

Aporte de serapilheira como indicador ambiental em fragmentos de floresta estacional semidecidual em Sorocaba, SP

Rafael N. Scoriza¹ & Fátima C. M. Piña-Rodrigues²

¹ Embrapa Agrobiologia, BR 465 (Antiga Estrada Rio São Paulo), Km 7 (Antigo 47), CEP 23890-000, Seropédica-RJ, Brasil. E-mail: rafaelscoriza@gmail.com

² Universidade Federal de São Carlos, Curso de Engenharia Florestal, Rodovia João Leme dos Santos, km 110, Reserva Fazenda Imperial, CEP 18052-780, Sorocaba-SP, Brasil. E-mail: fpina@ufscar.br

RESUMO

A serapilheira é um componente florestal relevante e apresenta potencial como indicador de reação, sendo esta abordagem fundamental no cenário da conservação de florestas. Com isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o aporte de serapilheira como indicador ambiental em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Sorocaba, SP. Na bacia do rio Ipaneminha foram selecionados cinco fragmentos florestais em uma mesma matriz de Floresta Estacional Semidecidual nos quais foram delimitadas 10 parcelas, sendo as coletas realizadas no período de fevereiro (2008) a julho (2009), totalizando dezoito meses de avaliação. A serapilheira coletada foi triada nas frações folhas, ramos, material reprodutivo e material amorfo, sendo posteriormente pesadas. Por outro lado, foi realizada a caracterização dos fragmentos utilizando-se dados bióticos e abióticos. O fragmento F4 apresentou o maior aporte de serapilheira e da fração folhas quando comparado com os fragmentos F3 e F5. Os meses de aporte posteriores ao período mais seco do ano apresentaram a mesma tendência, principalmente quando consideradas as folhas. A caracterização dos fragmentos e o aporte de serapilheira apresentaram resultados semelhantes.

Palavras-chave: conservação, deposição de biomassa, mata atlântica

Litterfall as environmental indicator in semideciduous forest fragments in Sorocaba, SP, Brazil

ABSTRACT

Litterfall is an important forest component and has potential as reaction indicator, and his approach is fundamental in the setting of forest conservation. Therefore, the objective of study was evaluate the contribution of litter as environmental indicator in fragments of semideciduous forest in Sorocaba, SP, Brazil. In Ipaneminha river basin, was selected five forest fragments in the same matrix semideciduous forest. Were delimited 10 plots and the samples collections were made during the period of February (2008) to July (2009), comprising eighteen month evaluation. The litterfall collected was separated into leaves, branches, reproductive material and amorphous material, and subsequently weighed. Furthermore, was performed to characterize the fragments using biotic and abiotic data. The fragment F4 had the highest contribution of litterfall fraction when compared with the fragments F3 and F5. The months of water supply, after the driest period of the year, showed the same tendency, especially when considered leaves. The characterization of the fragments and the contribution of litter showed similar results.

Key words: conservation, deposition of biomass, atlantic forest

Introdução

A fragmentação do habitat afeta muito mais que a biodiversidade e a interação entre as espécies, sendo muitas funções ecossistêmicas, como os ciclos hidrológicos e bioquímicos, a biomassa florestal e o estoque de carbono, também alterados (Laurance et al., 2011). A avaliação e a quantificação do estado de conservação dos fragmentos podem ser feitas com o uso de indicadores ambientais, que são parâmetros de fácil mensuração, acessíveis e comparáveis (Bosch & Gabrielsen, 2003). A comunicação é a maior função dos indicadores: eles devem permitir ou promover a troca de informações sobre o que se avalia, simplificando uma realidade complexa (Bosch & Gabrielsen, 2003), o que é requerido pelos gestores ambientais (Donnelly et al., 2007; Walz, 2000).

A região de Sorocaba detém a segunda maior concentração de fragmentos florestais do estado de São Paulo (Kronka et al., 2003) e se caracteriza como uma zonal ecotonal, com intersecção de Floresta Estacional, Ombrófila Mista e Densa com áreas de Cerrado (Albuquerque & Rodrigues, 2000) denotando, desta forma, grande importância no cenário de conservação florestal.

