos dados e instrumentos de amostragem utilizados**

A decomposição foi avaliada através de uma abordagem que utiliza os dados obtidos a partir da metodologia das litterbags, que consiste no uso de pequenas sacolas contendo frações da serrapilheira dos locais estudados. Esse método permite a mensuração em escala temporal da perda de massa do material aferido e é o método mais comumente utilizado para a avaliação da decomposição de necromassa em ambientes terrestres (e.g. BOCOCK e GILBERT, 1957; HERNANDEZ *et al.*, 2009; SCORIZA *et al.*, 2012; SILVA, 2012; VIERA *et al.*, 2014; ZHOU *et al.*, 2015; PINTO e NEGREIROS, 2018).

As sacolas de decomposição, foram confeccionadas com malha sintética a fim de permitir a livre circulação de água, macroinvertebrados e demais organismos decompositores. As dimensões das sacolas foram estabelecidas em 20 x 20cm, com aberturas na malha de 15mm. Para o preenchimento, foram utilizadas 10g de serrapilheira por sacola, sendo as folhas recém depositadas, secas ao ar livre e triadas a fim de evitar frações que já estivessem em processo avançado de decomposição (Figura 19. Sacolas de Decomposição – Litterbags: A) Sacola confeccionada; B) Triagem do material; C e D) Sacolas em campo..

**Figura 19.** Sacolas de Decomposição – Litterbags: A) Sacola confeccionada; B) Triagem do material; C e D) Sacolas em campo.



Fonte: o autor, 2024.

## 2.2 Tratamento e análise dos dados obtidos via litterbags

As coletas foram realizadas com intervalos de 72, 144, 216, 288 e 360 dias. O total de dias e os intervalos de coleta foram adaptados de acordo com as metodologias propostas para a mensuração nos contextos das vegetações aqui abordadas (SILVA, 2009; ARAÚJO, 2012; PECH, 2018). Em cada coleta, três sacolas amostrais foram removidas, sendo no total 15 réplicas depositadas por área amostral (90 total), com o intuito de avaliar a massa foliar remanescente.

A taxa de decomposição ( $k$ ) foi estabelecida com base na proporção da massa remanescente, empregando o modelo exponencial proposto por Olson (1963), amplamente adotado por diversas pesquisas (e.g. VIEIRA *et al.*, 2014; COSTA, 2016a; PINTOS e NEGREIROS, 2018; SILVA e BRANDÃO, 2020; TAN *et al.*, 2021), para tal utilizou-se a equação:

$$X_t = X_0 * e^{-kt} \quad (3)$$

Onde:

$X_t$  = peso seco (g) das folhas remanescentes no litterbag no tempo  $t$  ( $t = 72, 144, 216, 288$  e  $360$ );

$X_0$  = peso seco inicial (g) colocado nos litterbags no tempo zero ( $t = 0$ );

$e$  = base do logaritmo natural;

$t$  = tempo decorrido (período de coleta).

Para estimar o período necessário para que 50% ( $t_{0,5}$ ) e 95% ( $t_{0,95}$ ) da biomassa fossem decompostas, utilizou-se a equação adaptada de Costa e Atapattu (2001):

$$t(0,5 \text{ e } 0,95) = -\ln(2) * k \quad (4)$$

Onde:

$t$  = tempo de meia vida (0,5) e tempo estimado para 95% de decomposição;

$\ln(2)$  = logaritmo neperiano de base dois;

$k$  = taxa de decomposição.

A análise dos dados foi conduzida utilizando o software R – 4.1.3 (R Core Team, 2024). Inicialmente, aplicou-se o teste de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk:  $p = 0,05$ ) para avaliar a conformidade dos dados com uma distribuição normal, que foram considerados consistentes com uma distribuição normal (valor- $p$  0,05). Além disso, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA - Análise de Variância) para investigar como os valores da produção de serrapilheira foram influenciados nas fitofisionomias e pela pluviosidade.

Esta abordagem estatística busca aprofundar a compreensão dos processos de decomposição da serrapilheira, considerando não apenas o fator temporal, mas também a influência de diferentes fitofisionomias. Um tipo está associado à proximidade a corpos d'água,

enquanto o outro está situado mais distante. Além disso, analisa-se a influência nos sítios amostrais que estão inseridos em diferentes contextos ecológicos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram obtidos seguindo o total de dias e intervalos de coleta propostos. As sacolas de decomposição foram posicionadas em dezembro de 2022, próximo ao ápice sazonal mais chuvoso, em uma configuração adequada para a simulação de decomposição. Os valores de perda de massa para todos os contextos aqui analisados tiveram a tendência em diminuir de forma constante nas áreas ripárias, enquanto nas áreas mais secas, a degradação permaneceu de forma mais lenta nos períodos mais secos e acelerou à medida que a pluviosidade do período aumentou (Tabela 5).

**Tabela 5.** Peso remanescente (g) nas litterbags e a pluviosidade ao longo dos períodos de coleta.

Períodos Coleta t	Ribeirão Palmito		Córrego Arapuá		Rio Pombo		Pluviosidade Média do Período
	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	
72	24,765	28,457	25,843	26,189	27,445	28,113	183 mm
144	20,727	24,908	20,202	23,797	20,24	24,706	67 mm
216	16,683	21,644	15,509	21,923	17,012	22,989	31 mm
288	7,329	12,152	7,329	18,87	8,194	20,791	97 mm
360	2,851	4,993	2,851	11,279	3,469	11,457	149 mm

**Fonte:** o autor, 2024.

Os resultados foram analisados levando em consideração o contexto de cada fitofisionomias, onde ao comparar os cerrados densos com as matas de galeria de cada sítio amostral, foi possível observar que as fitofisionomias próximas aos corpos d'água tendem a apresentar maior e mais constante umidade de maneira geral, proporcionando as condições necessárias para a atividade microbiana e biótica, promovendo assim uma maior velocidade na decomposição. Os valores obtidos pela análise de variância, demonstram que nos cerrados densos a decomposição tende a ser mais lenta devido à falta de umidade, que causa a redução dos processos e atividades das comunidades decompositoras, ou seja, as fitofisionomias com menor disponibilidade hídrica, tendem a apresentar um efeito significativo na velocidade de

