



## Estoque de nutrientes na serapilheira acumulada em quatro tipos de vegetação no Cerrado em Goiás, Brasil<sup>1</sup>

Hellen Cristina de Sousa Carvalho<sup>2</sup>; Jorge Luís Sousa Ferreira<sup>3</sup>; Francine Neves Calil<sup>4</sup>; Carlos de Melo e Silva-Neto<sup>5</sup>

**Resumo:** Estudos sobre estoque de nutrientes na serapilheira são importantes para consolidar informações sobre a ciclagem de nutrientes e produtividade em ecossistemas florestais. O objetivo deste estudo foi caracterizar o estoque de nutrientes na serapilheira acumulada em quatro tipos de vegetação no Cerrado, no estado de Goiás. A coleta da serapilheira acumulada foi realizada de forma aleatória em quatro tipos de vegetação (Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus*), utilizando uma moldura com 25 cm x 25 cm (0,0625 m<sup>2</sup>) de dimensão. A serapilheira foi triada nas frações folhas/acículas, galhos, cascas, materiais reprodutivos e miscelânea, com posterior determinação de massa seca, teor e estoque de nutrientes. O maior estoque de nutrientes foi encontrado na serapilheira acumulada na Área de Preservação Permanente, onde o cálcio é o elemento acumulado em maior quantidade quando comparado aos demais macronutrientes. Na serapilheira acumulada nos demais tipos de vegetação, o nitrogênio esteve estocado em maior quantidade. O nitrogênio é um nutriente de suma importância no metabolismo da planta, sendo essencial à fotossíntese. Para os micronutrientes, o elemento mais acumulado foi o manganês, na serapilheira produzida em todos os tipos de vegetação. O manganês tem função importante para as plantas, pois atua no desenvolvimento das raízes e na síntese de clorofila. Os elementos estocados em menores quantidades são o fósforo e enxofre. O gradiente de magnitude de estoque dos nutrientes variou de acordo com a fração da serapilheira e com o tipo de vegetação, não apresentado um padrão.

**Palavras - chave:** Nutrição florestal; Ciclagem de nutrientes; Fisionomias vegetacionais

## Nutrients stocks in litter in four types of vegetation in Cerrado in Goiás state, Brazil

**Abstract:** Studies on nutrient stock in the litter are important to consolidate information on nutrient cycling and productivity in forest ecosystems. The objective of this study was to characterize the nutrient stock in the litter in four types of vegetation in the Cerrado, in Goiás state. The litter collection was performed in a random way in the four types of vegetation (Permanent Preservation Area, Cerrado *Sensu Stricto*, *Eucalyptus* and *Pinus* stands), using a 25 cm x 25 cm (0.0625 m<sup>2</sup>) frame. The litter was sorted in the leaves/needles, fine branches, bark, reproductive and miscellaneous fractions, with subsequent determination of dry mass, content and nutrient stock. The largest stock of nutrients was found in the Permanent Preservation Area, where calcium is the element accumulated in greater quantity when compared to other macronutrients. In the litter in the other types of vegetation, the nitrogen was accumulated in greater quantity. Nitrogen is a nutrient of the most importance in plant metabolism, being essential to photosynthesis. For micronutrients, the most accumulated element was manganese, in the litter in all types of vegetation. Manganese has an important role for plants, as it acts on the development of roots and the synthesis of chlorophyll. The elements stored in smaller quantities were phosphorus and sulfur. The nutrient stock magnitude gradient varied according to litter fraction and vegetation type, with no pattern presented.

**Keywords:** Forest nutrition; Nutrient cycling; Vegetative physiognomy

<sup>1</sup> Recebido em 14.03.2019 e aceito para publicação como **artigo científico** em 22.05.2019.

<sup>2</sup> Engenheira Florestal, Universidade Federal de Goiás, Goiás, GO. E-mail: <hellenc305@gmail.com>

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia. Universidade Federal de Goiás, Goiás, GO. E-mail: <jorgeluisferreira89@hotmail.com>

<sup>4</sup> Engenheira Florestal, Doutora. Professora da Universidade Federal de Goiás, Goiás, GO. E-mail: <fncalil@gmail.com>

<sup>5</sup> Tecnólogo em Agroecologia. Instituto Federal de Goiás, Goiás, GO. E-mail: <carloskoa@gmail.com>

## Introdução

Estudos sobre a ciclagem de nutrientes em áreas florestais demonstram a grande importância ambiental da serapilheira na transferência de energia e minerais para os diferentes compartimentos da formação florestal. Esses estudos são fundamentais para indicar a qualidade dos aspectos físicos, químicos e biológicos da floresta, que são ideais para conservação ambiental de cada fitofisionomia (PIMENTA et al., 2011).

Diferentes compartimentos da biomassa florestal vêm sendo utilizados para entender processos, tais como a produção primária, avaliação do estoque de nutrientes, dinâmica entre os componentes da floresta, e até processos climatológicos, como mudanças climáticas globais. Dentre esses compartimentos, destaca-se a serapilheira, que é formada por galhos, folhas, sementes, insetos, casca, inflorescência, restos fecais deixados pela fauna, sendo influenciada por fatores ambientais como clima, altitude, relevo, precipitação, disponibilidade hídrica e o tipo vegetação arbórea do ambiente (GODINHO et al., 2014).

