

## ACÚMULO DE SERAPILHEIRA EM FRAGMENTOS DA FLORESTA ATLÂNTICA SUBTROPICAL

*Danielle Bauer<sup>1</sup>*  
*Camila S. Führ<sup>2</sup>*  
*Gregory Mendes dos Santos<sup>3</sup>*  
*Jairo L. Schmitt<sup>4</sup>*

Recebido em 13.04.2018; Aceito 07.05.2018

### ABSTRACT

Forests are important compartments that guarantee the production and maintenance of the nutrient cycle in ecosystems. The produced deciduous material, its accumulation and later decomposition make available the compounds assimilated by the plants for its reuse. The quantity and quality of these compounds depend on several environmental factors, among them the forest structure, floristic diversity and climatic variables. This study aimed to determine the litter accumulation in three forest fragments in Southern Brazil (Seasonal Semi-deciduous Forest - SSF, Dense Ombrophilous Forest - DOF, and Mixed Ombrophilous Forest – MOF) to verify variations. The results showed that the SSF fragment accumulated the largest amount of litter in all seasons. In the autumn, the amount of leaves present in the soil was different among the three forests, possibly associated to the floristic composition. There was an increase in total accumulation at the winter and spring in DOF and SSF, respectively; while the MOF fragment was notable for its constancy in the amount of accumulated litter along the seasons, suggesting stability in the ecosystem.

**Keywords:** Accumulated biomass. Seasonality. Forests of the South of Brazil.

### RESUMO

As florestas constituem importantes compartimentos que garantem a produção e manutenção do ciclo de nutrientes nos ecossistemas. A produção de material decíduo, seu acúmulo e posterior decomposição disponibilizam os compostos assimilados pelas plantas para sua reutilização. A quantidade e qualidade destes compostos depende de vários fatores ambientais, entre eles a estrutura florestal, diversidade florística e as variáveis climáticas. Neste estudo buscou-se determinar comparativamente o acúmulo de serapilheira em três fragmentos florestais da região Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual - FES, Floresta Ombrófila Densa- FOD e Floresta Ombrófila Mista-FOM), ao longo das estações do ano, para verificar possíveis variações. Os resultados mostraram que o fragmento de FES acumulou a maior quantidade de serapilheira, em todas as estações. Na estação do outono, a quantidade de folhas presentes no solo foi diferente entre as três florestas, possivelmente associada à composição florística. Houve um aumento do acúmulo total no inverno e na primavera na FOD e na FES, respectivamente,

---

1 Doutoranda em Biologia/UNISINOS - Diversidade e Manejo de Vida Silvestre. [daniellepbauer@gmail.com](mailto:daniellepbauer@gmail.com)

2 Graduanda em Biologia/FEEVALE, Bolsista de Iniciação Científica – CNPQ. [camilastorckf@gmail.com](mailto:camilastorckf@gmail.com)

3 Graduando em Medicina/UMAX. Universidad Maria Auxiliadora S. A. [Gregorymendes251298@gmail.com](mailto:Gregorymendes251298@gmail.com)

4 Doutor em Botânica, professor titular do PPG em Qualidade Ambiental/FEEVALE. [jairols@feevale.br](mailto:jairols@feevale.br)

enquanto que o fragmento de FOM se destacou por apresentar constância na quantidade de serapilheira acumulada ao longo das estações, sugerindo estabilidade no ecossistema. **Palavras-chave:** Biomassa acumulada. Estacionalidade. Florestas do Sul do Brasil.

## INTRODUÇÃO

A cobertura florestal possui importante papel na fertilização e manutenção da estrutura do solo através da produção de serapilheira e do sistema radicular. A camada de material decíduo mantém a umidade do solo, bem como evita mudanças bruscas na temperatura, favorecendo o desenvolvimento da flora microbiana e dos invertebrados decompositores. Além disso, a serapilheira acumulada evita a erosão e funciona como substrato para o armazenamento das sementes produzidas pelas plantas (Lopes *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2010).

A manutenção da fertilidade do solo ocorre principalmente por meio da transferência de nutrientes das plantas via serapilheira, possibilitando o retorno dos compostos orgânicos e minerais para a vegetação, mantendo assim o equilíbrio e a dinâmica dos ecossistemas (Cunha *et al.*, 1993; Schumacher *et al.*, 2004). A fração foliar da serapilheira constitui cerca de 60% do material produzido, sendo responsável pela maior quantidade de nutrientes que retornam ao solo via decomposição (Olson, 1963; Caldera *et al.*, 2007; Marafiga *et al.*, 2012).

A intensidade da produção de serapilheira pode ser determinada por fatores climáticos, edáficos e bióticos (Van Schaik *et al.*, 1993; Werneck *et al.*, 2001, Figueiredo Filho *et al.*, 2003). O grau de influência dos diversos fatores vai depender das características específicas de cada comunidade vegetal (Pires *et al.*, 2006).

A quantidade de material produzido varia com a estrutura e o tipo florestal, bem como sofre influência da fenologia das populações e comunidades vegetais (Burghouts *et al.*, 1994; Sundarapandian & Swamy, 1999; Pires *et al.*, 2006; Caldera *et al.*, 2007; Siqueira *et al.*, 2016). A diversidade de espécies e a sazonalidade na queda de material podem influenciar quantitativamente e qualitativamente a deposição dos resíduos, provocando mudanças no aporte e composição da biomassa (Sampaio *et al.*, 1988; Morellato, 1992; Marafiga *et al.* 2012). Assim, a quantidade e a qualidade da serapilheira podem sofrer alterações em função do local e da época da coleta (Caldera *et al.*, 2007).

