



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Diversidade funcional dos invertebrados terrestres associados à decomposição da serrapilheira e ciclagem de nutrientes para o sequestro de carbono pela Mata Atlântica, município de Alagoinhas (Bahia, Brasil)

Maria Dolores Ribeiro Orge, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), mdrorge@uneb.br

Liliane Silva de Jesus, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), lilianesj@outlook.com.br

Ueverton Santos Neves, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), uevertonneves@gmail.com

Everton Vitor Almeida Monville, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), va509101@gmail.com

Daniela Karine Carvalho Batista do Nascimento, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), danielakarinec@gmail.com

Jordana Gabriela Barreto de Sá, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), jordanagabriela18@gmail.com

José Antonio da Silva Dantas, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), jose.dantas@inema.ba.gov.br

Enéas Lima Santos, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), eneas@limaambiental.com

Resumo

A serrapilheira forma um elo na interface solo-planta. Portanto, analisar a serrapilheira como sumidouros de carbono é essencial para os esforços de conservação ou restauração. Vários invertebrados terrestres relacionados têm habitats e nichos complexos, principalmente do filo de artrópodes. Esses invertebrados terrestres são essenciais para decomposição de serrapilheira, ciclagem de nutrientes, modificação do solo e regeneração natural da floresta. Os efeitos sazonais alteram o microclima da serrapilheira, afetando a dinâmica de interação desses animais. Este estudo tem como objetivo analisar a diversidade funcional de invertebrados terrestres em processo de decomposição e ciclagem de nutrientes. Como resultado, os taxa mais representativos nos fragmentos de Mata Atlântica no município de Alagoinhas são Hymenoptera (formigas), Coleoptera (besouros) e Aracnida (aranhas).

Palavras-chave: invertebrados, decomposição, carbono, Mata Atlântica.

1. Introdução

A Mata Atlântica abriga uma rica biodiversidade com habitats e recursos variados, representando a segunda maior floresta tropical em território brasileiro. Atualmente é o terceiro bioma em extensão no Brasil, atrás da Amazônia e do Cerrado, por apresentar cerca de 10% de sua extensão original (SOSMA & INPE, 2014).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

A cobertura vegetal garante o sequestro do carbono da atmosfera, que é imobilizado na biomassa vegetal e depois armazenado na serrapilheira até ser decomposto e retornar ao solo, onde é parcialmente absorvido pelas plantas. Portanto, a quantidade de carbono acumulado no solo das florestas é bem maior do que na biomassa arbórea, graças ao elevado aporte de nutrientes e à reduzida movimentação no solo. Entretanto, a devastação vegetal para agricultura e pecuária vem afetando este equilíbrio natural (Carvalho *et al.*, 2010).

A serrapilheira compõe o elo na interface solo-plantas. Portanto, analisar a serrapilheira como sumidouro de carbono é essencial em trabalhos de conservação ou recuperação. Não se trata de uma cobertura de resíduos vegetais de proteção do solo, mas um compartimento com papel estrutural e funcional para manutenção da rede trófica e do ecossistema florestal como um todo (Pergentino, 2015).

A serrapilheira tem uma complexidade de habitats e nichos para diversos invertebrados terrestres associados, principalmente do filo Arthropoda. Colabora na distribuição de muitas espécies vegetais e na produtividade primária dos sistemas florestais. Ao fragmentar o material vegetal, favorece uma decomposição mais rápida por fungos e bactérias (Podgaiski *et al.*, 2011). Portanto, os invertebrados terrestres atuam para a decomposição da serrapilheira, ciclagem de nutrientes, modificação do solo e regeneração natural da floresta (Campos, 2012; Correia e Oliveira, 2000).

Este estudo tem a pretensão de analisar a diversidade funcional de invertebrados terrestres no processo de decomposição e ciclagem de nutrientes como garantia do sistema florestal da Mata Atlântica como sumidouro de carbono através da serrapilheira.

A decomposição da serrapilheira, como um dos principais meios de entrada e saída de nutrientes na floresta, fornece um grande reservatório de carbono para a Mata Atlântica e contribui para um equilíbrio ambiental sustentável. Este estudo possui características qualitativas e visa comprovar o papel funcional da diversidade na manutenção da conservação ambiental, principalmente por meio do ciclo de nutrientes e serviços ecossistêmicos dos invertebrados.

