

# FAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE CAFÉ NO SUDOESTE DA BAHIA<sup>1</sup>

Marcos Vinícius Pereira do Nascimento<sup>2</sup>, Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia<sup>3</sup>, Paulo Henrique Marques Monroe<sup>4</sup>

## RESUMO

A fauna edáfica compreende a parcela viva do solo em que corresponde majoritariamente o grupo dos artrópodes (insetos, aranhas, ácaros, etc.) e anelídeos (*Oligochaetas*). A macrofauna desempenha um papel importante na qualidade dos ecossistemas, devido à aceleração da decomposição da matéria orgânica e formação de galerias no solo, bem como, são excelentes indicadores de sustentabilidade, promovendo a conservação e manutenção do espaço edáfico em específicos sistemas agroflorestais. O presente estudo teve como objetivo avaliar a comunidade da fauna edáfica sob diferentes tipos de sistemas cafeeiros como indicador de sustentabilidade nos SAFs em duas regiões da Bahia produtoras de café arábica, (*Coffea arábica*): Planalto da Conquista e Chapada Diamantina, nos municípios de Barra do Choça-BA e Piatã-BA, regiões com consideráveis altitudes (mais de 900 metros) e com classificação climática do tipo "Cwb", também conhecido como subtropical de altitude. As coletas foram realizadas pelo método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility). As amostras de solo foram triadas em campo, separando-se os organismos visíveis a olho nu. Posteriormente, foi realizada a etapa de laboratório (identificação, quantificação laboratorial e tabulação dos dados), para assim compreender a função da macrofauna relacionada a cultura do café dentro dos SAF's. Foi possível identificar os organismos em grandes grupos taxonômicos, quantificar e analisar cada ordem. Para obtenção dos resultados foi feita análises de redundância (RDA) resultando uma análise multivariada da abundância de todos os grupos, que, por conseguinte, apresentou a influência destes em cada sistema. Não foram observadas diferenças significativas nos aspectos de abundância, diversidade e nos índices de Shannon e Pielou entre os tratamentos nas áreas 1 e 2. Os grupos predominantes de macrofauna edáfica em ambos os sistemas foram *Oligochaetas*, *Formicidae*, *Isopoda* e *Isoptera*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação, Ecossistemas, Macrofauna, Matéria Orgânica.

## EDAPHIC FAUNA AS AN INDICATOR OF SUSTAINABILITY IN COFFEE AGROFORESTRY SYSTEMS IN SOUTHWEST BAHIA

<sup>1</sup>Apoiado financeiramente pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Coordenação de aperfeiçoamento de pessoas de nível superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do estado da Bahia (FAPESB: APP: 0007/2016).

<sup>2</sup>Graduando do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Vitória da Conquista, Bahia.

<sup>3</sup>Professora titular da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Vitória da Conquista, Bahia.

<sup>4</sup>Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Vitória da Conquista, Bahia.

## ABSTRACT

A soil fauna comprises the living portion of the soil, primarily consisting of arthropods (insects, spiders, mites, etc.) and annelids (Oligochaeta). Macrofauna plays a crucial role in ecosystem quality due to its role in accelerating organic matter decomposition, forming soil galleries. Furthermore, it serves as an excellent indicator of sustainability, promoting the conservation and maintenance of soil ecosystems, specifically in agroforestry systems. The present study aimed to evaluate the soil fauna community under various types of coffee systems as an indicator of sustainability in agroforestry systems (SAFs) in two regions of Bahia, known for their Arabica coffee (*Coffea arabica*) production: Planalto da Conquista and Chapada Diamantina, in the municipalities of Barra do Choça-BA and Piatã-BA. These regions have considerable altitudes (over 900 meters) and are classified as "Cwb" climate, also known as subtropical highland. Soil samples were collected using the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) method. In the field, visible organisms were separated, and later in the laboratory, these organisms were identified, quantified, and the data tabulated. This allowed for an understanding of the macrofauna's role in coffee cultivation within SAFs. The organisms were identified into major taxonomic groups, quantified, and analyzed by order. To obtain the results, redundancy analysis (RDA) was carried out, resulting in a multivariate analysis of the abundance of all groups, which, therefore, presented their influence in each system. No significant differences were observed in aspects of abundance, diversity and Shannon and Pielou indices between treatments in areas 1 and 2. The predominant groups of soil macrofauna in both systems were *Oligochaetas*, *Formicidae*, *Isopoda* and *Isoptera*.