No sistema florestal a serapilheira é um importante componente representando o material precipitado ao solo que inclui sobretudo folhas, caules, frutos, sementes, flores e resíduos animais (Costa et al., 2010). Sua produção e ciclagem de nutrientes podem variar de acordo com o grau de conservação, idade e composição do sistema florestal e diversos fatores bióticos e abióticos (Araujo et al., 2005; Calvi et al., 2009; Dickow et al., 2012; Vendrami et al., 2012) sendo a importância deste ciclo evidenciada, principalmente, nas florestas tropicais e subtropicais, que mantêm exuberância e alta produtividade, mesmo em solos com baixa disponibilidade de nutrientes (Scheer, 2008). O emprego da serapilheira no monitoramento de áreas se baseia no seu potencial como “indicador de reação”, capaz de responder às modificações do ambiente (Araújo et al., 2005). Esses indicadores podem ser usados para acompanhar as alterações nas condições ambientais ou para monitorar tendências através do tempo, proporcionando a previsão de mudanças no ambiente e diagnosticando a causa do problema ambiental (Araujo et al., 2005; Machado et al., 2008; Godinho et al., 2013).

Uma formação florestal sensível a mudanças, sobremaneira climáticas, é a Floresta Estacional Semidecidual onde ocorre uma dupla estacionalidade climática, sendo uma tropical, com época de intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas, outra subtropical sem período seco, com seca fisiológica provocada pelo intenso frio de inverno, com temperaturas médias inferiores a 15 °C. Nesse tipo de vegetação a porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal e não das espécies que perdem as folhas individualmente se situa entre 20 e 50% (Veloso et al., 1991).

Com isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o aporte de serapilheira como indicador ambiental em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Sorocaba, São Paulo.

Material e Métodos

Área de estudo

A pesquisa foi realizada em fragmentos florestais localizados a 23°34'41,00" S e 47°31'04,89" W, nas proximidades do rio Ipaneminha, integrante da bacia do rio Sorocaba e Médio Tietê, no município de Sorocaba, SP. Os fragmentos estudados são contínuos entre si, sendo assim delimitados: F1 - 4,5 ha; F2 - 1,68 ha; F3 - 4,75 ha; F4 - 4,16 ha e F5 - 1,54 ha. Esses fragmentos estão cercados por pastagem com *Brachiaria decumbens* L. e *Melinis minutiflora* L, a uma altitude média de 660 m. A vegetação dominante da área é a Floresta Estacional Semidecidual, em estágio secundário com intersecções de Cerrado. O tipo de solo dominante é o LATOSSOLO EUTROFÉRICO Distrófico Típico (Embrapa, 2006). O clima foi classificado como Cfa, segundo classificação de Köppen (1984), caracterizado por longa estação seca sazonal (Albuquerque & Rodrigues, 2000). Os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 7º Distrito de Meteorologia – Sorocaba, SP, empregando-os para a análise dos dados médios referentes às medições realizadas entre 31/01/1961 a 31/07/2008, como apresentado na Figura 1.

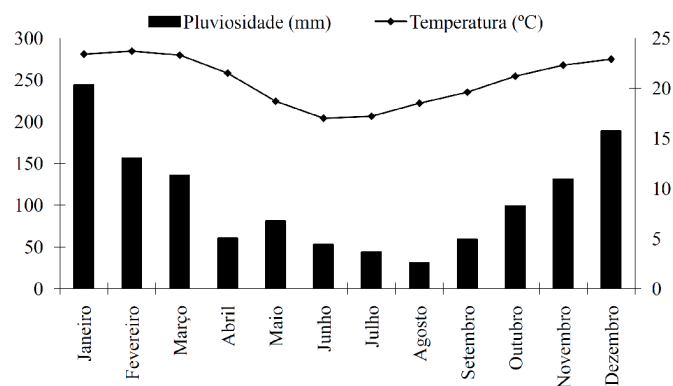


Figura 1. Média mensal de 47 anos da precipitação (mm/mês) e temperatura (°C) da região de Sorocaba, SP. Período entre 31/01/1961 a 31/07/2008

Coleta de dados

Para a amostragem foram delimitadas 10 parcelas de 10 x 10 m, distribuídas ao acaso nos fragmentos. O número de parcelas por fragmento florestal foi definido de acordo com seu formato, com a finalidade de melhor representá-lo. Sendo assim nos fragmentos alongados F1(3), F2(2) e F3(3) foram delimitadas mais parcelas que nos fragmentos F4(1) e F5(1), que são circulares. Em cada parcela foram instalados, diagonalmente e equidistantes, três coletores cônicos de tecido helanca, com área de $0,25 \pm 0,03 \text{ m}^2$ de abertura, dispostos a 1,30 m do solo. Os coletores foram instalados em janeiro de 2008 e as coletas efetuadas mensalmente a partir de fevereiro de 2008 a julho de 2009, sendo a serapilheira retirada e acondicionada em saco plástico devidamente identificado. Em laboratório, o material vegetal foi submetido à pré-secagem durante dois a três dias e separado a partir da composição anatômica das estruturas vegetais, nas frações folhas (limbos, pecíolos e outras estruturas foliares), ramos (estruturas lenhosas de quaisquer diâmetro), material reprodutivo (flores,

frutos e sementes) e material amorfo (materiais pequenos ou de identificação indeterminada a olho nu). Cada fração foi mantida em estufa a 65 °C até atingir peso constante e pesada em balança de precisão semi-analítica, conforme descrito por Scoriza et al. (2012).