2. Fundamentação teórica

A vegetação do fragmento florestal atua no sequestro de carbono desde a atmosfera e a serrapilheira funciona como sumidouro de carbono no sistema solo-plantas. A dinâmica entre produção e decomposição da serrapilheira indica a produtividade da floresta e seu grau de conservação. Entre os respectivos serviços e processos ecossistêmicos realizados pelos grupos tróficos de invertebrados, temos a ciclagem de nutrientes, a fertilidade do solo e a produtividade primária do sistema florestal (Podgaiski *et al.*, 2011).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

A floresta é mantida então pela decomposição da serrapilheira por detritívoros (Isopoda), dispersão de sementes por coletores/granívoros (Formicidae), germinação de sementes em fezes de herbívoros enterradas por escavadores (Coleoptera) e controle biológico com regulação de pragas por predadores (Araneae) (Marinoni, 2001; Campos, 2012).

A *litter* fauna inclui araneídeos, dípteros, colêmbolos, anelídeos e coleópteros (Moço *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2016). A alta disponibilidade de recursos alimentares para insetos fitófagos faz com que estes aumentem o seu tamanho populacional, atraindo predadores que atuam como controle biológico (Fernandes *et al.*, 2010).

Os grupos tróficos da fauna de invertebrados terrestres são representados por coletores, filtradores, sugadores, escavadores, trituradores, predadores e raspadores. Espécies do mesmo nível trófico podem degradar a serrapilheira de formas diferentes mas complementares, graças a seus atributos morfológicos e comportamentais (Podgaiski *et al.*, 2011). Morris (1980) e Hutcheson (1990) estudaram Coleoptera e observaram dominância variada de espécies entre os estádios sucessionais, com dominância de herbívoros fitófagos no estágio inicial e detritívoros fungívoros em estágios avançados de floresta. Entre os grupos tróficos de invertebrados, encontram-se os herbívoros (sugadores) (Coleoptera), fungívoros/detritívoro (triturador, mastigador) (Coleoptera), onívoros (Formicidae), predadores (Araneae), coprófago (Coleoptera) e necrófagos (larvas de Coleoptera e Diptera) (Marinoni, 2001; Campos, 2012).

A maior abundância de aranhas (Araneae), de coleópteros predadores (Coccinellidae) e da ordem Hemiptera em cultivos ocorre devido à elevação da população de insetos fitófagos. O padrão de elevação na curva de densidade de aranhas predadoras pode ser atribuído à disponibilidade de alimento para este predador nas fases inicial e final do cultivo. Uma maior diversidade de inimigos naturais pode ser importante para evitar a erupção de pragas secundárias no processo de ressurgência (Fernandes *et al.*, 2010).

A renovação deste ecossistema se dá pela serrapilheira, matéria prima para o processo de ciclagem de nutrientes. A dinâmica destes fluxos de nutrientes nos ecossistemas em formação constitui a principal via de fornecimento de nutrientes, sendo fundamental o seu conhecimento (Souza, 2001). Entre os processos biogeoquímicos, tem-se o do carbono. Que se destaca neste trabalho pela sua relação com o microclima. O material vegetal senescente é depositado em camadas sobre o solo e compõe a serrapilheira, que constitui um banco natural de sementes em estado de dormência (IBAMA, 1990).

Levando em consideração a alta concentração de carbono presente no solo da floresta, a dinâmica de decomposição de serrapilheira requer uma maior atenção como sumidouro de carbono nesse bioma. A matéria orgânica contém cerca de 58% de C e é um dos indicadores da qualidade do solo, pois interage com os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (Vezzani *et al.*, 2009).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Avaliar o papel dos invertebrados na decomposição da serrapilheira na Mata Atlântica no município de Alagoinhas (Bahia, Brasil) faz-se necessária para contribuição nos estudos desse processo de ciclagem de nutriente, em especial o carbono, ressaltando esta ação como sumidouro na floresta, de grande relevância para manutenção do ecossistema e equilíbrio do clima. A decomposição representa um processo-chave na manutenção da fertilidade do solo (Silver & Miya, 2001) e é um dos fatores limitantes no estabelecimento e desenvolvimento de ecossistemas florestais (Vitousek & Sanford, 1986). Globalmente, as florestas são os maiores sumidouros de carbono, uma vez que as plantas e o solo, este em maior percentual, são os grandes sequestradores e armazenadores de carbono (Aduan, 2003; Cunha *et al.*, 2009; Silveira *et al.*, 2008).

