

Fauna edáfica e serrapilheira associadas á dois fragmentos florestais na Amazônia Meridional

Edaphic fauna and litter associated with two forest fragments in Southern Amazonia

Fauna edáfica y hojarasca asociada a dos fragmentos de bosque en la Amazonía Sur

Recebido: 17/08/2022 | Revisado: 29/08/2022 | Aceito: 02/09/2022 | Publicado: 18/09/2022

Djamila de Brito Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6810-6766>

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Brasil

E-mail: djamiladebritocastro@gmail.com

Roseline da Silva Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4841-2541>

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Brasil

E-mail: roseline.melo@unemat.br

Juliana Garlet

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0791-7060>

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Brasil

E-mail: julianagarlet@unemat.br

Resumo

O equilíbrio ambiental pode ser avaliado observando as características do ambiente, e da população de grupos de organismos específicos, considerados bioindicadores. Assim, o objetivo desse trabalho é avaliar a fauna edáfica e a serrapilheira em dois fragmentos florestais na Amazônia Meridional, analisando sua utilização como potenciais bioindicadores. Foram realizadas análises em um fragmento florestal (A1) e uma área de recuperação (A2), usando armadilhas pitfall para fauna edáfica e acúmulo e decomposição de serrapilheira. As análises foram realizadas nas estações de seca e chuva. Foram coletados 357 indivíduos da fauna edáfica, a massa média de serrapilheira acumulada no solo foi mais alta na A2 no período da seca em relação a A1 e a taxa de decomposição para A1 foi maior em relação a A2. Nas condições deste estudo foi possível observar que a fauna edáfica apresentou melhor desempenho como bioindicador da qualidade ambiental, quando comparada a decomposição e acúmulo de serrapilheira.

Palavras-chave: Recuperação; Bioindicadores; Qualidade ambiental; Mato Grosso.

Abstract

The environmental balance can be assessed by observing the characteristics of the environment, and of the population of groups of specific organisms, considered bioindicators. Thus, the objective of this work is to evaluate the edaphic fauna and the litter in two forest fragments in the Southern Amazon, analyzing their use as potential bioindicators. Analyzes were carried out on a forest fragment (A1) and a recovery area (A2), using pitfall traps for edaphic fauna and litter accumulation and decomposition. The analyzes were carried out in two seasons, drought and rain. 357 individuals of the edaphic fauna were collected, the average mass of litter accumulated in the soil was higher in A2 in the dry season in relation to A1 and the decomposition rate for A1 was higher in relation to A2. In the conditions of this study it was possible to observe that the edaphic fauna presented better performance as a bioindicator of environmental quality, when compared to decomposition and accumulation of litter.

Keywords: Recovery; Bioindicators; Environmental quality; Mato Grosso.

Resumen

El equilibrio ambiental se puede evaluar observando las características del ambiente, y la población de grupos de organismos específicos, considerados bioindicadores. Así, el objetivo de este trabajo es evaluar la fauna edáfica y la hojarasca en dos fragmentos de bosque en la Amazonía Sur, analizando su uso como bioindicadores potenciales. Los análisis se realizaron en un fragmento de bosque (A1) y un área de recuperación (A2), utilizando trampas pitfall para fauna edáfica y acumulación y descomposición de hojarasca. Los análisis se realizaron en dos épocas, seca y lluviosa. Se colectaron un total de 357 individuos de la fauna del suelo, la masa promedio de hojarasca acumulada en el suelo fue mayor en A2 en el período poco lluvioso en relación a A1 y la tasa de descomposición de A1 fue mayor en relación a A2. En las condiciones de este estudio, fue posible observar que la fauna edáfica presentó un mejor desempeño como bioindicador de la calidad ambiental, en comparación con la descomposición y acumulación de hojarasca.

Palabras clave: Recuperación; Bioindicadores; Calidad ambiental; Mato Grosso.

1. Introdução

O funcionamento de um ecossistema baseia-se na circulação de elementos entre os seus diversos compartimentos, e a sua sustentabilidade depende do tempo em que eles permanecem no sistema sem a necessidade de reposição externa. No entanto, a substituição de ecossistemas nativos por pastagens ou lavouras pode acarretar severos impactos sobre os diferentes compartimentos, afetando os ciclos biogeoquímicos (Martins, 2009).

Segundo Dickow *et al.* (2012), essa substituição da vegetação original resulta em modificações no balanço de carbono, balanço hídrico e na disponibilidade de nutrientes, em aumentos da temperatura atmosférica e do solo e na aceleração de processos erosivos. Devido essa conversão e a redução da diversidade surgiu a necessidade de se implementarem projetos de revegetação para a recomposição da paisagem, dando a esses ecossistemas as condições necessárias para sua resiliência. No entanto, a efetividade dos reflorestamentos utilizados para a recomposição de áreas degradadas carece de variáveis para avaliar a sua eficiência e o restabelecimento dos processos ecológicos (Dickow *et al.*, 2012 & Machado *et al.*, 2008).