Caracterização dos fragmentos florestais

Em cada fragmento florestal foi realizada a caracterização ambiental obtendo-se parâmetros bióticos e abióticos da área, relativas às características da paisagem. Os parâmetros bióticos foram a abundância de epífitas (medida com um quadrado de 0,5 x 0,5 m dividido em quatro partes, classificando o preenchimento dos quadrantes pelas epífitas em pouco (0 a 25%); moderado (25 a 50%); presente (50 a 75%); recoberto (75 a 100%)), altura da serapilheira no piso florestal (medida com uma régua de escala em centímetros), altura do dossel (medida com uma vara graduada em metros), altura do subdossel (medida com uma vara graduada em metros) e a altura do terceiro estrato (medida com uma vara graduada em metros). Para a caracterização abiótica do meio físico, foram analisados os parâmetros relevo (em um transecto na vertente foram classificados em plano (declínio menor que 3%); suave ondulado (colinas e declínios de 3 a 8%); ondulado (8 a 20%); forte ondulado (declínio maior que 20%)), declividade da área (em um transecto na vertente foram identificadas as inclinações em plana (menor que 15°); moderada (15 a 30°; alta (30 – 45°)), abertura do dossel (medida a porcentagem de quadrantes cobertos, através de um densiômetro florestal espelhado côncavo) e nível de perturbação antrópica (nenhum; pouco; médio; alto). A identificação do relevo, da declividade e do nível de perturbação antrópica foi feita pelo avaliador por simples comparação entre as áreas na paisagem.

Análise dos dados

Inicialmente, os dados de aporte de serapilheira foram ajustados considerando-se que cada mês de coleta deve possuir, igualmente, 30 dias. Assim, para cada mês foi gerado um índice (calculado pela divisão de 30 pelo número de dias de intervalo entre as coletas) o qual foi multiplicado os dados do mês correspondente. Os aportes mensal (Mg ha^{-1}) e anual ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) de serapilheira foram representados através da transformação dos pesos secos de cada fração (gramas) em relação à área do coletor ($0,25 \text{ m}^2$) e estimados para hectares. Para a análise dos resultados foi realizada avaliação da homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Cochran e da normalidade pelo Teste de Lilliefors no software SAEG 9.1 (2007). Posteriormente, os dados paramétricos foram submetidos à análise de variância com aplicação do Teste Tukey a 5% de probabilidade no software SISVAR 5.3 (1999 – 2007). Além disto, foi realizada também análise de componentes principais (PCA) com os dados coletados na caracterização ambiental. A análise do aporte de serapilheira como indicador foi realizada através da comparação da resposta de diferenciação dos fragmentos florestais dada pela serapilheira e pela análise das características ambientais

Resultados e Discussão

O aporte de serapilheira nos fragmentos florestais analisados apresentou sazonalidade sendo que as maiores quantidades de

serapilheira produzidas foram obtidas no final da época seca e no início da época úmida (julho/08 a outubro/08), conforme representado na Figura 2.

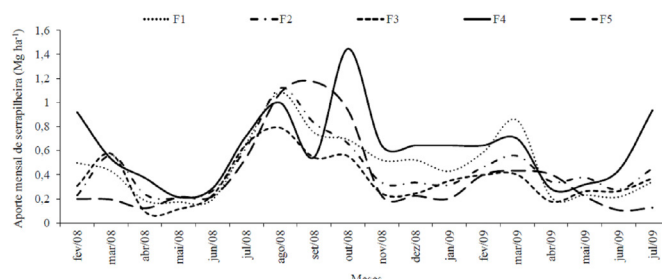


Figura 2. Aporte médio de serapilheira no período de monitoramento (fev/08 a jul/09) nos fragmentos florestais de Sorocaba, SP

Nos fragmentos florestais o pico de aporte de serapilheira ocorreu entre agosto e outubro de 2008, sendo as menores quantidades entre abril e maio do mesmo ano (Tukey, 5%). Resultados semelhantes foram encontrados quando se analisou a fração folhas, em que as demais frações não apresentaram sazonalidade significativa, como será relatado adiante. Este pico de aporte pode estar associado ao período anterior de menores precipitações (Figura 1), ocasionando um efeito posterior nas plantas de liberação das folhas. Em comparação com trabalhos realizados em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes graus de conservação, também houve maiores aportes no final da época seca do ano, de julho a agosto. Os diferentes autores associaram este fenômeno às características fisiológicas das espécies pioneiras de maior ocorrência nessas áreas, que possuem período e ciclos de vida menores que as espécies clímax, aportando mais frequentemente serapilheira ao solo (Pinto et al., 2008; Hora et al., 2008; Menezes et al., 2010). Godinho et al. (2013) constataram variabilidade espacial na produção de serapilheira relacionado este evento à composição florística e às diferentes características edáficas.

