



Dinâmica edáfica da serrapilheira em sistemas agroflorestais no Cerrado

Rafael Pereira TOKARSKI ¹, Lara de Carvalho TEIXEIRA ², Francine Neves CALIL ²,
Samantha Salomão CARAMORI ¹, Márcio Junior PEREIRA ³, Carlos de Melo e SILVA-NETO ^{*1,4}

¹ Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.

² Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Polo de Inovação, Goiânia, GO, Brasil.

*E-mail: carlos.neto@ifg.edu.br

Submetido em: 20/06/2024; Aceito em: 27/03/2025; Publicado em: 14/04/2025.

RESUMO: A serrapilheira exerce importantes funções ecológicas nos ecossistemas florestais do Cerrado, além de importante papel hidrológico na retenção de água e na proteção do solo a processos erosivos. A produção de serrapilheira e seu aporte ao solo são premissas dos sistemas agroflorestais (SAFs). O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica edáfica da serrapilheira em sistemas agroflorestais no Cerrado. Para isso foram implantadas 08 parcelas de estudo em 04 SAFs (2 em cada), durante um ano, a fim de levantar dados a respeito da estrutura florestal, dos solos, do estoque de serrapilheira e da decomposição de serrapilheira. O estoque médio de serrapilheira encontrado nos SAFs ($23,02 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) pode ser considerado alto e seguiu um padrão sazonal, com média de $28,39 \text{ Mg ha}^{-1}$ ao final da estação seca e média de $17,66 \text{ Mg ha}^{-1}$ ao final da estação chuvosa. A decomposição da serrapilheira foi mais rápida dentro dos SAFs ($k = -0,006$ e $T^{1/2}$ vida = 107 dias), quando comparada com a decomposição nas áreas externas aos SAFs ($k = -0,001$ e $T^{1/2}$ vida = 437 dias). Os altos estoques de serrapilheira e a alta velocidade de decomposição promovem a ciclagem de nutrientes e a manutenção da fertilidade dos solos no Cerrado.

Palavras-chave: agroflorestal; ciclagem de nutrientes; decomposição da serrapilheira; coeficiente k .

Edaphic dynamics of litter in agroforestry systems in the Cerrado

ABSTRACT: Litter plays important ecological roles in Cerrado forest ecosystems and an important hydrological role in retaining water and protecting the soil from erosion. Litter production and soil deposition are premises of agroforestry systems (AFS). This work aimed to evaluate the edaphic dynamics of litter in agroforestry systems in the Cerrado. For this, eight study plots were implanted in four SAFs (two in each) during a year to collect data about the forest structure, soils, litter stock and litter decomposition. The average litter stock in the AFSs ($23.02 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$) can be considered high and followed a seasonal pattern, with an average of 28.39 Mg ha^{-1} at the end of the dry and medium seasons. of 17.66 Mg ha^{-1} at the end of the rainy season. Litter decomposition was faster inside the AFSs ($k = -0.006$ and $T^{1/2}$ life = 107 days) when compared to the decomposition in the areas outside the SAFs ($k = -0.001$ and $T^{1/2}$ life = 437 days). The high litter stocks and the high decomposition rate promote nutrient cycling and the maintenance of soil fertility in the Cerrado.

Keywords: agroforestry; nutrient cycling; litter decomposition; coefficient k .

1. INTRODUÇÃO

A serrapilheira é a principal responsável pelo incremento da matéria orgânica e do aporte de nutrientes ao solo em ambientes florestais (VIEIRA; SCHUMACHER, 2010). A quantidade de serrapilheira no solo varia em função de diversos fatores, tais como as condições edafoclimáticas, a intensidade da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta e do tipo de floresta. Além desses, devem ser consideradas, o local, as espécies de sub-bosque, o manejo silvicultural, a proporção de copa, a taxa de decomposição (CARVALHO et al., 2019).

Nos ecossistemas florestais do Cerrado a serrapilheira também possui importante papel. Ao se acumular no solo, armazena e devolve gradativamente os nutrientes, além de funcionar como filtro e esponja da água proveniente das

chuvas (LIMA et al., 2015). Estudos relacionados à produção de serrapilheira, acúmulo de serrapilheira no solo e estoque de nutrientes na serrapilheira, feitos em diferentes fitofisionomias no Cerrado (cerradão, floresta estacional semidecidual e cerrado sentido restrito), demonstram a importância da serrapilheira em processos ecológicos relacionados à fertilidade dos solos nesses ecossistemas (CARVALHO et al., 2019; MARTINS et al., 2021).

O modelo de agricultura convencional, amplamente praticado no Cerrado, altera drasticamente a paisagem e consequentemente seus processos ecológicos. A substituição da vegetação nativa por monoculturas à base de fertilizantes químicos e pesticidas, interrompe ciclos e processos necessários à conservação dos solos, como a perda de matéria

orgânica, levando à compactação dos solos, a perda de fertilidade e a contaminação das águas (Instituto Sociedade, População e Natureza - ISPN, 2021).

O desenvolvimento de sistemas de produção capazes de produzir alimentos em condições que se aproximem dos ecossistemas naturais, conservando a biodiversidade e os processos ecológicos, pode auxiliar na diminuição do impacto da agricultura sobre o meio ambiente. Os serviços ecossistêmicos aumentam à medida em que há incremento da biodiversidade, que pode acontecer no tempo (rotação), no espaço (consórcios) ou em ambos (sistemas agroflorestais) (OLIVEIRA et al., 2018). Mesmo com uma grande variedade de metodologias e abordagens, alguns estudos têm indicado que os sistemas agroflorestais (SAFs) são muito eficientes em sequestrar carbono e promover serviços ambientais (NAIR; NAIR, 2014).

O conceito mais abrangente para SAFs é o consórcio de espécies arbóreas com espécies de agricultura na mesma unidade produtiva (NAIR; NAIR, 2014). Porém, dentre os diferentes tipos de SAFs, os sistemas biodiversos dirigidos pela sucessão natural de espécies, proposto por Gotsch (1995) têm ganhado destaque pela alta diversidade de espécies e alta intensidade de manejo (PENNEREIRO, 1999). Nesses agroecossistemas, a poda de ramos e galhos é feita de forma regular como uma estratégia de manejo, considerada como um processo chave, simulando a ciclagem nutricional em ecossistemas naturais, porém de forma acelerada (MICCOLIS et al., 2016; MARTINS et al., 2024).

A poda do sistema arbóreo, além de estruturar a composição florística horizontal e vertical (estratos florestais) e regular as condições de luz e sombra, funciona como o motor produtivo que faz acontecer a ciclagem de nutrientes através dos diferentes níveis tróficos (STEINBOCK et al., 2013). Os nutrientes das camadas mais profundas são translocados pelas raízes das árvores e, através da poda, disponibilizados na serrapilheira. Pelo processo de decomposição, retornam ao solo para serem utilizados pelas plantas e pela biota do solo. Nos SAFs biodiversos, busca-se criar um ambiente que favoreça processos de ciclagem e incremento de nutrientes orgânicos e inorgânicos, maximizando a fotossíntese e acelerando a capacidade do sistema em metabolizar e converter energia em formas mais complexas de vida (MICCOLIS et al., 2016).