De acordo com Martins (2009), existe um conjunto de indicadores propostos em vários estudos para avaliar a recuperação de áreas degradadas e a sustentabilidade de determinado ambiente, e que podem ser divididos em bióticos (bioindicadores) e abióticos (pedoindicadores). Enquanto os indicadores abióticos, geralmente são avaliados os atributos do solo (estabilidade dos agregados, textura, estrutura, entre outros), os bióticos podem ser avaliados em relação à vegetação (regeneração natural, banco de sementes, produção de serapilheira, outros) e à pedofauna (formigas, térmitas, minhocas, outros).

Os organismos da fauna edáfica são componentes muito importantes da biota do solo, atuando como engenheiros do ecossistema, fragmentadores, transformadores de serapilheira e predadores, além do que são os mais afetados pelo uso inadequado do solo (Souza *et al.*, 2015). O equilíbrio ambiental pode ser medido pela observação das características populacionais de grupos de organismos específicos, considerados bioindicadores do grau de alteração ou fragmentação de um local. Os insetos têm sido utilizados para essas observações, devido às funções que desempenham na natureza, bem como sua ampla distribuição e adaptação a diferentes ambientes (Rocha *et al.*, 2015).

A classe Insecta é o maior grupo de indivíduos existente atualmente, e se tornou um dos grupos de grande valia nos estudos de monitoramento em diferentes ambientes por serem indicadores da qualidade ambiental, além de degradadores de matéria orgânica, exercendo importante papel ecológico (Amorim *et al.*, 2013).

A atividade biológica do solo é uma denominação genérica para a ação dos organismos vivos do solo, tanto animais quanto vegetais. Esses organismos têm forte influência na gênese e manutenção da organização dos constituintes do solo, principalmente nos horizontes superficiais (Lima *et al.*, 2015). Nos primeiros 20 cm de superfície do solo onde ocorre a deposição do material seco (serapilheira), os organismos trabalham para que haja uma decomposição desse material gerando nutrientes para as plantas. Grande parte dos nutrientes extraídos pelas árvores do solo retornam ao ecossistema via serapilheira o que é denominado ciclagem de nutrientes (Bauer *et al.*, 2016).

Além desse importante papel a serapilheira funciona como uma manta que facilita a entrada de sementes e incorporação do banco de sementes ao solo, e como manta não deixa o solo exposto aos intemperes ambientais (Bauer, Santos e Schmitt, 2016). Na pesquisa sobre produção, acúmulo ou até mesmo decomposição de serapilheira, destaca-se a importância desse material na conservação e manutenção dos ecossistemas florestais (Lima *et al.*, 2015). Segundo Rocha *et al.* (2015), há uma lacuna a ser preenchida quanto a efetivação do uso, bem como a escolha do melhor indicador nas atividades de monitoramento na Amazônia, demonstrando-se assim, a relevância deste estudo.

Considerando a importância dos bioindicadores cuja funções são correlacionadas com os fatores abióticos, é de grande valia o estudo de tais organismos para o monitoramento ambiental e indicação da necessidade de práticas de manejo que visem a conservação das populações (Machado *et al.*, 2008). Diante do exposto o objetivo desse trabalho é avaliar a fauna edáfica e a

serrapilheira em dois fragmentos florestais em Alta Floresta - MT na Amazônia Meridional, analisando ainda, sua utilização como potencial bioindicadores.

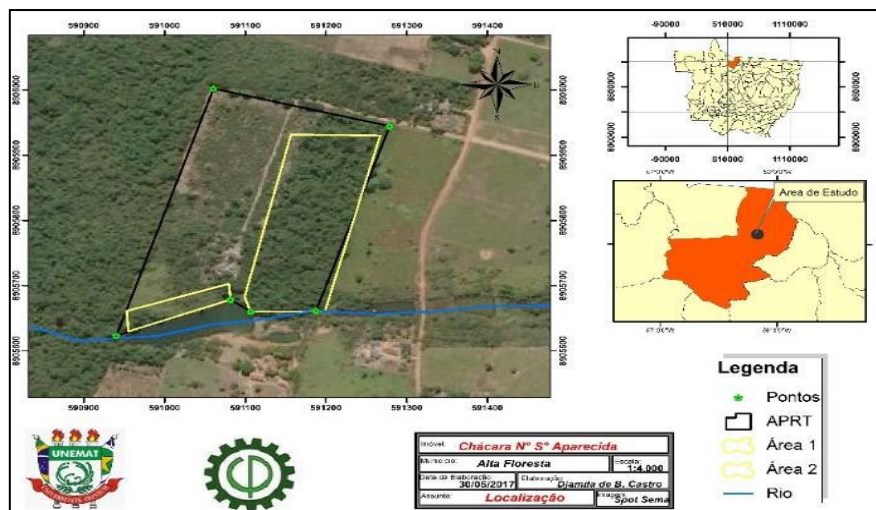
2. Metodologia

2.1 Area de Estudo

Este estudo foi realizado em duas áreas (A1 e A2), localizadas no município de Alta Floresta, extremo norte do estado de Mato Grosso (Figura 1), situado nas coordenadas geográficas de 56°10'10" W e 9°53'50" S, com altitude média de 320 m. O clima da região é do tipo Am, com duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco, tendo como temperatura média anual em torno de 26°C e precipitação média anual de 2.800 a 3.100 mm (Alvares *et al.*, 2013).

