



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

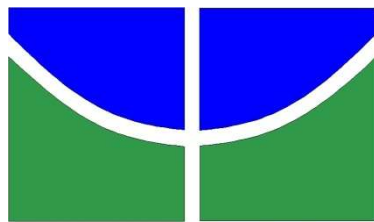
**Dinâmica do aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito com
diferentes substratos**

Yago Barbosa Turco

Brasília, 10 de fevereiro de 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

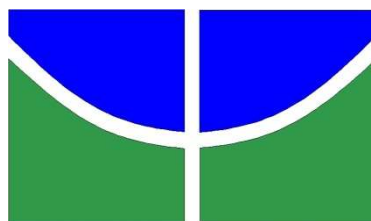
**Dinâmica do aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito com
diferentes substratos**

Yago Barbosa Turco

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado ao Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade de Brasília como parte
das exigências para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto

Brasília-DF, 10 de fevereiro de 2023



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT
Departamento de Engenharia Florestal – EFL

**Dinâmica do aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito com
diferentes substratos**

Estudante: Yago Barbosa Turco

Matrícula: 15/0082444

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto

Menção: _____

Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal
Orientador (EFL)

Dr. Jonas Inkotte
PROSUL – Projetos, Supervisão e Planejamento LTDA
Membro da Banca

MSc. Weydson Nyllys Cavalcante Raulino
Programa de Pós-graduação em Ciência Florestais – UnB
Membro da Banca

Brasília-DF, 10 de fevereiro de 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

TURCO, YAGO BARBOSA

DINÂMICA DO APORTE DE SERAPILHEIRA EM CERRADO SENTIDO RESTRITO COM DIFERENTES SUBSTRATOS.

28 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheira, Engenharia Florestal, 2023).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Cerrado Rupestre

2. Ciclagem de nutrientes

3. Ambiente rochoso

4. Aporte de serapilheira

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TURCO, Y. B. (2023). **Dinâmica do aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito com diferentes substratos**. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 19 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: *Yago Barbosa Turco*

TÍTULO: *Dinâmica do aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito com diferentes substratos*.

GRAU: Engenheiro Florestal

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Yago Barbosa Turco

yagoturco@gmail.com

AGRADECIMENTOS

À minha família, representada pela minha mãe, Déa, minha irmã, Júlia e meu pai, Stefano, que sempre foram, com todos seus acertos e erros, meus exemplos de caráter, de gostos e de como ser um humano melhor para o mundo. Ao gato Obama, que esteve comigo em todos os momentos não só dos oito longos anos de universidade, como em mais seis de vida, sempre sendo muito amoroso e arteiro. Aos meus amigos de Brasília e do Rio de Janeiro, da universidade, da escalada e da vida, representados pelas figuras da Isabela e do Waltency, que eu tanto amo e conto para o resto da vida. Aos colegas da UnB, a quem compartilhei tantas experiências, umas prazerosas e outras que me calejaram a mente e a alma. Aos professores, aqui representados pelo meu orientador neste trabalho Dr. José Roberto, a quem pude recorrer para desenvolver o intelecto e me formar, um profissional capacitado e ético. Aos trabalhadores do Brasil, representados pela Maria e pelo Chico, que me inspiram com a força e perseverança de um povo que merece ser feliz. Ao Universo, por propiciar coincidências, momentos, risadas, reflexões, dúvidas, viagens, amores e tudo que me move no sentido da vida. A todos que de alguma forma fizeram a diferença para que esse trabalho, que representa o fechamento de um ciclo e abertura de outro, fosse realizado.

RESUMO

Turco, Yago Barbosa (TURCO, Y. B.) **Dinâmica do aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito com diferentes substratos**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

A ciclagem de nutrientes é o processo de transferência de minerais entre as plantas e o solo, e vice-versa. Este processo influencia diretamente na disponibilidade dos nutrientes para o desenvolvimento da vegetação, sendo, portanto, importante regulador da estabilidade dos ecossistemas. O Cerrado sentido restrito (CSR), a principal fitofisionomia do bioma Cerrado, ocorre em solos ácidos e distróficos, com baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que evidencia a importância da ciclagem de nutrientes para manutenção da vegetação. O CSR é dividido em quatro subtipos fitofisionômicos que se diferenciam pela densidade da vegetação e o tipo de substrato em que ocorrem. O Cerrado Rupestre (CR), subtipo que ocorre em ambiente com solo raso e afloramentos rochosos, é uma das fitofisionomias menos estudadas e mais sensíveis do CSR, ainda que apresente vegetação similar aos ambientes de menor restrição, como o Cerrado Típico (CT). O presente estudo objetivou comparar o aporte de serapilheira total e por frações (folhas, galhos, partes reprodutivas e outros) nos ambientes CR e CT a fim de compreender se a variação interanual e a sazonalidade climática intra-anual atuam de forma diferenciada nos dois subtipos de CSR. Foi mensurado o aporte mensal de serapilheira, no período de dezembro de 2020 a novembro de 2022, em 20 coletores de 0,25m² para cada ambiente, amostrados no Parque Estadual dos Pireneus, Goiás. O CT apresentou maior aporte anual de serapilheira que o CR, porém apenas em 2021 a diferença foi significativa ($p = 0,044$). O maior aporte ocorreu no período seco em ambos ambientes e nos dois anos, porém só diferiu significativamente entre CT e CR em 2021 ($p = 0,024$). A fração folha foi a que mais contribuiu no total aportado para os dois ambientes, em ambos os anos e ambas as estações, seguida das frações Reprodutivo, Galhos e Outros. Porém, apenas em 2021 as frações diferiram entre CR e CT. Não foi possível concluir que a diferença no tipo de substrato é o fator que determina a dinâmica da ciclagem de nutrientes entre CR e CT.

Palavras-chave: Cerrado Rupestre; ambiente rochoso; aporte de serapilheira; ciclagem de nutrientes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do Parque Estadual dos Pirineus, Goiás – Brasil, com localização dos sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre (Fonte: SEMAD-GO, 2017).	14
Figura 2. Relação do aporte de folhas no CR do Parque Estadual dos Pirineus, Goiás, com a precipitação mensal registrada na estação meteorológica de Pirenópolis – GO, no período de dezembro de 2020 a novembro de 2022.	22
Figura 3. Relação do aporte de folhas no CT do Parque Estadual dos Pirineus – GO, com a precipitação mensal registrada na estação meteorológica de Pirenópolis – GO, no período de dezembro de 2020 a novembro de 2022.	22
Figura 4. Variação das medianas do aporte mensal de serapilheira no CR e CT do Parque Estadual dos Pirineus - GO, em g/0,25m ² , no período entre dezembro de 2020 e novembro de 2022.	24