Conforme exposto acima, a serrapilheira possui reconhecida importância ecológica nos ambientes florestais do Cerrado. Estudar a dinâmica da serrapilheira também em SAFs no Cerrado, pode auxiliar a entender o quanto esses sistemas se aproximam dos ecossistemas naturais na promoção da ciclagem de nutrientes e proteção do solo, ao passo em que se apresentam como alternativa para o modelo de produção de alimentos no Cerrado. O objetivo desse trabalho foi o de avaliar a dinâmica edáfica da serrapilheira em sistemas agroflorestais no Cerrado e em áreas externas aos SAFs a fim de verificar a capacidade desses sistemas em promover a ciclagem de nutrientes e manutenção da

fertilidade dos solos através da decomposição da serrapilheira. Espera-se encontrar uma alta taxa de decomposição e consequente liberação de nutrientes dentro dos SAFs, por possuírem características semelhantes aos ambientes florestais, como alta deposição de serrapilheira ao solo, umidade e diversidade de espécies com características fenológicas diferentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Dados Gerais

As coletas dos dados ocorreram ao longo de um ano em quatro SAFs no Cerrado, conforme Tabela 1. O SAF 01 está localizado no condomínio de chácaras Florata (16°29'09.49"S de latitude, 49°15'49.67"O de longitude e 821m de altitude) na área rural do município de Santo Antônio de Goiás – GO, bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte. O SAF 02 está localizado no Sítio Dirindele (17°00'18.3"S de latitude, 49°10'03.0"O de longitude e 814m de altitude) no município de Hidrolândia – GO, na bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte.

O SAF 03 está localizado no Sítio Raiz (15°33'54.6"S de latitude, 48°01'56.8"O de longitude e 1251m de altitude), no Núcleo Rural Lago Oeste, Sobradinho – DF, no divisor de águas da bacia hidrográfica do Lago Paranoá e da bacia do Rio Maranhão. O SAF 04 está localizado no Sítio Semente (15°33'53.7"S de latitude, 48°01'50.1"O de longitude e 1251m de altitude), no Núcleo Rural Lago Oeste, Brasília – DF, no divisor de águas da bacia hidrográfica do Lago Paranoá e da bacia do Rio Maranhão.

Os SAFs estudados possuem desenho de plantio semelhante, formado por linhas de árvores intercaladas a cada 5m. Em cada área foram estabelecidas, de forma aleatória e permanente, duas parcelas de 10m x 10m (100m²), envolvendo 03 linhas de árvores cada. As coletas das amostras foram realizadas apenas nas linhas de árvores. O sorteio das parcelas foi feito de forma a evitar parcelas próximas até 30m das bordas.

2.2. Caracterização Florística e Florestal dos SAFs

Foram realizados os inventários florísticos das oito parcelas dos SAFs estudados onde todos os indivíduos arbóreos foram identificados pelo nome científico e tiveram os parâmetros circunferência à altura do peito (1,30m) (CAP) e altura total (H) mensurados (MARTINS et al., 2016).

A identificação ocorreu em campo e através de coleta e secagem de material botânico para identificação com auxílio de literatura especializada, como o Herbário Virtual Re flora (REFLORA, 2016) ou por comparações com materiais botânicos depositados em herbários no estado de Goiás com auxílio de especialistas. Com os dados obtidos foram calculados os parâmetros fitossociológicos de abundância e riqueza das espécies arbóreas.

Tabela 1. Características gerais dos SAFs estudados.

Table 1. General characteristics of the AFs studied.

SAF	Município	Tipo de solo	Clima	Área (ha)	Idade (anos)
SAF 01	Santo Antônio de Goiás – GO	Latossolo vermelho ácrico	Aw	1,2	3
SAF 02	Hidrolândia – GO	Latossolo vermelho ácrico	Aw	0,2	5
SAF 03	Sobradinho – DF	Latossolo vermelho distrófico	Cwa	0,4	6
SAF 04	Sobradinho – DF	Latossolo vermelho distrófico	Cwa	0,2	8

2.3. Solos

Para avaliação dos aspectos de fertilidade e textura dos solos foram coletadas amostras de 0 – 20 cm de profundidade posterior a coleta de serrapilheira para análise nutricional, nos mesmos pontos amostrados, abrindo-se trincheiras de aproximadamente 20 x 25 x 25 cm. As amostras foram somadas em uma única amostra composta por parcela, misturadas, homogeneizadas e acondicionadas em saco plástico lacrado. Em laboratório, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha 2 mm, as composições granulométricas dos solos e as análises químicas seguiram os métodos descritos pela EMBRAPA (2011). O conteúdo de matéria orgânica seca (MOS) foi obtido pelo teor de carbono orgânico total (COT), determinado por oxidação via úmida.

2.4. Estoque de Serrapilheira

Para o cálculo do estoque de serrapilheira foram coletadas amostras nas 03 linhas de árvores de cada parcela do estudo (03 amostras por parcela) e feita a média por parcela. As amostras foram coletadas no final da estação seca (Nov/2020) e no final da estação chuvosa (Mai/2021). A coleta foi realizada com o auxílio de uma moldura metálica de 25 cm de lado (0,0625 m²), considerando como serrapilheira toda matéria orgânica morta acima do solo (LIMA et al., 2015). Nos casos em que a serrapilheira ficou parte fora e parte dentro da moldura foi coletada apenas a parte que estava dentro.

O material coletado foi armazenado em saco plástico, identificado e transportado para o Laboratório de Alometria e Inventário Florestal da Universidade Federal de Goiás (UFG), onde foi seco em estufa de circulação e renovação de ar a 65 °C, por 72h. Após, foi pesado em balança digital de precisão (0,01 g) (LIMA et al., 2015). A partir dos dados provenientes da coleta da serrapilheira foi estimada a quantidade total de matéria seca (serrapilheira) depositada sobre o solo das parcelas de cada agrofloresta estudada. A estimativa por unidade de área (hectare) foi realizada por extrapolação da massa seca, com base na área da moldura (0,0625 m²) (VIEIRA; SCHUMACHER, 2010). Os resultados de massa seca obtidos em g m⁻² foram convertidos em Mg ha⁻¹.

Para análise dos teores nutricionais da serrapilheira foi feita coleta no início do estudo (Nov/2020), nas três linhas de plantio de árvores de cada parcela, unindo em amostras compostas por parcela. O material coletado, após armazenado em saco plástico identificado, foi encaminhado à laboratório especializado para análise dos teores nutricionais (EMBRAPA, 2011). Os dados de estoque e de teor nutricional da serrapilheira foram multiplicados para o cálculo do estoque nutricional da serrapilheira para cada SAF.

2.5. Decomposição da Serrapilheira

Para a avaliação da decomposição da serrapilheira foi utilizado o método de bolsas de decomposição ou *litterbags*. Este método consiste em colocar dentro dos *litterbags* determinada quantidade (g) de folhas secas ao ar e homogêneas quanto ao estado de decomposição. Em seguida, acomodam-se as *litterbags* em contato com o solo/serrapilheira do local que se pretende avaliar. O acompanhamento da perda de biomassa foliar (g) presente nos *litterbags*, em intervalos de tempo regulares, permite calcular a constante de decomposição *k* daquele local,

conforme o modelo matemático exponencial negativo simples descrito por: $C = C_0 \cdot e^{-kt}$, onde *C* = massa final das amostras; *C*₀ = massa inicial, *t* = tempo decorrido do experimento; *k* = constante de decomposição.

Foram colocados 45 *litterbags* em cada SAF (15 por parcela) contendo 12 g de folhas em cada, a partir de material coletado previamente, seco ao ar e homogeneizado quanto ao grau de fragmentação. Os *litterbags* possuem a dimensão de 20 x 20 cm e foram feitos com malha de nylon de 2 mm. Os *litterbags* foram instalados nas áreas em novembro de 2020 e a cada 2 meses foram coletados seis *litterbags* de cada área (dois por parcela e dois da área externa) a fim de acompanhar a perda de biomassa ao longo de um ano. O material coletado foi transportado para o Laboratório de Alometria e Inventário Florestal da Universidade Federal de Goiás (UFG), onde foi seco em estufa de circulação e renovação de ar a 65 °C, por 72h. Após, foi pesado em balança digital de precisão (0,01 g) (LIMA et al., 2015). Ao final do período (Nov/2021) foi calculado o tempo de meia vida da decomposição ($T^{1/2}$) e o valor da constante *k* de decomposição para SAFs e áreas externas.