Conhecer a dinâmica de decomposição da serrapilheira em relação ao clima é necessário devido ao uso do solo nas florestas e às mudanças em seu manejo, perdendo parte de sua extensão com desmatamento. A serrapilheira regula a ciclagem de nutrientes através de sua decomposição, então conforma o biossistema Mata Atlântica como sumidouro de carbono.

Santana e Souto (2011) ressaltam a relevância da produção e decomposição do material liteiro, demonstrando a necessidade de ser amplamente estudado e conhecido, por tratar-se de um fator-chave na manutenção e sustentabilidade nos ecossistemas, principalmente em regiões tropicais onde, de maneira geral, os solos apresentam baixa fertilidade natural.

3. Metodologia

Este estudo foi realizado no período de 2019-2020, com visitas esporádicas ao campo em 2021, nos fragmentos de Mata Atlântica localizados no município de Alagoinhas (12°08'08" S e 38°25'09" W), referência para o norte da Bahia (Brasil). Os fragmentos de vegetação nativa estão situados na Fazenda Araticum e no fragmento de vegetação secundária em processo de regeneração natural avançada na UNEB (*Campus II*). O fragmento nativo situa-se próximo a áreas expostas a um longo processo de desertificação verde por plantios homogêneos de *Eucalyptus* da empresa Bracell Florestal Bahia. O relevo em geral é suave mas tem algumas áreas com elevações naturais (figura 1).

Figura 1. Mapas de Alagoinhas indicando alguns fragmentos nativos, RPPN Fazenda Araticum (FA) e Vegetação da UNEB (VU), estado da Bahia (Brasil).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021



Fonte: adaptado do GoogleEarth por José Antonio da S. Dantas, 2021.

Para a execução da amostragem, foi delimitado na área de estudo um transecto linear no qual foram distribuídas, de forma equidistante, armadilhas de interceptação e queda (pitfall trap) que permaneceram no campo por sete dias consecutivos. São utilizados recipientes plásticos enterrados ao nível do solo, neste está contido uma solução conservante para a preservação dos espécimes coletados (álcool 70% + Glicerina). Destaca-se a relevância de criar uma cobertura de proteção acima da armadilha, para evitar a entrada de água da chuva, folhas que caem das árvores ou quaisquer objetos indesejáveis (Saturino e Tourinho, 2011). As armadilhas do tipo pitfall são eficazes para a captura de pequenos animais que caminham sobre o solo, principalmente pequenos invertebrados (Corn, 1994).

A busca visual permite abranger uma maior diversidade e representatividade dos invertebrados que interagem com a serrapilheira. Deste modo, a coleta manual é uma alternativa para o enriquecimento das amostras, feita com o auxílio de pinças entomológicas, coletores universais e redes de captura.

Para a amostragem do material senescente da parte aérea das plantas, foram distribuídos cinco coletores ao longo do transecto. Os coletores foram fabricados em madeira e tela de nylon.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

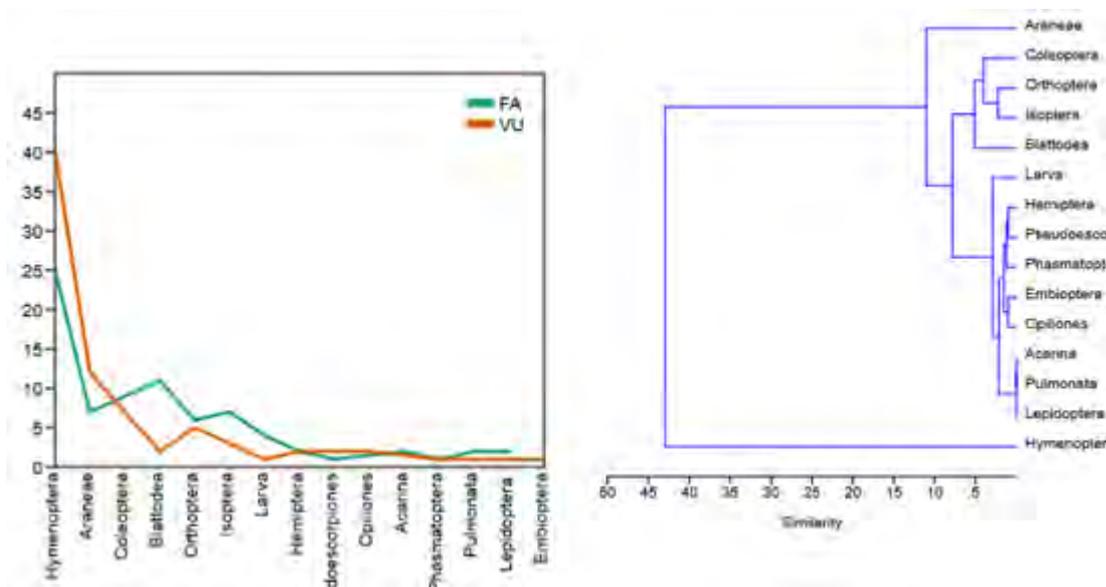
As amostras acumuladas nos coletores foram retiradas em intervalos mensais. Sequencialmente, foi feita a triagem manual que separou o material em frações (caule, folhas, frutos e sementes).