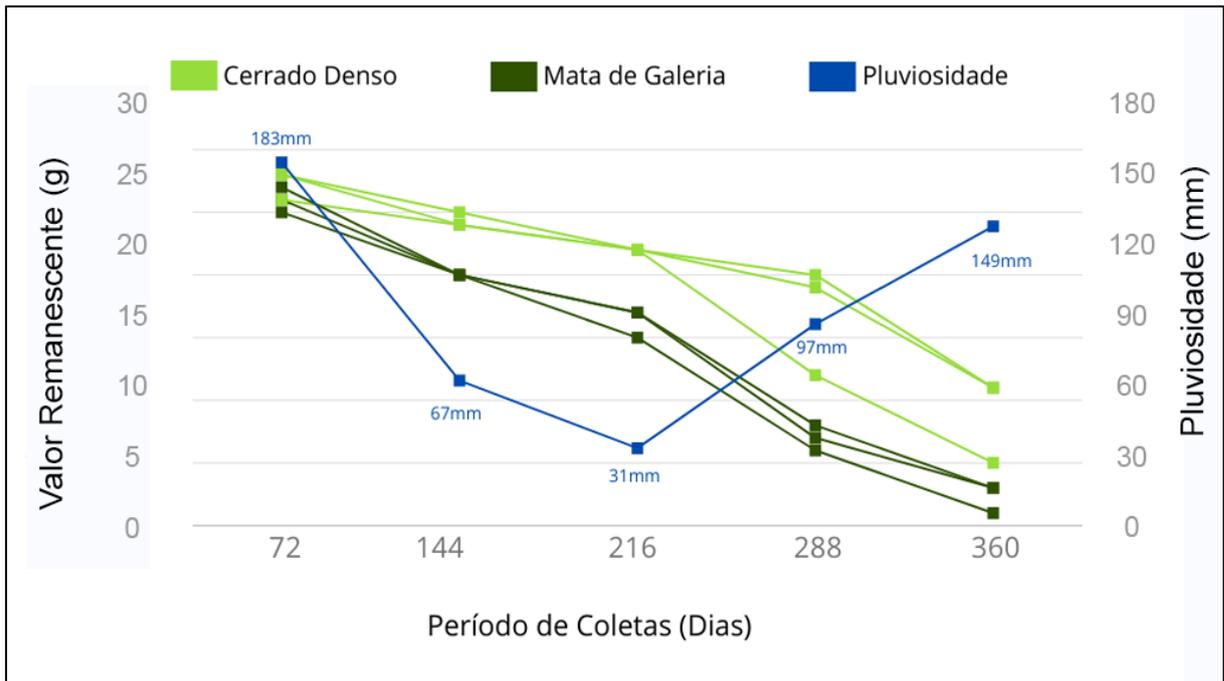
decomposição (Res.Df = 3, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 9, F = 150,  $p = 0,001$ ), sendo nesse caso caracterizado por um processo mais lento. Nas matas de galeria os ambientes mais úmidos demonstraram ter um efeito altamente significativo na velocidade de decomposição, o que fica evidente ao observar que para todos os períodos analisados o peso remanescente dessas áreas é consideravelmente menor (Res.Df = 3, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 9, F = 9,  $p = 0,0005$ ).

Esses níveis de significância sugerem que as fitofisionomias mais secas, como os cerrados densos, e as mais úmidas, como as matas de galeria, exercem um impacto mais pronunciado na velocidade de decomposição do que a chuva, cujo efeito não foi significativo quando comparada a esses fatores (Res.Df = 3, Df = 1, Sum-Mean.Sq = 7, F = 0,002,  $p = 0,96$ ). Esse padrão é corroborado por estudos anteriores, que já identificaram maiores níveis de significâncias para áreas florestadas próximas a corpos d'água em comparação com matas distantes, mesmo que estejam situados no mesmo domínio climático (PAGANO, 1989; DURIGAM *et al.*, 1995; VITAL *et al.*, 2004; NUNES e PINTO, 2012).

A falta de significância estatística da pluviosidade ao ser comparada com a localidade e tipo de vegetação, também pode ser atribuída à sua variabilidade espacial e temporal, que pode não ser completamente capturada pelos dados amostrados, em comparação com os efeitos mais estáveis e mensuráveis das fitofisionomias mais secas e úmidas. Em uma mata mais úmida, espera-se uma decomposição mais rápida devido às condições favoráveis para a atividade de decompositores, como fungos e bactérias. Tal fenômeno não ocorre de maneira constante em vegetações de interflúvios, que dependem exclusivamente da água da chuva para umedecer a serrapilheira e os horizontes mais superficiais do solo, como observado em vegetações tropicais (MASON, 1980; MAMAN *et al.*, 2007; GIÁCOMO *t al.*, 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2016).

Observando a relação direta entre a quantidade de chuvas acumuladas entre os períodos e a perda de massa nas litterbags, foi possível constatar uma tendência inversamente proporcional entre os dados (Figura 20).

**Figura 20.** Pluviosidade e peso remanescente nas litterbags ao longo dos períodos de coleta.



Fonte: o autor, 2024.

Os resultados demonstraram que a disponibilidade de água proveniente da chuva pode influenciar positivamente as taxas de decomposição, especialmente em ambientes com recursos hídricos mais limitados. Durante os períodos de coleta 144 (67mm) e 216 (31mm), observou-se menor pluviosidade, enquanto nos períodos de coleta 288 (97mm) e 360 (149mm), houve um aumento nas chuvas. Esse aumento foi seguido por uma aceleração na perda de massa em todas as áreas, com destaque para uma maior aceleração nas áreas de Cerrado Denso. Isso permite supor que determinados fatores ambientais, como a presença de umidade constante, possuem mais influência do que a precipitação na decomposição, no entanto, as chuvas tendem a favorecer o processo nas localidades com menor disponibilidade hídrica, o que é observado em estudos feitos em vegetações do Cerrado e Amazonia e Caatinga (AIDAR e JOLY, 2003; COSTA, 2016b).

O aumento da pluviosidade e a aceleração da degradação, corresponde com o esperado e é corroborado pelas taxas de decomposição (k) para cada período e área (Tabela 6).