2.6. Análises Estatísticas

Os valores dos atributos químicos e físicos dos solos de dentro e de fora dos SAFs foram comparados através do teste *t* pareado. Esse teste é útil para analisar o mesmo conjunto de dados que foram medidos sob duas condições diferentes, as diferenças nas medições feitas sobre o mesmo assunto antes e depois de um tratamento, ou diferenças entre dois tratamentos dados ao mesmo assunto (GOTELLI; ELLISON, 2016). Foram realizadas duas análises de regressão linear (Draper; Smith, 1966) para comparar a decomposição da serrapilheira dos *litterbags* dentro e fora dos SAFs.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização Florística e Estrutura Florestal dos SAFs

Ao todo foram encontradas 46 espécies de árvores nos quatro SAFs estudados. O café (*Coffea arabica*) foi a espécie com o maior número de indivíduos (77) seguido da bananeira (*Musa* spp.) (59) e do eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (30). Na Tabela 2 é possível observar os dados relativos à caracterização florística e estrutura florestal das 08 parcelas dos 04 SAFs estudados. Os SAFs 02, 03 e 04 obtiveram as maiores médias de altura dos indivíduos arbóreos (4,01 m, 3,96 m e 3,61 m), com valores semelhantes, enquanto o SAF 01 obteve a menor média (2,5 m). A média da circunferência à altura do peito (CAP) dos indivíduos arbóreos foi maior no SAF 04 (36,82 cm), seguido pelo SAF 03 (26,57 cm), SAF 02 (16,32 cm) e SAF 01 (11,2 cm), valores que eram esperados devido às diferenças de idade entre os SAFs. A maior riqueza de espécies arbóreas foi encontrada no SAF 02 (24 espécies), seguido pelo SAF 01 (22 espécies), SAF 03 (19 espécies) e SAF 04 (11 espécies). A maior abundância de indivíduos arbóreos foi encontrada no SAF 03 (120 indivíduos), seguido pelo SAF 02 (80 indivíduos), SAF 01 (77 indivíduos) e SAF 04 (76 indivíduos).

3.2. Solos

Os atributos químicos e físicos dos solos de cada área estudada podem ser observados na Tabela 3. Através do teste *t* pareado foram comparados os valores dos atributos

químicos e físicos das amostras dos solos de dentro e de fora dos SAFs. O cálcio, o magnésio, o potássio, o zinco, a capacidade de troca catiônica e a saturação de base foram maiores dentro das áreas de SAFs ($p < 0,05$). A acidez potencial (H+Al) foi maior fora dos SAFs ($p < 0,05$). Os valores de fósforo, carbono, matéria orgânica, pH, argila, limo e areia não foram diferentes dentro e fora dos SAFs ($p > 0,05$). As comparações dos atributos químicos e físicos do solo de dentro e fora dos SAFs podem ser observados na Figura 1.

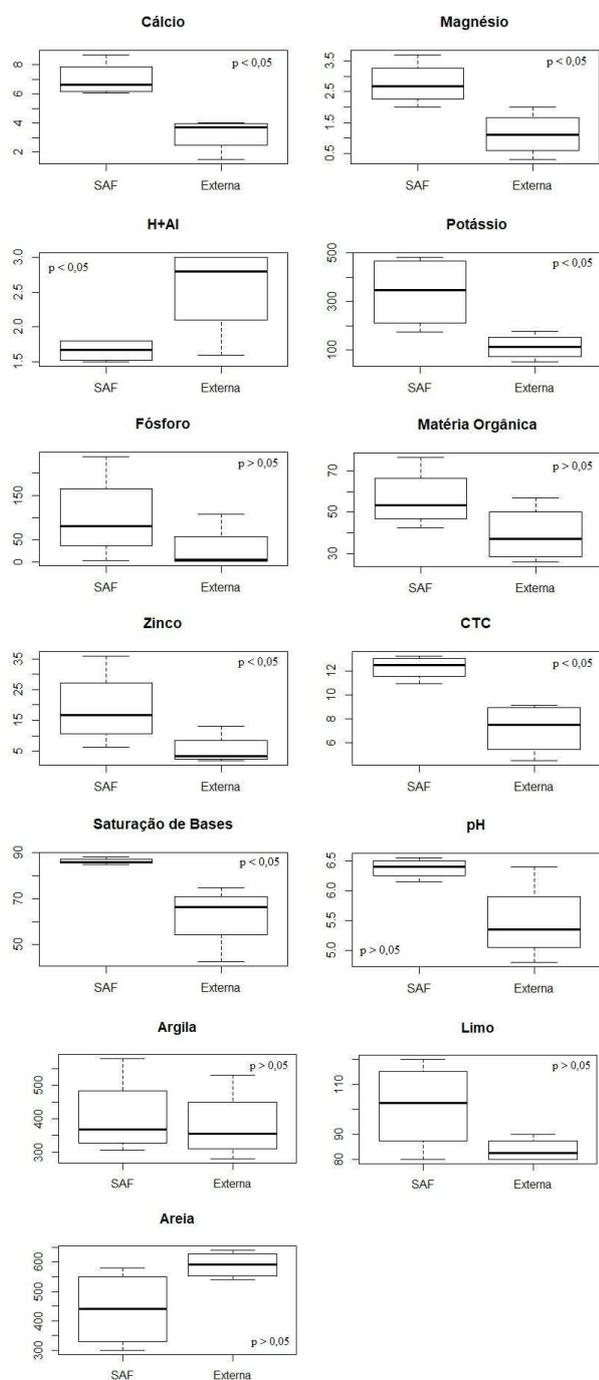


Figura 1. Comparação de atributos químicos e físicos dos solos dentro e fora dos SAFs estudados.

Figure 1. Comparison of chemical and physical attributes of soils inside and outside the studied SAFs.

O SAF 02 apresentou o maior estoque anual de serrapilheira ($33,07 \text{ Mg ha}^{-1}$), seguido pelo SAF 01 ($22,49 \text{ Mg ha}^{-1}$), SAF 03 ($19,21 \text{ Mg ha}^{-1}$) e SAF 04 ($17,32 \text{ Mg ha}^{-1}$). A média geral para os 04 SAFs estudados foi $23,02 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Tabela 4).

Os quatro SAFs apresentaram maiores valores de estoque de serrapilheira no final da estação seca. A média do estoque de serrapilheira nos SAFs ao final da estação seca foi de $28,39 \text{ Mg ha}^{-1}$, enquanto a média encontrada ao final da estação chuvosa foi de $17,66 \text{ Mg ha}^{-1}$. Os dados de teor nutricional da serrapilheira para cada parcela de SAF estudado (Tabela 5). Os dados de teor nutricional da serrapilheira foram multiplicados pelos dados de estoque de serrapilheira gerando o estoque nutricional da serrapilheira para cada parcela de SAF (Tabela 6).

3.3. Decomposição da Serrapilheira

Após um ano de acompanhamento da perda de biomassa da serrapilheira dos *litterbags* foi possível avaliar a decomposição nos SAFs e nas áreas externas. Os valores médios encontrados podem ser observados a seguir (Tabela 7). Os resultados demonstraram que a decomposição da serrapilheira dos *litterbags* de dentro dos SAFs (coeff = $-0,71$, $p = 0,01$, $r = 0,88$) tem ocorrido de forma mais rápida do que a decomposição das áreas externas (coeff = $-0,49$, $p = 0,01$, $r = 0,88$) aos SAFs, conforme a Figura 2 a seguir.