A serapilheira produzida e acumulada no piso florestal passa por um processo de decomposição realizado pela meso e macrofauna. A partir da decomposição, são liberados os nutrientes que podem ser utilizados pelo o sistema radicular das plantas para sua nutrição (CALDEIRA et al., 2013). Por isso, a serapilheira é um dos fatores responsáveis pela produtividade da floresta, sendo que seu estudo pode colaborar para uma melhor compreensão da dinâmica de nutrição florestal (COSTA et al., 2011; VITAL et al., 2004),

As diferentes condições ambientais em que as florestas estão inseridas geram diferentes influências sobre a produção de serapilheira, como é o caso do ambiente de florestas naturais e em povoamentos florestais. Nestes ecossistemas a dinâmica de deposição pode variar em função da composição de espécies, período da coleta e idade da planta (CALDEIRA et al., 2013). O Brasil possui uma

grande área de povoamentos florestais, na qual as principais espécies cultivadas são do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. Essa área possui cerca de 6,6 milhões de hectares e, em Goiás uma área de 54.513 mil hectares, nas quais estão inseridas na categoria de uso prioritário de florestas para produção (SFB, 2013). Nessas áreas também ocorre a deposição de serapilheira, sendo assim, há o retorno da matéria orgânica para o solo, que garante o reaproveitamento dos nutrientes pelas plantas, refletindo na sustentabilidade do ecossistema florestal (CALDEIRA et al., 2013).

As características morfológicas e fisiológicas das plantas interferem significativamente na concentração de nutrientes na serapilheira e, a capacidade de translocação dos elementos dentro da planta varia, refletindo em diferentes proporções de minerais estocados em cada componente da serapilheira (PINTO, 2001). Este estudo teve o objetivo de caracterizar o estoque de nutrientes na serapilheira acumulada em quatro tipos de vegetação, sendo Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito e povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* no estado de Goiás Brasil.

## Material e métodos

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em quatro tipos de vegetação, sendo elas Cerrado Sentido Restrito, Área de Preservação Permanente, povoamento de *Eucalyptus* e povoamento de *Pinus*. As áreas denominadas como Área de Preservação Permanente e Área de Cerrado Sentido Restrito estão localizadas na Floresta Nacional de Silvânia - FLONA. A FLONA possui uma área 487 hectares, inserida na zona rural do município de Silvânia – Goiás. Nesta região, como clima é tropical, com estação seca bem definida, temperatura média anual de 21,95 °C e a precipitação pluviométrica média anual para a região da FLONA de Silvânia é de 1503,49 mm (ICMBIO, 2015).

O povoamento de *Eucalyptus* consiste em



uma área cultivada com o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (*Eucalyptus urograndis*), com cinco anos de idade, plantado em espaçamento de 3 m x 2 m. Esta área está localizada no município de Goianópolis - Goiás, onde o clima é tropical do tipo Aw, segundo a classificação climática de Köppen. Na região a temperatura média é 22,1 °C e a precipitação pluviométrica média anual é de 1407 mm (CLIMATE-DATA, 2019).

O povoamento de *Pinus* consiste em uma área total de, aproximadamente, 50 ha, onde a espécie cultivada é o *Pinus oocarpa*. Na ocasião do estudo, o povoamento, pertencente à empresa Vale do Rio Grande Reflorestamento LTDA, estava com 34 anos. A área está localizada no município Catalão - Goiás, cujo clima tropical é classificado como Aw, segundo Köppen, com temperatura média de 22,2 °C e a precipitação pluviométrica média anual de 1482 mm (CLIMATE-DATA, 2019).

#### Coleta dos dados

Foram realizadas 30 coletas da serapilheira acumulada, de forma aleatória, em cada área de estudo, utilizando uma moldura de madeira com 25 cm x 25 cm (0,0625 m<sup>2</sup>) de dimensão. De acordo com a metodologia proposta por Kleinpaul et al. (2003), toda a serapilheira acumulada era coletada até a total exposição do solo. Posteriormente, as amostras eram colocadas em sacos de papel, devidamente identificados. Esse material foi levado ao laboratório, onde foi colocado em estufa de circulação forçada e renovação de ar, a 70°C por 72 horas ou até atingir peso constante. O material foi separado em diferentes frações (folhas/acículas, galhos, cascas, materiais reprodutivos e miscelânea) e, posteriormente, cada fração foi pesada individualmente em balança digital (precisão 0,01g) para obtenção da massa seca (LIMA et al., 2014).

Após separação e pesagem do material, as frações foram trituradas no triturador modelo Lippel, posteriormente moído em moinho de facas do tipo Willey e passado em peneira de malha 1,0 mm (20 mesh). O material foi

encaminhado para análise química de nutrientes em laboratório, onde foram determinados os teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Mn e Zn) em tecido vegetal. O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl (digestão sulfúrica = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>); o fósforo e o boro, por espectrofotometria (P por digestão nítrica-perclórica e B por digestão seca); o potássio, por fotometria de chama; o enxofre, por turbidimetria, e cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, por espectrometria de absorção atômica (todos por digestão nítrica-perclórica), segundo Tedesco et al. (1995) e Miyazawa et al. (1999).

O estoque de nutrientes na serapilheira acumulada foi calculado por meio da multiplicação dos teores de nutrientes pela massa seca, estimando-se o estoque de nutrientes contidos em todas as frações da serapilheira acumulada nos quatro tipos de vegetações estudados.