Os artrópodes encontrados nos diferentes métodos de coleta foram identificados com auxílio de literatura especializada (Brusca & Brusca, 2007) e acervos virtuais.

4. Resultados e discussão

Os taxa mais representativos na serrapilheira dos fragmentos de Mata Atlântica no município de Alagoinhas foram Hymenoptera (formigas), Coleoptera (besouros) e Araneae (aranhas) (figura 2).

Figura 2. Distribuição da abundância de invertebrados encontrados durante a triagem da serrapilheira foliar das bolsas de decomposição, nas áreas da Fazenda Araticum (FA) e do Complexo Vegetacional da UNEB (VU), durante o período de Abril/2019 a Fevereiro/2020. Alagoinhas – Bahia (Brasil).



Fonte: autoral, 2021.

Os insetos do grupo Coleoptera são sensíveis às alterações no ambiente, o que acaba tornando-o uma boa ferramenta para avaliar a qualidade dos ecossistemas, como estrutura, composição da vegetação e distúrbios por poluentes (Olivier *et al.*, 2012). Os besouros compõem a maior e mais diversa ordem entre os insetos. Atuam em diferentes níveis tróficos, incluindo



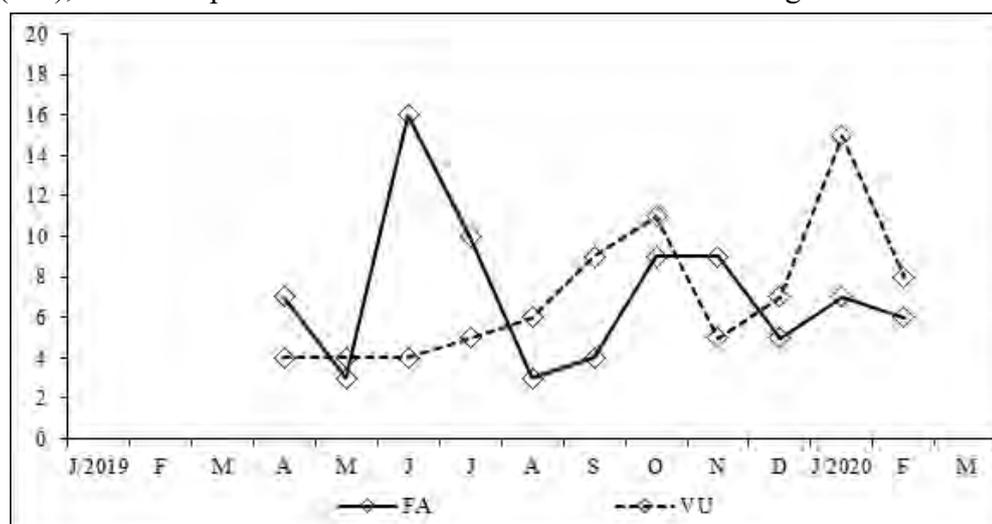
III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

hábitos alimentares variados que, associados à serrapilheira, auxiliam na incorporação da matéria orgânica ao solo, além de escavar galerias e dispersar sementes (Melo *et al.*, 2009).

A ordem Araneae contribui significativamente no controle das populações de invertebrados. Sendo predadoras generalistas eficientes, alimentam-se principalmente de insetos adultos e larvas de fitófagos. No Complexo Vegetacional da UNEB existe uma considerável diversidade e abundância desses animais, confirmando a dominância de indivíduos desse grupo observado por Jesus (2020). Aranhas utilizam a serrapilheira como abrigo, sítios de nidificação e forrageamento.