O volume da camada de serapilheira que se acumula sobre o solo vai depender da velocidade de decomposição do material (Toledo *et al.*, 2002). Nas regiões tropicais, a decomposição depende principalmente da comunidade decompositora, da composição química do substrato e das condições abióticas. A umidade favorece o processo, fazendo com que seja maior na estação chuvosa (Parson *et al.*, 2014; He *et al.*, 2016).

O objetivo do presente estudo foi determinar o acúmulo de serapilheira ao longo das quatro estações de um ano, em três fragmentos de floresta atlântica no Sul do Brasil: Floresta Estacional Semidecidual (FES), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Floresta Ombrófila Mista (FOM). A serapilheira acumulada foi quantificada por estação, em cada floresta, para verificar a existência de sazonalidade no acúmulo entre as estações e diferenças entre as formações florestais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

Para a realização do estudo foram selecionados três fragmentos de floresta secundária, nas seguintes cidades do Rio Grande do Sul: Caraá (Floresta Ombrófila Densa - 29°44'12''S e 50°21'30''O), São Francisco de Paula (Floresta Ombrófila Mista - 29°25'24''S e 050°23'12''O) e Picada Café (Floresta Estacional Semidecidual - 29°23'58''S e 51°06'42''O) (figura 1). Os fragmentos de FOD e FES encontravam-se em estágio

sucessional médio e a área de FOM, em estágio avançado (CONAMA, 1994). As coletas de serapilheira foram realizadas em todos fragmentos a uma distância mínima de 100 m das bordas. Os dados apresentados foram coletados no período de dezembro de 2016 a setembro de 2017.

O clima regional no Rio Grande do Sul é classificado como Cfa – clima mesotérmico, sem estação seca e com verões quentes, segundo Köppen-Geiger (Peel *et al.*, 2007). Na localidade de São Francisco de Paula, o clima é do tipo Cfb, mesotérmico superúmido, com verão brando e inverno frio. De acordo com dados climatológicos das estações mais próximas aos fragmentos, a temperatura média anual, a precipitação média mensal e a pluviosidade acumulada em 2016 foi de, respectivamente: 14,5° C, 157,04 mm e 1884,5 mm em São Francisco de Paula; 19° C, 172,74 mm e 2072,9 mm em Caraá e 17,4° C, 161,8 mm e 1941,8 mm em Picada Café.

### Caracterização florística dos fragmentos

O fragmento de Floresta Ombrófila Mista do presente estudo localiza-se na Floresta Nacional de São Francisco de Paula. A área se encontra a 880 m de altitude, na borda oriental da Serra Geral. Floristicamente, a área é formado por numerosos espécimes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, e por diversas espécies consorciadas como *Blepharocalyx salicifolius* (H.B. & K.) Berg, *Ilex paraguariensis* St. Hil., *Tabebuia umbellata* (Sond.) Sandwith e várias espécies dos gêneros *Ocotea* (Aubl.) e *Nectandra* Rol. ex Rottb (Backes *et al.*, 2005).

A área de Floresta Ombrófila Densa localiza-se no município de Caraá, próximo à nascente do Rio dos Sinos, em uma altitude de 320 m. O fragmento caracteriza-se pela presença de espécies como *Cecropia pachystachya* Trécul, *Euterpe edulis* Mart, *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn., *Casearia sylvestris* Sw, *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Cupania vernalis* Cambess., espécies do gênero *Myrsine* L., entre outras.

A Floresta Estacional Semidecidual do estudo encontra-se na região da Encosta da Serra Geral, na cidade de Picada Café, a 170 m de altitude. As espécies mais representativas no fragmento são canelas (*Nectandra oppositifolia* Ness, *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez), leguminosas (*Machaerium stipitatum* (DC.) Vogel e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan), meliáceas (*Cedrela fissilis* Vell. e *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.), além de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg., *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., *Jacaranda micrantha* Cham., *Cupania vernalis* Cambess., *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., *Erythroxylum argentinum* O. E. Schulz e *Casearia sylvestris* Sw.

### Amostragem e análise dos dados

Em cada área de estudo foram coletadas, no final de cada estação, 10 amostras de toda serapilheira acumulada sobre o solo, por meio de um gabarito de 0,25 m<sup>2</sup>. A serapilheira foi armazenada em sacos de papel e seca em estufa a 65° C por 72 horas. O material seco foi triado manualmente para obtenção da massa individual das frações folhas (inteiras e fragmentos), ramos (até 1,5 cm de diâmetro), estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes) e miscelânea (resíduos animais ou detritos não identificáveis) (Scoriza *et al.*, 2012). Materiais como pedras, solo, plântulas e raízes foram separados durante a triagem da serapilheira e descartados. Para a análise estatística foram consideradas apenas as frações mais representativas da serapilheira: folhas e ramos. Os valores médios das frações foram convertidos em kg/ha.

As médias foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e comparadas por análise de variância (Anova) para verificar possíveis diferenças entre as estações do ano e entre as três florestas, por meio do programa BioEstat 5.0.

## Resultados

Os resultados do acúmulo total e das frações folhas e ramos de serapilheira dos fragmentos florestais estudados encontra-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

**Tabela 1:** Média das frações em kg/ha de serapilheira acumulada entre a primavera de 2016 e o inverno de 2017, em Floresta Estacional Semidecidual (FES), Rio Grande do Sul.

Fração (kg/ha)	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Folhas	3.921,73 <b>b</b> (811,88)	3.682,00 <b>b</b> (766,63)	4.570,76 <b>ab</b> (502,77)	5.240,84 <b>a</b> (546,58)
Ramos	3.454,44 <b>a</b> (509,05)	2.573,32 <b>ab</b> (920,69)	1.997,96 <b>b</b> (789,98)	2.397,42 <b>b</b> (732,72)
Total	8.430,27 <b>a</b> (1.413,9)	7.142,27 <b>b</b> (1.046,67)	7.158,36 <b>b</b> (700,96)	8.290,40 <b>b</b> (794,88)

Letras minúsculas na horizontal comparam efeito entre as estações. Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão da média.