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Comparação do aporte de serapilheira ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) total e por fração em Cerrado Rupestre (CR) e Cerrado Típico (CT), nos anos de 2021 e 2022 e nas estações seca e chuva, no Parque dos Pirineus - Goiás. Valores com asterisco (*) apresentaram significância pelo teste de Mann-Whitney (5%)..... 17
- Tabela 2.** Contribuição de cada fração (%) no aporte total de serapilheira em cada ambiente (Cerrado Rupestre – CR e Cerrado Típico – CT), ano (2021 e 2022) e estação (seca e chuva), amostrado no Parque Estadual dos Pirineus - Goiás. 18
- Tabela 3.** Valores comparativos (p-valor) de cada ano e estação para o aporte total e por fração obtidos pelo teste de Mann-Whitney para cada ambiente (Cerrado Rupestre – CR e Cerrado Típico – CT), a 5% de probabilidade, no Parque Estadual dos Pirineus - Goiás. Valores com asterisco (*) apresentaram significância..... 19
- Tabela 4.** Correlações entre as precipitações mensais de cada ano (2021 e 2022) para o aporte total de serapilheira em cada ambiente (Cerrado Rupestre – CR e Cerrado Típico – CT), obtidos pelo teste de Spearman a 5% de probabilidade, no Parque Estadual dos Pirineus - Goiás.20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSR	Cerrado sentido restrito
CR	Cerrado Rupestre
CT	Cerrado Típico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	Área de estudo	14
3.2	Aporte de serapilheira.....	15
3.3	Análise dos dados.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1	Aporte de serapilheira anual e sazonal.....	17
4.2	Composição do material aportado	18
4.3	Comparação interanual	19
4.4	Correlação da precipitação mensal.....	20
5	CONCLUSÕES.....	25
6	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A estabilidade dos ecossistemas está diretamente ligada à dinâmica da ciclagem dos nutrientes que os compõem (Inkotte et al., 2019). Conhecer o balanço entre a entrada e a saída de nutrientes é de suma importância para avaliar se os ecossistemas estão saudáveis e como reagem a distúrbios e atividades antrópicas (Lopes et al., 2009). O estudo da ciclagem de nutrientes proporciona o entendimento acerca da disponibilidade destes e, conseqüentemente, da produtividade dos ecossistemas (Amorim & Batalha 2008). É, portanto, o principal processo de transferência de nutrientes para o solo (Schulze et al., 2002, apud Alves et al., 2018), e acontece majoritariamente no compartimento edáfico, a partir do aporte e decomposição de serapilheira (Berg & McLaugherty, 2008, apud Alves et al., 2018). Para que essa dinâmica ocorra de maneira a sustentar o funcionamento do ecossistema é necessário que haja a presença de serapilheira em quantidade e qualidade satisfatória sobre os solos, protegendo-os da erosão e da lixiviação dos nutrientes, proporcionando assim que estes últimos fiquem novamente disponíveis para as plantas (Costa et al., 2015).

Além de servir de camada protetora, a serapilheira representa o estoque potencial de nutrientes para o sistema, visto que é composta de material orgânico em diversos estádios de decomposição, e que libera esses nutrientes de forma lenta e contínua (Calvi, Pereira, Júnior, 2009). A composição da serapilheira pode variar dependendo do tipo de vegetação e da sazonalidade climática, mas observa-se que geralmente é composta por uma parcela maior de folhas (Silva et al., 2009), além de quantidades menores de galhos, ramos, cascas, estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes), dejetos e outros materiais de origem animal, e materiais não identificáveis (Carpanezzi, 1980). A deposição da serapilheira ao longo do ano, apesar de contínua, tem composição e taxas de produção variáveis. Isso porque está associada a uma série de fatores bióticos e abióticos que interferem no comportamento das plantas, como o tipo e o estágio sucessional da vegetação, e as respostas às variações climáticas e sazonais do ambiente em que estão inseridas (Giácomo, Pereira, Machado, 2012). Dentre essas variações, destaca-se os longos períodos de seca, ventos e chuvas fortes, e características inerentes ao solo (Calvi, Pereira, Júnior, 2009).

Ambientes savânicos, em geral, são caracterizados por solos antigos e altamente intemperizados (Bustamante et al., 2012), com taxas de fertilidade relativamente inferiores aos de formações florestais (Paiva et al., 2015). No Cerrado sentido restrito (CSR), conhecido como “savana brasileira”, ocorrem solos ácidos e com alta saturação de alumínio, o que dificulta a

disponibilidade de nutrientes para as plantas (Alves et al., 2018). A vegetação é também determinada por fatores como a sazonalidade das chuvas, sendo o clima o principal regulador (Walter & Ribeiro, 2010), e pela ocorrência do fogo, que de tempos em tempos incide sobre a vegetação e exerce influência direta na dinâmica nutricional (Miranda, 2010). Algumas espécies lenhosas de CSR apresentam características que sugerem mecanismos adaptativos ao fogo e à seca (xeromorfismo), como troncos tortuosos, casca espessa e folhas rígidas e coriáceas. Outras possuem órgãos subterrâneos perenes, que auxiliam no processo de rebrota pós fogo (Walter & Ribeiro, 2010). Apesar das adaptações, dependendo da época de ocorrência (Collinson, 1988) e da frequência dos incêndios, pode haver prejuízos significativos à resiliência dos ambientes, com diminuição da área ocupada e raleamento da fração lenhosa (Medeiros & Miranda, 2005).

O CSR é a fitofisionomia mais extensa do Cerrado, ocupando cerca de 58% de sua área natural (Sano et al., 2010), e apresenta o maior número de pesquisas sobre a dinâmica da ciclagem de nutrientes dentro do bioma (Inkotte et al., 2019). Apesar disso, esses autores mostraram que, em geral, há uma carência de estudos nos subtipos fitofisionômicos que representam ambientes rochosos. Mesmo sob a constatação de que os ambientes rupestres são altamente restritivos e, portanto, sensíveis a perturbações (Rocha & Pinto, 2021). Devido à complexidade da fitofisionomia, o Cerrado sentido restrito divide-se em Cerrado Denso, Cerrado Típico (mais representativo dentre eles), Cerrado Ralo e o Cerrado Rupestre, classificados assim de acordo com as características do ambiente e a densidade da vegetação (Ribeiro & Walter, 2008). O Cerrado Rupestre (CR) diferencia-se dos demais por ocorrer em solos rasos e rochosos (Neossolos Litólicos) e por apresentar espécies vegetais endêmicas (Benites, et al., 2003) e especialistas em hábitat específico (Mews et al., 2016). Este subtipo fitofisionômico apresenta densidade vegetacional entre 5% e 20% com altura média dos indivíduos de 2 a 4 metros e é marcado pelos afloramentos rochosos evidentes e estrutura vegetacional arbustivo-herbácea, adaptada ao ambiente rochoso (Ribeiro & Walter, 2008). Em geral, possui baixa disponibilidade de substrato para sustentar indivíduos lenhosos, que buscam esse recurso nas fendas e entre rochas, sendo esse o fator que determina a densidade arbórea desses ecossistemas (Pinto, Lenza, Pinto, 2009).