KEYWORDS: Conservation, Ecosystems, Macrofauna, Organic Matter.

## INTRODUÇÃO

A macrofauna do solo é constituída pelos invertebrados com mais de 10 mm de comprimento e/ou 2 mm de diâmetro, que vivem no solo durante toda a vida ou em algum estágio do seu ciclo biológico. Os organismos da macrofauna edáfica são componentes importantes da biota do solo, atuando como engenheiros do ecossistema, fragmentadores de serapilheira, transformadores de serapilheira ou predadores. (SOUZA et al., 2015). A composição da macrofauna do solo pode variar de acordo com a localização geográfica, as condições ambientais e a vegetação presente em um determinado ecossistema. Cada grupo desempenha um papel importante nos processos do solo, como a decomposição da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e a melhoria da estrutura do solo. A maioria dos organismos que compõem a macrofauna edáfica encontra-se na camada superficial do solo (0 a 10 cm de profundidade), que é a mais afetada pelas práticas de manejo (BARETTA et al., 2006). A diversidade e a abundância da macrofauna edáfica podem ser afetadas pela

vegetação (cobertura e tipo de vegetação), topografia (inclinação e posição fisiográfica), clima (temperatura, umidade relativa do ar, vento, precipitação), fatores edáficos (minerais, matéria orgânica, umidade, estrutura, textura e tipo de solo) e fatores históricos (geológicos e humanos) (MELO et al., 2009).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) é um uso da terra que se assemelha a floresta nativa e se baseiam na junção de espécies arbóreas a culturas agrícolas, visando a preservação ambiental, manutenção do solo e sua biodiversidade. Os organismos do solo encontram habitat favorável ao seu desenvolvimento em sistemas de alta produção de resíduos como os SAFs. Em contrapartida, esses organismos influenciam fortemente as propriedades do solo, como hidrologia, aeração e composição gasosa, todas elas essenciais para a produção primária e a decomposição de orgânicos. (LIJBERT BRUSSAARD et al., 1997).

A fauna edáfica é constituída por invertebrados responsáveis por mudar a estrutura do solo pela fragmentação da matéria orgânica, que depois de decomposta ficará à disposição dos micro-organismos para mineralização da mesma (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). A fauna edáfica tem importante papel na sustentabilidade do sistema através dos seus efeitos nos processos do solo, e devido à sua grande sensibilidade às mudanças nas condições ambientais, manejo do solo ou outros fatores que possam afetar o ecossistema. A composição da comunidade pode refletir o padrão de funcionamento do mesmo. (CORDEIRO, F. C. et al, 2004). Em resumo, a presença e a diversidade adequada da macrofauna em sistemas de café desempenham um papel crucial na promoção da sustentabilidade agrícola. Eles contribuem para a saúde do solo, o controle de pragas, a biodiversidade e a redução do impacto ambiental, tornando a produção de café mais equilibrada e resiliente. Sobretudo, o conhecimento da comunidade da macrofauna pode igualmente apontar para abordagens sustentáveis de exploração e um manejo apropriado de uma espécie ou de sistemas de produção. Deste modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a comunidade da fauna edáfica sob diferentes tipos de sistemas cafeeiros como indicador de sustentabilidade nos SAFs em duas regiões da Bahia produtoras de café arábica, (*Coffea arábica*): Planalto da Conquista e Chapada Diamantina, nos municípios de Barra do Choça-BA e Piatã-BA.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois municípios distintos: O município de Piatã está situado na região das montanhas da Chapada Diamantina, em altitudes superiores a 800 m e o município de Barra do Choça, localizado no Planalto da Conquista, apresenta o clima tropical de altitude, com uma média de altitude de 900 a 1100 m. A pluviosidade média anual gira em torno de 750 mm, com uma estação seca de maio a setembro. No município de Piatã, os SAFs foram separados com relação a suas idades, contendo sistemas de 5 anos (CG5), 10 anos (CG10) e 30 anos (CG30) comparados a uma floresta nativa (FN). Já no município de Barra do Choça teve os seguintes tratamentos: Café/Grevílea (CG); Café/Cedro (CC); Café em monocultivo (MN) que também foram comparados com uma floresta nativa (FN).