O efeito da sazonalidade proporciona mudança no microclima da serrapilheira, consequentemente afeta a dinâmica das interações desses animais, resultando na variação dos índices populacionais em diferentes períodos ao longo do ano (Jesus, 2020; Neves, 2020). A partir das observações na vegetação em estágio avançado de recuperação, foi possível estabelecer a relação quanto às variações e interferências sazonais sobre a abundância e a diversidade, mas também a integridade dos habitats fortalece a complexidade estrutural e maior oferta no fragmento (figura 3).

Figura 3. Total de invertebrados encontrados durante a triagem da serrapilheira foliar das bolsas de decomposição, nas áreas da Fazenda Araticum (FA) e do Complexo Vegetacional da UNEB (VU), durante o período de Abril/2019 a Fevereiro/2020. Alagoínhas – Bahia (Brasil).



Fonte: Jesus (2020).

Os invertebrados selecionam a matéria orgânica para ingestão de acordo com a sua palatabilidade, com isso a qualidade da serrapilheira está diretamente relacionada às interações da fauna que atuam na sua decomposição (Whitford, 1991). Representantes da fauna, como cupins,



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

formigas, minhocas e besouros, destacam-se como necrófagos, decompondo materiais vegetais em partes menores e promovem a decomposição por meio de microrganismos, e também participam da formação e estruturação do solo (Melo *et al.*, 2009).

Os efeitos de borda causados pela fragmentação florestal interferem na dinâmica da serrapilheira, alterando a biodiversidade associada. A preferência de espécies predadoras por ambientes de menor perturbação (core florestal) explica a maior expressividade de micrófagos saprófagos em áreas de borda, o que resulta na dominância de alguns grupos e retardação da taxa de decomposição da serrapilheira (Pereira *et al.*, 2013).

A heterogeneidade, a complexidade de recursos e as condições ambientais de uma mata nativa acabam sendo mais atrativas do que uma monocultura. Um outro fator importante encontrado no resultado deste artigo citado é quanto a população da artropodofauna. Artrópodes como formigas e aranhas foram encontrados associados à massa da serrapilheira. Os autores do estudo indicam que a abundância desse filo aumenta de forma significativa por conta do aumento da massa da serrapilheira (Maestri *et al.*, 2013). Em relação ainda com a abundância, Lopes *et al.* (2011) encontraram um resultado parecido. Foram amostradas um total de 1.072 espécimes de artrópodes em 60 amostras de serrapilheira. 76% dos espécimes foram encontradas em florestas nativas e 24% foram localizadas em monocultura de eucalipto.

Os invertebrados associados à serrapilheira assumem um grande papel na manutenção das matas nativas. A serrapilheira é a principal fonte de energia para a cadeia alimentar, incluindo principalmente por artrópodes. Já os invertebrados são importantes na ciclagem de nutrientes e na estrutura do solo. Essa ciclagem de nutrientes realizada pelos invertebrados regula as populações de bactérias, fungos e da microfauna. Todo esse papel dos invertebrados associados à serrapilheira é fundamental na capacidade de retenção de água, germinação, respiração e absorção das raízes (Correia e Oliveira, 2000).

No sistema florestal, a complexidade espacial representa maior oferta de nichos e recursos na rede trófica. O consequente crescimento populacional das presas atrai predadores, que atuam como controle biológico natural no processo de auto-regulação por mecanismo de retroalimentação na comunidade. Entre os grupos funcionais, algumas espécies atuam na trituração da serrapilheira e outras no controle biológico dos demais invertebrados associados à serrapilheira.

Invertebrados associados à serrapilheira desempenham serviços ecológicos em diversos nichos, como dispersores de sementes, predadores, herbívoros, auxiliam na estruturação física e química do solo e ciclagem de nutrientes, bem como interagem com grupos de organismos variados. Uns atuam na trituração das frações constituintes da serrapilheira e outros no controle biológico dos demais invertebrados associados à serrapilheira (Melo *et al.*, 2009).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

No geral, a ação conjunta dos invertebrados contribui para a trituração e uma consequente redução da superfície vegetal (Marinoni, 2001). Então por efeito da umidade no ambiente, ocorre a lixiviação da biomassa pela precipitação ou orvalho.