Apesar das peculiaridades, em áreas de CR há grande coincidência de espécies com as fitofisionomias de CSR de solos profundos, diferindo, sobretudo no que se refere à densidade populacional, que geralmente é menor no ambiente de solo raso (Santos et al., 2012). Todavia, o CR apresenta alta rotatividade de espécies após passagem do fogo, indicando que esses

ambientes podem ser mais sensíveis a eventuais distúrbios (Rocha & Pinto, 2021). Diante disso, faz-se necessário conhecer a dinâmica da ciclagem de nutrientes nessa fitofisionomia para compreender como a composição das espécies se dá de forma tão similar aos outros subtipos de CSR, mesmo com diferenças ambientais, principalmente quanto ao tipo de substrato (disponibilidade, profundidade e classe do solo).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar a dinâmica do aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito, considerando o tipo de substrato (Cerrado Típico, em solo profundo e relevo plano; e Cerrado Rupestre, em solo raso e com afloramentos rochosos).

2.2 Objetivos específicos

- Comparar a dinâmica de produção de serapilheira intra-anual, em cada um dos ambientes estudados);
- Comparar a dinâmica de produção de serapilheira interanual entre os ambientes estudados (CR-21 x CT-21 e CR-22 x CT-22);
- Comparar a dinâmica de produção de serapilheira intra-anual, considerando a sazonalidade (estação seca e estação chuvosa), em cada um dos ambientes estudados nos anos de 2021 e 2022 (CR-21seca x CR-22seca; CR-21chuva x CR-22chuva; CT-21seca x CT-22seca; CT-21chuva x CT-22chuva).
- Comparar a dinâmica de produção de serapilheira interanual, considerando a sazonalidade (estação seca e estação chuvosa) entre os ambientes estudados nos anos de 2021 e 2022 (CR-21seca x CT-21seca; CR-22seca x CT-22seca; CR-21chuva x CT-21chuva; CR-22chuva x CT-22chuva).
- Comparar a dinâmica de produção de serapilheira intra e interanual, considerando a as frações (folhas, galhos, partes reprodutivas e outros), em cada um dos ambientes estudados e nos anos de 2021 e 2022.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Parque Estadual dos Pireneus (PEP), localizado entre as cidades de Cocalzinho de Goiás (6 km) e Pirenópolis (20 km), tem sua área compreendida em três municípios goianos, Cocalzinho de Goiás, Pirenópolis e Corumbá de Goiás. O PEP ocupa área total de 2.833,26 hectares, com altitude variando de 1.100 metros até o cume de 1.385 metros, no Pico dos Pireneus (Moura et al., 2007). A maior fração do Parque ultrapassa os 1.200 metros de altitude, favorecendo o surgimento de nascentes e córregos que, além do valor ecossistêmico, formam importantes rios como o Rio das Almas e Rio Corumbá, que abastecem diversas comunidades à jusante (SEMAD-GO, 2017).

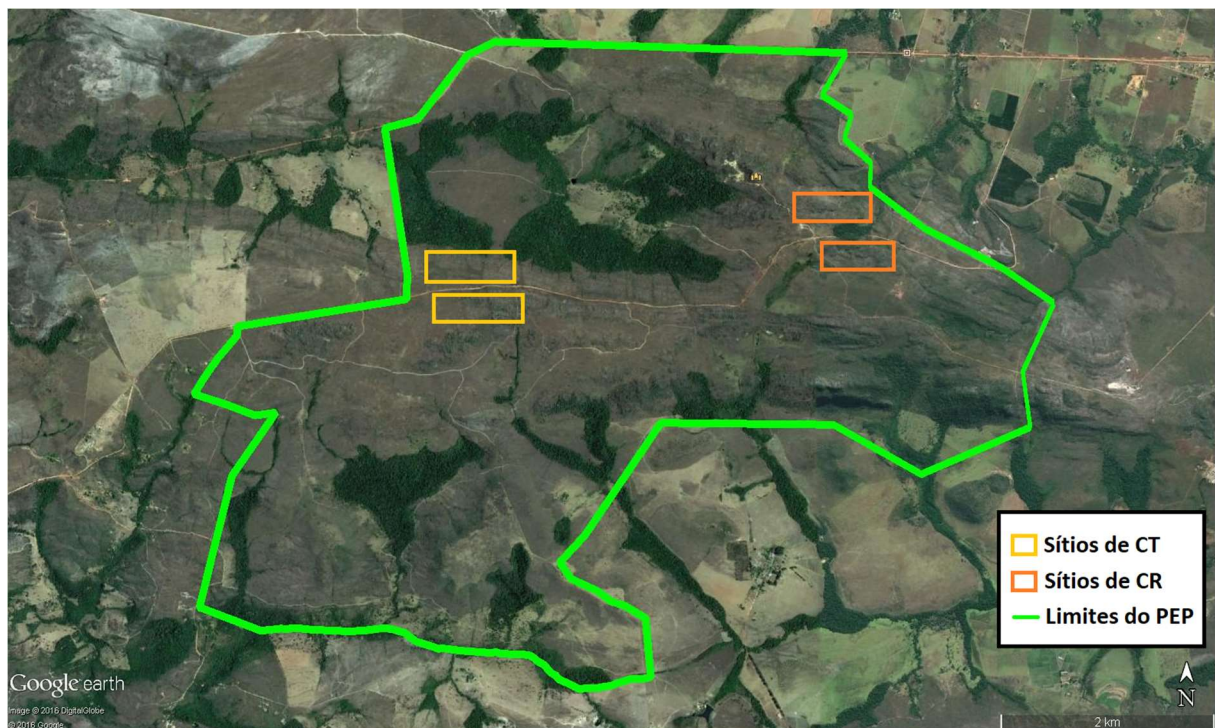


Figura 1. Mapa do Parque Estadual dos Pireneus, Goiás – Brasil, com a localização dos sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre (Fonte: SEMAD-GO, 2017).

O clima da região é do tipo Aw - tropical úmido com inverno seco, temperatura anual média de 22°C, precipitação média de 1.500 mm por ano e duas estações bem definidas: a estação seca nos meses de abril a outubro e a estação chuvosa de novembro a março (Alvares et al., 2013). O solo predominante no parque é do tipo Cambissolo, considerado raso, pouco fértil e cascalhento, mas também há presença de Neossolos Litólicos nas áreas com evidência

de afloramentos rochosos, ocorrendo substrato entre as rochas e fendas (Agência Ambiental de Goiás & Nativa, 2002, apud Moura et al., 2007). A vegetação de Cerrado sentido restrito é predominante no Parque, mas também há presença de vegetações campestres, Florestas Estacionais Semidecíduais, Matas de Galeria e Veredas (Pinto, Lenza, Pinto, 2009).