**Tabela 2:** Média das frações em kg/ha de serapilheira acumulada entre a primavera de 2016 e o inverno de 2017 em Floresta Ombrófila Densa (FOD), Rio Grande do Sul.

Fração (kg/ha)	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Folhas	2.965,12 <b>b</b> (601,38)	2.936,00 <b>b</b> (562,51)	2.902,60 <b>b</b> (395,03)	4.900,18 <b>a</b> (1.171,50)
Ramos	2.278,92 <b>a</b> (787,67)	1.818,84 <b>ab</b> (789,98)	1.310,72 <b>b</b> (515,91)	1.594,22 <b>b</b> (306,51)
Total	5.654,32 <b>ab</b> (541,77)	4.983,24 <b>b</b> (759,93)	4.919,36 <b>b</b> (738,32)	6.686,71 <b>a</b> (1.188,48)

Letras minúsculas na horizontal comparam efeito entre as estações. Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão da média.

**Tabela 3:** Média das frações em kg/ha de serapilheira acumulada entre a primavera de 2016 e o inverno de 2017, em Floresta Ombrófila Mista (FOM), Rio Grande do Sul.

Fração (kg/ha)	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Folhas	2.856,12 <b>b</b> (1136,59)	2.925,02 <b>b</b> (730,18)	3.747,75 <b>ab</b> (817,10)	4.415,45 <b>a</b> (514,90)
Ramos	2.655,84 <b>a</b> (1.207,16)	1.488,18 <b>b</b> (667,76)	968,75 <b>b</b> (353,93)	1.386,95 <b>b</b> (683,84)
Total	6.063,68 <b>a</b> (1.620,71)	5.314,75 <b>a</b> (1.580,92)	5.274,20 <b>a</b> (1.369,77)	6.227,40 <b>a</b> (1.064,69)

Letras minúsculas na horizontal comparam efeito entre as estações. Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão da média.

O acúmulo total médio anual foi de 7.755,32 kg/ha na FES, 5.720,01 kg/ha na FOM e 5.560,91 kg/ha na FOD. Nas três florestas o acúmulo total foi maior nas estações do inverno e da primavera, a participação da fração folhas maior no outono/inverno e a dos ramos maior na primavera/verão.

O acúmulo total apresentou diferença significativa entre as estações na FES ( $F=4,304$ ;  $p=0,011$ ) e na FOD ( $F=9,288$ ;  $p=0,0003$ ) enquanto que na FOM a diferença do acúmulo total entre as estações não foi significativa ( $p>0,05$ ). A presença de folhas na serapilheira acumulada foi significativamente maior no inverno na FOD ( $F=16,410$ ;  $p=0,0001$ ) e nas estações do outono e inverno na FES ( $F=10,053$ ;  $p=0,0002$ ) e FOM ( $F=6,528$ ;  $p=0,0018$ ). A massa de ramos foi maior na primavera na FOM ( $F=7,235$ ;  $p=0,0011$ ) e na primavera/verão na FES ( $F=5,906$ ;  $p=0,0027$ ) e FOD ( $F=5,020$ ;  $p=0,006$ ).

A tabela 4 apresenta um comparativo do estoque de serapilheira entre as três áreas de estudo. O fragmento com FES apresentou um depósito de serapilheira total

significativamente maior em relação às demais áreas, em todas as estações (primavera:  $F=12,877$ ;  $p=0,0003$ ; verão:  $F=9,932$ ;  $p=0,0009$ ; outono:  $F=14,381$ ;  $p=0,0002$ ; inverno:  $F=9,650$ ;  $p=0,0012$ ).

Em relação às frações mais significativas da serapilheira, a quantidade de folhas acumuladas diferiu significativamente entre as áreas (FES>FOM>FOD) no outono ( $F=18,308$ ;  $p<0,0001$ ), enquanto que no inverno e no verão não houve variação significativa. Na primavera a diferença foi significativa apenas entre a FES e a FOM ( $F=4,131$ ;  $p=0,027$ ). A presença de ramos no acumulado foi significativamente maior na FES nas quatro estações, distinguindo-se das florestas Ombrófila Mista e Densa no outono ( $F=8,237$ ;  $p=0,002$ ) e no inverno ( $F=6,851$ ;  $p=0,005$ ), da FOD na primavera ( $F=4,131$ ;  $p=0,027$ ) e da FOM no verão ( $F=4,606$ ;  $p=0,019$ ).