A constante de decomposição k da serrapilheira encontrada para os SAFs foi $-0,0064805$ enquanto para as áreas externas foi $-0,0015839$. O tempo de meia vida de decomposição da serrapilheira foi de 106,95 dias para os SAFs enquanto para as áreas externas foi de 437,62 dias.

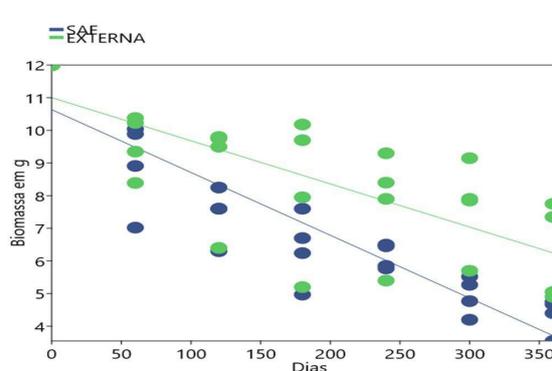


Figura 2. Variação bimensal de massa seca (g) de serrapilheira contida nos litterbags dentro e fora dos SAFs estudados.

Figure 2. Bimonthly variation in dry mass (g) of litter contained in litterbags inside and outside the SAFs studied.

4. DISCUSSÃO

A avaliação dos estoques de serrapilheira e das taxas de decomposição encontrados nos SAFs estudados sugerem uma boa capacidade desses sistemas em ciclar nutrientes através da decomposição da serrapilheira. Mesmo com diferenças de idade e de composição de espécies arbóreas, os quatro SAFs apresentaram altos valores de estoque de serrapilheira no solo ao longo do ano (média geral = $23,02 \text{ Mg ha}^{-1}$) e a decomposição dentro dos SAFs foi mais rápida do que nas áreas externas aos SAFs ($p = 0,01$). Foi observado comportamento sazonal do estoque de serrapilheira nos SAFs, com média de $28,02 \text{ Mg ha}^{-1}$ ao final da estação seca e média de $17,66 \text{ Mg ha}^{-1}$ ao final da estação chuvosa.

Dinâmica edáfica da serrapilheira em sistemas agroflorestais no Cerrado

Tabela 2. Caracterização florística e estrutura florestal das oito parcelas de SAFs estudadas no Cerrado (Riq – Riqueza; AB - Abundância)
Table 2. Floristic characterization and forest structure of the eight AFSs plots studied in the Cerrado.

		H (m)	CAP (cm)	Riq	AB	Idade (anos)
SAF 01	1	2,59	11,81	16	35	3
SAF 01	2	2,41	10,44	15	42	3
	x±s	2,5 (±0,13)	11,1 (± 0,9)	15,5 (± 0,7)	77	3
SAF 02	1	3,88	20,38	18	46	5
SAF 02	2	4,15	18,26	16	34	5
	x±s	4,2 (±0,19)	19,3 (±1,5)	17 (±1,4)	80	5
SAF 03	1	3,36	20,2	14	73	6
SAF 03	2	4,53	32,94	11	47	6
	x±s	3,9 (±0,83)	26,6 (± 9,0)	12,5 (± 2,1)	120	6
SAF 04	1	3,59	38,29	6	34	8
SAF 04	2	3,64	35,36	11	42	8
	x±s	3,6 (±0,04)	36,8 (± 2,1)	6,5 (± 2,1)	76	8

(H= Altura média das árvores, CAP= Circunferência à altura do peito).

Tabela 3. Atributos químicos e físicos dos solos dos 04 SAFs estudados e respectivas áreas externas.
Table 3. Chemical and physical attributes of the soils of the 04 AFSs studied and their respective external áreas.

Atributos	SAF 01	Ext01	SAF 02	Ext 02	SAF 03	Ext 03	SAF 04	Ext 04	Média SAFs	Média Ext
Ca	6,05	3,9	7	4	6,3	3,5	8,7	1,5	7,0a	3,2b
Mg	3,7	2	2,8	1,3	2	0,9	2,6	0,3	2,8a	1,1b
H+Al	1,8	3	1,8	3	1,5	1,6	1,55	2,6	1,7a	2,6b
K	246,6	92	482,8	176,4	448,7	131,2	175,2	50,8	338,3a	112,6b
P	3,6	2,4	236,5	108	92	8,5	70,5	2,4	100,6a	30,3a
MO	51	57	42,5	26	56	31	76,5	43	56,5a	39,3a
C	29,6	33,1	24,7	15,1	32,5	18	44,4	24,9	32,8a	22,8a
Zn	6,4	1,9	15	13,1	18,6	3	36	3,9	19a	5,5b
CTC	12,2	9,1	12,8	8,8	10,9	6,3	13,2	4,5	12,3a	7,2b
SB	85	67,2	85,8	65,7	86,2	74,8	88,2	42,6	86,3a	62,6b
pH	6,15	5,4	6,45	5,3	6,55	6,4	6,35	4,8	6,4a	5,5a
Argila	580	530	385	340	305	280	350	370	405a	380a
Limo	120	110	95	80	80	80	85	90	95a	90a
Areia	300	360	520	580	615	640	565	540	500a	530a

(Letras diferentes significam diferença estatística, “a e b”).

Tabela 4. Estoque de serrapilheira no final da estação seca (Nov/2020), no final da estação chuvosa (Mai/2021) e média anual.
Table 4. Litter stock at the end of the dry season (Nov/2020), the end of the rainy season (May/2021), and the annual average.

SAFs	Estoque de serrapilheira (Mg ha ⁻¹)		
	Estação seca	Estação chuvosa	Média anual / SAF
SAF 01	28,45	16,54	22,49
SAF 02	44,68	21,47	33,07
SAF 03	21,67	16,76	19,21
SAF 04	18,76	15,89	17,32
Média / Estação	28,39	17,66	23,02 – Média geral

O SAF 02 obteve o maior estoque de serrapilheira e a presença de espécies de crescimento rápido como *Inga edulis*, *Eucalyptus urograndis*, *Musa* sp. e *Platydictyon elegans*, que são boas fornecedoras de biomassa, pode explicar em partes esse resultado. Os estoques de serrapilheira encontrados nos SAFs (SAF 01 = 22,49 Mg ha⁻¹; SAF 02 = 33,07 Mg ha⁻¹; SAF 03 = 19,21 Mg ha⁻¹; SAF 04 = Mg ha⁻¹) podem ser considerados altos quando comparados com os valores encontrados em outros estudos com outros usos do solo no Cerrado.

Matos et al. (2017) avaliaram o estoque de serrapilheira em Mata de Galeria (9,36 Mg ha⁻¹), em Cerrado sentido restrito (6,08 Mg ha⁻¹) e em um povoamento de *Eucalyptus*

urograndis (9,12 Mg ha⁻¹) na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal (DF). Segundo os autores, as diferenças na composição e no tamanho da vegetação podem explicar o maior estoque de serrapilheira na Mata de Galeria em relação ao Cerrado Sentido Restrito. Ao comparar o estoque de floresta do povoamento de eucalipto com outros estudos de florestas plantadas de eucalipto, os autores destacaram que os fatores idade e espaçamento de plantio explicaram as diferenças no estoque de serrapilheira. Os autores ainda destacaram a baixa taxa de decomposição da serrapilheira do gênero *Eucalyptus* sp., motivo pelo qual se encontra maior estoque de serrapilheira nessas áreas quando comparadas com formações savânicas, como o Cerrado sentido restrito.