O PEP é circundado por pastagens e outras ocupações humanas que exercem pressões sobre a unidade de conservação, inclusive com a BR-070 tangenciando um dos lados de seu perímetro. Destaca-se que durante a realização do estudo, foi constatada com frequência a presença de fezes de animais de criação, como bovinos e equinos, dentro das parcelas estudadas (*observação de campo*). Em algumas ocasiões pôde-se observar os animais pastando livremente no interior do Parque. A presença desses animais pode ser relacionada com a dispersão de gramíneas exóticas (Salmona, Ribeiro, Matricardi, 2014). A ocorrência de fogo é outro distúrbio evidenciado no Parque. Diante do monitoramento dos focos de calor no PEP para o período de 2000 a 2016, foi observada a ocorrência de números expressivos desses focos nos anos de 2004, 2010 e 2015 (Rocha & Pinto, 2021). Em setembro de 2019 foi registrada uma queimada de grande proporção, que atingiu aproximadamente 600 hectares do PEP em menos de dois dias de incêndio (Oliveira, 2019).

A área do presente estudo abrangeu dois sítios próximos, um para cada subtipo fitofisionômico do bioma, sendo eles o Cerrado Típico (CT), para fins de comparação, e o Cerrado Rupestre (CR).

3.2 Aporte de serapilheira

Para mensurar a produção de serapilheira, foram alocados 20 coletores em cada fitofisionomia, 10 para cada sítio. Os coletores, anteriormente implantados para estudos prévios (Raulino et al., 2022; Nakamura et al., 2022), têm dimensões quadráticas de 0,25 m² e foram dispostos aleatoriamente, com aproximadamente 50 metros de distância entre eles. Os coletores são constituídos de uma moldura de madeira, onde foi fixada uma rede de náilon com fundo de 20 cm de profundidade e malha de 2 mm de abertura, conforme recomendado por Inkotte et al., (2019). Ficaram suspensos por pernas de madeira para manter elevação de 40 cm do solo, dificultando assim a ação de organismos decompositores (Maman et al., 2007).

No período de dezembro de 2020 a novembro de 2022 foram realizadas coletas mensais do material depositado nos coletores, sendo o conteúdo armazenado em sacos de papel devidamente identificados e, posteriormente, seco em estufa a 70°C por aproximadamente 72

horas, até alcançar massa constante (Silva et al., 2009). Depois o material foi dividido em folhas, galhos, partes reprodutivas e miscelânea (outros), e pesado utilizando balança de precisão. Obteve-se assim a massa seca de cada fração para os 24 meses de coleta. A média dos valores dos 20 coletores representou a dinâmica do aporte de serapilheira em cada fitofisionomia, valores convertidos para quilogramas por hectare ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

3.3 Análise dos dados

Para comparação dos pares de dados utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney, que testa a igualdade das medianas, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), uma vez que não houve normalidade pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov. As comparações dos dados, para o valor total e de cada fração de serapilheira, foram organizadas da seguinte maneira:

- Entre ambientes:
 - Anualmente
 - CR x CT (2021);
 - CR x CT (2022);
 - Sazonalmente
 - CR x CT (seca 2021);
 - CR x CT (chuvosa 2021);
 - CR x CT (seca 2022);
 - CR x CT (chuvosa 2022);
- No mesmo ambiente:
 - Anualmente
 - CR (2021 x 2022);
 - CT (2021 x 2022);
 - Sazonalmente
 - CR seca (2021 x 2022);
 - CR chuvosa (2021 x 2022);
 - CT seca (2021 x 2022);
 - CT chuvosa (2021 x 2022).

Foram comparados dados pluviométricos da estação meteorológica de Pirenópolis – [83376] (cerca de 15 km em linha reta até os sítios estudados), para o período de dezembro de 2020 a novembro de 2022, com o aporte total de serapilheira nos ambientes a fim de verificar relação da disponibilidade hídrica com o comportamento da vegetação (Furquim et al., 2018). Para isso, foi utilizado o Teste de Correlação de Spearman a 5% de significância, adotando-se

os seguintes intervalos de força para os coeficientes de correlação: muito fraca (0,0 a 0,19); fraca (0,2 a 0,39); moderada (0,4 a 0,69); forte (0,7 a 0,89); e muito forte (> 0,9) (Baba, Vaz e Costa, 2014).

O software utilizado para realizar os testes foi o BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007). Para fins práticos, os valores mensurados em dezembro de 2020 estão sendo referidos como do ano 2021 e os valores mensurados em dezembro de 2021 como sendo dezembro de 2022.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aporte de serapilheira anual e sazonal

O aporte total de serapilheira no ano de 2021 diferiu significativamente entre os dois ambientes ($p = 0,044$), com o CT apresentando valor maior (1346,90 kg/ha/ano) do que no CR (1279,56 kg/ha/ano). Sendo que as frações Folhas ($p = 0,0488$), Galhos ($p = 0,0196$) e Reprodutivo ($p = 0,0493$), também foram maiores no CT (Tabela 1).

No ano de 2022 ocorreu o inverso, quando a fração Outros apresentou diferença significativa ($p = 0,0020$) e as demais frações, além do aporte total, não diferiram entre o CR e o CT (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação do aporte de serapilheira (kg.ha⁻¹) total e por fração em Cerrado Rupestre (CR) e Cerrado Típico (CT), nos anos de 2021 e 2022 e nas estações seca e chuva, no Parque dos Pireneus - Goiás. Valores com asterisco (*) apresentaram diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney (5%).

	Total	<i>p</i>	Folhas	<i>p</i>	Galhos	<i>p</i>	Reprod.	<i>p</i>	Outros	<i>p</i>
CR-21	1279,56	0,044*	967,70	0,049*	87,40	0,020*	212,17	0,049*	12,29	0,612
CT-21	1346,90		1152,39		68,24		87,35		38,92	
CR-22	1275,74	0,987	1086,66	0,272	62,64	0,223	117,78	0,727	8,66	0,002*
CT-22	1360,04		1142,32		73,35		137,52		6,85	
CR-21 seca	870,13	0,024*	788,11	0,019*	26,82	0,621	48,83	0,718	6,37	0,796
CT-21 seca	888,08		809,10		23,84		51,08		4,06	
CR-22 seca	1024,73	0,934	904,33	0,903	39,63	0,554	74,02	0,093	6,74	0,001*
CT-22 seca	1058,12		952,74		23,62		78,52		3,25	
CR-21 chuva	409,42	0,635	179,59	0,496	60,58	0,015*	163,34	0,019*	5,92	0,370
CT-21 chuva	458,83		343,29		44,40		36,28		34,86	
CR-22 chuva	251,00	0,933	182,32	0,117	23,01	0,382	43,76	0,387	1,92	0,316
CT-22 chuva	301,92		189,59		49,73		59,00		3,60	

Quanto à sazonalidade climática, o total aportado na estação seca no ano de 2021 diferiu entre CT e CR ($p = 0,0244$), mesmo tendo valores totais similares ($870,13 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ no CR e $888,08 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ no CT). Foi, portanto, o período responsável pela diferença estatística registrada no aporte total de 2021, visto que a estação chuvosa desse ano não apresentou diferença significativa entre os ambientes (**Tabela 2**). Ainda no primeiro ano de avaliação, a fração Folhas ($p = 0,019$) foi a única que diferiu estatisticamente para o período seco, enquanto que no período chuvoso diferiram as frações Galhos ($p = 0,015$) e Reprodutivo ($p = 0,019$). No ano de 2022 não houve diferença estatística entre os totais de aporte de serapilheira entre ambientes, tendo sido produzidos $1.275,74 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ no CR e $1.360,04 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ no CT. A única fração com distinção foi a Outros ($p = 0,0013$), na estação seca.