Besouros escarabeíneos, escavadores e rolares (Coleoptera) são atraídos por fezes de dispersores zoocóricos e, desta maneira, atuam na disseminação secundária de sementes. Ao enterrar fezes de herbívoros contendo sementes no solo, estes besouros desempenham o papel ecológico na regeneração da floresta pela germinação e contribuem na diáspora reprodutiva no biosistema. Portanto, a redução populacional nos fragmentos pode afetar os serviços ecossistêmicos a longo prazo, como ciclagem de nutrientes e a restauração vegetal natural de áreas degradadas sob efeito de borda (Pergentino, 2015).

Os besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) são organismos extremamente importantes no funcionamento dos ecossistemas tropicais. A maioria das espécies se alimenta de fezes (coprófagos), principalmente de mamíferos, ou de carcaças (necrófagos). Os escarabeíneos apresentam estruturas de comunidades que os tornam bons indicadores de diversidade. Algumas espécies possuem alta especificidade de habitat e são fortemente influenciadas pela fragmentação e perda de habitat.

A diminuição dos besouros escavadores e rolares nos fragmentos em meio ao milho transgênico poderá vir a afetar os serviços ecossistêmicos dos escarabeíneos, o que em longo prazo pode ter efeitos na ciclagem de nutrientes e na regeneração da floresta (Campos, 2012).

Estes grupos possuem importante papel ecológico, por isso, de acordo com a sua função no ecossistema se classificam como saprófagos, micrófagos, predadores, herbívoros entre outros (Pereira et al., 2013). Estes podem iniciar o processo de decomposição ainda em partes vegetais fixas na planta (Andrade; Tavares; Coutinho, 2003). Assim, mostra-se o importante papel da fauna edáfica nesse sistema ecológico solo-planta-animal (Wang et al., 2018). Nesse contexto, entende-se como fauna edáfica os organismos que habitam esse sistema (solo-serapilheira) desempenhando funções fundamentais (Brito *et al.*, 2016).

5. Conclusões

A diversidade de invertebrados foi similar entre as áreas, entretanto surpreendeu a grande variedade de grupos taxonômicos em amplo espectro de funções ecológicas. Os invertebrados da ordem Hymenoptera, especialmente as formigas, predominaram em ambas áreas no município de Alagoinhas, referência para o Litoral Norte da Bahia (Brasil).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Como um sistema de retroalimentação positiva, a diversidade de invertebrados terrestres associados influencia diretamente na boa qualidade do fragmento de Mata Atlântica em geral. Eles atuam na decomposição da serrapilheira, contribuindo para a liberação de nutrientes como potássio e cálcio e ajudando na nutrição do solo, com consequente aumento da produção animal e na manutenção do ecossistema.

Os invertebrados terrestres associados concorrem para o processo de hidrólise enzimática dos nutrientes da matéria orgânica da serrapilheira e são os responsáveis pela biossíntese e recuperação do solo, ciclagem de nutrientes, controle biológico e conservação do bioma.

6. Agradecimentos

A Deus pelas delicadezas em meio às dificuldades, à UNEB e seus Programas de Pós-Graduação (PPGBVeg e PPGMSB) pelo apoio, ao CNPq pela Bolsa IC Voluntário, a Evanildo Lima Santos pela parceria em campo, ao INEMA pelo apoio.

7. Referências bibliográficas

Aduan, R. E.; Vilela, M. F.; Klink, C. A. (2003) *Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres - o caso do cerrado brasileiro*. Planaltina, DF. EMBRAPA Cerrados, Documentos 105, 30.

Andrade, A. G. de; Tavares, S. R. de L.; Coutinho, H. L. da C. (2003) Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. *Informe Agropecuário*, 24(220), 55-63.

Azevedo, A. D.; Camara, R.; Francelino, M.R.; Pereira M. G.; Leles, P. S. S. (2018) Estoque de carbono em áreas de restauração florestal da Mata Atlântica. *Revista Floresta*, 48(2), 183-194.

Brito, M. F. de.; Tsujigushi, B. P.; Otsubo, A. A.; Silva, R. F. da.; Mercante, F. M. (2016) Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [online], 51(3), 253-260.

Brusca, R. C.; Brusca, G. J. (2007) *Invertebrados*. 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Campos, R. C. (2012) Besouros indicadores (Coleoptera, Scarabaeinae) na avaliação de alteração ambiental em fragmentos de Mata Atlântica contíguos a cultivos de milho convencional



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

e transgênico. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas.

Carvalho, J. L. N.; Avanzi, J. C.; Silva, M. L. N.; Mello, C. R. de; Cerri, C. E. P. (2010) Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 34(2).