Em outro estudo, Martins et al. (2021) avaliaram o estoque de serrapilheira em duas formações florestais do Cerrado na área de reserva legal da EMBRAPA – Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás. Encontraram 10,8 Mg ha⁻¹ de estoque anual de serrapilheira em uma área de Cerradão e 8,3 Mg ha⁻¹ em uma área de Floresta Estacional Semidecídua. Os autores destacaram que a predominância de espécies da família Fabaceae nas Florestas Estacionais Semidecíduas, pode aumentar a taxa de decomposição da serrapilheira nesses locais, já que espécies dessa família são boas fixadoras de nitrogênio (N) e esse elemento aumenta a palatabilidade da serrapilheira pelos microrganismos, aumentando a velocidade de decomposição (DUARTE et al., 2013).

Abreu et al. (2021) avaliaram o estoque de serrapilheira em três sistemas de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) de dois, quatro e seis anos de idade, na região sul de Goiás. A espécie florestal cultivada nos ILPFs foi o híbrido *Eucalyptus urograndis* e as coletas foram realizadas em meses de seca e de chuva. Os autores encontraram o maior estoque de serrapilheira no ILPF de quatro anos (10,96 Mg ha⁻¹), seguido pelo ILPF de seis anos (6,99 Mg ha⁻¹) e pelo ILPF de dois anos (5,81 Mg ha⁻¹) e explicaram que inicialmente a produção de serrapilheira cresce com a idade das árvores até atingir um limite, depois de atingido certo limite, a produção de serrapilheira se estabiliza ou cai lentamente para espécies de vida longa ou rapidamente para espécies de vida curta.

Tabela 5. Teor nutricional da serrapilheira nas oito parcelas de SAFs estudadas.

Table 5. Nutritional content of litter in the eight AFSs plots studied.

SAF	Parcela	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mob
SAF 01	1	16	1,4	5,2	16,2	8,3	1,6	90	8	790	184	31	0,12	0,5
SAF 01	2	18	1,7	4,5	16,5	6,7	1,2	116	9	490	205	26	0,1	0,46
	x±s	17 (± 1,4)	1,6 (± 0,2)	4,9 (± 0,5)	16,4 (± 0,2)	7,5 (± 1,1)	1,4 (± 0,3)	103 (± 18,4)	8,5 (± 0,7)	640 (± 212,1)	194,5 (± 14,8)	28,5 (± 3,5)	0,1 (± 0,01)	0,5 (± 0,03)
SAF 02	1	17	2,1	12	11,6	3,7	1,3	95	6	380	143	30	0,12	0,44
SAF 02	2	15	2,5	9	17	3,4	1,4	124	11	503	130	45	0,13	0,52
	x±s	16 (± 1,4)	2,3 (± 0,3)	10,5 (± 2,1)	14,3 (± 3,8)	3,6 (± 0,2)	1,4 (± 0,1)	109,5 (± 20,5)	8,5 (± 3,5)	441,5 (± 87)	136,5 (± 9,2)	37,5 (± 10,6)	0,1 (± 0,01)	0,5 (± 0,06)
SAF 03	1	14	1,3	2,5	9	2,8	1,5	152	4	375	21	24	0,08	0,45
SAF 03	2	16	1,4	12,8	21	3,6	1,4	145	17	335	27	42	0,1	0,36
	x±s	15 (± 1,4)	1,4 (± 0,1)	7,7 (± 7,3)	15 (± 8,5)	3,2 (± 0,6)	1,5 (± 0,1)	148,5 (± 4,9)	10,5 (± 9,2)	355 (± 28,3)	24 (± 4,2)	33 (± 12,7)	0,1 (± 0,01)	0,4 (± 0,06)
SAF 04	1	18	1,5	6,6	15	2	1,3	102	5	294	19	27	0,11	0,44
SAF 04	2	20	1,6	7,5	11,5	2,7	1,5	116	8	273	23	25	0,09	0,49
	x±s	19 (± 1,4)	1,6 (± 0,1)	7,1 (± 0,6)	13,3 (± 2,5)	2,4 (± 0,5)	1,4 (± 0,1)	109 (± 9,9)	6,5 (± 2,1)	283,5 (± 14,8)	21 (± 2,8)	26 (± 1,4)	0,1 (± 0,01)	0,5 (± 0,04)
Média SAFs		16,8 (± 1,7)	1,7 (± 0,4)	7,5 (± 2,3)	14,7 (± 1,3)	4,2 (± 2,3)	1,4 (± 0,04)	117,5 (± 20,9)	8,5 (± 1,6)	430 (± 154,2)	94 (± 85,9)	31,3 (± 5,1)	0,1 (± 0,01)	0,5 (± 0,04)

(N, P, K, Ca e S = g kg⁻¹; Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Co e Mob = mg kg⁻¹).

Tabela 6. Estoque nutricional da serrapilheira para as 08 parcelas de SAF estudadas.

Table 6. Nutrient stock of litter for the 08 AFS plots studied.

SAF	Parcela	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mob
SAF 01	1	357,1	31,2	116,1	361,6	185,3	35,7	2,01	0,18	17,63	4,11	0,69	2,7	11
SAF 01	2	503,4	47,5	125,9	461,5	187,4	33,6	3,24	0,25	13,7	5,73	0,73	2,8	13
	x±s	430,2 (± 103,4)	39,3 (± 11,5)	121 (± 6,9)	411,5 (± 70,6)	186,3 (± 1,5)	34,6 (± 1,5)	2,6 (± 0,9)	0,2 (± 0,1)	15,6 (± 2,8)	4,9 (± 1,1)	0,7 (± 0,02)	2,7 (± 0,1)	12 (± 1,2)
SAF 02	1	1043,5	128,9	736,6	712	227,1	79,8	5,83	0,37	23,33	8,78	1,84	7,4	27
SAF 02	2	419,7	69,9	251,8	475,6	95,1	39,2	3,47	0,31	14,07	3,64	1,26	3,6	15
	x±s	731,6 (± 441,1)	99,4 (± 41,7)	494,2 (± 342,8)	593,8 (± 167,2)	161,1 (± 93,3)	59,5 (± 28,7)	4,7 (± 1,7)	0,3 (± 0,04)	18,7 (± 6,5)	6,2 (± 3,6)	1,6 (± 0,4)	5,5 (± 2,7)	21 (± 8,8)
SAF 03	1	251,4	23,3	44,9	161,6	50,3	26,9	2,73	0,07	6,73	0,38	0,43	1,4	8
SAF 03	2	406,3	35,5	325	533,2	91,4	35,5	3,68	0,43	8,51	0,69	1,07	2,5	9
	x±s	328,8 (± 109,5)	29,4 (± 8,6)	185 (± 198,1)	347,4 (± 262,8)	70,9 (± 29,1)	31,2 (± 6,1)	3,2 (± 0,7)	0,3 (± 0,3)	7,6 (± 1,3)	0,5 (± 0,2)	0,7 (± 0,4)	2 (± 0,8)	9 (± 0,7)
SAF 04	1	387,8	32,3	142,2	323,2	43,1	28	2,2	0,11	6,34	0,41	0,58	2,4	10
SAF 04	2	319,7	25,6	119,9	183,8	43,2	24	1,85	0,13	4,36	0,37	0,4	1,4	8
	x±s	353,8 (± 48,2)	28,9 (± 4,7)	131 (± 15,8)	253,5 (± 98,6)	43,2 (± 0,1)	26 (± 2,8)	2 (± 0,2)	0,1 (± 0,01)	5,3 (± 1,4)	0,4 (± 0,03)	0,5 (± 0,1)	1,9 (± 0,7)	9 (± 1,2)
Média SAFs		461,1 (± 185,4)	49,3 (± 33,89)	232,8 (± 176,5)	401,6 (± 143,7)	115,4 (± 69,1)	37,8 (± 14,9)	3,1 (± 1,1)	0,2 (± 0,1)	11,8 (± 6,4)	3 (± 3)	0,9 (± 0,5)	3 (± 1,7)	13 (± 5,7)

(N, P, K, Ca e S = g kg⁻¹; Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Co e Mob = mg kg⁻¹).