4.2 Composição do material aportado

Na composição da serapilheira, a fração Folhas teve maior contribuição no total aportado para os dois ambientes, em ambos os anos, chegando a 91,1% e 90,1% nas estações secas de 2021 e 2022, respectivamente, no CT, e 90,7% e 88,3% nas estações secas de 2021 e 2022, respectivamente, no CR. Na estação chuvosa de 2021, devido à deposição de grande massa de partes reprodutivas (39,9%) e galhos (14,8%), o compartimento Folhas representou 43,9% do total aportado, sendo o menor valor de toda a série para essa fração.

Tabela 2. Contribuição de cada fração (%) no aporte total de serapilheira em cada ambiente (Cerrado Rupestre – CR e Cerrado Típico – CT), por ano (2021 e 2022) e estação (seca e chuva), amostrado no Parque Estadual dos Pirineus - Goiás.

	Folhas	Galhos	Reprodutivo	Outros
CR-2021	75,6	6,8	16,6	1,0
CR-2022	85,3	4,9	9,2	0,7
CT-2021	85,6	5,1	6,5	2,9
CT-2022	84,0	5,4	10,1	0,5
CR-2021 seca	90,7	3,0	5,6	0,7
CR-2022 seca	88,3	3,9	7,2	0,7
CT-2021 seca	91,1	2,7	5,8	0,5
CT-2022 seca	90,1	2,2	7,4	0,3
CR-2021 chuva	43,9	14,8	39,9	1,4
CR-2022 chuva	72,9	9,1	17,2	0,8
CT-2021 chuva	74,8	9,7	7,9	7,6
CT-2022 chuva	62,8	16,5	19,5	1,2

Em geral, a categoria Outros, representou a menor parcela de material aportado, tendo sua contribuição variado entre 0,3% para a estação seca de 2022 no CT e um pico incomum de 7,6% na estação chuvosa no CT, em 2021.

A composição de serapilheira anual, de forma decrescente, ficou representada com os compartimentos seguindo a mesma ordem de contribuição, em ambos os ambientes, independente do ano, evidenciando a importância da fração Folhas para o total aportado:

- CR-2021= Folhas (75,6%) > Reprodutivo (16,6%) > Galhos (6,8%) > Outros (1,0%);
- CT-2021= Folhas (85,6%) > Reprodutivo (6,5%) > Galhos (5,1%) > Outros (2,9%);
- CR-2022= Folhas (85,3%) > Reprodutivo (6,5%) > Galhos (4,9%) > Outros (0,7%);
- CT-2022= Folhas (84,0%) > Reprodutivo (10,1%) > Galhos (5,4%) > Outros (0,5%).

Lopes et al. (2009) encontrou contribuições similares em área de Caatinga, com 80,62% de Folhas, 11,24% de Reprodutivo, 7,35% de Galhos e 0,79% de Outros. Em formações florestais, outros estudos obtiveram contribuições de material reprodutivo maiores em relação à fração composta por galhos, casca e ramos. Maman et al. (2007), estudando formações florestais em Mato Grosso, encontraram 21,2% de Galhos e 7,7% de Reprodutivo em área de Cerradão e 31,7% de Galhos e 8,9% de Reprodutivo em Mata de Galeria. Calvi, Pereira e Júnior (2009), estudando Floresta Atlântica, obtiveram 18,09% de Galhos e 7,17% de Reprodutivo em mata antiga e 18,01% de Galhos e 5,15% de Reprodutivo em mata secundária.

É possível que a vegetação, por meio de adaptações fenológicas diante de longos períodos de estiagem e ocorrência do fogo (Miranda et al., 2010), apresentem alterações no investimento anual de partes reprodutivas de forma a manter o sucesso reprodutivo 1 ou 2 anos após a ocorrência de incêndios (Sato, Miranda e Maia, 2010).

4.3 Comparação interanual

A comparação estatística de cada ambiente individualmente (**Tabela 3**) obteve similaridade para os totais aportados no CR 2021 x CR 2022 ($p = 0,7870$) e no CT 2021 x CT 2022 ($p = 0,0596$), ainda que no segundo ambiente houve diferença significativa para a estação seca ($p = 0,0021$).

Tabela 3. Valores comparativos (p-valor) de cada ano e estação para o aporte total e por fração obtidos pelo teste de Mann-Whitney para cada ambiente (Cerrado Rupestre – CR e Cerrado Típico – CT), a 5% de probabilidade, no Parque Estadual dos Pirineus - Goiás. Valores com asterisco (*) apresentaram significância.

	Total (p)	Folhas (p)	Galhos (p)	Reprodutivo (p)	Outros (p)
CR-21	0,7870	0,1203	0,0010*	0,0310*	< 0,0001*
CR-22					
CT-21	0,0596	0,0289*	0,0332*	0,7400	0,0014*
CT-22					
CR-21 seca	0,2370	0,1500	0,1704	0,2934	< 0,0001*
CR-22 seca					
CT-21 seca	0,0021*	0,0009*	0,1184	0,2969	0,0991
CT-22 seca					
CR-21 chuva	0,4026	0,6643	0,0010*	0,0582	0,0053*
CR-22 chuva					
CT-21 chuva	0,6649	0,7532	0,1386	0,5487	0,0048*
CT-22 chuva					

Sazonalmente, o CR apresentou diferença significativa na fração Outros ($p < 0,0001$), nas estações secas, e nas estações chuvosas diferiu nas frações Galhos ($p = 0,0010$) e Outros ($p = 0,0053$), entre 2021 e 2022. Nas estações chuvosas do CT, houve disparidade na fração Outros ($p = 0,0048$), enquanto que nas estações secas foi a fração Folhas ($p = 0,0009$) que apresentou diferença estatística, sendo o fator determinante para a diferença de comportamento dessa estação entre os anos.

4.4 Correlação da precipitação mensal

Correlacionando os dados de precipitação mensal da estação meteorológica de Pirenópolis com o aporte total de serapilheira no CR e no CT (**Tabela 4**), não houve correlação entre CT e precipitação em 2021, mas houve para CR ($p = 0,0381$), com força moderada e inversamente proporcional ($rs = -0,6025$). No ano de 2022, tanto no CR como no CT, a correlação aferida com a precipitação foi muito forte e inversamente proporcional ($rs = -0,9085$).

Tabela 4. Correlações entre as precipitações mensais de cada ano (2021 e 2022) para o aporte total de serapilheira em cada ambiente (Cerrado Rupestre – CR e Cerrado Típico – CT), obtidos pelo teste de Spearman a 5% de probabilidade, no Parque Estadual dos Pirineus - Goiás.

	2021			2022		
	(p)	(rs)	Força	(p)	(rs)	Força
Precipitação x CR	0,0381	-0,6025	Moderada	< 0,0001	-0,9085	Muito forte
Precipitação x CT	0,2443	-0,3643	ns*	< 0,0001	-0,9085	Muito forte

*ns = não significativa.

