

FAUNA DE INVERTEBRADOS EDÁFICOS EM ÁREAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

EDAPHIC INVERTEBRATES FAUNA IN AREAS WITH DIFFERENT VEGETATION COVERAGE

Rafael Nunes de Almeida^{1,2*}
Manoel Vaillant de Souza²
Atanásio Alves do Amaral³
Jeferson Luiz Ferrari³

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. E-mail: almeida.rna94@gmail.com.

²Biólogo pelo Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: vaillantmanoel@gmail.com.

³Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* de Alegre. E-mail: atanasio.ifes@gmail.com, ferrarijl Luiz@gmail.com.

*Autor de correspondência

Artigo submetido em 12/02/2020, aceito em 24/03/2020 e publicado em 28/08/2020.

Resumo: O objetivo do trabalho foi caracterizar a fauna de invertebrados edáficos em áreas com distintas coberturas vegetais e diferentes usos do solo. Foram amostradas três áreas do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus de Alegre: 1 - monocultivo de café (MC); 2 – área em recuperação com plantio de espécies nativas (FP) e; 3 - área com fragmento de floresta nativa (FES). Foram realizadas três amostragens com intervalo de 30 dias, entre os meses de março a maio de 2015. Em cada amostragem foram utilizadas cinco armadilhas dispostas em linhas espaçadas em 10 m. Foram estimados os índices ecológicos para cada uma das áreas. Pela utilização de análise estatística multivariada as áreas foram comparadas em relação à ocorrência de invertebrados. Houve maior riqueza nas áreas com maior diversidade vegetal bem como melhor distribuição dos organismos quanto ao nível trófico. O estudo demonstrou que a área FES apresentou maior equilíbrio ecológico em relação às demais, indicando a necessidade da adoção de práticas de conservação do solo, na área cultivada com café.

Palavras-chave: recuperação de áreas degradadas; conservação do solo; agroecologia.

Abstract: The objective of this work was to characterize the fauna of edaphic invertebrates in areas with distinct vegetation coverage and land use. Three areas of the Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus of Alegre were sampled: 1 - coffee monoculture (MC); 2 - area under-recovery with the planting of native species and (FP); 3 - an area with native forest fragment (FES). Invertebrates were captured using pitfall traps containing formaldehyde solution (2%). Three samples were taken 30 days apart, from March to May 2015. In each sample, 5 traps were arranged in rows 10 m apart. Ecological indices were estimated for each area. By using multivariate statistical analysis, the areas were compared in relation to the occurrence of invertebrates. There was greater diversity in areas with greater plant diversity as well as better distribution of organisms in terms of trophic level. The study showed that the conserved FES area presented greater ecological balance in relation to the others. There is a need to adopt soil conservation practices in the coffee-growing area.

Keywords: recovery of degraded areas; soil conservation; agroecology.

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade é entendida como a diversidade de seres vivos em um determinado ambiente, sendo elemento essencial para manutenção e equilíbrio do ecossistema, bem como dos serviços ecossistêmicos (BEDANO et al., 2016).

Dentre os grupos de organismos presentes, em elevada abundância e diversidade, estão os invertebrados do solo. Esses organismos contribuem de forma significativa para formação, estruturação e manutenção das propriedades químicas e físicas do solo pela decomposição dos resíduos vegetais e formação de matéria orgânica no solo (TURBÉ et al., 2010; KWON et al., 2013).

A substituição de ambientes naturais por ambientes de exploração agrícola simplifica as interações ecológicas, promovendo desequilíbrio nos serviços ecossistêmicos e nos estoques de recursos na natureza. Esse desequilíbrio ambiental afeta a riqueza de invertebrados edáficos, devido à grande sensibilidade destes a alterações ambientais (PELINI et al., 2015).

O tipo de cobertura vegetal é um fator determinante para a biodiversidade e a abundância das comunidades de macroinvertebrados edáfico. Em sistemas de cultivo diversificados e com solos mais protegidos têm sido relatada elevada diversidade de invertebrados edáficos, indicando a existência de equilíbrio ecológico e, conseqüentemente, maior sustentabilidade e resiliência dos sistemas (ROSA et al., 2015; RODRIGUES et al., 2016; LAGERLÖF et al., 2017).