Tabela 7. Peso seco médio (g) da serrapilheira dos *litterbags* coletados bimensalmente em cada área.
Table 7. Average dry weight (g) of litter from *litterbags* collected bimonthly in each area.

Localidades	Nov/20	Jan/21	Mar/21	Mai/21	Jul/21	Set/21	Nov/21
SAF 01	12	8,91	8,25	6,7	5,85	5,27	4,75
Externa 01	12	9,83	9,75	7,95	7,9	7,85	4,9
SAF 02	12	7,02	6,3	4,97	6,5	4,2	3,55
Externa 02	12	10,38	6,4	5,2	5,4	5,7	5,05
SAF 03	12	9,89	7,6	7,6	5,77	5,52	4,67
Externa 03	12	10,23	9,8	9,7	8,4	7,9	7,35
SAF04	12	10,04	7,6	6,24	6,45	4,77	4,4
Externa 04	12	8,39	9,5	10,18	9,3	9,15	7,75
Média SAFs	12	8,96	7,43	6,37	6,14	4,94	4,34
Média Externas	12	9,7	8,93	8,25	7,75	7,65	6,26

Os estoques de serrapilheira nos SAFs estudados foram superiores aos estoques encontrados em áreas nativas e florestas plantadas, no Cerrado, como observado nos estudos acima. Isso pode ser explicado pelas estratégias de manejo utilizadas nesses sistemas. O plantio intensivo e planejado de espécies de crescimento rápido como os capins, bananeira (*Musa* sp.), eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), mutamba (*Guaçuma ulmifolia*), entre outras, é empregado para que através da poda seja disponibilizada de forma contínua a matéria orgânica para cobertura do solo (serrapilheira) (MICCOLIS et al., 2016). Os quatro SAFs apresentaram bons indicadores de estrutura florestal, o que também pode explicar os altos estoques de serrapilheira encontrados (Carvalho et al., 2019), com destaque para a riqueza de espécies nos SAFs 01 e 02, altura (H) nos SAFs 02, 03 e 04, circunferência à altura do peito (CAP) nos SAFs 03 e 04 e abundância para o SAF 04.

O padrão sazonal do estoque de serrapilheira observado nos SAFs segue o já observado em outros estudos de estoque de serrapilheira em diferentes fisionomias no Cerrado (MATOS et al., 2017; ABREU et al., 2021). O maior estoque de serrapilheira ao final da estação seca pode ser explicado pela queda das folhas das árvores nesse período, estratégia que minimiza a perda de água via evapotranspiração durante a época de estiagem (LINGER et al., 2020). Outro fator que pode explicar maior estoque de serrapilheira na estação seca é a alta relação C/N e C/P presentes na serrapilheira nessa época do ano, sendo menos atraente em nutrientes para decompositores e detritívoros (TONIN et al., 2021). O padrão sazonal nos SAFs foi mantido mesmo com as podas e manejos constantes, sugerindo que os altos estoques de serrapilheira podem ser resultado da soma da serrapilheira gerada pelas podas com a queda natural de folhas e galhos do componente arbóreo.

O acompanhamento da perda de massa da serrapilheira dos *litterbags* revelou que a decomposição dentro dos SAFs ($k = -0,0065$) ocorreu de forma mais rápida quando comparada com a decomposição nas áreas externas aos SAFs ($k = -0,0016$). O tempo de meia vida ($T^{1/2}$) para a decomposição da serrapilheira dentro dos SAFs foi de 106,95 dias enquanto para as áreas externas aos SAFs foi de 437,62 dias, o que indica um rápido reaproveitamento de nutrientes por parte da vegetação dos SAFs. Em outros estudos no Cerrado, com outros usos do solo, foram encontradas menores taxas de decomposição e maiores tempos de meia vida do que os que encontramos nos SAFs. Batista (2018) avaliou a taxa de decomposição da serrapilheira em um Cerrado Sentido Restrito e em um povoamento de *Eucalyptus urograndis* na Reserva Ecológica e

Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa (FAL). A autora encontrou a mesma taxa de decomposição ($k = 0,001$) e o mesmo tempo de meia vida ($T^{1/2} = 693$ dias) para as duas vegetações estudadas. A autora destacou que a alta relação C/N encontrada nas duas vegetações pode explicar as baixas taxas de decomposição encontradas. Vital et al. (2004) avaliaram a decomposição da serrapilheira em uma Floresta Estacional Semidecídua, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP Botucatu-SP, e encontraram um tempo de meia vida de aproximadamente 150 dias para decomposição da serrapilheira. Os autores consideraram esse resultado como uma decomposição muito rápida na área estudada, indicando um rápido reaproveitamento dos nutrientes por parte da vegetação.

As condições de sombra parcial dentro dos SAFs, assim como a constante deposição de serrapilheira ao solo, promovida pelas podas recorrentes, podem contribuir para a manutenção da umidade, criando um conforto térmico que possibilita o estabelecimento de microrganismos sensíveis a altas temperaturas. A deposição de folhas verdes promovida pelas podas, pode aumentar a velocidade de decomposição da serrapilheira, por diminuir as razões C/N e C/P (FONTE; SCHOWALTER, 2004; MARTINS et al., 2024). A riqueza e a composição de espécies arbóreas dentro dos SAFs também podem estar contribuindo para uma decomposição mais rápida, já que atua indiretamente no estabelecimento e na estruturação da comunidade de microrganismos decompositores, principalmente fungos (LIN et al., 2021). Outro fator que pode estar contribuindo com as altas taxas de decomposição encontradas nos SAFs é a incidência de luz solar na serrapilheira, principalmente em áreas com podas e manejos recentes. Segundo Méndez et al. (2022), doses moderadas de luz solar podem facilitar a decomposição da serrapilheira ao degradar a lignina, abrindo caminho para a atuação de microrganismos decompositores. Os autores destacaram que uma exposição moderada à luz solar pode representar um controle chave através do qual a radiação solar poderia aumentar a rotatividade, e Costa (2016) sugeriu que existe um efeito aditivo da fotodegradação ao processo de degradação biológica, o que pode estar ocorrendo nos SAFs. A dinâmica de luz e sombra, a diversidade e riqueza de espécies arbóreas e o constante aporte de serrapilheira aos solos dos SAFs, podem estar gerando condições ótimas para a ocorrência de uma rápida decomposição da serrapilheira. Essa aparente habilidade dos SAFs em reciclar os nutrientes através do aporte sistematizado de serrapilheira ao solo, pode estar contribuindo para a fertilidade química desses solos.

Alguns atributos químicos importantes para a fertilidade dos solos (cálcio, magnésio, potássio, zinco, capacidade de troca catiônica e saturação de base) foram maiores nos SAFs enquanto a acidez potencial (H + Al) foi maior nas áreas externas aos SAFs. Esses efeitos positivos relacionados aos nutrientes e à diminuição da acidez nos solos dentro dos SAFs podem estar ligados a constante deposição de serrapilheira aos solos, que quando degradada, incrementa os teores de matéria orgânica do solo (MOS) (MATOS et al., 2020; ROCHA et al., 2022). A MOS auxilia no aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) e soma de bases, causando assim, maior liberação de cátions e ânions trocáveis que são adsorvidos pelos colóides do solo (KERBAUY, 2008). É conhecido que a quantidade e a qualidade da serrapilheira é a principal fonte de transferência de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio para o solo em formações florestais no Cerrado (Martins et al., 2021), podendo ocorrer de forma semelhantes nos SAFs.