#### Análise dos dados

Para comparação estatística do teor de nutrientes, entre os diferentes tipos de vegetação, foi realizado modelo geral de análise de variância (GLM), com nível de significância de 95% para comparação de médias entre as diferentes frações da serapilheira (folhas/acículas, galhos, cascas, materiais reprodutivos e miscelânea).

Foi realizada a Análise dos Componentes Principais (PCA), considerando as associações entre estoque de nutrientes nas diferentes frações da serapilheira acumulada e os tipos de vegetação (Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus*). Para a análise foi utilizada matriz de covariância, observando significância estatística de 95% de cada variável inserida na análise.

## Resultados e Discussão

### Serapilheira acumulada e suas frações

No povoamento de *Pinus* e na área de Cerrado Sentido Restrito houve a maior quantidade de serapilheira acumulada, que era composta, principalmente, pela fração folhas/acículas. Na Área de Preservação Permanente também há uma grande quantidade

de serapilheira acumulada, podendo ser decorrente do maior diversidade de espécies vegetais na composição florística desse tipo de vegetação, que produzem continuamente a serapilheira que vem se acumulando ao longo do tempo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Serapilheira acumulada em Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* no estado de Goiás, Brasil.

**Table 1.** Litter in Permanent Preservation Area, Cerrado *Sensu Stricto*, *Eucalyptus* and *Pinus* stands in Goiás state, Brazil.

Local	Fração	kg ha <sup>-1</sup>	%	Local	Fração	kg ha <sup>-1</sup>	%
<b>Área de Preservação Permanente</b>	Folhas	7.384,00	73,11	<b>Povoamento de <i>Eucalyptus</i></b>	Folhas	7.993,60	83,98
	Galhos	2.057,60	20,0		Galhos	1.088,00	11,43
	Cascas	379,20	3,75		Cascas	316,80	3,33
	Material reprodutivo	174,40	1,74		Material reprodutivo	112,00	1,17
	Miscelânea	102,40	1,02		Miscelânea	8,00	0,09
	Total	10.098,00	100		Total	9.518,00	100
<b>Cerrado Sentido Restrito</b>	Folhas	7.651,60	73,47	<b>Povoamento de <i>Pinus</i></b>	Acículas	11.865,60	77,72
	Galhos	1.865,60	18,13		Galhos	521,60	3,42
	Cascas	379,20	3,68		Cascas	753,60	4,94
	Material reprodutivo	256,00	2,49		Material reprodutivo	2.110,00	13,82
	Miscelânea	228,80	2,23		Miscelânea	16,0	0,10
	Total	10.291,20	100		Total	15.267,20	100

O acúmulo de serapilheira está relacionado com a estrutura florestal de acordo com a fitomassa disponível no ambiente. De acordo com Poggiani (2012), o material proveniente da queda de componentes do dossel arbóreo, tais como folhas, galhos, frutos e flores, que fazem parte da produção de serapilheira, é responsável por 60% da transferência de nutrientes para o solo.

#### Teores de nutrientes na serapilheira acumulada

Na comparação do teor de nutrientes entre as frações da serapilheira, apenas o nitrogênio (N) e fósforo (P) diferem significativamente ( $F(7,4) = 162,06$ ;  $p = 0,000$ ). Entre as frações, o maior teor de N ocorre nas folhas/acículas quando comparado às demais frações da serapilheira. A apesar de teor de fósforo ser

muito menor do que o nitrogênio, o P também apresentou variação entre as frações, sendo que sua concentração foi maior no material reprodutivo e miscelânea. Os teores de nutrientes na serapilheira acumulada não diferem quando são comparados os quatro tipos de vegetação ( $F(21,12) = 1,48$ ;  $p = 0,240$ ) (Tabela 2).

Os maiores teores de Ca e N foram encontrados em todos os tipos de vegetação e nas diferentes frações da serapilheira acumulada. O nitrogênio tem grande importância para as reações metabólicas da planta, sendo essencial para a fotossíntese, por isso é o elemento mais concentrado nas folhas (MALAVOLTA, 1985). Ferreira et al. (2007) em estudo na floresta caducifólia e sub-caducifólia verificaram que, o nitrogênio é o nutriente mais concentrado na serapilheira quando comparado com os outros nutrientes; o



mesmo também foi observado nos trabalhos de Bertalot et al. (2004), na serapilheira em plantio com espécies leguminosas arbóreas, e Balieiro et al. (2004), em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. Dentre os macronutrientes primários, destaca-se o fósforo,

que apesar dos menores teores nas frações da serapilheira acumulada, é um elemento fundamental para a fotossíntese na planta. Quando a planta está na fase adulta, a necessidade do elemento é menor (RAIJ, 1991).

**Tabela 2.** Teores ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de macro e micronutrientes na serapilheira acumulada em Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* no estado de Goiás, Brasil.

**Table 2.** Macro and micronutrients contents ( $\text{g kg}^{-1}$ ) in litter of Permanent Preservation Area, Cerrado *Sensu Stricto*, *Eucalyptus* and *Pinus* stands in Goiás state, Brazil.