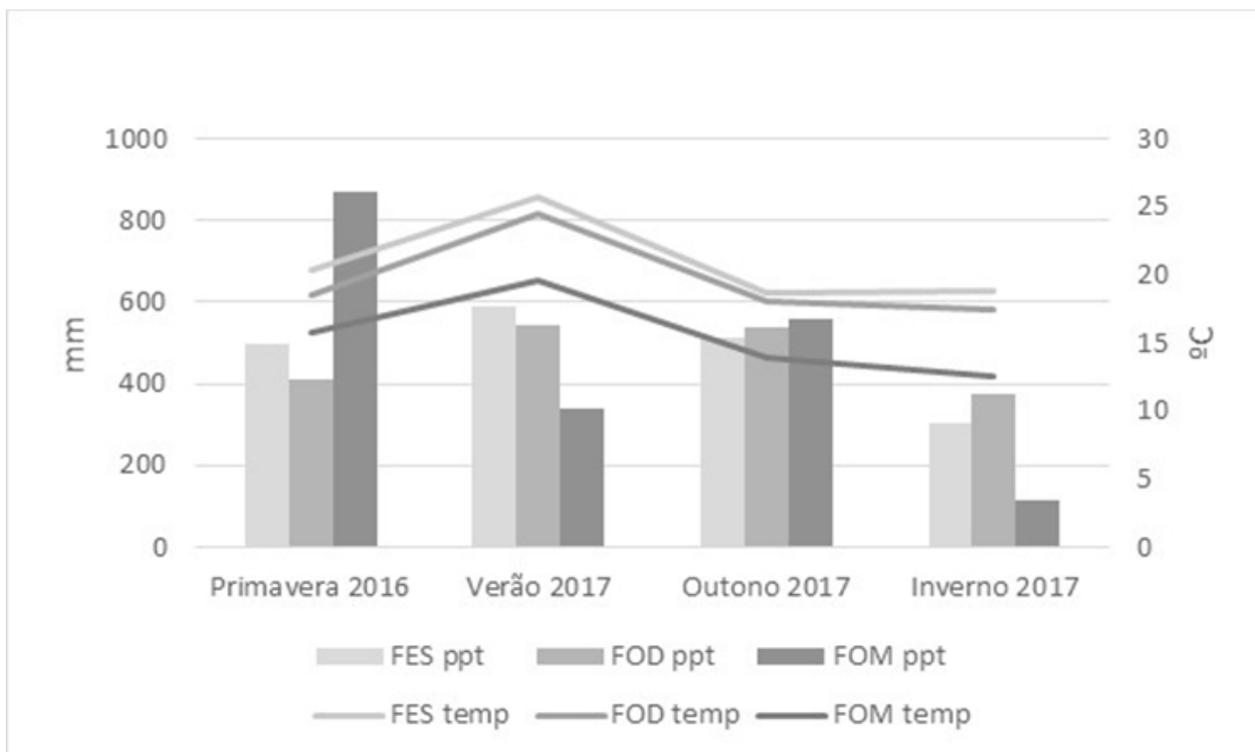
**Tabela 4:** Média das frações folhas e ramos, em kg/ha, de serapilheira acumulada entre a primavera de 2016 e o inverno de 2017, em Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Floresta Estacional Semidecidual (FES), Rio Grande do Sul.

Fração (kg/ha)	FES	FOM	FOD	Estação
Folhas	3.921,73 a (811,88)	2.856,12 b (1136,59)	2.965,12 ab (601,38)	Primavera
Ramos	3.454,44 a (509,05)	2.655,84 ab (1.207,16)	2.278,92 b (787,67)	
Total	8.430,27 a (1.413,9)	6.063,68 b (1.620,71)	5.654,32 b (541,77)	
Folhas	3.682,00 a (766,63)	2.925,02 a (730,18)	2.936,00 a (562,51)	Verão
Ramos	2.573,32 a (920,69)	1.488,18 b (667,76)	1.818,84 ab (789,98)	
Total	7.142,27 a (1.046,67)	5.314,75 b (1.580,92)	4.983,24 b (759,93)	
Folhas	4.570,76 a (502,77)	3.747,75 b (817,10)	2.902,60 c (395,03)	Outono
Ramos	1.997,96 a (789,98)	968,75 b (353,93)	1.310,72 b (515,91)	
Total	7.158,36 a (700,96)	5.274,20 b (1.369,77)	4.919,36 b (738,32)	
Folhas	5.240,84 a (546,58)	4.415,45 a (514,90)	4.900,18 a (1.171,50)	Inverno
Ramos	2.397,42 a (732,72)	1.386,95 b (683,84)	1.594,22 b (306,51)	
Total	8.290,40 a (794,88)	6.227,40 b (1.064,69)	6.686,71 b (1.188,48)	

Letras minúsculas na horizontal comparam efeito entre as florestas. Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão da média.

Foram coletados dados de temperatura média e precipitação acumulada durante o período de estudo em cada estação do ano, a partir de estações meteorológicas próximas das áreas selecionadas (tabela 5). A menor temperatura foi observada no inverno, na FOM, a qual também registrou as menores temperaturas em relação às duas outras áreas, nas demais estações. A precipitação acumulada não demonstrou estação com escassez hídrica em nenhuma das áreas do estudo durante o período, porém observou-se uma diminuição nos valores durante o inverno de 2017.

**Tabela 5.** Parâmetros climáticos nas estações da primavera de 2016 ao inverno de 2017 em Floresta Estacional Semidecidual (FES), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Floresta Ombrófila Mista (FOM), Rio Grande do Sul.



Dados obtidos a partir de estação móvel (São Francisco de Paula) e site do IRGA (Caraá e Picada Café).

## DISCUSSÃO

A camada de serapilheira que se acumula sobre o solo é regulada pela quantidade de material decíduo produzido e a velocidade com que o material vai sendo incorporado ao solo (Spain, 1984). A ausência de variações significativas no material acumulado ao longo do tempo reflete o sincronismo destes dois processos, o que é de grande importância para os ecossistemas pois minimiza a perda de nutrientes por lixiviação e melhora o aproveitamento da água e nutrientes (Pires *et al.*, 2006).

Os resultados do presente estudo mostraram sazonalidade no acúmulo de serapilheira entre as estações do ano e diferenças significativas da quantidade depositada sobre o solo entre os fragmentos. O pequeno número de trabalhos que abordam o acúmulo de serapilheira nos ecossistemas florestais brasileiros, bem como a variação na metodologia de coleta, tornam difícil estabelecer um padrão para este processo (Meguro *et al.*, 1979; Morellato, 1992; Diniz & Pagano, 1997; Pires *et al.*, 2006; Caldera *et al.*, 2007; Pinto *et al.*, 2008; Caldato *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2010; Cunha Neto *et al.*, 2013; Bauer *et al.*, 2017).