A área denominada de A1, é uma área que foi degradada, mas se encontra em recuperação a seis anos com 0,35 ha, localizada em uma propriedade rural cerca de 20 km do município de Alta Floresta. A recuperação foi realizada utilizando espécies nativas e frutíferas como: *Spondias mombim* (Cajá), *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), *Chorisia speciosa* (Paineira), *Apeiba tibourbou* (Pente de macaco), *Schizolobium parayba* var. *amazonicum* (Pinho cuiabano), *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu), *Hymenaea courbaril* (Jatobá) e *Ochroma pyramidale* (Pau de balsa) por meio de plantio convencional de mudas pioneiras e não pioneiras em linhas com espaçamento de cinco metros entre linhas, e plantio a lanço de sementes. A área A2, refere-se a um fragmento de floresta ripária amazônica conservada com 2,90 ha.

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de estudo no município de Alta Floresta – MT.



Fonte: Elaborada pelos autores.

2.2 Coleta da Fauna Edáfica

Para a determinação e quantificação da fauna edáfica foram utilizadas armadilha de solo do tipo pitfall, modelo “provid” (Antoniolli *et al.*, 2006). Foram alocadas 20 armadilhas de solo, nas áreas sendo distribuídas 10 na área em recuperação (A1) e na 10 no fragmento florestal (A2), em dois períodos distintos uma coleta no período de seca (junho de 2016) e uma no período chuvoso (fevereiro de 2017), em cada coleta as armadilhas permaneceram por 72 horas no local, com solução preservante contendo: água, detergente e sal, após este período foram retiradas e o material foi acondicionado em potes de 80 ml, contendo álcool 70 % e posteriormente triado em laboratório.

Após a contagem dos indivíduos por grupo edáfico, foram calculados os Índices de Diversidade de Shannon (H'), Diversidade de Margalef (Da), Diversidade de Simpson (Ds), Equitabilidade de Simpson (ED) e Equitabilidade Hill (Modificado) utilizando o programa de diversidade de insetos Dives versão 4.0.2 (Rodrigues, 2017).

Segundo a metodologia adaptada de Silva *et al.* (2014), para quantificar o acúmulo de serapilheira foi lançado aleatoriamente um gabarito (20x20cm) e coletado o material depositado sobre o solo em seis repetições para a Área em recuperação (A1) e seis para o fragmento de floresta (A2). As amostras de serapilheira foram triadas e secas em estufa a 60°C até o peso constante por 72 horas, para posterior pesagem em balança de precisão (0,001g). Foi calculado o valor médio por estação para o acúmulo de serapilheira, bem como a extrapolação para toneladas/hectares, nos períodos de seca (junho 2016) e de chuva (fevereiro 2017).

Para determinação da taxa de decomposição da serapilheira, foram coletadas folhas recém caídas sobre o solo, posteriormente secas em estufa a 60°C por 72 horas. Após esse período formou-se porções de $10 \pm 0,02g$, das folhas secas acondicionadas em sacolas de nylon 4mm (Litter bags). Posteriormente levadas à campo e distribuídas aleatoriamente sendo 30 litter bags para Área em recuperação (A1) e 30 para fragmento florestal (A2). Em cada data de coleta, a quantidade remanescente nos litter bags foi retirada, e a massa restante acondicionada em sacos de papel, levados à estufa de ventilação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas e posterior pesagem em balança de precisão (0,001g). Avaliando assim em coletas mensais no período de cinco meses a perda de massa remanescente, e a meia vida (em quanto tempo ocorre a perda de 50% de massa inicial). A constante de decomposição da serapilheira ou valor de k seguirá o modelo exponencial reorganizado utilizado por Olson. (1963).

$$-k \cdot t = \ln(X/X_0)$$

Em que: X = quantidade de matéria seca remanescente após um período de tempo t; X₀ = quantidade de matéria seca inicial; k = constante de decomposição; t = tempo em dias.

De acordo com Olson. (1963), é possível calcular o tempo de meia-vida através da equação:

$$t_{1/2} = \ln(2)/k$$

3. Resultados e Discussão

3.1 Fauna Edáfica

Nesse levantamento, foram coletados 357 indivíduos, sendo 141 no período da seca e 216 no período da chuva, através das armadilhas de solo do tipo pitfall como apresentado na Tabela 1. Os grupos taxonômicos encontrados foram: Arachnida, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera e Orthoptera, se sobressaindo a ordem Hymenoptera onde coletou-se somente a Família Formicidae com 60% dos indivíduos amostrados.