Os valores de aporte total de serapilheira foram bem próximos entre 2021 e 2022, e tiveram uma média de 1.277,65 kg/ha/ano no CR e 1.353,47 kg/ha/ano no CT, ficando abaixo dos 3.785,67 kg/ha/ano reportados por Holanda et al. (2017) em área de Caatinga com condições similares de precipitação anual e classe de solo. Para uma área de Cerrado Típico no DF, Matos et al. (2017) encontrou valores entre 260% e 850% maiores que o CT do PEP. Já Campos et al. (2008), estudando o aporte de serapilheira em Cerrado sentido restrito em estágio de regeneração, obteve 857 kg/ha/ano. Isso indica que a deposição de serapilheira pode variar bastante dependendo das condições ambientais dos sítios estudados.

As comparações entre ambientes evidenciaram a importância do compartimento Folhas para o total aportado, visto que onde essa fração apresentou diferença estatística, o total aportado seguiu a mesma tendência de diferenciação. Outros autores (Vital et al., 2004; Silva et al., 2009) relataram que a fração foliar é determinante para o aporte de serapilheira, definindo o padrão de produção mensal do total produzido. As folhas, por apresentarem respostas imediatas às alterações do ambiente (Malavolta, 1989), representam a fração mais importante na maioria dos estudos de aporte de serapilheira (Barnes et al., 1998).

Houve uma tendência de que os meses com maiores valores de precipitação acompanham menores valores de produção de serapilheira total, e maiores períodos sem chuva tem resposta proporcional do aporte, em ambos os anos, como evidenciado por Silva et. al. (2007), que atribuem ao estresse hídrico a alta deposição no período seco. Essa tendência fica ainda mais evidente quando observamos o comportamento do aporte da fração Folhas isoladamente (**Figura 2 e Figura 3**).

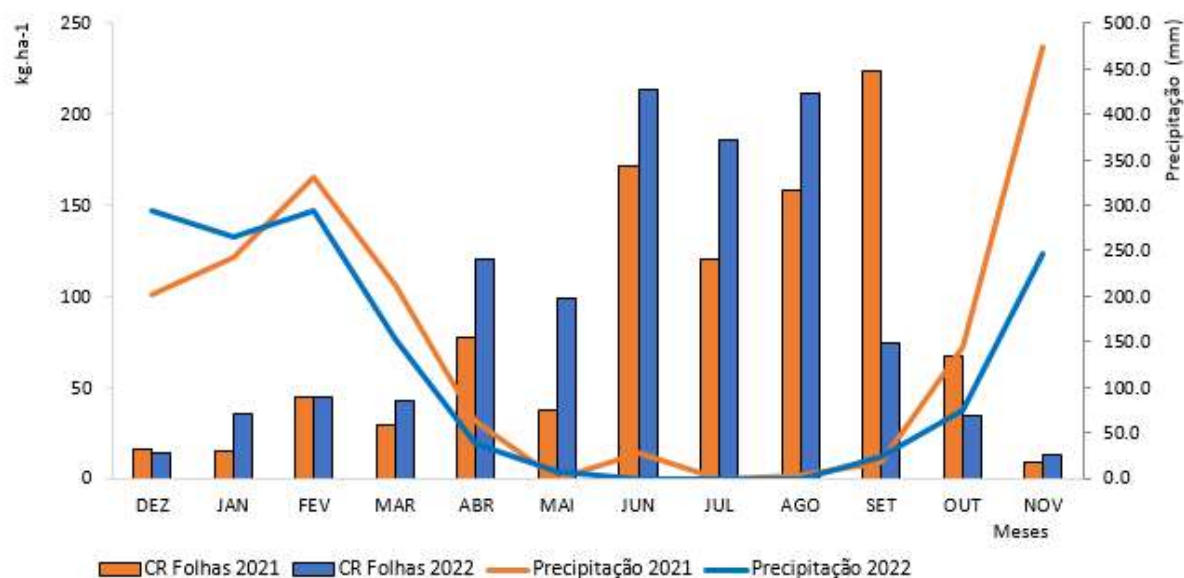


Figura 2. Relação do aporte de folhas no CR do Parque Estadual dos Pirineus, Goiás, com a precipitação mensal registrada na estação meteorológica de Pirenópolis – GO, no período de dezembro de 2020 a novembro de 2022.

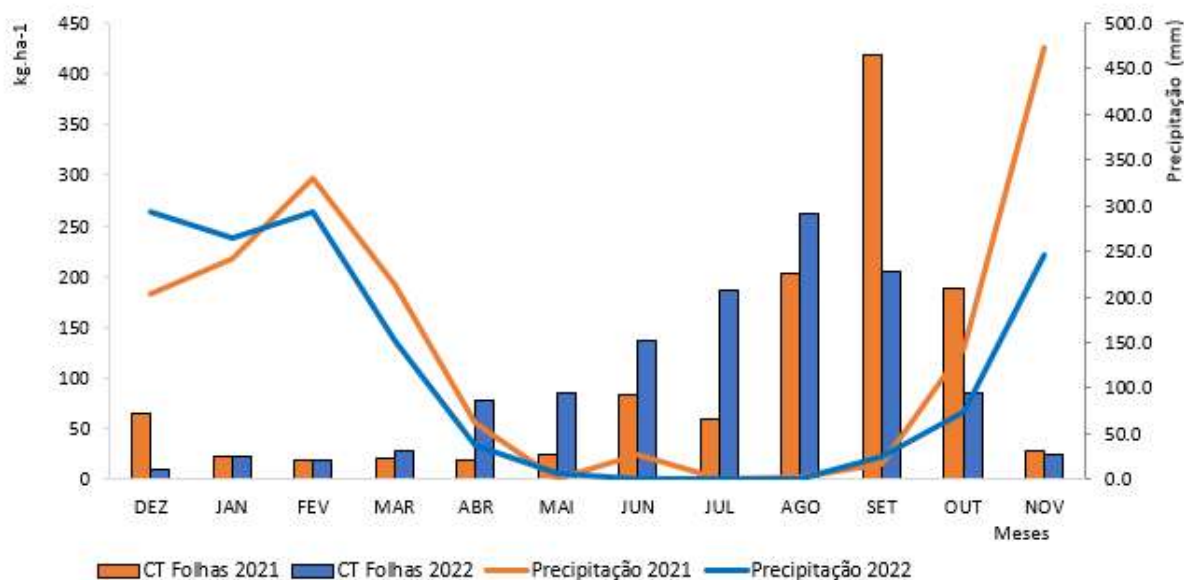


Figura 3. Relação do aporte de folhas no CT do Parque Estadual dos Pirineus – GO, com a precipitação mensal registrada na estação meteorológica de Pirenópolis – GO, no período de dezembro de 2020 a novembro de 2022.