O maior aporte anual médio de serapilheira total foi encontrado no fragmento F4, sendo este maior que nos fragmentos F3 e F5. A fração folhas apresentou resultados semelhantes, sendo esta a fração de maior representação na serapilheira, com 61,8% no fragmento F1, 69,6% no F2, 69,1% no F3, 59,5% no F4 e 59,1% no F5 (Figura 3).

O aporte médio de serapilheira encontrado nos fragmentos florestais em Sorocaba, SP é semelhante ao encontrado na

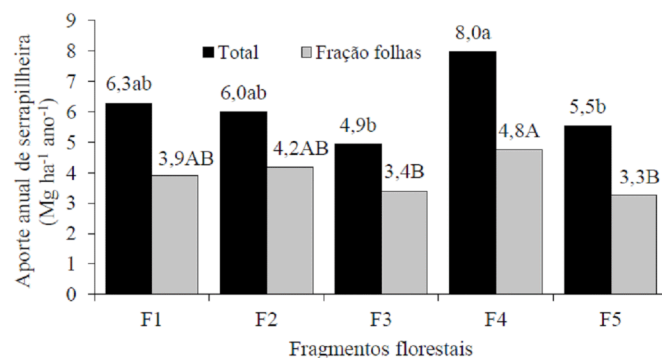


Figura 3. Aporte médio anual da serapilheira total e da fração folhas nos fragmentos florestais em Sorocaba, SP. Letras minúsculas se referem à serapilheira total e maiúsculas, à fração folhas. Médias com letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade

literatura para floresta estacional semidecidual, de 5,09 a 10,6 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (Werneck et al., 2001; Hora et al., 2008; Godinho et al., 2013). Alguns autores atribuem tal diferença ao grau de conservação da floresta estudada (Leitão Filho et al., 1993; Figueiredo Filho et al., 2005). Segundo Pezzato & Wisniewski (2006), a porcentagem correspondente à

Tabela 1. Aporte médio mensal de serapilheira total e da fração folhas nos meses de monitoramento dos fragmentos florestais em Sorocaba, SP