A análise do teor nutricional da serrapilheira mostrou o potencial que a serrapilheira de cada SAF tem em retornar ao solo nutrientes oriundos de sua decomposição. A PCA feita entre as variáveis ecológicas dos SAFs e o teor nutricional da serrapilheira, sugeriu que SAFs com maior riqueza de espécies arbóreas possuem uma serrapilheira com maior diversidade de nutrientes, entre eles o fósforo (P). A PCA sugeriu também que SAFs mais bem estruturados, com maiores valores de H, CAP e abundância se relacionaram com o K. Isso pode ser explicado pelo maior período de tempo em que a serrapilheira desses SAFs está se acumulando e se decompondo nos solos desses SAFs, já que o K é liberado de forma mais lenta do que o N e o P, por exemplo (GODINHO, 2016; MARTINS et al., 2024).

O estoque nutricional da serrapilheira, calculado a partir dos dados de estoque e teor nutricional, reforçam o potencial que a serrapilheira tem em contribuir com a fertilidade dos solos. As variáveis ecológicas dos SAFs e o estoque nutricional da serrapilheira sugeriu que SAFs com maior estoque de serrapilheira tendem a ter também maior estoque nutricional na serrapilheira. Os estoques nutricionais médios encontrados nos SAFs (kg ha^{-1}), para os cinco macronutrientes mais utilizados na agricultura (N = 461,1; P = 49,3; K = 232,8; Ca = 401,6 e Mg = 115,4) podem ser considerados altos se comparados com os estoques nutricionais encontrados em outros tipos de vegetação no Cerrado.

Carvalho et al. (2019) avaliaram os estoques nutricionais encontrados na serrapilheira acumulada em quatro tipos de vegetação (Área de Proteção Permanente; Cerrado Sentido Restrito; povoamento de *Eucalyptus* e povoamento de *Pinus*) na região da Floresta Nacional de Silvânia – Goiás (FLONA-GO). Para os macronutrientes os autores encontraram os maiores estoques (kg ha^{-1}) na área de APP (N = 118,6; P = 3,9; K = 11,9; Ca = 176,8 e Mg = 28,4). No Cerrado Sentido Restrito o estoque nutricional para os macronutrientes foi de N = 80,3 kg ha^{-1} , P = 3,6 kg ha^{-1} , K = 8,1 kg ha^{-1} , Ca = 68,7 kg ha^{-1} e Mg = 17,3 kg ha^{-1} , para o povoamento de *Eucalyptus* foi de N = 71,9 kg ha^{-1} , P = 3,4 kg ha^{-1} , K = 9,6 kg ha^{-1} , Ca = 81,2 kg ha^{-1} e Mg = 17 kg ha^{-1} e para o povoamento de *Pinus* foi de N = 79,4 kg ha^{-1} , P = 1,4 kg ha^{-1} , K = 4,3 kg ha^{-1} , Ca = 56,5 kg ha^{-1} e Mg = 5,3 kg ha^{-1} . Os autores destacaram que formações florestais mais úmidas, como as áreas de APP, possuem decomposição associada a microrganismos decompositores, com a possibilidade de mineralização do estoque nutricional, enquanto em formações mais abertas,

como o Cerrado Sentido Restrito, a queima da matéria orgânica pela luz solar pode reduzir ou modificar os componentes a serem estocados.

Os altos estoques de nutrientes encontrados na serrapilheira dos SAFs demonstraram o quanto essa estratégia de manejo pode ser benéfica para a produção agrícola. Ao incluir espécies geradoras de biomassa e promover o aporte da fitomassa ao solo através das podas constantes, os SAFs podem estar potencializando a ciclagem de nutrientes através da translocação de nutrientes promovida pelas árvores, das raízes para as partes aéreas, e em seguida, para a superfície do solo, servindo de alimento para a biota decompositora e retornando esses nutrientes para as plantas em sua forma mineralizada (GODINHO et al., 2016; MARTINS et al., 2024).

Os dados de decomposição e estoque nutricional da serrapilheira foram utilizados para estimar o potencial que os SAFs têm em aportar nutrientes ao solo via decomposição da serrapilheira. As médias para os cinco macronutrientes mais utilizados na agricultura, N (300 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), P (32,5 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), K (154,2 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), Ca (260 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e Mg (73,7 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) indicaram habilidade dos SAFs em promover a ciclagem e disponibilização de nutrientes.

Em um estudo realizado em uma Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária, localizada no município de Botucatu – SP, Vital et al. (2004) estimaram o aporte de macro nutrientes via decomposição da serrapilheira. Encontraram 217,76 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, 11,55 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de P, 52,79 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K, 199,80 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de Ca e 38,70 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de Mg. Os autores encontraram um padrão sazonal na deposição da serrapilheira, porém com pequena variação nas concentrações de nutrientes ao longo do ano, sugerindo que o aporte de nutrientes ao solo ocorre constantemente naquele ecossistema.

Em outro estudo, Costa et al. (2004) avaliaram o aporte de nutrientes pela deposição de serrapilheira em uma área degradada que foi revegetada dez anos antes e em uma capoeira vizinha, no município de Seropédica-RJ. O componente arbóreo era composto pelas leguminosas arbóreas *Mimosa caesalpinjifolia*, *Acacia auriculiformis* e *Gliricidia sepium*. O aporte anual de nutrientes encontrado pelos autores na revegetação variou: para o N, de 130 a 170 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; para o P, de 4,9 a 7,9 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; para K, de 24 a 31 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; para o Ca, de 150 a 190 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, e para o Mg, de 28,6 a 40,0 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Esses valores foram maiores ou similares aos encontrados na capoeira, exceto para o potássio (N = 140 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, P = 4,9 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, Ca = 110 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, Mg = 31,7 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e K = 63 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Os autores destacaram a qualidade nutricional da serrapilheira formada pela espécie *Gliricidia sepium*, que obteve os maiores valores para N, P, Ca e Mg, sugerindo maior potencial de decomposição da serrapilheira dessa espécie.

O acompanhamento da dinâmica edáfica da serrapilheira nos quatro SAFs estudados sugeriu um grande potencial desses sistemas em promover processos e serviços associados à serrapilheira em solos do Cerrado. Nossos resultados indicaram que SAFs diversos e bem estruturados são capazes de produzir grande quantidade de biomassa vegetal, que através da poda sistematizada, geram grande quantidade de serrapilheira. Aliada a isso, a rápida decomposição encontrada nos SAFs sugere uma boa habilidade desses sistemas em promover a ciclagem dos nutrientes e a manutenção da fertilidade dos solos. São necessários mais estudos, que envolvam um maior acompanhamento das

mudanças na fertilidade dos solos dos SAFs através da deposição de serrapilheira ao longo do tempo.

5. CONCLUSÕES

A avaliação da dinâmica edáfica da serrapilheira nos quatro SAFs estudados nos permitiu verificar que SAFs bem estruturados são capazes de aportar grandes quantidades de serrapilheira aos solos, até mais do que ecossistemas florestais do Cerrado. Ocorre um comportamento sazonal do estoque de serrapilheira em SAFs no Cerrado, com o maior acúmulo ao final da estação seca e menor acúmulo ao final da estação chuvosa, seguindo o padrão do Cerrado como um todo.

O alto estoque de serrapilheira encontrados nos SAFs indica que deve estar havendo um efeito de sobreposição da serrapilheira gerada pela queda natural das folhas com a serrapilheira gerada pelas podas constantes das espécies geradoras de biomassa, SAFs bem estruturados são capazes de promover uma rápida decomposição da serrapilheira em solos do Cerrado, sugerindo uma grande eficiência desses sistemas em promover a ciclagem e o aporte de nutrientes aos solos.