Frações	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	
	$\text{g kg}^{-1}$						$\text{mg kg}^{-1}$				
<b>Área de Preservação Permanente</b>	Folhas	12,78a*	0,39a*	1,38	16,28	2,96	0,50	33,02	9,94	387,63	17,70
	Cascas	9,12b	0,40a*	0,83	31,83	2,79	0,34	30,94	8,78	474,76	11,91
	Galhos	8,51b	0,35a*	0,55	20,04	2,40	0,33	21,58	9,69	345,67	19,41
	MR	11,68a*	0,56b	1,38	11,20	2,26	0,48	34,32	9,64	137,45	13,16
	Misc	12,97a*	0,66b	1,10	13,46	1,84	1,22	43,94	11,81	346,96	26,04
<b>Cerrado Sentido Restrito</b>	Folhas	8,79a*	0,34a	0,83	6,46	1,63	0,35	26,78	7,08	323,24	11,00
	Cascas	9,12a*	0,37a	0,83	7,92	1,44	0,36	21,32	12,93	453,82	9,80
	Galhos	3,83b	0,37a	0,28	8,24	1,98	0,27	14,30	5,80	639,69	11,37
	MR	4,42b	0,37a	2,75	2,34	1,36	0,29	24,70	5,97	151,38	5,25
	Misc	9,33a*	0,39a	1,65	4,35	1,77	0,36	43,94	9,04	379,82	20,53
<b>Povoamento de <i>Eucalyptus</i></b>	Folhas	8,50a*	0,41a*	1,10	9,56	1,97	0,42	26,52	8,78	367,98	44,96
	Cascas	4,58b	0,13b	0,55	2,93	1,14	0,22	19,76	3,19	123,72	6,26
	Galhos	1,61b	0,03b	0,55	3,00	0,69	0,16	5,72	5,17	99,35	44,79
	MR	6,39b	0,80a*	1,10	4,91	1,24	0,31	17,68	4,87	154,14	45,05
	Misc	12,33a*	0,40b	1,10	5,76	2,22	0,68	65,40	12,46	225,34	34,31
<b>Povoamento de <i>Pinus</i></b>	Acículas	5,89a*	0,12b	0,28	4,32	1,17	0,32	21,06	3,60	155,52	9,75
	Cascas	2,20a*	0,06b	0,28	2,87	0,48	0,14	8,58	2,33	78,06	8,48
	Galhos	3,04a*	0,03b	0,55	3,22	0,58	0,25	11,96	3,16	97,61	6,41
	MR	2,90a*	0,03b	0,28	0,65	0,41	0,16	8,32	2,91	32,09	5,05
	Misc	12,33b	0,40	1,10	5,76	2,22	0,68	65,40	12,46	225,34	34,31

Onde: MR = Material Reprodutivo; Misc = Miscelânea, N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = enxofre; B = boro; Cu = cobre; Mn = manganês; Zn = zinco. \*Letras diferentes diferenciam estatisticamente as frações. Somente P e N apresentaram diferenças estatísticas; os outros parâmetros não diferiram.

O povoamento de *Pinus* teve menores teores de Ca nas frações da serapilheira acumulada quando comparado ao povoamento de *Eucalyptus*. Para Poggiani et al. (1987), em estudo de quantificação da deposição de folheto em talhões experimentais usando pinus e eucalipto, os resultados obtidos são similares aos encontrados nesse estudo.

O cálcio tem a característica de baixa mobilidade dentro da planta e é lentamente distribuído aos componentes quando as folhas

estão em senescência, condicionando assim teores foliares de Ca mais elevados na fração foliar (VITTI et al., 2006). O cálcio foi o elemento encontrado em maiores concentrações na serapilheira produzida na Área de Preservação Permanente e no povoamento de *Eucalyptus*. Segundo Corrêa et al. (2013), em estudo sobre deposição de serapilheira e concentrações de macronutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* no bioma Pampa, há maiores concentrações de cálcio nas

folhas da serapilheira produzida. Já para os micronutrientes, em estudo na Floresta Ombrófila Mista Montana, no Paraná, os teores de micronutrientes seguiram a seguinte ordem: Fe, Mn, Zn e Cu (CALDEIRA et al., 2007). O mesmo resultado foi encontrado neste trabalho.

Estoque de nutrientes na serapilheira acumulada

Os resultados dos estoques de nutrientes na serapilheira acumulada, nos quatro tipos de vegetação deste estudo, estão demonstrados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Estoque (kg ha<sup>-1</sup>) de macro e micronutrientes na serapilheira acumulada em Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* no estado de Goiás, Brasil.

**Table 3.** Macro and micronutrients stocks (kg ha<sup>-1</sup>) in litter of Permanent Preservation Area, Cerrado *Sensu Stricto*, *Eucalyptus* and *Pinus* stands in Goiás state, Brazil.