**Tabela 6.** Taxa de decomposição (k) por períodos de coleta.

Taxa de Decomposição Coleta t	Ribeirão Palmito		Córrego Arapuá		Rio Pombo	
	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>
72	0,192	0,053	0,149	0,136	0,089	0,065
144	0,370	0,186	0,395	0,232	0,394	0,194
216	0,587	0,326	0,660	0,314	0,567	0,266
288	1,409	0,904	1,632	0,464	1,298	0,367
360	2,354	1,793	3,154	0,978	2,157	0,963

**Fonte:** o autor, 2024.

É possível observar que os valores aumentam ao longo dos períodos e em todos os locais amostrados de forma progressiva. Isso sugere que, independentemente da vegetação ou da proximidade com um corpo d'água, a disponibilidade de nutrientes por meio da serrapilheira tende a ter certa constância e acelerar com o passar do tempo (LEITÃO-FILHO, 1993; WERNECK *et al.*, 2001; FERNANDES *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2008). Isso é esperado, uma vez que o material tende a se fragmentar pela ação de efeitos mecânicos ou pela ação da biota relacionada à serrapilheira, que como mencionado, tende a atuar com maior frequência em locais mais úmidos. Segundo Habitzreiter (2017), nos primeiros dias da decomposição em condições ideais, ocorrem a decomposição dos materiais mais lábeis e de fácil decomposição, após esses dias, a decomposição continua de forma progressiva, porém tendo uma maior quantidade de compostos mais resistentes. Com o adicional hídrico promovido por períodos de maior pluviosidade, como o observado a partir do terceiro período de coleta (216), os valores da taxa de decaimento aumentaram em todas as áreas, sendo mais intensa nas áreas mais secas

Ao comparar os sítios amostrais, é evidente que mesmo entre fitofisionomias semelhantes, as taxas de decaimento variam e a amplitude desses valores reflete a influência de diversos fatores. Durante cada período de coleta, foi possível observar uma taxa de decaimento superior na Mata de Galeria do sítio amostral Córrego Arapuá em relação às outras áreas úmidas analisadas. Este resultado está em concordância com as observações de campo, onde essa área se mostrou a mais úmida, com barrancos mais baixos, resultando em porções de solo levemente

encharcadas por longos períodos, influenciando constantemente a regulação da velocidade de decomposição no solo (PAGANO e DURIGAN, 2000; AIDAR e JOLY, 2003; AQUINO, 2013). A relação entre o relevo e a velocidade da decomposição não pode ser analisada, pois dados de perfil topográfico não foram coletados. Porém, as matas de galeria sempre estão associadas a terrenos mais baixos com uma topografia mais acidentada (RIBEIRO e WALTER, 2008; AQUINO, 2013), e matas de interflúvio, como o termo já diz, é um terreno mais elevado situado entre dois cursos d'água.

Em contrapartida, no Cerrado Denso do sítio amostral Rio Pombo, ocorreu a taxa de decomposição geral mais baixa entre as vegetações mais secas, o que pode estar associado às características fitossociológicas da vegetação, uma vez que essa área possui a vegetação mais aberta e com características mais esclerófilas. Pesquisas realizadas em vegetações mais secas como no caso do Cerrado Denso demonstraram que uma menor velocidade na decomposição geralmente está associada a diversos fatores. Primeiramente, há uma distribuição mais esparsa entre as árvores, o que contribui para essa lentidão no processo (CORREIA e ANDRADE, 2008; PORTES *et al.*, 1996). Além disso, a maior exposição a fatores climáticos, como sol e ventos, também desempenha um papel significativo (COSTA, 2016b). Outro fator importante é a composição da serrapilheira, que possui altos teores de lignina e outros compostos que a tornam mais resistente ao processo de decomposição (PRIMO, 2016).

A análise dos dias necessários para a decomposição evidencia uma relação direta com a disponibilidade de água (Tabela 7). A estimativa de massa remanescente para  $t_{0,5}$  (tempo necessário para decomposição de 50% da massa) e  $t_{0,95}$  (tempo necessário para decomposição de 95% da massa) varia significativamente entre as regiões mais úmidas e mais secas. Em áreas de Mata de Galeria, onde a disponibilidade de água é maior, o tempo para decomposição de 50% da massa varia de 80 a 118 dias, enquanto em áreas de Cerrado Denso, onde a disponibilidade de água é menor, o tempo necessário varia de 141 a 265 dias. Para a decomposição de 95% da massa, as áreas de Mata de Galeria levam de 264 a 393 dias, comparadas aos 467 a 883 dias nas áreas de Cerrado Denso.

**Tabela 7.** Estimativa de massa remanescente para t0,5 e t0,95.

<b>Estimativa de Massa Remanescente (dias)</b>	<b>Ribeirão Palmito</b>		<b>Córrego Arapuá</b>		<b>Rio Pombo</b>	
	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>	<i>Mata de Galeria</i>	<i>Cerrado Denso</i>
50%	107	141	80	259	118	265
95%	356	467	264	860	393	883

**Fonte:** o autor, 2024.

Os dados indicam que a decomposição das folhas ocorre de maneira constante em todas as regiões, com taxas mais rápidas em ambientes úmidos e algumas variações ao longo do tempo e entre as regiões. Em áreas com disponibilidade limitada de água, a decomposição tende a ser mais lenta, resultando em maior acúmulo de material (CAMPOS, 2008). A pluviosidade influencia as flutuações nas taxas de decomposição, causando variações ao longo do tempo em resposta à quantidade de chuva.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os ambientes próximos a corpos d'água demonstraram uma aceleração mais significativa no processo de decomposição. Características como o relevo foram identificadas como um dos fatores de influência, uma vez que terrenos mais baixos tendem a estar associados a rios e, conseqüentemente, a uma umidade mais constante do que áreas mais elevadas. Nos ambientes com menor disponibilidade de água, a velocidade de decomposição é mais lenta e esses locais acabam sendo mais dependentes de fatores climáticos.

Com isso, os períodos de maior precipitação tendem a acelerar a decomposição da matéria orgânica nos ambientes mais secos, resultando em maiores perdas de massa, o que corrobora com os resultados da análise do estoque de serrapilheira feitos em capítulos anteriores. Essas descobertas fornecem uma base para discussões sobre a disponibilidade e velocidade da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas estudados, demonstrando que mesmo vegetações semelhantes ou próximas tendem a ter especificidades diferentes entre si. Além disso, levantam questões importantes sobre a adaptação das diferentes vegetações às influências externas, que muitas vezes possuem associações a causas e efeitos antrópicos.

Portanto, as taxas de decomposição da matéria orgânica no solo são significativamente influenciadas e sensíveis à proximidade de rios, aos padrões climáticos regionais e até mesmo às características da topografia, como a altura dos barrancos, revelam a complexidade desse processo, sobretudo o impacto de altos ou baixos níveis de disponibilidade hídrica na manutenção do equilíbrio ambiental. Essa interação entre fatores ambientais demonstra a importância de considerar os fatores geocológicos no estudo da dinâmica da decomposição orgânica no solo, contribuindo para a identificação de padrões e relações significativas, fundamentais para estudos no contexto da mesorregião leste-sul-mato-grossense.

## 5 REFERÊNCIAS

AIDAR, M. P. M.; JOLY, C. A. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. Ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacará-Pepira, São Paulo. **Revista Brasil Bot.**, v. 26, n. 2, p. 193-202, 2003.