Serapilheira total (Mg ha ⁻¹)									
Fragmento	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08
F1	0,50ab ⁽¹⁾	0,43a	0,19b	0,17a	0,19a	0,38a	0,66a	1,08a	0,75ab
F2	0,23b	0,56a	0,24ab	0,21a	0,27a	0,27ab	0,63a	1,12a	0,83ab
F3	0,31b	0,57a	0,09b	0,11a	0,23a	0,39a	0,65a	0,79a	0,54b
F4	0,92a	0,53a	0,37a	0,21a	0,29a	0,33a	0,72a	1,00a	0,55b
F5	0,20b	0,19a	0,12b	0,21a	0,22a	0,14b	0,55a	1,08a	1,17a
	nov/08	dez/08	jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09
F1	0,69b	0,52ab	0,43ab	0,59a	0,85a	0,21a	0,23a	0,22a	0,34a
F2	0,66b	0,33ab	0,32ab	0,46a	0,56a	0,34a	0,38a	0,28a	0,45a
F3	0,55b	0,24b	0,35ab	0,40a	0,40a	0,18a	0,26a	0,26a	0,37a
F4	1,45a	0,64a	0,64a	0,64a	0,70a	0,28a	0,32a	0,44a	0,94a
F5	0,94ab	0,22b	0,20b	0,40a	0,43a	0,40a	0,22a	0,11a	0,13a
Fração folhas (Mg ha ⁻¹)									
Fragmento	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08
F1	0,20b	0,22a	0,14ab	0,11a	0,15a	0,27ab	0,57a	0,87ab	0,38b
F2	0,10b	0,20a	0,16ab	0,14a	0,19a	0,19b	0,56a	0,93ab	0,67a
F3	0,06b	0,23a	0,05b	0,07a	0,17a	0,36a	0,55a	0,59b	0,48ab
F4	0,42a	0,29a	0,17a	0,13a	0,19a	0,26ab	0,57a	0,85ab	0,39b
F5	0,08b	0,10a	0,09ab	0,13a	0,12a	0,13b	0,47a	0,94a	0,43b
	nov/08	dez/08	jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09
F1	0,43ab	0,32ab	0,18b	0,12a	0,31a	0,13a	0,15a	0,14a	0,26b
F2	0,46ab	0,18bc	0,13b	0,27a	0,32a	0,14a	0,19a	0,23a	0,36ab
F3	0,29ab	0,15c	0,19b	0,27a	0,24a	0,15a	0,17a	0,20a	0,31ab
F4	0,53a	0,35a	0,35a	0,35a	0,40a	0,19a	0,17a	0,24a	0,62a
F5	0,19b	0,16bc	0,14b	0,34a	0,30a	0,26a	0,16a	0,06a	0,11b
Fração ramos (Mg ha ⁻¹)									
Fragmento	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08
F1	0,23a	0,16a	0,02a	0,03a	0,02a	0,06a	0,04a	0,12a	0,28ab
F2	0,05a	0,29a	0,05a	0,03a	0,05a	0,05a	0,05a	0,13a	0,09b
F3	0,06a	0,23a	0,01	0,03a	0,01a	0,01a	0,06a	0,13a	0,02b
F4	0,33a	0,14a	0,12a	0,04a	0,06a	0,01a	0,05a	0,06a	0,11ab
F5	0,04a	0,07a	0,02a	0,04a	0,08a	0,01a	0,06a	0,10a	0,49a
	nov/08	dez/08	jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09
F1	0,09a	0,07a	0,15a	0,15a	0,26a	0,03a	0,02b	0,03a	0,03ab
F2	0,11a	0,05a	0,07a	0,11a	0,13a	0,02a	0,15a	0,03a	0,06a
F3	0,11a	0,07a	0,09a	0,07a	0,08a	0,02a	0,02b	0,02a	0,02b
F4	0,32a	0,09a	0,09a	0,09a	0,09a	0,07a	0,05ab	0,09a	0,06a
F5	0,33a	0,03a	0,02a	0,04a	0,09a	0,02a	0,02b	0,01a	0,01b
Fração material reprodutivo (Mg ha ⁻¹)									
Fragmento	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08
F1	0,03a	0,02a	0,01a	0,01a	0,01a	0,02a	0,00a	0,05a	0,14a
F2	0,01a	0,02a	0,01a	0,00a	0,01a	0,01a	0,00a	0,03a	0,06a
F3	0,03a	0,03a	0,00a	0,01a	0,01a	0,04a	0,00a	0,04a	0,03a
F4	0,09a	0,04a	0,05a	0,01a	0,04a	0,06a	0,00a	0,03a	0,32a
F5	0,06a	0,01a	0,00a	0,01a	0,00a	0,00a	0,00a	0,25a	0,13a
	nov/08	dez/08	jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09
F1	0,07a	0,07a	0,06a	0,03a	0,07a	0,03a	0,05a	0,02a	0,03a
F2	0,08a	0,08a	0,08a	0,01a	0,01a	0,12a	0,01a	0,00a	0,00a
F3	0,02a	0,02a	0,02a	0,00a	0,01a	0,00a	0,03a	0,02a	0,01a
F4	0,09a	0,09a	0,09a	0,09a	0,09a	0,00a	0,07a	0,08a	0,21a
F5	0,01a	0,01a	0,01a	0,01a	0,01a	0,07a	0,00a	0,03a	0,00a
Fração material amorfo (Mg ha ⁻¹)									
Fragmento	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08
F1	0,05a	0,04a	0,02a	0,03a	0,02a	0,03a	0,09a	0,04a	0,03a
F2	0,06a	0,05a	0,02a	0,03a	0,03a	0,00a	0,06a	0,04a	0,03a
F3	0,16a	0,09a	0,03a	0,01a	0,04a	0,01a	0,07a	0,01a	0,12a
F4	0,08a	0,06a	0,04a	0,04a	0,00a	0,05a	0,08a	0,02a	0,27a
F5	0,02a	0,01a	0,01a	0,04a	0,01a	0,01a	0,04a	0,00a	0,28a
	nov/08	dez/08	jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09
F1	0,07a	0,07a	0,04a	0,17a	0,22a	0,03a	0,02a	0,02a	0,02a
F2	0,03a	0,03a	0,04a	0,07a	0,09a	0,05a	0,02a	0,01a	0,03a
F3	0,00a	0,00a	0,05a	0,05a	0,07a	0,01a	0,04a	0,02a	0,02a
F4	0,12a	0,12a	0,12a	0,12a	0,12a	0,02a	0,03a	0,03a	0,04a
F5	0,02a	0,02a	0,02a	0,00a	0,03a	0,05a	0,04a	0,01a	0,00a

⁽¹⁾Médias com letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

fração folhas tende a diminuir com o avanço sucessional da vegetação.