Assim que se deposita sobre o solo, a serapilheira inicia seu processo de decomposição mediado pela temperatura, umidade e comunidade decompositora (Parton *et al.*, 2007; Cornwell *et al.*, 2008). As características climáticas podem facilitar ou não a decomposição. Temperaturas médias e precipitação abundante aceleram a velocidade do processo de ciclagem dos nutrientes, enquanto que a escassez hídrica e a temperatura excessivamente elevada ou muito baixa inibem a ação dos agentes decompositores (Meguro *et al.*, 1980; Lopes *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2006).

O clima também influencia no comportamento fenológico, de forma que a existência de estação seca ou fria sazonal pode induzir a queda de material decíduo, resultando numa quantidade maior de material aportado e acumulado nestes períodos (Meguro *et al.*,

1979; Pires *et al.*, 2006, Pinto *et al.*, 2009). Nas florestas tropicais localizadas em regiões com duas estações climáticas definidas (seca e chuvosa), a sazonalidade da produção de serapilheira está ligada à redução da precipitação, com o maior aporte de material decíduo na estação seca (Morellato, 1992; Pinto *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2010). Em regiões sem estresse hídrico, como as subtropicais úmidas, a temperatura e o fotoperíodo parecem ser os fatores determinantes da sazonalidade do material decíduo (Athayde *et al.*, 2009).

No presente estudo foi constatada sazonalidade na serapilheira total acumulada, entre as estações, nos fragmentos de FES e FOD. Ambos apresentaram maior quantidade de material sobre o solo no inverno e na primavera, decorrente de um aumento na quantidade de folhas e ramos no material acumulado nestas estações, respectivamente. O maior acúmulo também pode estar associado às baixas temperaturas do inverno, que causam uma diminuição na velocidade de decomposição do material, pela redução da atividade metabólica dos organismos envolvidos no processo (Meguro *et al.*, 1980). Diniz & Pagano (1997) avaliaram o acúmulo mensal de serapilheira em FES ao longo de dois anos e também verificaram aumento na quantidade de serapilheira na estação do inverno e início da primavera, associado à diminuição da temperatura e da precipitação.

Foi observado um incremento na quantidade ramos na serapilheira depositada sobre o solo na primavera, na FOM, que se estendeu até o verão na FES e FOD. A ocorrência de ventos fortes, comuns na região na primavera, pode ser um dos fatores responsáveis pela maior queda de galhos na primavera. O aumento na quantidade de galhos na serapilheira em consequência dos fortes ventos já foi referida por outros autores (Britez *et al.*, 1992; König *et al.*, 2002; Andrade *et al.*, 2008; Gomes *et al.*, 2010).

A quantidade de folhas encontradas no acumulado foi significativamente maior nas estações do outono/inverno. A caducifolia é resultante de uma série de processos metabólicos ligados à fisiologia das espécies, além de estímulos ambientais como estresse hídrico, redução da fertilidade do solo e fotoperíodo (Santana & Souto, 2010). Nas florestas tropicais a queda de folhas é, via de regra, contínua, porém com pico na estação seca, no inverno (Morellato, 1992; Meguro *et al.*, 1979; Diniz & Pagano, 1997). Na região subtropical, a perda de folhas pode ocorrer devido à seca fisiológica, provocada pelas baixas temperaturas, pela diminuição do comprimento do dia (outono/inverno) e pela substituição das folhas senescentes na retomada do crescimento, na primavera (König *et al.*, 2002; Backes *et al.*, 2005). Na FOM e FES, o aumento da quantidade de folhas no acumulado iniciou no outono, com ápice no inverno. Já a FOD, possivelmente pelo menor número de espécies decíduas na sua composição florística, apresentou um aumento significativo somente no inverno.

A diferença significativa de folhas no acumulado do outono entre os três fragmentos reforçou o nível diferente de deciduidade de cada comunidade. Os valores de folhas no acumulado dos fragmentos com FES e FOM aumentam no outono, em relação à estação anterior, enquanto que no fragmento com FOD a quantidade cresce somente no inverno, delineando uma separação entre as quantidades desta fração no acumulado do outono, entre as formações. Este resultado contribui para confirmar a influência do tipo de floresta na produção e acúmulo de serapilheira (Santana & Souto, 2010; Vogt *et al.*, 1986).

O fragmento com FES acumulou a maior quantidade de serapilheira dentre os três, em todas as estações enquanto que as áreas com FOD e FOM apresentaram acúmulo menor e similar. As florestas dos fragmentos do estudo distinguem-se pela sua fisionomia. A FES caracteriza-se por apresentar em sua estrutura de 20 a 50% das árvores do estrato superior decíduas (Klein, 1983). A FOM caracteriza-se pela presença emergente da Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), acompanhada por um sub-bosque de espécies perenifólias e caducifólias (Hueck, 1953; Fernandes & Backes, 1998). A FOD

Subtropical apresenta a maior parte de suas espécies perenifólias, porém também apresenta espécies estacionais em sua composição florística, principalmente nesta ocorrência mais austral do Brasil. O tipo florestal, aliada às condições climáticas sazonais, afeta a quantidade de serapilheira produzida e conseqüentemente a quantidade de material acumulado sobre o solo (Sundarapandian & Swamy, 1999; Caldato *et al.*, 2010; Bianchin *et al.*, 2016; Siqueira *et al.*, 2016). Sendo a FES, neste estudo, a formação com maior número de espécies decíduas, justifica-se que o acúmulo de serapilheira seja superior neste fragmento em relação aos outros dois avaliados.