AQUINO, P. S. R. **Análise espacial da produtividade e acúmulo de serapilheira em mata de galeria**. Orientador: Prof. Dr. Mauro Eloi Nappo. 89 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2013.

ARAUJO, R. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas**. Orientadora: Fátima Conceição Marquez Pina-Rodrigues. 92 f. Dissertação - Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica-RJ, 2002.

ARAÚJO, V. F. P. **Produção e decomposição da serrapilheira em um ecossistema do semiárido do nordeste brasileiro: variação temporal e espacial e efeito da fauna de solo sobre a serrapilheira**. Orientador: Dr. Alexandre Vasconcellos. 111 f. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas-Zoologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2012.

BARDGETT, R. D.; van der PUTTEN, W. H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 505–511, 2014.

BARNES, B. V.; ZAK, D. R.; DENTON, S. R.; SPURR, S. H.; 1997. **Forest Ecology**. John Wiley & Sons, Inc., New York, ed. 4, p. 774.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. **Forestry Ecology Management**, v. 133, p. 13-22, 2000.

BOCOCK, K. L.; GILBERT, O. J. W. The disappearance of litter under different woodland conditions. **Plant and Soil**, Washington, DC, v. 9, n. 2, p. 179-185, 1957.

BRUN, E. J. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS, v. 9, n. 2, p. 277-285, 2001.

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

CHAPIN, F. S.; MATSON, P. A.; VITOUSEK, P. M. 2011. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology, Springer, ed. 2, 511p.

CORNWELL, W. K.; CORNELISSEN, J. H. C.; AMATANGELO, K. et al. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. **Ecology Letters**, v. 11, p. 1065-1071, 2008.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais & subtropicais**. Brasil, p. 137-145, 2008.

COSTA, J. P. M. **Deposição e decomposição de serrapilheira em um remanescente de caatinga no município de Cajazeirinhas-PB**. Orientador: Dr. Lauter Silva Souto. 34 f. Monografia, Curso de Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2016a.

COSTA, U. O. **Efeitos da precipitação e da exposição à radiação solar na decomposição da serrapilheira em um ecossistema no semiárido brasileiro**. Orientador: Dr. André Megali. 100 f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio grande do Norte, Natal-RN, 2016b.

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

DICKINSON, C. Decomposition of litter in soil. In: DICKINSON C. & PUGH G. **Biological of Plant Litter Decomposition**. Academic Press, USA. v. 2, p. 633-654, 1974.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. A. Soil health and sustainability. **Agricultural Sciences**, v. 56, n. 12, p. 1-54, 1996.

DURIGAN, G.; LEITÃO-FILHO, H. F.; PAGANO, S. N. Produção de serrapilheira em matas ciliares na região oeste do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, Piracicaba, v. 9, n. 1, p. 197-239, 1995.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de florestas secundária, Plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e Andiroba (*Carapa guianensis*) na Flona Mário Xavier, RJ. **Revista Ciência Florestais**, Santa Maria-RS, v. 2, n. 16, p. 163-175, 2006.

FORTUNEL, C.; GARNIER, E.; JOFFRE, R.; et al. Leaf traits capture the effects of land use changes and climate on litter decomposability of grasslands across Europe. **Ecology**, v. 90, n. 3, p. 598–611, 2009.

GERALDES, A. P. A, CERRI, E. E. FEILGL, B. J. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v. 19, p. 55-60, 1995.

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**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 669-680, 2012

GOLLEY, F. B. 1978. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. EDUSP, São Paulo-SP, p. 256.

HABITZREITER, T. L. **Produção, decomposição e liberação de nutrientes de serrapilheira de Pinus sp., Eucalyptus sp. e floresta nativa**. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Laercio Sartor. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação - Engenharia florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

HENRIQUES, I. G. N.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; LIMA, T. S. Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação. **Revista Verde de Agroecologia e Des. Sus.**, Pombal-PB, v. 11, n. 1, p. 84-89, 2016.

HERNÁNDEZ, J.; PINO, A.; SALVO, L.; ARRARTE, G. Nutrient export and harvest residue decomposition patterns of a Eucalyptus dunnii Maiden plantation in temperate climate of Uruguay. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 258, n. 2, p. 92-99, 2009.

LEITÃO-FILHO, H. F. 1993. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão. **Editora da UNESP**, Fundação para o Desenvolvimento da UNESP, Campinas-SP, p. 184.

MAMAN, A. P, DE; SILVA, C. J. DA; SGUAREZI, E. DE 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 Agroambientais**, Alta Floresta, v.5, n.1, p.71- 84, 2007.

MARINELLI, P. C. S. **Fitossociologia, deposição e decomposição de serrapilheira de reflorestamentos em área de encosta, do Parque Estadual do Grajaú, RJ**. Orientador: Prof. Dr. Luis Mauro Sampaio Magalhães. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2006.

MARTINELLI, L. A.; LINS, S. R.; SANTOS-SILVA, J. C. Fine litterfall in the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 49, p. 443-451, 2017.

MASON, C.F. 1980. **Decomposição**. São Paulo: EDUSP, 63 p.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2461-2470, 2008.

NUNES, F. P.; PINTO, M. T. C. Decomposição de folhede em reflorestamento ciliar na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, Minas Gerais. **Revista Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 423-431, 2012.

ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro-RJ, 434p.

PAGANO, S. N. Produção de folhede em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 49, p. 633-639, 1989.

PAGANO, S.N. & DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In **Matas ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Editora da USP/Fapesp, São Paulo, p.109-123, 2000.

PECH, T. M. **Influência da macro e mesofauna edáfica para a decomposição da serrapilheira em plantio de Pinus taeda**. Orientadora: Dra. Júlia Carina Niemeyer. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharel em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos-SC, 2018.

PINTO, W. J.; NEGREIROS, A. B. A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus. **Revista Continentes**, Seropédica-SP, ed. 7, n. 12, p. 175-202, 2018.

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

PRIMO, A. C. A. **Produção e Degradação da Serrapilheira de Espécies Lenhosas da Caatinga e sua Contribuição na Recuperação de Áreas Degradadas**. Orientadora: Dra. Ana cláudia Alves Primo. 154 f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, 2016.

R CORE TEAM (2024). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

REZENDE, J. L. P.; GARCIA, Q. S.; SCOTTI, M. R. M. M. L. Laboratory decomposition of *Dalbergia nigra* All. ex. Benth and *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden leaves in forest and eucalypt plantation soils. **ACTA Botânica Brasílica**, Brasília-DF, v. 15, n. 3, p. 305-312, 2001.