Constata-se então, através dos dados, que o aporte de serapilheira é diferenciado entre os fragmentos florestais analisados, o que se deve, a diferente grau de influência antrópica e características bióticas e abióticas dos fragmentos, como será visto adiante. De maneira semelhante, Machado et al. (2008) concluíram, avaliando a serapilheira na comparação de diferentes estádios de regeneração em Floresta Estacional, que este é um bom indicador ambiental sendo eficiente e sensível. Pinto et al., (2008) encontraram, comparando o aporte de serapilheira de dois trechos de floresta estacional semidecidual, sendo um em processo de regeneração florestal e outro de floresta madura, maiores valores na floresta madura ($8,82 \text{ Mg ha}^{-1}$), sendo que o registro das deposições mensais na floresta madura ao longo do ano também se mostrou superior. Os autores relacionaram positivamente a maior produção de serapilheira desta área aos maiores diâmetros e número de indivíduos arbóreos.

Menezes et al. (2010) não encontraram, porém, diferenças significativas no aporte de serapilheira de três fragmentos florestais em diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ, mas atribuíram esta ausência de diferença estatística à elevada variabilidade dos dados. Além deste autor, Pezzato & Wisniewski (2006) não constataram, avaliando o aporte de serapilheira em seres sucessionais de floresta estacional semidecidual no oeste do Paraná, diferenças na quantidade total.

Além da diferenciação dos fragmentos florestais pelo aporte anual de serapilheira constatou-se, neste trabalho, que os aportes médios mensais também apresentam diferenças, principalmente nos meses posteriores aos maiores déficits hídricos anuais, como indicado na Tabela 1 e na Figura 1.

O aporte da serapilheira total nos meses de fevereiro, abril e julho de 2008 e no período de outubro de 2008 a janeiro de 2009 apresentou diferenças entre os fragmentos. De maneira mais clara, o aporte médio mensal da fração folhas também indicou diferenças nos meses posteriores aos meses mais secos, como fevereiro de 2008, julho de 2009 e no período de julho de 2008 a janeiro de 2009 (exceto agosto de 2008). Na maioria dos meses, a análise desta fração também mostra que o fragmento F4 apresenta as maiores médias mensais, cujos resultados sugerem que é no momento de estresse hídrico

que a estrutura e o funcionamento dos fragmentos florestais proporcionam diferentes graus de resistência a esta condição.

A análise de componentes principais utilizando os dados bióticos e abióticos levantados na caracterização ambiental (Tabela 2) gerou a Figura 4. Através da análise desta figura pôde-se constatar diferenças entre os fragmentos florestais, quando se formam três distintos grupos, sendo o primeiro formado pelos fragmentos F1 e F3, o segundo pelos fragmentos F2 e F4 e o terceiro pelo fragmento F5.

O primeiro grupo apresenta, como características semelhantes, a altura do subdossel (alt2) e o tamanho do fragmento; o segundo grupo apresenta semelhanças entre o relevo suave ondulado, a abundância moderada de herbáceas e a pouca interferência antrópica. O fragmento F5 possivelmente se diferenciou dos demais na análise de componentes principais pela forte influência da abertura do dossel e interferências antrópicas.

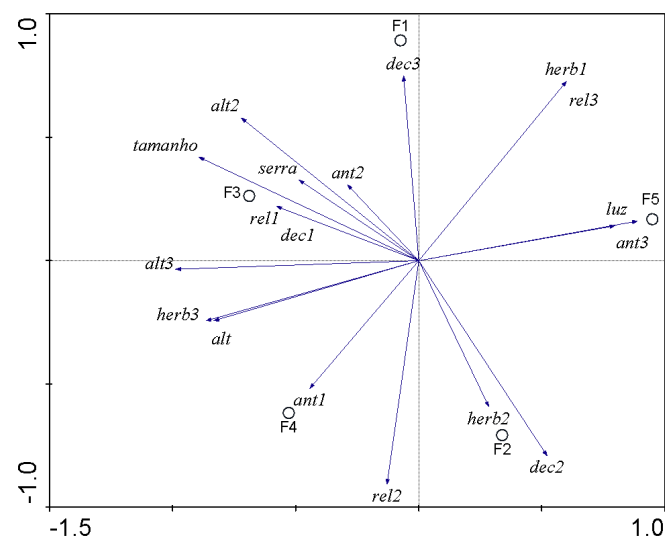


Figura 4. Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais, utilizando-se os parâmetros bióticos (epifitas (pouca (epi1); moderada (epi2); presente (epi3)); altura da serapilheira do solo (serra), altura do dossel (alt), altura do subdossel (alt2) e a altura do terceiro estrato (alt3) e abiótica (relevo (plano (rel1); suave ondulado (rel2); ondulado (rel3) declividade da área (plana (dec1); moderado (dec2); alta (dec3)), abertura do dossel (%), tamanho do fragmento (tamanho) e nível de perturbação antrópica (pouco (ant1); média (ant2); alta (ant3)) dos fragmentos florestais analisados