Os padrões de aporte podem variar nos diferentes ecossistemas. Estudos na região subtropical do Brasil indicam o final do inverno (König *et al.*, 2002), a primavera (Britez *et al.*, 1992; Cunha *et al.*, 1993; Backes *et al.*, 2005; Vogel *et al.*, 2012; Bolzan *et al.*, 2015) e o verão (Bianchin *et al.*, 2016) como períodos do ano em que ocorre a maior produção de serapilheira, associados a mudanças na temperatura, precipitação e fotoperíodo. Porém, trabalhos realizados sobre o acúmulo de serapilheira sugerem que a dinâmica do aporte e do acúmulo de serapilheira podem não seguir o mesmo padrão sazonal (Cunha *et al.*, 1993; Pires *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2009).

No presente estudo foi constatada uma sazonalidade entre a serapilheira total acumulada ao longo das estações na FES e FOD, com picos nas estações do inverno e primavera, principalmente por um aumento da quantidade de folhas e ramos no material acumulado nestas estações, respectivamente. Foi observado um incremento significativo na quantidade ramos na serapilheira depositada sobre o solo na primavera, na FOM, que se estendeu até o verão na FES e FOD. A ocorrência de ventos fortes, comuns na região na primavera, pode ser um dos fatores responsáveis pela maior queda de galhos neste período. Um aumento na quantidade de galhos na serapilheira em decorrência dos fortes ventos já foi referida por outros autores (König *et al.*, 2002; Andrade *et al.*, 2008).

A ausência de variação significativa na quantidade absoluta de material acumulado ao longo das estações do ano sobre o solo no fragmento com FOM sugere um equilíbrio dinâmico na ciclagem dos nutrientes. Este fragmento se encontra no estágio mais avançado de sucessão entre os três avaliados e sabe-se que o equilíbrio está relacionado ao estágio de sucessão e de conservação da floresta (Delitti, 1989; Pezzato & Wisniewski, 2006; Pinto *et al.*, 2008). À medida que a floresta avança no estágio sucessional, há uma tendência ao equilíbrio na produção e decomposição de serapilheira (Olson, 1963), resultando assim em uma estabilização das quantidades acumuladas sobre o solo, ao longo do tempo. Este estado de equilíbrio na camada de serapilheira acumulada também foi observado por Bauer *et al.*, 2017, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual subtropical em estágio avançado de sucessão, o qual não apresentou diferenças do acumulado total ao longo das quatro estações do ano e por Pires *et al.* (2006), que também não observou padrão sazonal nítido no acumulado mensal em uma floresta de restinga bem preservada, no Paraná.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fragmento de Floresta Estacional Semidecidual caracterizou-se por apresentar, em relação aos fragmentos com floresta ombrófila, os maiores valores de serapilheira acumulada nas quatro estações, além de uma maior participação da fração ramos na composição total da serapilheira. O fragmento de FOM destacou-se por apresentar um equilíbrio entre a produção e a decomposição da serapilheira, a partir da constância no material acumulado ao longo das estações.

Quanto às variações estacionais do acumulado em cada formação, observou-se um padrão sazonal para a presença de folhas na serapilheira, com pico na estação inverno nas três florestas, indicando relação com a quantidade de espécies decíduas em cada uma das formações florestais do estudo.

Os resultados demonstraram que, além das condições climáticas, o estágio sucessional e as características fenológicas das espécies que compõem a estrutura florestal podem influenciar na quantidade de serapilheira acumulada ao longo das estações do ano.

Cabe ressaltar que devido à grande variabilidade na produção e no acúmulo de serapilheira dentro dos ecossistemas, são necessários estudos a longo prazo para consolidar os padrões observados nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