Indicadores ecológicos obtidos a partir do estudo da fauna edáfica podem ser tidos como base para decisões quanto à recuperação de áreas degradadas e, também, à adoção de práticas mais sustentáveis quanto ao uso do solo (COHEN; MULDER, 2014).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os grupos funcionais da fauna de invertebrados edáficos, em áreas com diferentes coberturas vegetais, e inferir sobre o estado de conservação do solo nessas áreas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus Alegre, localizado nas coordenadas geográficas 20° 45' 50" de latitude Sul, 41° 28' 25" de longitude Oeste e altitude 150 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com duas estações bem definidas: inverno frio e seco e verão quente e úmido. A temperatura anual média fica em torno de 23°C e a precipitação anual média em torno de 1.300 mm (LIMA et al., 2008).

Em três áreas, distintas quanto à cobertura vegetal, foram coletados invertebrados edáficos: Área 1 - monocultivo de café (MC) sob manejo convencional, com cerca de 10 anos de idade; Área 2 - floresta plantada (FP), com 4 anos de idade, e; Área 3 - floresta estacional semidecidual submontana (FES), em estágio avançado de sucessão secundária, com 43 anos de idade.

Para cada uma das áreas, os pontos de amostragem foram estabelecidos de forma aleatória. Foram realizadas três coletas em cada uma das áreas mediante a instalação de cinco armadilhas do tipo pitfall, contendo 200 mL de solução de formalina a 2%, dispostas em linha reta e espaçadas em 10 metros. As coletas foram realizadas em intervalos de 30 dias.

Os invertebrados coletados foram levados para o Laboratório de Zoologia do Ifes/Campus Alegre, sendo armazenados em frascos com álcool 70%, reconhecidos quanto ao local e data de coleta. Os invertebrados foram, então, identificados até

o nível taxonômico de ordem. Formigas e diplópodes foram classificados até o nível de família (Formicidae) e classe (Diplopoda), respectivamente.

Os indivíduos coletados foram classificados também quanto à função trófica, com base nos grupos funcionais estabelecidos por BROWN et al. (2001):

- (1) Fitófagos: consomem e digerem tecidos vivos de plantas;
- (2) Onívoros: alimentam-se de matéria orgânica de origem animal e vegetal;
- (3) Detritívoros: alimentam-se de matéria orgânica em decomposição;
- (4) Geófagos: alimentam-se de terra e de húmus;
- (5) Rizófagos: consomem e digerem tecidos das raízes de plantas;
- (6) Predadores: alimentam-se de outros organismos vivos, regulando suas populações; e
- (7) Parasitas: alimentam-se à custa de organismos hospedeiros.

Com auxílio do software estatístico DivEs 4.0® (RODRIGUES, 2017), foram calculados os seguintes índices ecológicos, para cada um dos grupos de invertebrados coletados:

Índice de diversidade de Shannon (H'):

$$H' = -\sum(p_i \ln p_i)$$

Índice de dominância de Simpson (D):

$$D = \sum p_i$$

Onde $p_i = n_i/N$; sendo n_i o número de indivíduos do referido grupo i , e N o número total de indivíduos amostrados.

Uniformidade ou Equitabilidade de Pielou (e):

$$e = H'/\ln S$$

Onde S = número de táxons amostrados.

Além disso, foram calculadas as frequências de cada um dos grupos.

A fim de identificar a variação entre as diferentes áreas com relação ao montante de ordens coletadas em cada um deles, calculou-se a distância Euclidiana média. A partir de então, foram gerados dois

componentes de variância via análise de componentes principais (PCA). As análises comparativas e análises multivariadas dos dados foram realizadas com auxílio do software R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença nos valores absolutos para a abundância e frequência de invertebrados edáficos capturados nas diferentes áreas de estudo (Tabela 1).

Em relação à frequência de cada uma das ordens, observou-se baixos valores principalmente naquelas ordens que ocorrem apenas em uma ou duas das áreas, tais como Diplura, Entomobryomorpha, Archaeognatha, Diptera, Hemiptera, Isoptera, Mantode e Zygentoma.