Tabela 2. Resultados da caracterização ambiental de parâmetros bióticos e abióticos realizada nos fragmentos florestais em Sorocaba, SP

Fragmento	Relevo	Declividade	Abertura do dossel (%)	Tamanho do fragmento (ha)	Perturbação antrópica
Abióticos					
F1	ondulado	alta	10,42	4,50	média
F2	suave ondulado	moderada	14,06	1,68	média
F3	plano	plana	9,38	4,75	média
F4	suave ondulado	moderada	4,17	4,16	pouca
F5	ondulado	moderada	39,58	1,54	alta
Fragmento	Epifitas	Altura da serapilheira do solo (cm)	Altura do dossel (m)	Altura do subdossel (m)	Altura do terceiro estrato (m)
Bióticos					
F1	pouca	2,10	9,75	5,25	1,50
F2	moderada	0,50	8,00	3,00	1,00
F3	presente	0,50	12,50	5,50	2,00
F4	presente	1,50	16,00	5,00	2,00
F5	pouca	0,00	7,00	4,00	0,00

O agrupamento formado pela análise de componentes principais das características foi semelhante aos formados com o aporte das serapilheira total e da fração folhas (Figura 3) e nos meses mais secos do ano (Figura 1 e Tabela 1), relevando a capacidade deste indicador na detecção de diferenças bióticas e abióticas entre fragmentos florestais avaliados. Segundo Pinto et al. (2008) a estrutura vertical e a horizontal da floresta estão associadas ao aporte de serapilheira. Werneck et al. (2001) encontraram, avaliando o aporte de serapilheira em três trechos de floresta estacional de diferentes fisionomias em uma Estação Ecológica em Ouro Preto, MG, diferenças sendo que o trecho conservado apresentou as maiores quantidades de serapilheira. Segundo os autores, o maior aporte não está condicionado à presença de pioneiras que são encontradas em abundância nos trechos mais perturbados e, sim, à estrutura da floresta e à consequente formação de um dossel mais desenvolvido. Para Gomes et al. (2010) a serapilheira reflete o conjunto de atributos físicos e biológicos do local de estudo, apresentando-se como potencial indicador de sítio.

Conclusões

O aporte de serapilheira em fragmentos de floresta estacional semidecidual, mesmo que próximo e em uma mesma matriz, apresentou sensibilidade sazonal, sendo mais expressivo na época seca do ano. Embora não explorada em trabalhos desta natureza, esta é uma informação fundamental quando se trata de indicadores ambientais, pois pode ser utilizada para reduzir custos, tempo e complexidade de monitoramentos e avaliações do estado de conservação de fragmentos, o que é pressuposto para facilitar a divulgação de informações entre pesquisadores e gestores empenhados na conservação de remanescentes florestais.