Corn, P.S. (1994) Straight-line drift fences and pitfall traps. In: W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.A.C. Hayek & M.S. Foster. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, 109-117.

Correia, M. E. F.; Oliveira, L. C. M. (2000) Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 46.

Fernandes, F. L.; Picanço, M. C.; Fernandes, M. E. de S.; Xavier, V. M.; Martins, J. C.; Silva, V. F. da (2010) Natural biological control of pests and ecological interactions with predators and parasitoids in bean crop. Original Article, *Biosci. J.*, 6-14.

Hutcheson, J. (1990) Characterization of terrestrial insect communities using quantified, Malaise-trapped Coleoptera. *Ecol. Entomol.*, 15: 143-151.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (1990) Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação. Brasília, 96.

Lopes, P. R.; Araújo, K. C. S.; Lopes, I. M.; Rangel, R. P.; Santos, N. F. F.; Kageyama, P. Y. (2014) Uma análise das consequências da agricultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal. *REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão*, Araraquara, 8(1-2).

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* [online], 32(1), 143-151.

Marinoni, R. C. (2001) Os grupos tróficos em Coleoptera. *Rev. Bras. Zool.*, 18(1), 205-224.

Matos, T. S. S.; Ferreira, C. A. L. S.; Nogueira, C. O. G.; Nogueira, M. O. G. (2013) *Avaliação da ciclagem de nutrientes a partir da serrapilheira em fragmento florestal em recuperação*. In: Anais do X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Melo, F. V.; Brown, G. G.; Constantino, R.; Louzada, J. N. C.; Luizão, F. J.; Morais, J. W.; Zanetti, R. (2009) A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da EMBRAPA*, 34, 39-43.

Moço, M. K. da S.; Gama-Rodrigues, E. F. da; Gama-Rodrigues, A. C. da; Correia, M. E. F. (2005). Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]., 29(4), 555-564.

Morris, M. G. (1980) Insects and the environment in the United Kingdom. Atti XII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Roma, p. 203-235.

Oliveira, R. A. C.; Marques, R.; Marques, M. C. M. (2019) Plant diversity and local environmental conditions indirectly affect litter decomposition in a tropical forest. *Applied Soil Ecology*, 134, 45-53.

Pereira, G. H. A.; Pereira, M. G.; Anjos L. H. C.; Amorim T. A.; Menezes, C. E. G. (2013) Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de Floresta Atlântica. UFRJ, Pinheiral, Rio de Janeiro. *Bioscience Journal*, 29(5), 1317-1327.

Pergentino, H. E. S. (2015) Qual a contribuição de escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabeinae) no processo de dispersão de sementes na Caatinga? Monografia. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina, PE. 56.

Podgaiski, L. R.; Mendonça Jr., M. de S.; Pillar, V. D. (2011) O uso de atributos Funcionais de Invertebrados terrestres na Ecologia: o que, como e por quê? *Oecologia Australis*, 15(4): 835-853.

Rocha, M. T. (2003). *Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT*. Dissertação, USP - ESALQ, Piracicaba, SP, 196.

Santos, G. R. dos. (2016). Invertebrados da macrofauna e mesofauna do solo em ambiente de caatinga arbóreo-arbustiva, em Santana do Ipanema, Semiárido Alagoano. *Revista de Geociências do Nordeste*, 2, 894-903.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Saturnino, R.; Tourinho, A.L. (2011) Apostila do curso de treinamento em “Aracnologia: Sistemática, Coleta, Fixação e Gerenciamento de Dados”. Centro de Estudos Integrados da Biodiversidade Amazônica.

Silva, J. P. da (2018) *Estoque de carbono e nutrientes no solo e na serapilheira sob remanescentes de vegetação nativa*. Dissertação. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 84.

SOSMA, Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2014) *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica. Período 2012-2013*. São Paulo. Relatório Técnico. 61. Visto em:

Stefani, E. J. F. (2018). *Dinâmica do carbono, produção e decomposição de serapilheira, estoque e produção de raiz fina na floresta ombrófila densa atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar*. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP, 183.

Valente, F. D.; Neves, L. G.; Tienne, L.; Marques, O.; Cortines, E.; & Valcarcel, R. (2005) Produção e decomposição de serrapilheira em medidas biológicas de reabilitação de áreas de empréstimo na Mata Atlântica. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida*, Seropédica, RJ: EDUR, 25(1), 18-25.