Indivíduos pertencentes às ordens Archaeognatha, Zygentoma, Blattaria, Isoptera e Mantodea foram capturados exclusivamente em FES.

Invertebrados das ordens Archaeognata e Zygentoma foram alocados no grupo dos “insetos primitivos sem asas”, e são comuns em ambientes ricos em matéria orgânica (MOLERO-BALTANÁS et al., 2000; MARCO et al., 2014), onde, além da matéria orgânica, se alimentam de líquens e algas terrestres, organismos estes, considerados indicadores de qualidade ambiental.

Baratas (Blattaria) foram capturadas apenas em FES. Os indivíduos dessa ordem são insetos generalistas que habitam preferencialmente locais sombreados e são especializadas em escavar solos compactados e madeira, além de utilizar fendas em rochas para se esconder (BELL et al., 2007). Brancher e Roza-Gomes (2012), estudando invertebrados edáficos em fragmento de mata atlântica, de forma similar a este trabalho, também encontraram menor quantidade de invertebrados pertencentes a Blattaria em relação às demais.

Tabela 1: Abundância e frequência de invertebrados em áreas com diferentes coberturas vegetais: monocultivo de café (MC), floresta plantada (FP), e floresta estacional semidecidual (FES)

	Abundância			Frequência		
	MC	FP	FES	MC	FP	FES
Classe Arachnida						
Ordens						
Araneae	13	15	6	0,46	0,60	0,20
Opiliones	6	9	1	0,20	0,40	0,07
Classe Diplopoda						
Spirobolida		13			0,33	
Classe Entognatha						
Ordens						
Diplura	1	5		0,07	0,13	
Entomobryomorpha	1	4		0,07	0,07	
Classe Insecta						
Ordens						
Archaeognatha			3			0,20
Blattaria			3			0,07
Coleoptera	13	11	19	0,60	0,40	0,33
Diptera	1					0,07
Hemiptera		1			0,07	
Hymenoptera	612	1280	27	1,00	0,67	0,46
Isoptera			76			0,07
Mantodea			1			0,07
Orthoptera	11	25	15	0,60	0,40	0,46
Zygentoma			1			0,07

Fonte: Autores

Invertebrados tais como aranhas e louva-deus (ordem Mantodea e Arachnida), considerados predadores, são apontados como indicadores de diversidade ambiental uma vez que a presença desses organismos conhecidamente se dá em ambientes com maior diversidade de nichos ecológicos (BATTISTON et al., 2014). É válido ressaltar que embora tenha havido abundância de aranhas em MC, a diversidade de morfoespécies nesse tipo de ambiente foi baixa em relação ao grupo de aranhas capturadas em FP e FES, respectivamente.

Hemípteros (Hemiptera) e gongolos (Spirobolida) foram capturados exclusivamente em FP, sendo os gongolos em maior frequência. Invertebrados da ordem Spirobolida, conhecidos como gongolos ou piolho-de-cobra, habitam preferencialmente locais mais úmidos (ALESSANDRO e NYMAN, 2017; MOREIRA-DE-SOUSA et al., 2017), e têm

hábito alimentar detritívoro, com adaptações para escavar o solo, contribuindo assim de maneira direta na decomposição e incorporação de resíduos ao solo, para geração de matéria orgânica e consequentemente melhor estruturação do solo (SHEAR, 2015). Dessa forma, é esperado que em áreas de vegetação primária, onde há constante acúmulo de material vegetal fresco no solo, haja maior presença de indivíduos das ordens supracitadas. Devido à capacidade desses invertebrados de fragmentar o material vegetal aportado, a presença deles é importante para o contínuo processo de sucessão ecológica de florestas.

Invertebrados da ordem Isoptera foram identificados somente em FES, e neste estudo foram representados exclusivamente por cupins. Cupins são apontados como insetos sociais e juntamente com as formigas são considerados como engenheiros do solo

(TANTACHASATID et al., 2017; JOUQUET et al., 2017), ou seja, organismos capazes de alterar a composição química e física do solo onde habitam.