REZENDE, S. D. P. **Estimativa de coeficiente de decomposição da serrapilheira em uma floresta de transição em Sinop-MT**. Orientador Francisco de Almeida Lobo. 46 f. Dissertação no Programa de pós graduação em física ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2009.

RIBEIRO, J. F. WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa informações tecnológicas, p. 152–212, 2008.

RIBEIRO, L. **Dinâmica de nutrientes na serrapilheira, em um trecho de mata ciliar alagável com ninhal de aves do Rio Cuiabá, no Pantanal Barão de Melgaço-MT**.

Orientadora: Dra. Maria Tereza Cândido Pinto. 53 f. Monografia de graduação. Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 1998.

SATCHELL, J. E. Litter-interface of animate/inanimate matter. In: DICKINSON, C. H.; PUGH, G. J. F. **Biology of plant litter decomposition**. London & New York: Academic Press, v, 1, 1974.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; DA SILVA, E. M. R.; Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro-RJ, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2012

SEASTEDT, T. R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual Review of Entomology**, v. 29, p. 25–46, 1984.

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

SILVA, C. R.; BRADÃO, C. B. Análise da decomposição da serapilheira na floresta da Tijuca-RJ através do uso de litterbags. **Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 1-17, 2020.

SILVA, L. V. B. **Estudos ecológicos sobre a decomposição de serapilheira em vegetação de cerrado**. Orientadora: Laura Vívian Barbosa Silva. 71 f. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2009.

SILVA, R. D. **Indicadores de recuperação ambiental em diferentes coberturas florestais, Alegre-ES**. Orientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. 61 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES, 2012

SIQUEIRA, T. M.; PINHEIRO, M. H. O.; SILVA, D. G. DA; FRANCO, T. M. Influências climáticas na produção de serapilheira em um cerrado em Prata – MG. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 29 n. 2, p. 7-15, 2016.

TAN, B.; YIN, R.; ZHANG, J.; ZHANG, J.; et al. Temperature and Moisture Modulate the Contribution of Soil Fauna to Litter Decomposition via Different Pathways. **Ecosystems**, v. 24, p. 1142–1156, 2021.

VIEIRA M.; SCHUMACHER, M. V.; ARAÚJO, E. F. Disponibilização de Nutrientes via Decomposição da Serapilheira Foliar em um Plantio de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus globulus*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 21, n. 3, p. 307-315, 2014.

VILLA, E. B.; PEREIRA, M. G.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. dos S. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 23, n. 1, p. 90–99, 2016.

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**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

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

ZHOU, W. J.; SHA, L. Q.; SCHAEFER, D. A.; ZHANG, Y. P.; SONG, Q. H.; TAN, Z. H.; DENG, Y.; DENG, X. B.; GUAN, H. L. Direct effects of litter decomposition on soil dissolved organic carbon and nitrogen in a tropical rainforest. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 81, p. 255–258, 2015.

## CONCLUSÃO GERAL

A serrapilheira, frequentemente ignorada ou tratada apenas como um compartimento dentro dos ecossistemas, foi o foco desta pesquisa, que apresentou uma análise abrangente sobre sua importância nos diferentes contextos ambientais das fitofisionomias do leste de Mato Grosso do Sul. Cada capítulo contribuiu para o entendimento de sua dinâmica e das influências que impactam a ciclagem e o armazenamento nutricional dessas vegetações.

No primeiro capítulo, a revisão da literatura nacional sobre serrapilheira destacou sua importância como reservatório de nutrientes e matéria orgânica, identificando métodos e lacunas nas pesquisas. O segundo capítulo apresentou resultados pioneiros sobre as fitofisionomias do leste sul-mato-grossense, mostrando variações na produção de serrapilheira e a maior influência das pressões em comparação à pluviosidade local. No terceiro capítulo, a análise do estoque e retenção hídrica identificou padrões sazonais e a importância das folhas na manutenção da umidade e fertilidade do solo. O quarto capítulo mostrou que a decomposição corresponde ao padrão de vegetações tropicais, onde o processo é mais rápido em períodos úmidos e mais lento em períodos secos, variando com a proximidade de corpos hídricos e relevo, baseando discussões sobre ciclagem de nutrientes e adaptação das vegetações a influências externas.

A presente pesquisa demonstrou a necessidade de ampliar a pesquisa para incluir outras fitofisionomias do Cerrado, proporcionando uma compreensão mais abrangente da dinâmica da serrapilheira. É fundamental implementar estudos de longo prazo para monitorar as mudanças nas dinâmicas de produção, estoque e decomposição da serrapilheira, levando em consideração variações climáticas e impactos antropogênicos. Além disso, explorar as interações entre a serrapilheira e a fauna edáfica pode revelar aspectos importantes para a manutenção da biodiversidade e a saúde do solo. Este estudo contribuiu para o entendimento da serrapilheira como um indicador vital da qualidade ambiental e da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas do Cerrado. As metodologias e descobertas apresentadas podem servir de base para futuras pesquisas e práticas de manejo sustentável, destacando a importância de abordagens integradas que considerem aspectos ecológicos, climáticos e geográficos. A preservação das vegetações naturais e a implementação de estratégias eficazes de conservação e restauração podem beneficiar diretamente a saúde dos ecossistemas e a biodiversidade da região.

## REFERÊNCIAS GERAIS

ALMEIDA, B. T. **Interações hidrossedimentológicas e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS)**. Orientador: Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes. 221 f. Dissertação - Curso de Pós-graduação em Geografia Área de Concentração: Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental, da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, Presidente Prudente-SP, 2008.

ALMEIDA, J. T. S. **Deposição de serrapilheira em áreas de diferentes estádios de regeneração em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana em Miguel Pereira-RJ**. Orientadora: Dra. Fátima Pinã-Rodrigues. 40 f. Monografia - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2006.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M. SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. v. 22, n. 6, p; 711-728, 2013.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. B.; SOUTO, P. C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão-PB, v. 6, n. 2, p. 194-203, 2006.

ANDRADE, A. G. de.; TAVARES, S. R. de L.; COUTINHO, H. L. da C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

ANDRADE, A. G.; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, S. M. 1999. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro-RJ: Embrapa, 22p.

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

ARAÚJO, N. N. A. **Capacidade de retenção hídrica, estoque e macronutrientes (N, P e K) da liteira ecossistemas sucessionais nos tabuleiros costeiros da Amazônia Oriental**. Orientador: Dr. Francisco de Assis Oliveira. 50 f. Dissertação - Curso de pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, 2017.