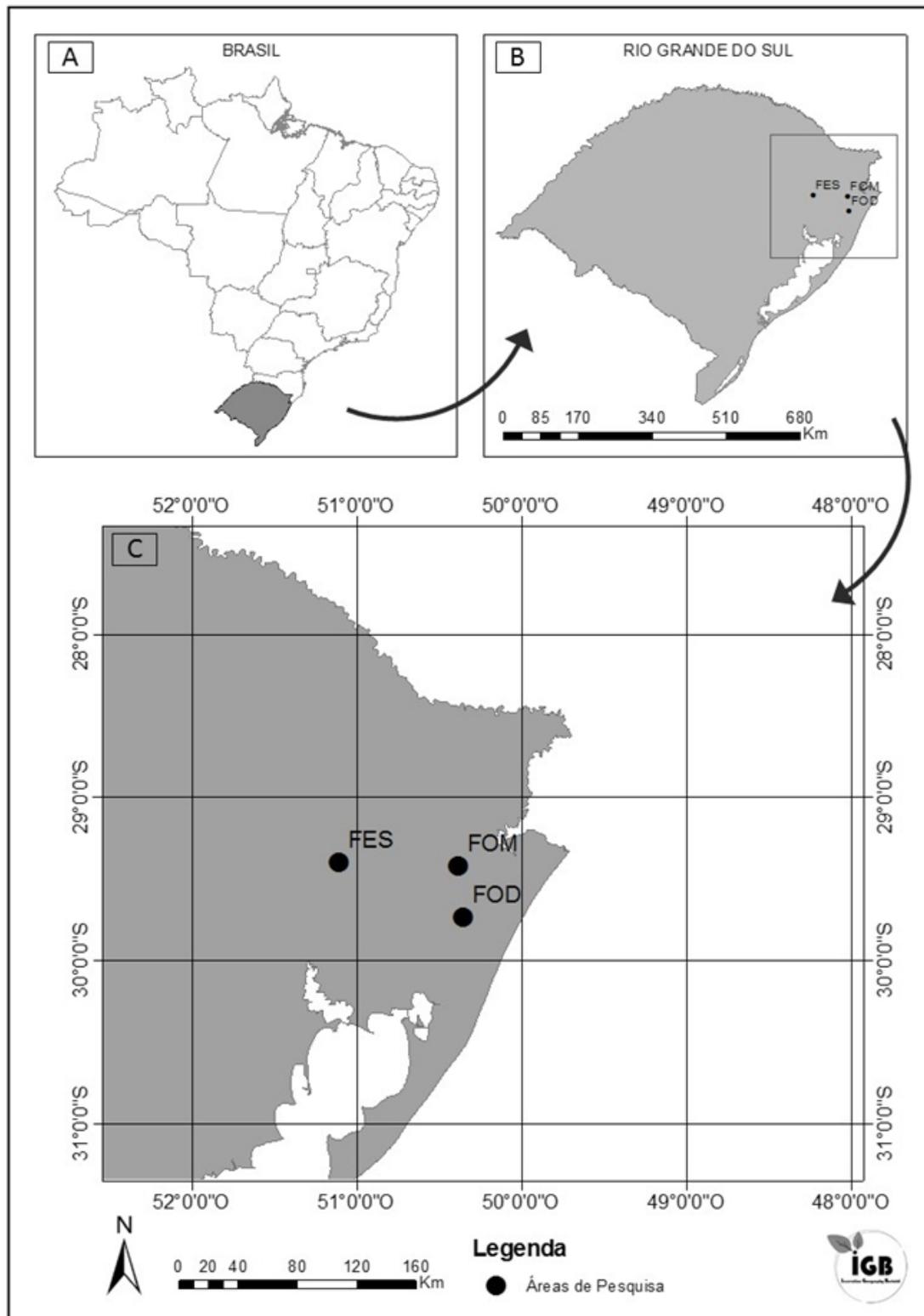
- ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; HOLANDA, A.C. 2006. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6(2): 194-203.
- ANDRADE, R.L.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; BEZERRA, D.M. 2008. Deposição de serapilheira em área de caatinga na RPPN "Fazenda Tamanduá", Santa Teresinha, PB. *Revista Caatinga*, 21(2): 223-230.
- ATHAYDE, E.A.; GIEHL, E.L.H.; BUDKE, J.C.; GESING, J.P.A.; EISINGER, S.M. 2009. Fenologia de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 7(1): 43-51.
- BACKES, A.; PRATES, F.L.; VIOLA, M.G. 2005. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19(1): 155-160.
- BAUER, D.; FUHR, C.S.; SCHMITT, J.L. 2017. Dinâmica do acúmulo e decomposição de serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual Subtropical. *Pesquisas, Botânica*, 70: 225-236.
- BIANCHIN, J.E.; MARQUES, R.; BRITTEZ, R.M.; CAPRETZ, R.L. 2016. Deposição de Fitomassa em Formações Secundárias na Floresta Atlântica do Paraná. *Floresta e Ambiente*, 23(4): 524-533.
- BOLZAN, M.R.; LAGEMANN, M.P.; LORENTZ, L.H.; VOGEL, H.L.M. 2015. Produção e decomposição de serapilheira em uma floresta nativa na Região Central do RS. *Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, Universidade Federal do Pampa v.7, n.2. Salão de Pesquisa, Oral, Ciências Agrárias, 2015.
- BRITTEZ, R.M.; RAISSMAN, C.B.; SILVA, S.M. & SANTOS FILHO, A. 1992. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de Araucária, São Mateus do Sul, Paraná. *Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas* 1: 766-772.
- BURGHOUTS, T.B.A.; CAMPBELL, E.J.F.; KOLDERMAN, P.J. 1994. Effects of tree species heterogeneity on leaf fall in primary and logged dipterocarp forest in the Ulu Segama Forest Reserve, Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 1-26.
- CALDATO, S.L.; FLOSS, P.A.; FLOSS, E.C.S. 2010. Producción y descomposición de hojarasca en la selva ombrófila mixta en el sur de Brasil. *BOSQUE*, 31(1): 3-8.
- CALDERA, M.V.W.; MARQUES, R.; SOARES, R.V.; BALBINOT, R. 2007. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. *Revista Acadêmica*, 5(2): 101-116.
- CORNWELL, W.K.; CORNELISSEN, J.H.C.; AMATANGELO, K.; DORREPAAL, E.; EVINER, V.T.; GODOY, O.; HOBBIE, S.E.; HOORENS, B.; KUROKAWA, H.; PEREZ-HARGUINDEGUY, N.; QUESTED, H.M.; SANTIAGO, L.S.; WARDLE, D.A.; WRIGHT, I.J.; AERTS, R.; ALLISON, S.D.; BODEGOM, P.; BROVKIN, V.; CHATAIN, A.; CALLAGHAN, T.V.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; GURVICH, D.E.; KAZAKOU, E.; KLEIN, J.A.; READ, J.; REICH, P.B.; SOUDZILOVSKAIA, N.A.; VAIERETTI, M.V.; WESTOBY, M. 2008. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecology Letters*, 11: 1065-1071.
- CONAMA. 1994. Resolução 033 de 07 de dezembro de 1994. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res3394.html>. Acesso em 02 mai 2018.
- COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D.; SILVA, P.C.M. 2010. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú-RN. *Revista Árvore*, 34(2): 259-265.
- CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A.; BRESSAN, D.A. 1993. Dinâmica nutricional em Floresta Estacional Decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. *Ciência Florestal*, 3(1): 35-64.