Tabela 1 - Número de indivíduos coletados por grupo taxonômico nas duas estações avaliadas.

Grupos	Período de Seca		Período Chuvoso	
	A1	A2	A1	A2
Arachnida	0	3	0	0
Coleoptera	8	12	38	52
Hemiptera	1	5	2	0
Hymenoptera	63	48	42	63
Orthoptera	1	0	8	11
Total	73	68	90	126

Fonte: Autores.

Conforme a Tabela 1, a área 2 no período da chuva apresentou maior número de indivíduos quando comparada a área 1 no período da seca, uma possível explicação seria pelo fato de que os processos ecológicos da área 1 ainda não se encontraram totalmente estabelecidos mostrando a predominância de apenas uma ordem, bem como a relação dos indivíduos edáficos com a sazonalidade, ou seja, a uma predominância de desenvolver suas atividades em determinado período do ano (Sanches *et al.*,

2009). Segundo Menezes *et al.*, (2009), florestas em estádios avançados de sucessão tem maior diversidade de invertebrados na serapilheira que florestas em estádios iniciais.

Para levantamentos da entomofauna associada a sistemas agroflorestais e floresta primária Dantas *et al.* (2012), Santos *et al.* (2016) e Morais *et al.* (2010) também obtiveram predominância da ordem Hymenoptera especificamente a família Formicidae. Segundo Oliveira *et al.* (2014), a ordem Hymenoptera (Formicidae) apresenta uma abundância local elevada, e alta riqueza de espécies, assim como uma boa adaptação a diferentes ambientes.

Outro grupo que merece destaque são os coleópteros que aumentaram consideravelmente o número de indivíduos coletados no período chuvoso. Bruchman *et al.* (2015), avaliando a sazonalidade da entomofauna associada a vegetação obteve esse mesmo resultado com o grupo Coleoptera. A mesma tendência foi observada no estudo de Dantas *et al.* (2012), para mata riparia e sistemas agroflorestais no município de Rio Branco-AC.

A distribuição abundante de coleópteros na época chuvosa pode ser explicada pelo fato de que em meio a disponibilidade de água e nutrientes as plantas se renovam emitindo novas folhas e assim ofertando maior quantidade de alimento, isso explica a maior abundância de indivíduos nesse período (Araujo, 2013). A ordem Coleoptera tem quase o mesmo padrão de distribuição e adaptação da Hymenoptera, atuando em vários níveis tróficos, com isso se tornando ordens utilizadas para avaliar os distúrbios ambientais (Oliveira *et al.*, 2014).

Os grupos com menores valores de indivíduos coletados nas armadilhas de solo foram: Arachnida, Hemiptera e Orthoptera, eles também têm seu papel nos ciclos biogeoquímicos, porém nesse experimento sua somatória representou apenas 8,68% dos indivíduos para os dois períodos e áreas avaliadas. Cândido *et al.* (2012), em Campo Verde-MT obtiveram os menores valores de indivíduos para Arachnida e Hemiptera e Menezes *et al.* (2009), em seu experimento com a macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual, observaram o menor número de indivíduos coletados para o grupo Arachnida.

De acordo com a Tabela 2, comparando os índices de diversidade entre as áreas, nota-se que no período de seca tanto para o índice de H' quanto Ds a área 2 apresentou valores superiores a área 1. Já no período da chuva observa-se que os valores dos índices de diversidade são muito próximos. Espera-se que uma área com maior diversidade de espécies vegetais que é o caso de um fragmento de mata, a fauna do solo obtenha mais recursos advindo desse ambiente principalmente na época da seca onde não se tem tanta disponibilidade de alimento, o que indica que a área 1 ainda não tenha tanta disponibilidade de alimentos quando comparado a área 2, demonstrando com isso que esta área apresenta maior diversidade de espécies.

Tabela 2 - Índices faunísticos para fauna edáfica em área em recuperação (A1) e fragmento florestal (A2) em dois períodos de coleta.

	Áreas	H'	Ds	EH	ED
Período da Seca	A1	0,7026	0,2462	0,2462	1,167
	A2	1,4706	0,5131	0,5131	2,104
Período Chuvoso	A1	1,4708	0,6022	0,197	2,4429
	A2	1,3341	0,5766	0,2625	2,7961

H' (Diversidade de Shannon-Wiener), Ds (Diversidade de Simpson), EH (Equitabilidade Hill modificado), ED (Equitabilidade ED Simpson).
Fonte: Autores.

Em estudo semelhante Cândido *et al.*, (2012), avaliando a fauna edáfica como bioindicadora da qualidade ambiental para área de mata ciliar e área em recuperação no estado do Mato Grosso os autores encontraram valores superiores nos índices de diversidade na área de mata ciliar, o mesmo observado por Nogueira *et al.*, (2017), para época da seca em floresta nativa.