Literatura Citada

- Albuquerque, G. B.; Rodrigues, R. R.; A vegetação do morro de Araçoiaba, Floresta Nacional Ipanema, Iperó-SP. *Scientia Forestalis*, n.58, p.145-159, 2000. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr58/cap11.pdf>>. 02 Out. 2012.
- Araújo, R. S.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Machado, M. R.; Pereira M. G.; Frazão, F. J. Aporte de serapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poços das Antas, Silva Jardim, RJ. *Floresta e Ambiente*, v.12, n.2, p.15-21, 2005. <<http://www.floram.org/files/v12n2/v12n2a3.pdf>>. 02 Out. 2012.
- Bosch, P.; Gabrielsen, P. Environmental indicators: typology and use in reporting. Denmark: European Environment Agency, 2003. 20p. EEA internal working paper. <http://www.iwrms.uni-jena.de/fileadmin/Geoinformatik/projekte/brahmatwinn/Workshops/FEEM/Indicators/EEA_Working_paper_DPSIR.pdf>. 02 Out. 2012.
- Calvi, G. P.; Pereira, M. G.; Espíndula Júnior, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. *Ciência Florestal*, v.19, n.2, p.131-138, 2009. <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/404/276>>. 06 Jul. 2013.
- Costa, C. C. de A.; Camacho, R. G. V.; Macedo, I. D. de; Silva, P. C. M. da. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na Flona de Açú-RN. *Revista Árvore*, v.34, n.2, p.259-265, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200008>>.
- Dickow, K. M. C.; Marques, R.; Pinto, C. B.; Hofer, H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. *Cerne*, v.18, n.1, p.75-86, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000100010>>.
- Donnelly, A.; Jones, M.; O'Mahony, T.; Byrne, G. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, v.27, n.2, p.167-175, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2006.10.006>>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
- Figueiredo Filho, A.; Serpe, E. L.; Becker, M.; Santos, D. F. Produção estacional de serapilheira em uma floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Itati (PR). *Ambiência*, v.1, n.2, p.257-269, 2005. <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/219>>. 06 Jul. 2013.
- Godinho, T. O.; Caldeira, M. V. W.; Caliman, J. P.; Prezotti, L. C.; Watzlawick, L. F.; Azevedo, H. C. A.; Rocha, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. *Scientia Forestalis*, v.41, n.97, p.131-144, 2013. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/leitura.asp?Article=14&Number=97>>. 06 Jul. 2013.
- Gomes, J. M.; Pereira, M. G.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Pereira, G. H. A.; Gondim, F. R.; Silva, E. M. R. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.3, p.383-391, 2010. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i3a552>>.
- Hora, R. C.; Primavesi, O.; Soares, J. J. Contribuição das folhas de lianas na produção de serapilheira em um fragmento de floresta estacional semidecidual em São Carlos, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v.31, n.2, p.277-285, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042008000200010>>.
- Köppen, W. 1984. *Climatologia*. México: Ed. Fundo de Cultura Econômica. 213p.
- Kronka, J. N. F. et al. Levantamento da vegetação natural e caracterização do uso do solo no Estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: INPE, 2003. v. único, p.2779-2785.
- Laurance, W. F.; Camargo, J. L. C.; Luizão, R. C. C.; Laurance, S. G.; Pimm, S. L.; Bruna, E. B.; Stouffer, P. C.; Williamson, G. B.; Benítez-Malvido, J.; Vasconelos, H. L.; van Houtan, K. S.; Zartman, C. E.; Boyle, S. A.; Didham, R. K.; Andrade, A.; Lovejoy, T. E. The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*, v.144, p.56-67, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.021>>

- Leitão-Filho, H. F.; Pagano, S. N.; Cesar, O.; Timoni, J. L.; Rueda, J. J. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão*. São Paulo; Campinas: Editora da Universidade Estadual Paulista; Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1993. 184p.
- Machado, M. R.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Pereira, M. G. Produção de serapilheira como indicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. *Revista Árvore*, v.32, n.1, p.143-151, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000100016>>.
- Menezes, C. E. G.; Pereira, M. G.; Correia, M. E. F.; Anjos, L. H. C. dos; Paula, R. R.; Souza, M. E. de. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. *Ciência Florestal*, v.20, n.3, p.439-452, 2010. <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/2059/1238>>. 02 Out. 2012.
- Pezzato, A. W.; Wisniewski, C. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da floresta estacional semidecidual no oeste do Paraná. *Floresta*, v.36, n.1, p.111-120, 2006. <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/5596/4081>>. 02 Out. 2012.
- Pinto, S. I. C.; Martins, S. V.; Barros, N. F.; Dias, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, v.32, n.3, p.545-556, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000300015>>.
- Scheer, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). *Floresta*, v.38, n.2, p.253-266, 2008. <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/11620>>. 06 Jul. 2013.
- Scoriza, R. N.; Pereira, M. G.; Pereira, G. H. A.; Machado, D. L.; Silva, E. M. R. da. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. *Floresta e Ambiente*, v.2, n.2, p.1-18, 2012. <<http://www.floram.org/files/v02n02/STv2n2.pdf>>. 02 Out. 2012.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p. <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/classificacaovegetal.pdf>>. 06 Jul. 2013.
- Vendrami, J. P.; Jurinitz, C. F.; Castanho, C. T. Litterfall and leaf decomposition in forest fragments under different successional phases on the Atlantic Plateau of the state of Sao Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, v.12, n.3, p.136-143, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032012000300016>>.
- Walz, R. Development of Environmental Indicator Systems: Experience from Germany. *Environmental Management*, v.25, n.6, p.613-623, 2000. <<http://dx.doi.org/10.1007/s002670010048>>.
- Werneck, M. de S.; Pedralli, G.; Gieseke, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.24, n.2, p.195-198, jun. 2001. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042001000200009>>.