ARRUDA, M. B. **Representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil: o caso do bioma cerrado**. Orientador: Dr. Doris Santos Faria 194 f. Tese - Doutorado em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S.; MARTINS, E. S.; MARTINS, R. C.; CAMPOS, R. N. Ecorregiões, Unidades de Conservação e Representatividade Ecológica do Bioma Cerrado. In: Sano, S.; Almeida, S. P. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1 ed. Brasília: Embrapa, v. 1, p. 229-270, 2008.

BASE HIDROGRÁFICA OTTOCODIFICADA MULTIESCALAS. 2017. ANA – **Agência Nacional de Águas e MMA - Ministério do Meio Ambiente**. Brasília-DF, ANA. Disponível em: [metadados.snirh.gov.br/bhom-2017](http://metadados.snirh.gov.br/bhom-2017). Acesso em: 30-11-2023;

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo-SP: Instituto de Geografia da USP, n. 13, 1972.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 9, n. 2, p. 101-157, 1975.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas-SP, v. 9, n. 2, p. 277-285, 2001.

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

CARDOSO, L. S. **Relação do aporte de serrapilheira com variáveis dendrométricas, climáticas e índices ecológicos na Floresta Nacional Mário Xavier**. Orientador: Dr. Emanuel José Gomes De Araújo. Monografia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Florestas, Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Seropédica-RJ, 2022.

CASTRO JR.; **O papel da fauna endopedônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície**. 150 f. Dissertação - IGEOUFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 1991.

CAVALCANTE, A. C. P; OLIVEIRA, B. S.; SANTOS, C. E. M.; LOPES, E. M. S.; CAVALCANTE, A. G.; FERREIRA, D. F.; AQUINO, L. A. Decomposição e ciclagem de nutrientes em serrapilheira de abacateiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, 2020.

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

CEUC - **Cadastro Estadual de Unidades de Conservação de Mato Grosso do Sul**. 2023. UNICECO-GUC-IMASUL. Disponível em: imasul.ms-ceuc-ms. Acesso em: 18-11-2023.

CIANCIARUSO, M.V.; PIRES, J.S.R.; DELITTI, W.B.C. & SILVA, E.F.L.P. Produção de serrapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, **Brasil. Acta Bot. Bras**, v. 20, p. 49-59, 2006.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. **O. Fundamentos da matéria orgânica do solo** - ecossistemas tropicais e subtropicais. Brasil, p. 137-145, 2008.

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

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo-SP, v. 1, p. 17-23, 1978.

DECRETO ESTADUAL Nº 14.366-2015, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2015. IMASUL, 2015. Disponível em: imasul.ms-decreto-estatal-14366. Acesso em: 21-11-2023.

DECRETO MUNICIPAL Nº 105-2006, de 09 DE NOVEMBRO 2006. SEMEA-TL, 2006

DELITTI, W. B. C. Estudo de ciclagem de nutrientes: instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). **O ecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro-RJ, v. 1, p. 469-486, 1995.

DICK, G. **Deposição de serrapilheira como bioindicador em fragmentos de floresta estacional decidual**. Monografia. Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen-RS, 2011.

DINERSTEIN, E.; OLSON, D.; GRAHAM, D.; PRIMM, S; BOOKBINDER, M.; LEDEC, G. Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. **Washington: WWF**. p. 135, 1995

DOMINGOS, M.; POGGIANI, F.; DE VUONO, Y. S.; LOPES, M. I. M. S. Produção de serapilheira na floresta de reserva biológica de paranapiacaba sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Revista Hoehnea**, São Paulo-SP, v. 17, p. 47-58, 1990.

DULEY, F. L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soil. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison-WI, v. 4, p. 60-64, 1939.

FACELLI, J. M.; WILLIAMS, R.; FRICKER S.; LADD, B. Establishment and growth of seedlings of *Eucalyptus obliqua*: interactive effects of litter, water, and pathogens. **Australian Journal of Ecology**, v. 24, ed. 5, p. 484-494, 1999.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de florestas secundária, Plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e Andiroba (*Crapaguianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Revista Ciência Florestais**, Centro de Ciências Rurais da UFSM Online, v. 2, n. 16, p. 163-175, 2006.

FERREIRA, M. E; FERREIRA JR, L.G.; LATRUBESSE, E.M; MIZIARA, F. Considerations about the land use and conversion trends in the savanna environments of Central Brazil under a geomorphological perspective. **Journal of Land Use Science**, 11:1, p. 33-47, 2016.

FERREIRA, V. de O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **GeoTextos**, Uberlândia-MG, v. 6, n. 2, p. 187-208, 2010.

FIGUEIREDO FILHO, A.; FERREIRA, G. M.; BUDANT, L. S.; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação estacional da deposição da serrapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria-SC, v. 13, n. 1, p. 11-18, 2003.

FLORENZANO, T. G. 2002. **Imagens de satélite para estudos ambientais – Sensoriamento Remoto**. Oficina de textos, São Paulo-SP, 97 p.

FREIRE, M. **Chuva de Sementes, Banco de Sementes no Solo e Deposição de Serrapilheira como Bioindicadores Ambientais**. Orientadora: Prof. Dra. Fátima Conceição Márquez Pinã-Rodrigues. 92 f. Dissertação. Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2006.

FREIRE, M.; SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Influência do clima no aporte de serrapilheira em uma floresta ombrófila densa montana. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PB, v. 9, n. 3, p. 427-431, 2014.

GIUSTINA, C. C. D. **Degradação e conservação do cerrado: uma história ambiental do estado de Goiás**. Orientador: Dr. José Luiz Andrade Franco. Tese Doutorado em Desenvolvimento Sustentável – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

GOMES, J. M.; PEREIRA, M. G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, G. H. A.; GODIM, F. R.; SILVA, E. M. R. Aporte de serrapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PB, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.

GONÇALVES, T. S.; MENDONÇA-FILHO, C. V.; SILVA, A. C. Deposição de serrapilheira em Capões de Mata associados a turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional - Parque Estadual do Rio Preto, MG. **Terr@ Plural**, Ponta Grossa-MG, v. 17, p.1-15, 2023.

GONÇALVES, T. S.; SILVA, A. C. Em busca do estado da arte na geração de conhecimentos geossistêmicos para a ciência do solo. **Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agrônomicas**, Diamantina-MG, v. 27 n. 2, p. 205-216, 2018.

GONDIM, F. R. **Aporte de Serrapilheira e Chuva de Sementes como Bioindicadores de Recuperação Ambiental em Fragmentos de Floresta Atlântica**. Orientadora: Dra. Fatima C. M. Piña-Rodrigues. 65 f. Dissertação - Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica-RJ, 2005.