		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
<b>Frações</b>		<b>kg ha<sup>-1</sup></b>									
<b>Área de Preservação Permanente</b>	Folhas	94,34	2,883	10,15	120,212	21,857	3,696	0,244	0,073	2,862	0,131
	Cascas	3,459	0,152	0,313	12,071	1,058	0,128	0,012	0,003	0,180	0,005
	Galhos	17,51	0,724	1,132	41,238	4,938	0,669	0,044	0,020	0,711	0,040
	MR	2,037	0,098	0,240	1,953	0,394	0,084	0,006	0,002	0,024	0,002
	Misc	1,329	0,068	0,113	1,379	0,188	0,125	0,004	0,001	0,036	0,003
	<b>Total</b>	<b>118,670</b>	<b>3,925</b>	<b>11,950</b>	<b>176,853</b>	<b>28,435</b>	<b>4,702</b>	<b>0,310</b>	<b>0,100</b>	<b>3,813</b>	<b>0,180</b>
<b>Cerrado Sentido Restrito</b>	Folhas	66,503	2,579	6,238	48,825	12,325	2,654	0,202	0,054	2,444	0,083
	Cascas	3,459	0,142	0,313	3,003	0,546	0,136	0,008	0,005	0,172	0,004
	Galhos	7,141	0,698	0,513	15,371	3,694	0,497	0,027	0,011	1,193	0,021
	MR	1,130	0,094	0,704	0,600	0,348	0,075	0,006	0,002	0,039	0,001
	Misc	2,135	0,088	0,378	0,994	0,405	0,083	0,010	0,002	0,087	0,005
	<b>Total</b>	<b>80,368</b>	<b>3,600</b>	<b>8,146</b>	<b>68,793</b>	<b>17,318</b>	<b>3,445</b>	<b>0,254</b>	<b>0,073</b>	<b>3,935</b>	<b>0,114</b>
<b>Povoamento de <i>Eucalyptus</i></b>	Folhas	67,962	3,253	8,793	76,411	15,747	3,325	0,212	0,070	2,941	0,359
	Cascas	1,452	0,040	0,174	0,927	0,361	0,070	0,006	0,001	0,039	0,002
	Galhos	1,753	0,030	0,598	3,267	0,751	0,170	0,006	0,006	0,108	0,049
	MR	0,715	0,089	0,123	0,549	0,139	0,035	0,002	0,001	0,017	0,005
	Misc	0,099	0,003	0,009	0,046	0,018	0,005	0,001	0,000	0,002	0,000
	<b>Total</b>	<b>71,981</b>	<b>3,416</b>	<b>9,698</b>	<b>81,201</b>	<b>17,016</b>	<b>3,605</b>	<b>0,227</b>	<b>0,077</b>	<b>3,108</b>	<b>0,415</b>
<b>Povoamento de <i>Pinus</i></b>	Acículas	69,899	1,370	3,263	51,257	13,835	3,779	0,250	0,043	1,845	0,116
	Cascas	1,654	0,041	0,207	2,163	0,365	0,103	0,006	0,002	0,059	0,006
	Galhos	1,583	0,017	0,287	1,680	0,304	0,129	0,006	0,002	0,051	0,003
	MR	6,127	0,058	0,580	1,372	0,859	0,343	0,018	0,006	0,068	0,011
	Misc	0,197	0,006	0,018	0,092	0,036	0,011	0,001	0,000	0,004	0,001
	<b>Total</b>	<b>79,460</b>	<b>1,494</b>	<b>4,355</b>	<b>56,563</b>	<b>15,398</b>	<b>4,364</b>	<b>0,281</b>	<b>0,052</b>	<b>2,026</b>	<b>0,137</b>

Onde: MR = Material Reprodutivo; Misc = Miscelânea, N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = enxofre; B = boro; Cu = cobre; Mn = manganês; Zn = zinco.

A partir das análises de estoques de nutrientes na serapilheira acumulada, nas quatro áreas de estudo, foi elaborado o gradiente de magnitude de armazenamento de macro e micronutrientes nas frações (Tabela 4).

A Análise de Componentes Principais reforça os dados sobre estoque de nutrientes na serapilheira. Nesta análise descritiva quanto ao

estoque de nutrientes, os diferentes tipos de vegetação se agruparam entre si, sendo os que se diferenciaram mais são a Área de Preservação Permanente e povoamento de *Pinus*. Povoamento de *Eucalyptus* e Cerrado Sentido Restrito apresentaram semelhantes estoques de nutrientes na serapilheira acumulada (Figura 1).



**Tabela 4.** Gradiente de magnitude de armazenamento dos nutrientes na serapilheira acumulada em Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* no estado de Goiás, Brasil.

**Table 4.** Gradient of storage magnitude of the nutrients in litter of Permanent Preservation Area, Cerrado *Sensu Stricto*, *Eucalyptus* and *Pinus* stands in Goiás state, Brazil.

	Frações	Macronutrientes	Micronutrientes
<b>Área de Preservação Permanente</b>	Folhas	Ca > N > Mg > K > S > P	Mg > B > Zn > Cu
	Cascas	Ca > N > Mg > K > P > S	Mg > B > Cu > Zn
	Galhos	Ca > N > Mg > K > P > S	Mg > B > Zn > Cu
	Material reprodutivo	N > Ca > Mg > K > P > S	Mg > B > Cu > Zn
	Miscelânea	Ca > N > Mg > S > K > P	Mg > B > Zn > Cu
<b>Cerrado Sentido Restrito</b>	Folhas	N > Ca > Mg > K > S > P	Mg > B > Zn > Cu
	Casca	N > Ca > Mg > K > P > S	Mg > B > Cu > Zn
	Galhos	Ca > N > Mg > P > K > S	Mg > B > Zn > Cu
	Material reprodutivo	N > K > Ca > Mg > P > S	Mg > B > Cu > Zn
	Miscelânea	N > Ca > Mg > K > P > S	Mg > B > Zn > Cu
<b>Povoamento de <i>Eucalyptus</i></b>	Folhas	Ca > N > Mg > K > S > P	Mn > Zn > B > Cu
	Casca	N > Ca > Mg > K > S > P	Mn > B > Zn > Cu
	Galhos	Ca > N > Mg > K > S > P	Mn > Zn > B = Cu
	Material reprodutivo	N > Ca > Mg > K > P > S	Mn > Zn > B > Cu
	Miscelânea	N > Ca > Mg > K > S > P	Mn > B
<b>Povoamento de <i>Pinus</i></b>	Acículas	N > Ca > Mg > S > K > P	Mn > B > Zn > Cu
	Cascas	Ca > N > Mg > K > S > P	Mn > B > Zn > Cu
	Galhos	Ca > N > Mg > K > S > P	Mn > B > Zn > Cu
	Material reprodutivo	N > Ca > Mg > K > S > P	Mn > B > Zn > Cu
	Miscelânea	N > Ca > Mg > K > S > P	Mn > B = Zn