Para os índices de equitabilidade (Tabela 2) que compara a distribuição dos indivíduos entre as espécies coletadas, constata-se que para os dois índices avaliados, tanto no período de seca quanto de chuva a área 2, sempre apresentou valores superiores a área 1 demonstrando assim melhor distribuição dos indivíduos coletados entre as espécies. O que pode ser observado no estudo de Sartor, Woldan e Garcia. (2019) em área de mata secundária o índice se mostrou superior a área de cultivo agrícola e área de bordadura no Paraná demonstrando que a integridade da vegetação natural proporciona aos indivíduos melhores condições de vida e desenvolvimento favorecendo sua distribuição.

3.2. Acúmulo e decomposição de serapilheira através de litter bags

O acúmulo de serapilheira nas duas áreas avaliadas pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios do acúmulo (t/ha^{-1}) de serapilheira para os fragmentos florestais em diferentes condições climáticas.

Áreas	Período de Seca (t/ha^{-1})	Período de Chuva (t/ha^{-1})
A1	12,39	13,92
A2	16,17	8,49

Fonte: Autores.

A massa média de serapilheira acumulada no solo se mostrou mais expressiva na área 2 com ($16,17 t/ha^{-1}$) no período da seca em relação a área 1 (Tabela 3). Este fato pode ser explicado pelo fato desta área ser composta por uma maior diversidade de espécies e por conta dos ventos nesse período muitas arvores perdem as folhas nessa época aliado ao estresse hídrico, quando comparado ao período chuvoso pode ser notado uma redução significativa de ($8,49 t/ha^{-1}$), a qual pode ser explicada pela alta atividade decompositora da fauna edáfica presente no solo que com a umidade encontraram condições favoráveis para maior degradação do material orgânico depositado.

Na área 1 não houve diferença para os dois períodos avaliados como mostrado na Tabela 3, podendo ser explicada por conta de sua composição florística, algumas das espécies usadas no plantio para recuperação como: *Spondias mombim* (Cajá), *Ochroma pyramidale* (Pau de balsa), *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), *Chorisia speciosa* (Paineira), *Apeiba tibourbou* (Pente de macaco), *Schizolobium parayba* var. *amazonicum* (Pinho cuiabano), *Hymenaea courbaril* (Jatobá), *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu) que segundo Lorenzi (2000), é classificada como caducifólia a *Chorisia speciosa* (Paineira), *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), *Schizolobium parayba* var. *amazonicum* (Pinho cuiabano) e o *Hymenaea courbaril* (Jatobá) e as perenifólias *Spondias mombim* (Cajá), *Apeiba tibourbou* (Pente de macaco), *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu) e o *Ochroma pyramidale* (Pau de balsa) podendo assim ter influenciado na sazonalidade das espécies.

Plantas caducifólias tem um comportamento de defesa, quando passam por estresse hídrico elas perdem totalmente ou parcialmente as folhas uma forma de economizar água no ecossistema produzindo assim biomassa vegetal. Segundo Nascimento *et al.*, (2013), isso é esperado visto que o acúmulo de serapilheira varia em função de inúmeros fatores: espécies, cobertura florestal, estágio sucessional, idade, época de coleta do tipo de floresta e local.

Os valores de massa média de serapilheira acumulada para área 2, corroboram com os encontrados para florestas tropicais que estão em torno de $4 a 10 t ha^{-1}$ na estação seca e $4 a 8 t ha^{-1}$ na estação úmida (Wieder & Wright, 1995).

Borem & Ramos (2002), observaram em seu estudo um padrão semelhante para área de floresta atlântica, com aumento do acúmulo no período de seca e um decréscimo no período chuvoso demonstrando um caráter sazonal da floresta. Assim como

Sanches *et al.*, (2009), para área de floresta tropical de transição e Silva *et al.*, (2009) para área de floresta de transição no norte do estado do Mato Grosso. Chagas & Rezende. (2006), observaram essa mesma distribuição para fragmento de floresta semidecidual em Minas Gerais.

Esse padrão é típico de floresta tropical onde o estresse hídrico do período de seca promove o maior acúmulo de serapilheira no solo assim como a diminuição do material no período chuvoso pode estar relacionado a maior taxa de decomposição pelos microrganismos presente no solo encontrando condições favoráveis com a umidade do período chuvoso (Valentini *et al.*, 2014).

É importante compreender os mecanismos que regulam esse processo dinâmico, onde a entrada de material através da deposição e a saída ou transformação via decomposição, acontecem quase que simultaneamente, pois corresponde a uma das etapas mais importantes da ciclagem (Silva *et al.*, 2009).

A decomposição da serapilheira nos dois fragmentos avaliados pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 – Valore médios de biomassa (g) remanescente para área em recuperação (A1) e o fragmento de floresta (A2) em Alta Floresta, MT.