Em cada sistema foram demarcados quatro quadrantes equidistantes aproximadamente 100 m, nos quais foi coletado as amostras de solo e serapilheira com o auxílio de um gabarito de 20 x 20 cm que é lançado ao acaso (aleatoriamente), e de uma pá retirando os monólitos na camada de 0-10 cm de profundidade. Em sequência foi realizada a triagem em campo usando uma bandeja de fundo branco, separando os organismos visíveis a olho nu pelo método TSBF (*Tropical Soil Biology and Fertility*) que se concentra na análise da biologia do solo e sua relação com a fertilidade do solo. As amostras (invertebrados, anelídeos e demais) foram armazenadas em álcool 70% e posteriormente contadas e classificadas aos grupos taxonômicos a nível de ordem. As comunidades da macrofauna foram avaliadas em apenas uma estação do ano nos meses de janeiro e março.

A abundância, a riqueza e os índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou foram calculados com base nos dados de identificação dos grupos da macrofauna edáfica. Os resultados foram testados com análise de modelos lineares generalizados de efeito misto (GLM), foi utilizado a distribuição de poisson com função de ligação "identity". As médias foram calculadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análises de redundância (RDA) baseou-se nos eixos RDA 1 (horizontal) e RDA 2 (Vertical), analisando o sentido e comprimento das setas em uma análise multivariada da abundância de todos os grupos e a associação com os sistemas estudados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Contudo, os dados apresentados na tabela, evidencia que não houve diferenças estatísticas relevantes para os sistemas, por sua vez, na área 1 obteve-se uma média de (5,135) para abundância de indivíduos, no entanto, na área 2 a média foi de (5,0975). No que diz respeito a riqueza a área 1 teve uma média geral de (6,53), já a área 2 a média obtida foi de (5,6575). Para o índice de Shannon, a área 1 contou com média de (2,06), e na área 2 a média foi de (1,6725). Com relação ao índice de equitabilidade de Pielou a área 1 possui média geral de (0,8125) e a área 2 (0,72).

**TABELA 1:** Abundância de indivíduos, riqueza e índices de diversidade da comunidade da macrofauna.

	ÁREA 1				ÁREA 2			
	CG 05	CG 10	CG 30	FN	CG	CC	MN	FN
<b>Abundância</b>	5,17 a	5,87 a	4,20 a	5,30 a	4,71 a	4,53 a	5,84 a	5,31 a
<b>Riqueza</b>	6,12 a	6,75 a	6,00 a	7,25 a	4,88 a	5,38 a	5,62 a	6,75 a
<b>Shannon</b>	1,89 a	2,13 a	2,15 a	2,07 a	1,72 a	1,51 a	1,41 a	2,05 a
<b>Equit. (Pielou)</b>	0,80 a	0,78 a	0,88 a	0,79 a	0,76 a	0,78 a	0,59 a	0,75 a

Abreviações: ÁREA 1: CG 05, Café com Grevílea com idade de cinco anos; CG 10, Café com Grevílea com idade de dez anos; CG 30, Café com Grevílea com idade de trinta anos; FN, Floresta Nativa; CG, Café consorciado com Grevílea; CC, Café Consorciado com Cedro; MN, Sistema de monocultivo de café; FN, Floresta Nativa.

Na área 1 percebe-se que o sistema de 30 anos (CG 30), se assemelha ao da floresta (FN), mostrando um crescimento da ordem *Isoptera* para ambos sistemas. Ademais, no que diz respeito aos sistemas de 05 (CG 05) e dez anos (CG10) que vão contrários aos outros mencionados, essa diferenciação está relacionada a influência de cada grupo dentro do sistema, sendo assim relacionando o sistema de 10 anos (CG10) com o eixo horizontal (x) sua projeção infere que há uma diferença relevante em relação