Dentre as frações que compõe a serapilheira acumulada, àquelas oriundas do povoamento de *Eucalyptus* e Cerrado Sentido Restrito apresentam maior estoque de Zn, K, P, S e B. Já a serapilheira acumulada na Área de Preservação Permanente apresenta maior estoque de N, Cu, Mg e Ca. Essas características podem ocorrer devido a fatores de manejo das áreas de eucalipto, com a possibilidade de desrama natural e induzida nas árvores e deposição de folheto com maiores teores de nutrientes decorrentes da fertilização (SILVA et al., 2012); já para o Cerrado Sentido Restrito, a qualidade nutricional da serapilheira produzida e acumulada tem relação com seu comportamento ecofisiológico, caracterizado pela perda da maior parte das folhas uma vez ao ano, na estação seca (CIANCIARUSO et al., 2006).

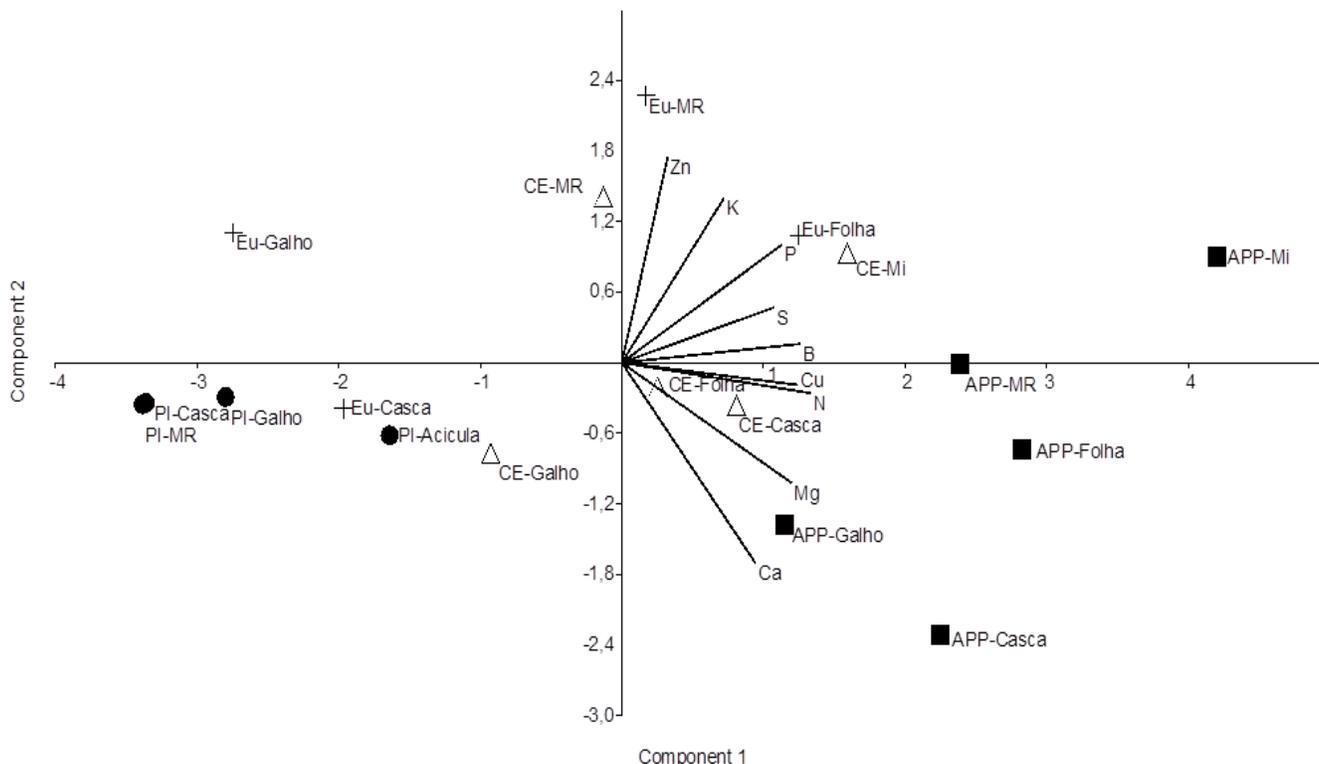
Outro fator relevante também é a decomposição da serapilheira nessas diferentes

formações florestais, sendo que, os ambientais mais úmidos, como Área de Preservação Permanente, apresentam a decomposição mais associada a microrganismos decompositores, com possibilidade de mineralização desse estoque nutricional. Já formações mais abertas podem sofrer também o processo de fotodecomposição, a partir da queima da matéria orgânica pela luz solar, reduzindo assim os componentes estocados, ou pelo menos modificando o perfil dos componentes a serem estocado (CAMPOS et al., 2008).