Período/ Dias	Biomassa Remanescente A1 (gramas)	Biomassa Remanescente A2 (gramas)
0	10	10
30	8,68	9,35
60	6,84	7,49
90	5,54	6,81
120	4,57	6,07
150	3,99	5,10

Fonte: Autores.

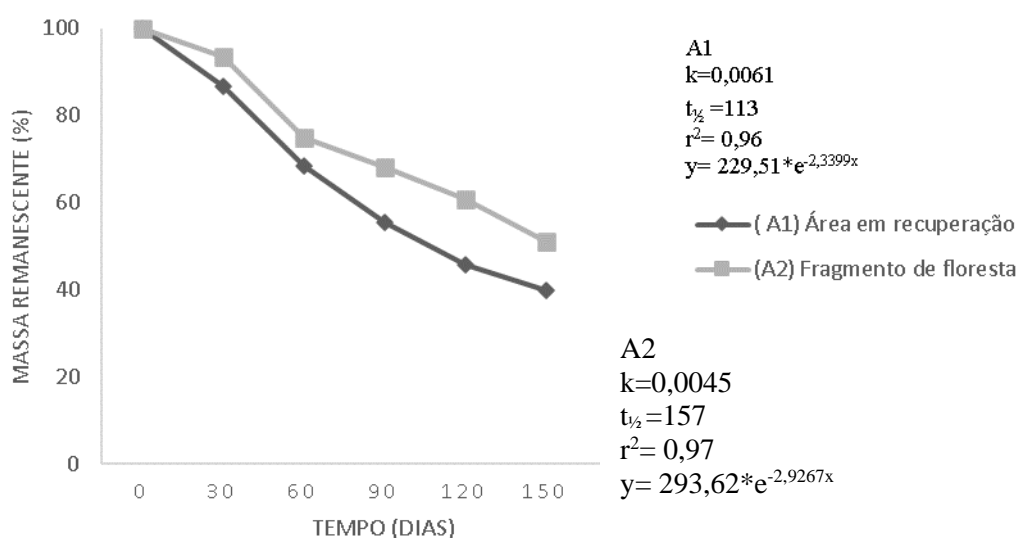
Observa-se na Tabela 4, que aos 60 dias teve-se uma redução significativa de 31% (6,84 g) de massa remanescente para área 1 quando comparado ao volume inicial e a área 2. Deste modo a área 1 se manteve com uma decomposição bem mais rápida que a área 2, pois aos 150 dias ela apresentou a menor média (3,99 g) de massa remanescente, ou seja, nesse intervalo de tempo 60% do material foi decomposto, pela ação dos microrganismos junto com as condições climáticas, essa diminuição no material pode ser explicada por conta do início do período chuvoso (Valentini *et al.*, 2014). O rápido desaparecimento da massa foliar estudada indica rápida ciclagem de nutrientes, contribuindo e adicionando fertilidade ao solo principalmente nas camadas superficiais principalmente na área 1 (Mamam *et al.*, 2007).

Segundo Giácomo, Pereira e Machado (2012) o clima controla a decomposição em escala regional enquanto que a porção química do material controla o processo em escala local, essa seria uma possível explicação para a área de recuperação ter apresentado uma decomposição mais acelerada que a mata nativa, ou seja, o dossel da área 1 se encontra mais aberto favorecendo um microclima no ambiente com maior incidência de luz e chuva sobre o material depositado no solo, aliado ao início do período chuvoso e ainda a composição do material vegetal da área aparentemente ser mais jovem do que o da área de mata nativa contribuíram para a rápida decomposição desse material.

Pereira *et al.* (2013), com 120 dias de avaliação em fragmento de floresta atlântica secundária obtiveram para borda 68,7 e para o interior 61,8%. Para Pagano. (1989) o tempo de 150 dias de estudo corresponde a cerca de 50% do material decomposto sendo considerado uma taxa de decomposição rápida, o que significa rápida ciclagem de nutrientes. Mamam *et al.* (2007), obtiveram para mata de galeria no sudoeste do estado do Mato Grosso em 11 meses de avaliação uma taxa de decomposição que se acentuou no período chuvoso em torno de 78%, considerado superior ao deste trabalho, mas podendo ser considerando quando comparado com o tempo avaliado que também foi maior.

As curvas que representam o padrão de decomposição da serapilheira nos fragmentos avaliados, podem ser observadas na Figura 2. Para a área de fragmento de floresta e a área em recuperação, nota-se que o valor de k para o período total do experimento (150 dias) foi maior na área 1 com $0,0061 \text{ g g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e de $0,0045 \text{ g g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ para área 2. Consequentemente o menor tempo de meia vida do material foi na área 1 com $t=113$ e $t= 157$ dias para área 2, no final do período avaliado (Figura 2).

Figura 2 - Massa remanescente (g) pelo tempo (dias) para a Área em recuperação (A1) e o fragmento de floresta (A2).