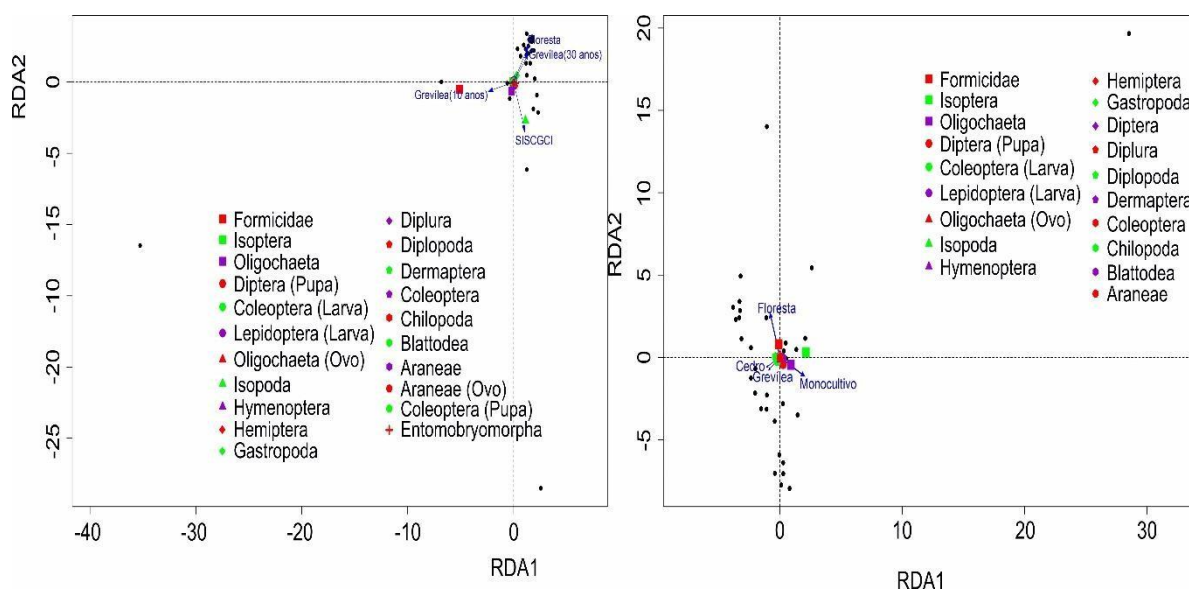
aos demais sistemas devido a quantidade do grupo *Formicidae* (formigas) que pode ser justificado por diversos fatores tais como: competição por recursos, variação na cobertura vegetal, manejo do solo, alimentação e nicho ecológico. No SAF de menor idade (CG 05) por mais que sua projeção vetorial no eixo horizontal (x) seja baixa, faz com que ele se difere dos outros SAF e também da floresta, que se explica pelo grupo *Isopoda*, haja vista que houve a renovação (corte) da grevilea nesse sistema, o que indica uma maior acúmulo serapilheira e conseqüentemente um maior resíduo de matéria orgânica; As características da matéria orgânica e do solo, além das condições climáticas do ambiente, interferem diretamente no desenvolvimento dos isópodes. Serrapilheiras de baixa qualidade ou que estejam contaminadas com metais pesados são menos consumidas, resultando em menor assimilação, reprodução e sobrevivência (LOUREIRO et al., 2006).

Analisando a área 2 fica visível, que no RDA 1 que o sistema de monocultivo (MN) está no lado positivo, ao contrário dos demais sistemas. Já relacionando ao RDA 2 os SAF's estão no lado negativo, e a floresta (FN) nativa no eixo positivo, dessa forma, é possível já identificar diferenças na relação entre essas variáveis da macrofauna entre esses sistemas. Nesse sentido, quando as setas estão na mesma direção como é o caso dos consórcios com cedro e com grevilea, significa que entre esses dois sistemas há pouca variabilidade, assim também com a floresta, que apesar da diferenciação esses sistemas tendem a ter o mesmo comportamento, diferente do monocultivo que difere de todos esses em relação a suas comunidades. Seguindo essa perspectiva, as oposições nos sentidos das setas, também influem resultados, como é a relação entre o monocultivo (MN) e a floresta (FN), que tem relação diferente (negativa) ou seja o que se encontra na floresta, difere consideravelmente no que se ver em monocultivo (MN). portanto, de forma geral é perceptível a diferença entre todos os sistemas partindo desse pressuposto das setas, mostrando que o sistema de cedro (CC) e grevilea (CG) difere na floresta que por sua vez difere-se do monocultivo (MN).