Na serapilheira acumulada em povoamentos de *Eucalyptus* o acúmulo de fósforo pode indicar que esse elemento é mais limitante no processo de decomposição da serapilheira (COSTA et al. 2011). Comparando P e K na área de Cerrado Sentido Restrito com P e K do povoamento de *Pinus*, o resultado deste estudo se assemelha ao observado por Cavalcante et al. (2007), que avaliaram a variabilidade espacial

de matéria orgânica, fósforo, potássio e capacidade de troca catiônica sob diferentes manejos. Os autores referidos observaram que as áreas com maiores teores de nutrientes foram àquelas de Cerrado e plantio direto, já em áreas cultivadas a matéria orgânica foi reduzida. Isso se deve ao acúmulo de serapilheira que ocorre em quantidade mais elevadas nas áreas mais

conservadas quando comparado aos outros sistemas. No referido estudo, quando realizado o plantio direto e convencional, os valores de P, K e capacidade de troca catiônica eram maiores, onde os teores de fósforo e potássio aumentam na superfície e diminuem em camadas mais profundas.



Onde: Eu-Galho = fração galho da serapilheira acumulada no povoamento de *Eucalyptus*; CE-MR = fração material reprodutivo na área de Cerrado Sentido Restrito; Eu-MR = fração material reprodutivo no povoamento de *Eucalyptus*; Eu-Folha = fração folha no povoamento de *Eucalyptus*; CE-mi = fração miscelânea na área de Cerrado Sentido Restrito; APP-Mi = fração miscelânea na Área de Preservação Permanente; APP-MR = fração material reprodutivo na Área de Preservação Permanente; CE-Folha = fração folha na área de Cerrado Sentido Restrito; CE-Casca = fração casca na área de Cerrado Sentido Restrito; PI-Casca = fração casca no povoamento de *Pinus*; PI-Galho = fração galho no povoamento de *Pinus*; PI-MR = fração material reprodutivo no povoamento de *Pinus*; Eu-Casca = fração casca no povoamento de *Eucalyptus*; PI-Acícula = fração acícula no povoamento de *Pinus*; CE-Galho = fração galho na área de Cerrado Sentido Restrito; APP-Galho = fração galho na Área de Preservação Permanente; APP-Casca = fração casca na Área de Preservação Permanente; APP-Folha = fração folha na Área de Preservação Permanente; N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = enxofre; B = boro; Cu = cobre; Mn = manganês; Zn = zinco.

**Figura 1.** Análise dos Componentes Principais entre estoque de nutrientes nas frações da serapilheira acumulada e tipo de vegetação em Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* no estado de Goiás, Brasil.

**Figure 1.** Principal Components Analysis between nutrients stocks in litter fractions and vegetation type in Permanent Preservation Area, Cerrado *Sensu Stricto*, *Eucalyptus* and *Pinus* stands in Goiás state, Brazil.

Silva et al. (1998) encontraram em plantios de *Pinus*, ao estudarem a translocação de nutrientes de folhas, a seguinte ordem de

concentração: K>N>Ca>Mg>S>P, onde as maiores concentrações de potássio ocorreram em função das características de fertilidade da



área. Este resultado difere do observado no presente trabalho, onde o K ficou na quarta posição na ordem de concentração de nutrientes, indicando uma baixa fertilidade do solo.

O Cerrado Sentido Restrito pode ser influenciado pela capacidade das espécies nativas de responder à deficiência nutricional do solo, pois os solos nestas áreas são, comumente, de baixa fertilidade. Para Haridasan (2000), existem diferenças entre a resposta das espécies do Cerrado à nutrição e, os autores mostram que existem fatores que afetam, indiretamente, a diversidade vegetacional e condicionam solos distróficos no Cerrado, levando a uma baixa produção de serapilheira ao longo dos anos.

Em outro estudo feito por Nogueira e Haridasan (1997), é demonstrada uma comparação do estoque de nutrientes de espécies nativas do Cerrado e espécies de Área de Preservação Permanente, onde há relato de deficiência nutricional na área de Cerrado e uma baixa decomposição da matéria orgânica em plantio de eucalipto. Em povoamentos de *Eucalyptus* é comum a decomposição menos acelerada da serapilheira, causando maior acúmulo da matéria orgânica e, por consequência, um maior estoque de nutrientes na serapilheira, o que implica em maior eficiência na ciclagem bioquímica. Esses resultados também foram encontrados por Adams e Attiwill (1986).

O manganês foi estocado em maiores quantidades nas folhas, pois é um nutriente encontrado com regularidade no solo, na forma de óxidos e sulfetos de manganês. Esse nutriente se acumula em diferentes partes na planta e a alocação varia de acordo com o período vegetativo, sendo que as folhas mais velhas têm maior concentração de Mn e folha jovens têm menor acúmulo (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

## Conclusões

As frações folhas/acículas são as que mais

contribuem na composição da serapilheira acumulada nas áreas de Área de Preservação Permanente, Cerrado Sentido Restrito, povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus*. Os nutrientes estocados em maiores quantidades nas frações da serapilheira acumulada, nos quatro tipos de vegetação, foram cálcio, nitrogênio e o manganês.