- CUNHA NETO, F.V.; LELE, P.S.S.; PEREIRA, M.G.; BELLUMATH, V.G.H.; ALONSO, J.M. 2013. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. *Ciência Florestal*, 23(3): 379-387.
- DELITTI, W.B.C., 1989. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: L.M. BARBOSA, coord. *Simpósio sobre Mata Ciliar*. Campinas: Fundação Cargill, p. 88-98.
- DINIZ, S.; PAGANO, S.N. 1997. Dinâmica de folheto em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP. I - Produção, decomposição e acúmulo. *Revista do Instituto Florestal*, 9(1):27-36.
- FERNANDES, A.V. & BACKES, A. 1998. Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Botânica*, 51(1): 63-78.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; FERREIRA, G.M.; BUDANT, L.S.; FIGUEIREDO, D.J. 2003. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. *Ciência Florestal*, 13(1): 11-18.
- GOMES, J.M.; PEREIRA, M.G.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; PEREIRA, G.H.A.; GONDIM, F.R.; DA SILVA, E.M.R. 2010. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(3): 383-391.
- HE, Z.; YU, Z.; HUANG, Z.; DAVIS, M.; YANG, Y. 2016. Litter decomposition, residue chemistry and microbial community structure under two subtropical forest plantations: A reciprocal litter transplant study. *Applied Soil Ecology*, 101: 84-92.
- HUECK, K. 1953. Distribuição e habitat natural do pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, 10: 1-24.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. Previsão do tempo. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/764/previsao-em-graficos>. Acesso em ma 2017.
- KLEIN, R.M. 1983. Aspectos fitofisionômicos da Floresta Estacional Decidual na Fralda da Serra Geral (RS). In: XXXV Congresso Nacional de Botânica, Porto Alegre. *Anais do Congresso*. p.73-113.
- KÖNIG, F.G.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; SELING, I. 2002 Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria-RS. *Revista Árvore*, 26(4): 429-435.
- LIMA, S.S.; LEITE, L.F.C.; DE AQUINO, A.M.; OLIVEIRA, F.C.; CASTRO, A.A.J.F. 2010. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. *Revista Árvore*, 34(1): 75-84.
- LOPES, J.F.B.; De Andrade, E.M.; Lobato, F.A.O.; Palácio, H.A.Q.; Arraes, F.D.D. 2009. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. *Revista Agro@mbiente On-line*, 3(2): 72-79.
- MARAFIGA, J.S.; VIERA, M.; SZYMCZAK, D.A.; SCHUMACHER, M.V.; TRÜBY, P. 2012. Deposição de nutrientes pela serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. *Revista Ceres*, 59(6): 765-771.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. 1979. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. *Boletim de Botânica*, Universidade de São Paulo, 7: 11-31.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. 1980. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. III – Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. *Boletim de Botânica*, Universidade de São Paulo, 8: 7-20.
- MORELLATO, L.P.C. 1992. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. I Litterfall and litter standing crop. *Journal of Tropical Ecology*, 8: 205-215.
- OLSON, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 44(2): 322-331.
- PARTON, W.; SILVER, W.L.; BURKE, I.C.; GRASSENS, L.; HARMON, M.E.; CURRIE, W.S.; KING, J.Y.; ADAIR, E.C.; BRANDT, L.A.; HART, S.C.; FASTH, B. 2007. Global-Scale Similarities in Nitrogen Release Patterns During Long-Term Decomposition. *SCIENCE*, 315: 361-364.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4(2): 439-473.
- PEZZATTO, A.W.; WISNIEWSKI, C. 2006. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná. *Floresta*, 36(1): 111-120.

- PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F.; DIAS, H.C.T. 2008. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, 32(3): 545-556.
- PIRES, L.A.; BRITZ, R.M.; MARTEL, G.; PAGANO, S.N. 2006. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 20(1): 173-184.
- RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; LEITE, H.G. 2010. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore*, 34(1): 65-73.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; NUNES, K.S.; LEMOS, E.E.P. 1988. Ciclagem de nutrientes na mata de Dois Irmãos (Recife-PE) através da queda de material vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 23(10): 1055-1061.
- SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. 2011. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. *Idesia*, 29(2): 87-94.
- SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I.; KONIG, F.G. 2004. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande – RS. *Revista Árvore*, 28(1): 29-37.
- SCORIZA, R.N.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA, G.H.A.; MACHADO, D.L.; DA SILVA, E.M.R. 2012. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. *Floresta e Ambiente*, 2(2): 01-18.
- SILVA, C.J.; LOBO, F.A.; BLEICH, M.E.; SANCHES, L. 2009. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. *Acta Amazonica*, 39(3): 591-600.
- SIQUEIRA, T.M.; PINHEIRO, M.H.O.; DA SILVA, D.G.; FRANCO, T.M. 2016. Influências climáticas na produção de serapilheira em um cerradão em Prata – MG. *Biotemas*, 29(2): 7-15.
- SPAIN, A.V. 1984. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. *Journal of Ecology*, 72(3): 947-961.
- SUNDARAPANDIAN, S.M.; SWAMY, P.S., 1999. Litter production and leaf-litter decomposition of selected tree species in tropical forests at Kodayar in the Western Ghats, India. *Forest Ecology and Management*, 123(2-3): 231-244.
- TOLEDO, L.O.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, C.E.G. 2002. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. *Ciência Florestal*, 12(2): 9-16.
- VOGT, K.A.; GRIER, C.C.; VOGT, D.C. 1986. Production, turnover and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forests. *Advances in Ecological Research*, 15: 203-234.
- VAN SCHAIK, C.P.; TERBORGH, J.W.; WRIGHT, S.J. 1993. The fenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 24: 353-377.
- WERNECK, M.S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L.F. 2001. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto. *Revista Brasileira de Botânica*, 24(2): 195-198.

## ANEXO

**Figura 1.** Mapa de localização dos fragmentos do estudo, nas cidades de Picada Café (FES – Floresta Estacional Semidecidual); São Francisco de Paula (FOM – Floresta Ombrófila Mista); Caraá (FOD – Floresta Ombrófila Densa).



Autor: Fernando Bertoldi