Enquanto o CR teve deposição de folhas mais bem distribuída no período seco de 2021, o CT parece ter sido beneficiado pela precipitação ocorrida em junho, pois a produção foi baixa até julho, só tendo sido evidenciado o estresse hídrico em agosto e setembro, com as taxas de aporte expressivas. A profundidade do solo no CT, em comparação com CR, favorece as raízes adaptadas à alcançar reservas mais profundas desse recurso, mesmo na estação seca (Palhares, Franco, Zaidan, 2010), tornando o CT mais tolerante à limitação hídrica.

Em 2022, quando não houve precipitação entre junho e agosto, tanto CR como CT apresentaram similar constância de crescimento nos valores de aporte de folhas durante a seca, ainda que o CR tenha apresentado valores absolutos maiores. Em setembro, possivelmente pelo fato da vegetação ter perdido boa parte das folhas nos meses anteriores, o CR apresenta uma queda abrupta na produção, enquanto o CT regride gradualmente. Freitas et al. (2015), citando Burghouts et al. (1994), explicam que a umidade do solo é um fator determinante para as diferenças mensais de aporte de serapilheira, portanto a capacidade de armazenamento e retenção de água no substrato são fatores cruciais para a senescência foliar (Dias et al., 2002).

Observando a diferença estatística entre os ambientes no primeiro ano, especialmente no período de seca, entre abril e setembro, podemos supor que o CR é mais sensível às alterações do meio quando comparado com o CT. Contudo, a similaridade encontrada para o mesmo ambiente entre os anos, tanto no CR quanto no CT, sugere que as grandes variações encontradas nos dados amostrais (**Figura 4**) podem estar exercendo influência sobre a produção de serapilheira, o que podem estar associados aos “*outliers*” (em ambientes naturais ocorrem eventos de difícil mensuração, como a queda de frutos e sementes de massa elevada).

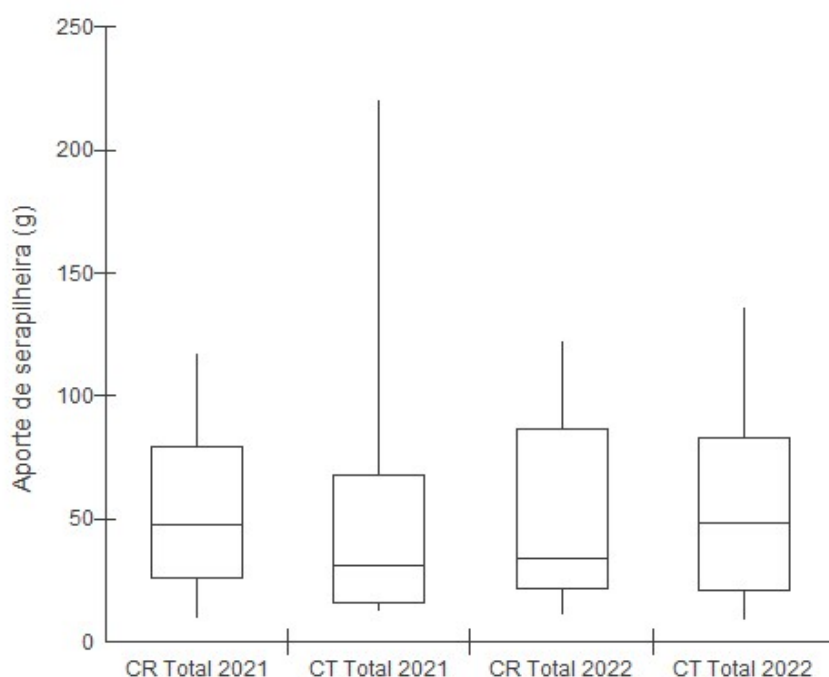


Figura 4. Variação das medianas do aporte mensal de serapilheira no CR e CT do Parque Estadual dos Pirineus - GO, em g/0,25m², no período entre dezembro de 2020 e novembro de 2022.

Outros fatores ambientais podem estar influenciando no aporte e reduzindo as diferenças encontradas entre a estação seca e a chuvosa, como a exposição à luminosidade e aos fortes ventos, amplitude térmica elevada e queda de sementes de grande porte (Larson et al., 2000).

Benites et al., (2003), estudando CR de altitude, observaram que esses ambientes têm alta fragilidade por apresentarem elevado índice de erosão, com maiores taxas de lixiviação de nutrientes e maior degradação que outros ambientes rochosos, como Campos Rupestres. É possível que anos seguidos por dinâmicas de chuvas anormais, em maior ou menor quantidade/frequência, causem respostas diferentes na vegetação de CR.

Hofmann et al. (2021) explicam que, devido as mudanças climáticas e o aumento da temperatura do planeta, o Cerrado vem sofrendo impactos irreversíveis, como a diminuição da umidade relativa do ar, que desencadeia uma série de distúrbios relacionados não só aos incêndios como também à disponibilidade hídrica, que já é um limitante. Os autores explicam que quanto mais quente e seco o bioma se torna, mais difícil é para o ar alcançar o ponto de orvalho, que é uma fonte importante de água para as plantas na estação seca.

Diante de tudo que foi exposto, fazem-se necessários trabalhos com períodos mais prolongados de estudo a fim de compreender o comportamento da vegetação, já que muitas

espécies respondem com estratégias variadas às alterações interanuais e sazonais (Zimmerman et al., 2007). Somado a isso, estudar o aporte e a decomposição de serapilheira simultaneamente, se mostra uma estratégia importante (Inkotte et al., 2019) para se ter uma visão mais ampla acerca da dinâmica da ciclagem de nutrientes nesses ambientes tão complexos.

5 CONCLUSÕES

O CR e CT se comportaram de maneira semelhante entre os anos avaliados, pois não houve diferença significativa no aporte total de serapilheira intra-anual nos dois ambientes, comparando 2021 x 2022.

Apenas em 2021 o CT apresentou significativamente maior aporte total de serapilheira em relação ao CR ($CT > CR$). Assim como considerando a sazonalidade, o CT também apresentou maior aporte de serapilheira em 2021, tanto no período da seca ($CT_{seca} > CR_{seca}$) como da chuva ($CT_{chuva} > CR_{chuva}$). Embora em 2022 os valores seguiram o mesmo padrão e magnitudes, não houve diferenças significativas entre os ambientes.

A contribuição das frações no aporte de serapilheira seguiu a seguinte ordem Folhas > Reprodutivo > Galhos > Outros, tanto nos ambientes (CR e CT), como entre os anos (2021 e 2022) e entre as estações (seca e chuvosa).

6 REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.
- ALVES, V. N.; TORRES, J. L. R.; LANA, R. M. Q.; PINHEIRO, M. H. O. Nutrient cycling between soil and leaf litter in the Cerrado (Brazilian savanna) on eutrophic and dystrophic Neosols. *Acta Botanica. Brasilica*, 32 (2), Apr-Jun, 2018.
- AMORIM, P. K.; BATALHA, M. A. Soil chemical factors and grassland species density in Emas National Park (Central Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 2008.
- AYRES, M. et al. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas*. Sociedade Civil Mamirauá: Belém, Pará-Brasil, 324p., 2007.
- BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; da COSTA, J. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.29, n.4, 515 - 526, 2014.