GONZALES, M. I. M.; GALHARDO, J. F. El efectohojarasca: una revision. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Madrid, v. 41, p. 1130-1157, 1982.

HAASE, G., NEUMEISTER, H. Some methodological outlines of landscape ecological research. In: Landscape synthesis: foundations, classification and management. Part I, "Geoecological Foundations". **Haale, Germany**, p. 5-22, 1986.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, v. 118, p. 189-205, 2003.

JÚNIOR, D. G.; CALDEIRA, M. V. W.; KUNZ, S. H.; DELARMELINA, W. M.; MOMOLLI, D. R.; GONÇALVES, E. O.; MOREAU, J. S. Seasonal litterfall and nutrients in an Atlantic Forest fragmente. **Revista Ambiente e Água**. v. 17, n. 1, 2022.

KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (orgs.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo-SP: EDUC-COMPED-INEP, p. 77-94, 2001.

KOBLITZ, R. V.; PEREIRA-JÚNIOR, S. J.; AJUZ, R. C. A.; GRELLE, C. E. V. Ecologia de paisagens e licenciamento ambiental. **Natureza e Conservação**, v. 9, n. 2, p. 244–248, 2011.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds.): **Handbuch der Klimatologie**. **Gebrüder Bornträger**, Berlin, ed 1, p. 1–44, 1936.

LEI ESTADUAL N.º 2.067-1963, de 14 DE DEZEMBRO DE 1963 – Três Lagoas-MS, **Cidades IBGE**, 1963. Disponível em: [cidades.ibge.gov.br-brasil-ms-tres-lagoas](http://cidades.ibge.gov.br-brasil-ms-tres-lagoas). Acesso em: 18-11-2023.

LEI ESTADUAL N.º 4.219-2012, de 11 DE JULHO DE 2012. **IMASUL**, 2012. Disponível em: [imasul.ms-lei-421912](http://imasul.ms-lei-421912). Acesso em: 21-11-2023.

LEI FEDERAL N.º 12.651-2012, de 25 DE MAIO DE 2012. Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012. Disponível em: [planalto.gov.br-lei-12651](http://planalto.gov.br-lei-12651). Acesso em: 21-11-2023.

LEITÃO-FILHO, H. F.; PAGANO, S. N.; CESAR, O.; TIMONI, J. L.; RUEDA, J. J. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP). **EDUNESP-EDUNICAMP**, São Paulo-SP, v. 24, n. 2, p. 195-198, 2001.

LEKHA, A.; GUPTA, S. R. Decomposition of Populus and Leucaena leaf litter in an agroforestry system. **Environmental Science and Forestry**, v. 1, p. 97-108, 1989.

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

MACHADO, R. B.; RAMOS-NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P. CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservação Internacional do Brasil**, Brasília-DF, 2004.

MAESTRI, R.; LEITE, M. A. S.; SCHMITT, L. Z.; RESTELLO, R. M. Efeito de mata nativa e bosque de Eucalipto sobre a riqueza de artrópodos na serrapilheira. **Perspectiva**, Erechim, Vargem Bonita-SC, v. 37, ed. Especial, p. 31-40, 2013.

**MAPA OFICIAL DOS BIOMAS DO BRASIL**. 2004. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e MMA - Ministério do Meio Ambiente. Rio de Janeiro-RJ, IBGE. Disponível em: [ibge.gov-mapa-biomas](http://ibge.gov-mapa-biomas).

MARIANO, L, F. **Processos de ciclagem de nutrientes em diferentes modelos de restauração**. Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fátima Conceição Márquez Pinã-Rodriguez. 43 f. Dissertação de Mestrado – Pós Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba-SP, 2021.

MARIATH, A. E. J.; SANTOS, P. R. (org.). Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética. In: Conferências Plenárias e Simpósios do 57º Congresso Nacional de Botânica, Porto Alegre-RS: **Sociedade Botânica do Brasil**, p. 752, 2006.

MARTINS, M. L. 2007. **História e Meio Ambiente**. Annablume, Faculdades Pedro Leopoldo, São Paulo, p. 127.

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

MIRANDA, J. C. **Intercepção das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, RJ**. 100 f. Dissertação - Programa de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 1992.

METZGER, J. P. O que é ecologia da paisagem? **Biota Neotropica**. ed. 1, p. 1-9, 2001.

MYERS, N. Threatened biotas: "Hot Spots" in tropical forests. **The Environmentalist**, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.

**NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO BRASIL**. 2022. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: [portal.inmet.gov.br-normais#](http://portal.inmet.gov.br-normais#). Acesso em: 18-11-2023.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba-PR, v. 22, n. 1, p. 77-99, 2007.

ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro-RJ, 434p.

OLIVEIRA, E. L. **Análise da Serrapilheira em Áreas de Mata Ciliar na Arie Floresta da Cicuta**. Orientadora: Dra. Fabiana Soares dos Santos. 68 f. Dissertação – Curso de Mestrado em Tecnologia Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda-RJ, 2023.

OLIVEIRA, M. L. de.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M. da.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 535-539, 2005.

OLIVEIRA, R. E. **Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba-SP: silvigênese e ciclagem de nutrientes**. Orientador: Dr. Fábio Poggiani. 79 f. Dissertação – Curso de Mestrado em Ciências, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 1997.

OLIVEIRA, V. R. S. **Impactos cumulativos na avaliação de impactos ambientais: fundamentação, metodologia, legislação, análise de experiências e formas de abordagem**. Orientador: Prof. Dr. Nemésio Neves Batista Salvador. 181 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2008.

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

PAGANO, S. N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 49, p. 633-639, 1989.

PAULA, E. M. S.; SILVA, E. V.; GORAYEB, A. Percepção ambiental e dinâmica geocológica: premissas para o planejamento e gestão ambiental. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia-MG v. 26, n. 3, p.511–518, 2014.

PAULA, S. A.; LEMOS FILHO, J. P. Dinâmica do dossel em mata semidecídua no perímetro urbano de Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo-SP, v. 24, n. 4, p. 545-551, 2001.

PENNA-FIRME, R.; OLIVEIRA, R. R. Indicadores de funcionalidade ecossistêmica: integrando os processos de produção e decomposição da serapilheira. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo-RS, n. 70, p. 213-223, 2017.

PINTO, W. J.; NEGREIROS, A. B. A Serrapilheira como Bioindicador de Qualidade Ambiental em Fragmentos de Eucalyptus. **Revista Continentes**, Seropédica-RJ, ed. 7, n. 12, p. 175-202, 2018.

PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhagava - PR. **Biblioteca Florestal**, Rio de Janeiro-RJ, v. 26, n. 2, p. 3-10, 1996.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba-PR, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

PRIMO, A. C. A. **Produção e Degradação da Serrapilheira de Espécies Lenhosas da Caatinga e sua Contribuição na Recuperação de Áreas Degradadas**. 154 f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, 2016.

QUEIROZ, F. L. L. **Aspectos da dinâmica hidrossedimentológica e do uso e ocupação do solo na bacia do Córrego Arapuá (MS)**. Orientadora: Dra. Luzia Luciana Salvi. 125 f. Dissertação - Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas-MS, 2011.

**RESOLUÇÃO SEMADE Nº 26, DE 16 DE FEVEREIRO DE 2016**. IMASUL, 2016. Disponível em: [imasul.ms-resolucao-semade-26](http://imasul.ms-resolucao-semade-26). Acesso em: 21-11-2023.

RIBEIRO, J. F. WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. Cerrado: ecologia e flora. Brasília: **Embrapa informações tecnológicas**, p. 152-212, 2008.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. **Matas ciliares: conservação e recuperação (EDUSP-FAPESP)**, São Paulo-SP, v. 3, p. 235-248, 2000.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental. **EDUFC**, Fortaleza-CE, p. 332, 2022.

ROMERO, M. A.; FARAH, E. L.; MACEDO-JUNIOR, G. N.; BEVILACQUA, G. A.; ROMANINI, R. M. Impactos sócio-econômicos e ambientais causados por usinas hidrelétricas. Estudo de caso: UHE ENG. Sergio Motta (Porto Primavera) In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. AIDIS. **Saneamento ambiental: desafio para o século 21 - ABES**, Rio de Janeiro-RJ, p. 1-39, 2001.

SANO, E. E. Uso ambientalmente correto da terra do Cerrado. In: HOSONO, A.; ROCHA, C. M. C.; HONGO, Y. Desenvolvimento para a agricultura sustentável. **O Cerrado Brasileiro**. Palgrave MacMillan, Nova York, 2016.

SANO, E. E.; RODRIGUES A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE. M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO, A. F.; VASCONCELOS, V.; SCHULER, J.; BOLFF, E. L. Cerrado ecoregions: a spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna

environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 818–828, 2019.

SANO, S. M.; ALMEIRA, S. P.; RIBEIRO, J. F.; 2008. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF, 410p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; SANTOS, S. L. DOS; VÁLIO, I. F. M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasil Botânica**, Campinas-SP, v. 25, n. 1, p. 89–92, 2002.

SANTOS, R. F.; CARLESSO R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SCARIOT, A. Seedling Mortality by Physical Damage in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 662-669, 2000.

SCHUMACHER, M. V.; SZYMCZAK, D. A.; TRÜBY, P.; LONDERO, E. K.; MARAFIGA, J. Aporte de serrapilheira e nutrientes em uma floresta estacional decidual na Região Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Itaara-RS, v. 28, n. 2, p. 532- 541, 2018.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; DA SILVA, E. M. R.; Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Biblioteca Florestal**, Rio de Janeiro-RJ, v. 2, n. 2, p. 18, 2012.

SILVA, C. J.; LOBO, F. A.; BLEICH, M. E.; SANCHES, L. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição o norte de Mato Grosso. **ACTA Amazônica**, Manaus-AM, v. 39, n. 3, p. 591-600, 2009.

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**, Nova Xavantina-MT, v. 37, n. 4, 2007.

SILVA, S. D.; BARBOSA, A. S. Paisagens e fronteiras do Cerrado: ciência, biodiversidade e expansão agrícola nos chapadões centrais do Brasil. **Estudos Ibero-Americanos**, Porto Alegre-RS, v. 46, n. 1, p. 1-18, 2020.

SILVEIRA, N. D.; PEREIRA, M. G.; POLIDORO, J. C.; TAVARES, S. R. de L. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Revista Ciência Florestal**, Paraty-RJ 17(2), 129-136, 2007.

**SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO EM BIODIVERSIDADE**. 2023. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Disponível em: [www.icmbio.gov.br-sisbio](http://www.icmbio.gov.br-sisbio). Acesso em: 18-11-2023.

SOUZA A.K.R., MORASSUTI, C.Y., DEUS, W.B.de., Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. **ACTA Biomédica Brasiliensia**, v. 9, n. 3, p. 95-106, 2018.

SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serrapilheira 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. **Revista Cerne**, Lavras-MG, v. 7, n. 1, p. 101-113. 2001.

SPERANDIO, H. V.; CALDEIRA, M. V. W.; NANDORF, R. J.; SANTANA, R. C.; AZEVEDO, C. H. S. Ciclagem de nutrientes: serapilheira acumulada em leguminosas. In: OLIVEIRA, G. A. L. Pesquisa e Sociedade: Os desafios e as contribuições da ciência. **Editora Inovar**, Campo Grande-MS, ed. 1, cap. 4, p. 36-45, 2020.

TADAKI, Y. 1977. **Leaf Biomass**. JIBP synthesis, Tokio, v. 16, p. 39-57.

TIRELLI, M. G. **Capacidade de retenção da umidade e produção acumulada de serrapilheira em sítios florestais perturbados da mata atlântica**. Orientador: Dr. Ricardo Valcarcel. 29 f. Monografia - Curso de Engenharia Floresta, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2015.

TISOTT, S. T.; SCHMIDT, V.; WAQUIL, P. D. A expansão da atividade florestal em Três Lagoas e região: preocupação com o meio ambiente. **Brazilian Journals of Business**. Curitiba, v. 3, p. 2295-2311, 2021.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ**. Orientador: Dr. Marcos Gervasio Pereira. 80 f. Dissertação - Mestrado em ciências ambientais e florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica-RJ, 2003.

**UCM – Unidades de Conservação Municipais de Mato Grosso do Sul**. UNICECO-GUC-IMASUL, 2022. Disponível em: [imasul.ms-ucm](http://imasul.ms-ucm). Acesso em: 18-11-2023.

VILLA, E. B.; PEREIRA, M. G.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. dos S. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 23, n. 1, p. 90–99, 2016.

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

ZARDO, D. C.; CARNEIRO, A. P.; LIMA, L. G. de.; SANTOS FILHO, M. dos. Comunidade de artrópodes associada à serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na estação ecológica serra das araras – Mato Grosso, Brasil. **Revista Uniara**, Araraquara-SP, v. 13, n. 2, p. 105-113, 2010.