Comparando a magnitude (tamanho da seta), percebe-se que a floresta nativa, teve maior contribuição na variação dos dados pois o comprimento da seta indica a contribuição que esse tratamento teve na execução da análise, mostrando maior impactação da floresta (estatisticamente), dando maior precisão no RDA.

Analisando a abundância, quando se olha pra floresta é visto um crescimento de *Isopteras* (cupins), e *Formicidae* (formigas), resultado já esperado por ser uma área florestal, sendo preferida por esses indivíduos; já no monocultivo há maior presença de Oligochaetas (minhocas), que pode estar relacionada ao bom manejo e qualidade do solo, que segundo (Paoletti, 1999; Lavelle et al., 2006) As minhocas são reconhecidas como indicadores eficazes da qualidade dos agroecossistemas, pois reagem a uma variedade de práticas de uso e manejo do solo. Por fim, no sistema com cedro e com grevilea não houve variação entre os organismos, tanto que as setas estão bem similares.

**FIGURA 1:** Efeitos da fauna edáfica em diferentes SAFs de Café.



Análise dos indivíduos Principais (RDA) dos grupos de fauna edáfica em diferentes sistemas agroflorestais, e com diferentes idades.

## CONCLUSÃO

Nas áreas 1 e 2 respectivamente, em relação à abundância, diversidade e os índices de Shannon e Pielou, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos. Os grupos predominantes da macrofauna edáfica em ambos sistemas, foram as *Oligochaetas*, *Formicidae*, *Isopoda* e *Isoptera*. Ressaltando, que no município de Barra do Choça (fazenda Vidigal) todos os SAF's estudados teve uma grande quantidade de

*Oligochaetas*, que por sua vez são seres de grandes benefícios ao solo; Elas também constituem um importante grupo da fauna edáfica, cujas atividades no solo podem modificar o seu próprio habitat e criar novos para outros organismos, sendo por isso consideradas engenheiras do ecossistema. (Lavelle et al., 1997).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARETTA, D.; MAFRA, A. L.; SANTOS, J. P. C.; AMARANTE, C. V. T.; BERTOL, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 11, p. 1675-1679, 2006. Acesso em: 17/08/2023.
2. BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM FUNCTIONING IN SOIL. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/201996437\\_Biodiversity\\_and\\_ecosystem\\_functioning\\_in\\_soil](https://www.researchgate.net/publication/201996437_Biodiversity_and_ecosystem_functioning_in_soil). Acesso em: 08/09/2023.
3. BRASIL. Nações Unidas no Brasil. Sustainable Development Goal 2: Fome zero e agricultura sustentável. Disponível em: Sustainable Development Goal 2: Fome zero e agricultura sustentável | As Nações Unidas no Brasil. Acesso em: 28/08/2023.
4. CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. de C.; MERLIM, A. de O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M. de; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR*, v. 24, n. 2, p. 29-34, jul.-dez., 2004. Acesso em: 12/09/2023.
5. CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. Fauna de Solo: aspectos gerais e metodológicos. Documentos, 112. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 46 p.
6. LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGEM, M. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*. v. 33, p. 159-193, 1997. Acesso em: 15/09/2023.
7. LOUREIRO S, SAMPAIO A, BRANDÃO A, NOGUEIRA AJ, SOARES AM. Feeding behaviour of the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* Brandt, 1833 (Crustacea, Isopoda) in response to changes in food quality and contamination. *Sci Total Environ*. 2006. Acesso em: 12/09/2023.
8. MELO, F. V.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W.; ZANETTI, R. A. importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da SBCS*, p. 38-43, jan/abr., 2009. Acesso em: 15/08/2023.

9. PAOLETTI, M.G. (1999) - The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, 1-3: 137-155. Acesso em: 29/08/2023.
10. SOUZA, M. H., VIEIRA, B., OLIVEIRA, A. P., & AMARAL, A. MACROFAUNA DO SOLO. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 22, 2015. Acesso em: 12/09/2023.