Legenda: k , constante de decomposição; $t_{1/2}$, tempo de decomposição de 50% do material; r^2 , coeficiente de determinação e y , curva de decomposição. Fonte: Elaborada pelos autores.

A decomposição do material vegetal das áreas estudadas mostrou-se consideravelmente mais rápida quando comparada a outras fisionomias da região amazônica que relatam uma taxa de decomposição em torno de 1 para florestas tropicais, mas variações são esperadas visto que são vários fatores envolvidos no processo (Sanches *et al.*, 2009). Menezes *et al.* (2010), avaliando diferentes estágios sucessionais em Pinheiral-RJ, obteve uma taxa de decomposição de $0,0064 \text{ g g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e meia vida de 108 dias para floresta secundária de estágio avançado.

A taxa de decomposição encontrada nesse trabalho ($0,0061$) foi similar ao encontrado por Silva, Gonçalves e Reis (2013), em fragmento de floresta estacional semidecidual, onde os autores observaram uma taxa de decomposição de $0,0068 \text{ g g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ com uma diferença maior no tempo de meia vida que foi de 575 dias. A taxa de decomposição obtida para um fragmento de floresta nativa por Silva *et al.* (2014), foi de $0,0023 \text{ g g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ com tempo de meia vida de 301,37, em 200 dias de avaliação.

4. Considerações Finais

O presente trabalho demonstrou que o fragmento de floresta apresenta maior diversidade de indivíduos da fauna edáfica com relação a área em recuperação constatados por meio do levantamento e índices ecológicos. Demonstrando assim que a fauna edáfica pode ser utilizada como bioindicador.

O acúmulo e a decomposição da serapilheira por serem influenciados por outros fatores como a composição florística das espécies plantadas na área em recuperação, e influenciadas pela sazonalidade, demonstrando não serem bons bioindicadores para as condições deste estudo.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728.
- Amorim, I. A. Aquino, A. L. de., Silva, E. M. de J. e., Matos, T. E. da S., Silva, T. P. da., & Rodrigues, D. de M. (2013). Levantamento de artrópodes da superfície do solo em área de pastagem no assentamento Alegria, Marabá-PA. *Revista Agroecossistemas*, 5(1), 62-67.
- Antoniolli, Z. I., Conceição, P. C., Böck, V., Port, O., Silva, D. M. da. & Silva, R. F. da. (2006). Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Ciência Florestal*, 16(4), 407-417.
- Araujo, W. S. (2013). A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas neotropicais. *Revista da Biologia*, 10(1), 1-7.
- Bauer, D., Santos, E. L., & Schmitt, J. L. (2016). Avaliação da decomposição de serapilheira em dois fragmentos de caatinga no sertão paraibano. *Revista de Pesquisas Botânica*, 69(1), 307-318.
- Borem, R. A. T. & Ramos, D. P. (2002). Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. *Revista Cerne*, 8(2), 42-59.
- Bruchman, G. E. C., Pezzini, C., Köhler, A., & Putzke, J. (2015). Análise sazonal da entomofauna associada à vegetação no aterro da Souza Cruz, RS, Brasil. *Revista Jovens Pesquisadores*, 5(1), 25-39.
- Cândido, A. K. A. A., Silva, N. de M., Barbosa, D. S., Farias, L. do N., & Souza, W. P. de. (2012). Fauna edáfica como bioindicadores de qualidade ambiental na nascente do rio São Lourenço, Campo Verde-MT, Brasil. *Revista de Engenharia Ambiental*, 9, (1), 67-82.
- Chagas, A. P. C., & Rezende, J. L. M. (2006). Ciclagem de nutrientes em floresta semidecidual na fazenda experimental da PUC-Minas: Produção de serapilheira. *Revista Sinapse Ambiental*, 3(3), 1-14.
- Dantas, J.O., Santos, M. J. C., Santos, F. R., Pereira, T. P. B., Oliveira, A. V. S., Araújo, C. C., Passos, C. S., & Rita, M. R. (2012). Levantamento da entomofauna associada em sistema agroflorestral. *Revista Scientia Plena*, 8(44), 1-8.
- Dickow, K. M. C., Pinto, C. B., & Marques, H. H. R. (2012). Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. *Revista Cerne*, 18(1), 75-86.
- Giácomo, R. G., Pereira, M. G., & Machado, D. L. (2012). Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de cerrado e mata mesofítica na estação ecológica de Pirapitinga-MG. *Ciência Florestal*, 22(4), 669-680.
- Lima, R. P., Fernandes, M. M., Fernandes, M. R. de M., & Matricardi, E. A. T. (2017). Aporte e Decomposição da Serapilheira na caatinga no sul do Piauí. *Revista Floresta e Ambiente*, 22(1), 42-49.
- Lorenzi, H. (2000). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. (3a ed). Instituto Plantarum.
- Machado, M. R., Rodrigues, F. C. M. P., & Pereira, M. G. (2008). Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. *Revista Árvore*, 32(11), 143-151.
- Mamam, A. P., Silva, C. J. da., Sguarezi, E. de M., & Bleich, M. E. (2007). Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em mata de galeria e cerrado no sudoeste de Mato Grosso. *Revista Ciências Agro-Ambientais*, 5(1), 71-84.
- Martins, S.V. (2009). *Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e mineração*. (1a ed). Aprenda Fácil.
- Menezes, C. E. G., Correia, M. E. F., Pereira, M. G., Batista, I., Rodrigues, K. de M., Couto, W. H., Anjos, L. H. C. dos., & Oliveira, I. P. de. (2009). Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). *Revista Brasileira Ciências do Solo*, 33(1), 1647-1656.
- Menezes, C. E. G., Pereira, M. G., Correia, M. E. F., Anjos, L. H. C. dos., Paula, R. R., & Souza, M. E. de. (2010). Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinehiral, RJ. *Revista Ciência Florestal*, 20(3), 439-452.
- Morais, J. W., Oliveira, V. dos S., Dambros, C. de S., Tapia-Coral, S. C., & Acioli, A. N. S. (2010). Mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Alto Rio Solimões, AM. *Revista Neotropical Entomology*, 39(2), 145-152.
- Nascimento, A. F. de J., Dantas, T. V. P., Silva, T. O. da., Sampaio, E. V. de S. B., & Araújo-Filho, R. N. de. (2013). Quantificação de serapilheira em diferentes áreas sob fragmentos do parque nacional serra de Itabaiana, Sergipe. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6), 3271-3284.
- Nogueira, L. R., Pereira, M. G., Silva, C. F., Gaia-Gomes, J. H., Assunção, S. A., & Silva, E. M. R. da. (2017). Epigeal fauna and soil chemical attributes in grazing and regeneration areas. *Revista Floresta e Ambiente*, 24(1), 01-10.
- Olson, J. S. (1963). Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Revista Ecology*, 4(2), 322-331.
- Oliveira, M. A., Gomes, C. F.F., Pires, E. M., Marinho, C. G. S., & Della-Lucia, T. M. C. (2014). Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. *Revista Ceres*. 61(Suplemento), 800-807.
- Pagano, S. N. (1989). Nutrientes minerais no folheto produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(3), 633-639.
- Pereira, G. H. A., Pereira, M.G., Anjos, L. H. C. dos., Amorim, T. de A., & Menezes, C. E. G. (2013). Decomposição da serapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. *Revista Bioscience Journal*, 29(5), 1317-1327.