A partir da análise do estoque de nutrientes de serapilheira, compreende-se melhor o funcionamento da dinâmica florestal, tanto em povoamentos comerciais com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, quanto em áreas de vegetação nativa, pois está é fonte importante para a entrada de nutrientes no sistema.

## Referências

ADAMS, M. A.; ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling and nitrogen mineralization in eucalypt forests of south-eastern Australia. *Plant and soil*, v. 92, n. 3, p. 341-362, 1986.

BALIEIRO, F. D. C. et al. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.6, 2004.

BERTALOT, M. J. A. et al. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu-São Paulo, Brasil. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, p:219-227, 2004.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de Nutrientes em Floresta Ombrófila Mista, Montana-Paraná. *Revista Academica*. v.5, n.2. p:101-116, 2007.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. [www.ufpi.br/comunicata](http://www.ufpi.br/comunicata). *Comunicata Scientiae* v.4, n.2, p:111-119, 2013.

CAMPOS, E. H. et al. Acúmulo de serapilheira em fragmentos de mata mesofítica e cerrado

stricto sensu em Uberlândia-MG. Sociedade & Natureza, v.20, n.1, p:189-203, 2008.

CAVALCANTE, E. G. S. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n.31, p:1329-1339, 2007.

CIANCIARUSO, M. V. et al. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. Acta Botanica Brasílica, v.20, n.1, p: 49-59, 2006.

CLIMATE- DATA.ORG. Acompanhamento do clima. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/goianapolis-43450/> Acesso em: 10 mai. 2019.

CLIMATE- DATA.ORG. Acompanhamento do clima. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/catalogo-43452/> Acesso em: 10 mai. 2019.

CORRÊA, R. S; SCHUMACHER, M. V; MOMOLLI, D. R. Deposição de serapilheira e macronutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden sobre pastagem natural degradada no Bioma Pampa. Scientia Forestalis. v.41, n.97, p: 65-74, 2013.

COSTA, E. C. et al. Entomologia florestal. 2º ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2011.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Nutrição mineral de plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Boné. 13: p.327-354. 2006.

FERREIRA, R. L. C. et al. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). Revista Árvore. v.31,n.1, p:7-12, 2007.

GODINHO, T. O. et al. acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual

Submontana, ES. Cerne. v.20, n.1, 2014.

GUIMARÃES, L. E. Aspectos ecológicos e produtividade em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil central. Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2015.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. Minicurso administrado durante o VII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, em 20 de julho de 1999 em Brasília Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. v.12, n.1, p:54-64, 2000.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo da Floresta de Silvânia, Goiás - Volume I Diagnóstico. Brasília. 297 p. 2015.

KLEINPAUL, I. S. et al. Acúmulo de serapilheira em povoamentos de pinus e eucaliptos no campus da UFSM. In: 9º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 2003, Nova Prata. Anais... 9º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 2003.

LIMA, N. L. et al. Acúmulo de serapilheira em quatro tipos de vegetação no Estado de Goiás. Enciclopédia Biosfera. v.11, n.22, p: 39-46, 2014.

MALAVOLTA, E.; FERRI, M. G. Nutrição das plantas. Fisiologia vegetal. São Paulo: EDUSP, ed.1, p: 400-408, 1985.

MIYAZAWA, M. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: Silva, F.C., organizador. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; 1999.

NOGUEIRA, P. E.; HARIDASAN, M. Foliar nutrient concentrations of tree species in four gallery forests in central Brazil. In: Encinas, J. I. e Kleinn, C. (Ed.) Proceedings of the International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions



- with Special Reference to Gallery Forests. Brasília, Universidade de Brasília 1997. p:309-321.
- PIMENTA, J. A. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. v.25, n.1, p: 53-57. 2011.
- PINTO, C. B.; Contribuição de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em sucessão vegetal na Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná), 2001.
- POGGIANI, F. et al. Quantificação da deposição de folhedo em talhões experimentais de *Pinus taeda*, *Eucalyptus viminalis* e *Mimosa scabrella* plantados em uma área degradada pela mineração do xisto betuminoso. *IPEF*. v.37, p: 21-29, 1987.
- POGGIANI, F. Ciclagem de Nutrientes em Florestas do Brasil. In: MARTINS, S. V. (Editor). *Ecologia de florestas Tropicais do Brasil*. 2ªed. Universidade Federal de Viçosa, Cap. 6:175 - 251, 2012.
- RAIJ, B. V. Geoquímica de micronutrientes. Simpósio Sobre micronutrientes na Agricultura, Jaboticabal. Anais. Piracicaba: POTAFOS / CNPq pp. 99-112, 1991.
- SFB - SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007 - 2012./ Serviço Florestal Brasileiro. - Brasília: SFB, 2013. ISBN 978-85-63269-10-2.
- SILVA, A. C.; SANTOS, A. R. D.; PAIVA, A.V. Translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (clone) e em acícula de *Pinus oocarpa*. *Revista da Universidade de Alfenas*. v.4, p:11-18, 1998.
- SILVA, J. V. et al. Produção e acúmulo de nutrientes em povoamento de eucalipto em consequência da intensidade do desbaste e da fertilização. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n. 11, p: 1555-1562. 2012.
- TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de Solos; 1995.
- VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore*, v.28, n.6, p: 793-800, 2004.
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. Dentro: Fernandes, Manlio Silvestre. (editor). *Nutrição mineral de plantas*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 12, p:299-235, 2006.