- BARNES, B.V.; ZAK, D.R.; DENTON, S.R.; SPURR, S.H. *Forest Ecology*. Editora John Wiley, New York. 774pp, 1998.
- BENITES, V. M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E.; KER, J. C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Floresta e Ambiente*, V. 10, n.1, p.76 - 85, jan./jul., 2003.
- BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; PINTO, A. S.; RESENDE, J. C. F.; TAKAHASHI, F. S. C.; VIEIRA, L. C. G. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. *Brazilian Journal of Biology*, 72:655-671, 2012.
- DE OLIVEIRA COSTA, C. D.; ALVES, M. C.; SOUSA, A. P.; SILVA, H. R. Propriedades químicas dos solos de uma sub-bacia hidrográfica sob processo de degradação ambiental. *Revista de Ciências Ambientais - RCA. Canoas*, vol. 9, n. 2, 2015.
- DE OLIVEIRA, M. T.; CASSOL, H.; GANEM, K. A.; DUTRA, A. C. Mapeamento da Vegetação do Cerrado – Uma Revisão das Iniciativas de Sensoriamento Remoto. *Revista Brasileira de Cartografia*, vol. 72, n. Especial 50 anos, 2020.
- DIAS, H. C. T.; FERNANDES FILHO, E. I.; SCHAEFER, C. E.; FONTES, L. E. F.; VENTORIM, L. B. Geoambientes do parque estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG, *Revista Árvore*, Viçosa, v.26, n.6, p. 777-786, 2002.
- FREITAS, C. A. A.; CALDEIRA, M. V. W.; HORN, S. K.; CASTRO, K. C.; VIERA, M. Serapilheira acumulada em complexo rupestre de granito, Mimoso do Sul, ES. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.39, n.4, p.671-681, 2015.
- FURQUIM, L. C. et al. Relação entre plantas nativas do Cerrado e água. *Cientific@ - Multidisciplinary Journal*, v. 5, n. 2, 2018.
- HOFMANN, G. S. et al., The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. *Global Change Biology*, V. 27, issue 17, pg. 4060-4073, sept., 2021.
- HOLANDA, A. C.; et al. Aporte de serapilheira e nutrientes em uma área de Caatinga. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 621-633, abr.-jun., 2017.
- INKOTTE, J.; MARTINS, R. C. C.; SCARDUA, F. P.; PEREIRA, R. S. Métodos de avaliação da ciclagem de nutrientes no bioma Cerrado: uma revisão sistemática. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 988-1003, abr./jun., 2019.
- INMET (BDMEP – Dados históricos) – Acessado em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmep-dados-hist%C3%B3ricos>
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*. Vol. 19, No. 3 pp. 707-713 (7 pages). Jun., 2005.
- LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 3, n. 2, p. 72-79, jul-dez, 2009.
- MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo. Piracicaba, São Paulo. 201pp, 1989.
- MAMAN, A. P.; SILVA, C. J.; SQUAREZI, E. M.; BLEICH, M. E. Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em Mata de Galeria e Cerradão no sudoeste de Mato Grosso. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.5, n.1, p.71-84, 2007.

- MATOS, N. K.; RIBEIRO, F. P.; GATTO, A.; BUSSINGUER, A. P. *Estoque de Serapilheira em Três Fisionomias no Cerrado do Distrito Federal. Floresta e Ambiente* 2017; 24: e00126215 (online), 2017.
- MEDEIROS, M. B.; MIRANDA, H. S. *Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. Acta Botanica Brasílica*, v. 19, p.493-500, 2005.
- MEWS, H. A.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E., DOMINGOS, A. C. F. *A cobertura de rochas é boa preditora da variação na riqueza de espécies e na estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Rupestre? Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre*, v. 14, n.3, p. 202-205, jul./set., 2016.
- MIRANDA, H. S. *Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo. – Brasília: Ibama, 2010.*
- NAKAMURA, L. Y.; RAULINO, W. N. C.; PINTO, J. R. R. *Deposição de serapilheira em Cerrado Rupestre. Congresso de Iniciação Científica da UnB e do DF, 2022.*
- OLIVEIRA, L. C. *Um terço dos hectares do Parque dos Pirineus foi consumido pelo fogo. Matéria jornalística do Jornal O HOJE, de 07 de setembro de 2019. Acessado em: <https://ohoje.com/noticia/cidades/n/169035/t/um-terco-dos-hectares-do-parque-dos-pirineus-foi-consumido-pelo-fogo/> (16/01/2023 às 22h21).*
- PAIVA, A. O.; SILVA, L. C. R.; HARIDASAN, M. *Productivity-efficiency tradeoffs in tropical gallery forest-savanna transitions: linking Plant Soil processes through litter input and composition. Plant Ecology* 216: 775-787, 2015.
- PALHARES, D.; FRANCO, A. C.; ZAIDAN, L. B. P. *Respostas fotossintéticas de plantas de Cerrado nas estações seca e chuvosa. Revista Brasileira de Biociências*, v.8, n. 2, p. 230-210, 2010.
- PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; PINTO, A. S. *Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. Brazilian Journal of Botany*, v. 32, p. 1-10, 2009.
- RAULINO, W. N. C. et al. *Produção anual e sazonal de serapilheira em ambientes de cerrado sentido restrito. Anais do 9º Congresso Florestal Brasileiro. 12-15 de julho, 2022.*
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. *As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Capítulo 6, páginas 174-179, 2008. Acessado em: https://www.researchgate.net/publication/283072910_As_principais_fitofisionomias_do_bioma_Cerrado (19/01/2023).*
- SALMONA, Y. B.; RIBEIRO, F. F.; MATRICARDI, E. A. T. *Parques “no papel” conservam? O caso do parque dos Pirineus em Goiás. Boletim Goiano de Geografia*, v. 34, n. 2, p. 295-310, 2014.
- SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S. et al. *Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. Environ Monit Assess* 166, 113–124, 2010.
- SANTOS, T. R. R.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; MEWS, H. A. *The tree-shrub vegetation in rocky outcrop Cerrado areas in Goiás State, Brazil. Braz J Bot* 35:281–294, 2012.
- SEMAD-GO. *Parque Estadual dos Pirineus (PEP), 2017. Acessado em: <https://www.meioambiente.go.gov.br/aceso-a-informacao/118-meio-ambiente/unidades-de-conserva%C3%A7%C3%A3o/1111-parque-estadual-dos-pirineus-pep.html> (13/01/2023 às 15h27).*

- 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 no norte de Mato Grosso. Acta Amazonica*, vol. 39(3): 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 Amazonica*, vol. 37(4), p. 543 – 548, 2007.
- WALTER, B. M. T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese de Doutorado em Ecologia. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Acessado em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/176604> (14/01/2023 às 19h55).*
- ZIMMERMAN, J. K. *et al. Flowering and Fruiting Phenologies of Seasonal and Aseasonal Neotropical Forests: The Role of Annual Changes in Irradiance. Journal of Tropical Ecology* 23, no. 2, 231–51, 2007.