- Rocha, W. O., Dorval, A., Filho, O. P., Vaez, C. dos A., & Ribeiro, E. S. (2015). Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadores de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. *Revista Floresta e Ambiente*, 22(1), 88-98.
- Rodrigues, W. C. (2020). Referências deste Guia. DivEs - Diversidade de Espécies v.4.13 (AntSoft Systems On Demand) - Guia do Usuário.
- Sanches, L., Valentini, C. M. A., Biudes, M. S., & Nogueira, J. de S. (2009). Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serapilheira em floresta tropical de transição. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(2), 183-189.
- Santos, R. S., Silva, D. A. da., Pereira, A. A. A., & Oliveira, L. C. de. (2016). Levantamento da entomofauna edáfica associada à mata ripária e sistema agroflorestal, em Rio Branco, AC. *Revista Agrotrópica*, 28(3), 277-284.
- Sartor, V., Woldan, D. R. H., & Garcia, F. R. M. (2009). Inventário e aspectos ecológicos da fauna entomológica no município de união da Vitória Paraná. *Revista Biodiversidade Pampeana*, 7(1), 35-43.
- Silva, H. F., Barreto, P. A. A. B., Sousa, G. T. de O., Azevedo, G. B., Rodrigues, E. F. G., & Oliveira, F. G. R. B. (2014). Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Biociências*, 12(3), 164-172.
- Silva, A. G., Gonçalves, M. A. M., & Reis, E. F. (2013). Decomposição e teor de nutrientes da serapilheira foliar em um fragmento de floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. *Revista Ecologia e Nutrição Florestal*, 1(2), 63-71.
- Silva, C. J., Lobo, F. De A., Bleich, M. E., & Sanches, L. (2009). Contribuição de folhas na formação da serapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. *Revista Acta Amazonica*, 39(3), 591-600.
- Souza, M. H., Vieira, B. de C. R., Oliveira, A. P. G., & Amaral, A. A. do. (2015). Macrofauna do solo. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 11(22), 115.
- Wieder, K., & Wright J. S. (1995). Tropical forest litter dynamics and dry season irrigation on Barro Colorado Island, Panama. *Revista Ecology*, 76(6), 1971-1979.
- Valentini, C. M. A., Soares, G. S., Santana, R.A., Guimarães, A. F. S., & Silva, A. H. B. (2014). Produção, acúmulo e decomposição de serapilheira em uma área revegetada do parque estadual Massairó Okamura em Mato Grosso. *Revista Holos*, 30(5), 211-221