Estratégias de manejo que favoreçam o aporte e o acúmulo de serrapilheira no solo podem ser benéficas aos produtores agrícolas ao passo em que promovem melhorias na fertilidade do solo e podem gerar economia com adubos externos. Os SAFs biodiversos aqui estudados apresentaram grande potencial de promover processos e serviços ecológicos relacionados à serrapilheira, porém são necessários mais estudos, a fim de buscar compreender o quanto as estratégias de manejo desses sistemas são capazes de promover a fertilidade e a produtividade em sistemas agrícolas no Cerrado.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, K. M.; FERREIRA, J. L. S.; VASCONCELOS, W. A.; CALIL, F. N.; DE MELO, C.; NETO, S. Biomassa e nutrientes na serrapilheira acumulada em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em diferentes idades. **Magistra**, v. 31, p. 736-748, 2020.

BATISTA, F. R. **Decomposição de Serrapilheira em área do Cerrado sentido restrito e plantio de eucalipto no Distrito Federal**. Disponível em: <<https://jbb.ibict.br/handle/1/1183?mode=full>>. Acesso em: 29 jun 2021.

CARVALHO, H. C.; FERREIRA, J. L. S.; CALIL, F. N.; DE MELO, C. Estoque de nutrientes na serrapilheira acumulada em quatro tipos de vegetação no Cerrado em Goiás, Brasil. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 7, e06, 2019. <https://doi.org/10.5902/2316980X37296>

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. D. Aporte de nutrientes pela serrapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000500014>

COSTA, U. O. **Efeitos da precipitação e da exposição à radiação solar na decomposição da serrapilheira em um ecossistema no semiárido brasileiro**. 98f. Tese [Doutorado em Ecologia] – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/22232>

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. Volume 1. New York: John Wiley & Sons, 1966. 407p.

DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; STIJNEN, T.; MENDONÇA, M. A. F.; COELHO, M. S.; CANTARUTTI, R. B.; MENDONÇA, E. S. Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 87, p. 835-847, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9600-6>

EMBRAPA_Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solos**. Brasília, DF, Embrapa, 2011. 574p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>.

FONTE, S. J.; SCHOWALTER, T. D. Decomposition of Greenfall vs. Senescent Foliage in a Tropical Forest Ecosystem in Puerto Rico 1. **Biotropica**, v. 36, n. 4, p. 474-482, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.17447429.2004.tb00343.x>

GODINHO, T. D. O. Ciclagem de nutrientes via serrapilheira em ecossistemas florestais naturais no Brasil. In: CASTRO, A. B. de; BRUN, E. J.; FERRARI, F. (Orgs.). **Ciências Florestais e Biológicas (CIFLORBIO)**. Curitiba: Editora UTFPR, 2016. 196p.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2016. 528p.

INMET_Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 470p.

LIMA, N.; SILVA-NETO, C.; CALIL, F.; SOUZA, K.; MORAES, D. C. Acúmulo de serrapilheira em quatro tipos de vegetação no estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 39-46, 2015. http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_068

LIN, H.; LI, Y.; BRUELHEIDE, H.; ZHANG, S.; REN, H.; ZHANG, N.; MA, K. What drives leaf litter decomposition and the decomposer community in subtropical forests – the richness of the above-ground tree community or that of the leaf litter?. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 160, e108314, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108314>

LINGER, E.; HOGAN, J. A.; CAO, M.; ZHANG, W. F.; YANG, X. F.; HU, Y. H. Precipitation influences on the net primary productivity of a tropical seasonal rainforest in Southwest China: A 9-year case study. **Forest Ecology and Management**, v. 467, e118153, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118153>

MARTINS, T. O.; SILVA-NETO, C. M.; SIQUEIRA, K. N.; CARVALHO, H. C. S.; MORAES, D. C.; SILVA, P. H. F.; CALIL, F. N. Accumulated litter and nutrient stock in biomass and in soil in forest formations in the Cerrado. **Scientia Forestalis**, v. 49, n. 129, e18, 2021. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n129.18>

MARTINS, T. O.; CALAÇA, F. J. S.; PEREIRA, M. J.; TOKARSKI, R. P.; SANTOS, L. A. C.; MARTINS, B. A.; CALIL, F. N.; CARAMORI, S. S.; SILVA-NETO, C. de M. Atributos da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais no Cerrado. **Nativa**, v. 12, n. 4, p. 693-705, 2024. <https://doi.org/10.31413/nat.v12i4.17682>

- MATOS, N. M.; RIBEIRO, F. P.; GATTO, A.; BUSSINGUER, A. P. Estoque de serapilheira em três fisionomias no Cerrado do Distrito Federal. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e126115, 2017. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.126215>
- MÉNDEZ, M. S.; BALLARÉ, C. L.; AUSTIN, A. T. Dose-responses for solar radiation exposure reveal high sensitivity of microbial decomposition to changes in plant litter quality that occur during photodegradation. **New Phytologist**, v. 235, n. 5, p. 2022-2033, 2022. <https://doi.org/10.1111/nph.18253>
- MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D. 'Solid-fluid-gas': the state of knowledge on carbon-sequestration potential of agroforestry systems in Africa. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 6, p. 22-27, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.014>
- OLIVEIRA, P. H.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; SALES, M. V. Litter and soil-related variation in functional group abundances in cacao agroforests using structural equation modeling. **Ecological Indicators**, v. 84, p. 254-262, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.030>
- PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. 138p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Florestal] – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20220207-205206/en.php>.
- REFLORA_Herbário virtual, 2016. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro. <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual>> Acesso em 15 nov. 2020.
- ROCHA, A. F. B.; SIQUIEROLI, A. C. S.; SILVA, A. D. A.; CARNEIRO, A. M. D. L.; VASCONCELOS, B. N. F.; GONDIM, D. D. R. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroecológicos no Cerrado Mineiro. **Sociedade & Natureza**, v. 34, 362940, 2022. <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-62940>
- SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO. **Solos do estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www2.sieg.go.gov.br>>. Acesso em 28 jul. 2021.
- TONIN, A. M.; LIMA, L. S.; BAMBI, P.; FIGUEIREDO, M. L.; REZENDE, R. S.; GONÇALVES, J. F. Litterfall chemistry is modulated by wet-dry seasonality and leaf phenology of dominant species in the tropics. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 4, e666116, 2021. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.666116>
- VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, p. 793-800, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000600004>

Agradecimentos: O primeiro autor deste trabalho agradece a Coordenação de Melhoria do Pessoal de Ensino Superior Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado. O mesmo autor agradece ao PPG em Recursos Naturais do Cerrado (RENAC) da Universidade Estadual de Goiás. Todos os autores agradecem aos agricultores familiares e agroflorestais que cultivam a terra e permitiram a realização da pesquisa. O autor orientador CMSN agradece também a continuidade da bolsa de produtividade em Pesquisa do CNPq.

Contribuição dos autores: R.P.T.: metodologia, investigação ou coleta de dados, redação (original), redação (revisão e edição); L.C.T.: redação (original), redação (revisão e edição); M.J.P.: redação (original), redação (revisão e edição); F.N.C.: conceitualização, metodologia, investigação; S.S.C.: conceitualização, metodologia, investigação ou coleta de dados, C.M.S.N.: conceitualização, metodologia, investigação ou coleta de dados, administração ou supervisão, redação (original), redação (revisão e edição).

Disponibilidade de dados: Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.



Copyright: © 2024 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons **Attribution-NonCommercial (CC BY-NC)** license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).