A presença de algumas ordens em apenas um dos ambientes e ou sua ausência em outro, bem como a maior abundância de indivíduos em algumas ordens implicaram diretamente nos índices biológicos (Tabela 2).

Tabela 2: Índices biológicos para ordens de invertebrados edáficos coletados em três diferentes ambientes: monocultivo de café (MC), floresta plantada (FP) e floresta estacional semidecidual (FES)

Índices	MC	FP	FES
Ecológicos			
Diversidade (H')	0,52	0,49	2,15
Dominância (D)	0,87	0,88	0,31
Equidade (J')	0,21	0,18	0,96
Abundância	658	1363	156
Riqueza total	8	9	10

Fonte: Autores

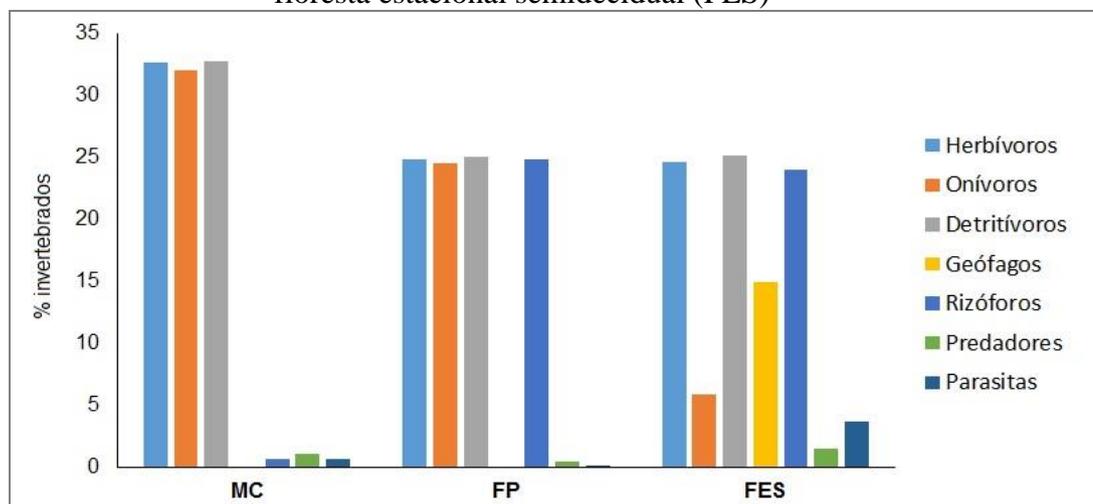
O maior índice de diversidade foi obtido para FES, sendo que para MC e FP os índices de diversidade foram semelhantes. Consequentemente os maiores índices de dominância foram obtidos em MC e FP, e maior índice de equitabilidade em FES.

Os resultados para os índices de diversidade corroboram para o já esperado de que a diversidade e a equitabilidade sejam maiores em sistemas florestais mais estabilizados, onde há maior diversidade de espécies vegetais, e consequente aporte de matéria orgânica e diversidade de alimento para fauna edáfica, diferentemente de agroecossistemas mais simplificados como é o caso de áreas de monocultivo de café (BEDANO et al., 2016; SANTOS et al., 2016).

Tais fatores, assim como já apontados em outros estudos, exemplificam também como a conservação de fragmentos florestais, é importante para a manutenção da diversidade de organismos edáficos (GOMEZ-CIFUENTES et al., 2017). Quanto à riqueza em termos de funções tróficas, (Figura 1), em MC ocorreu predominância de herbívoros, onívoros e detritívoros, o que indica a presença de quantidade elevada de alimento de origem vegetal.

O baixo percentual de grupos funcionais rizóforos, predadores e parasitas, em MC evidencia menor riqueza de níveis tróficos, já que estes dois últimos se referem a consumidores secundários (LAVELLE et al., 2014; DENARDIN et al., 2014).

Figura 1: Percentual de indivíduos de acordo com suas respectivas funções tróficas em áreas com diferentes coberturas vegetais: monocultivo de café (MC), floresta plantada (FP), e floresta estacional semidecidual (FES)



Fonte: Elaborada pelos autores.

Em MC não foram coletados grupos geófagos, o que pode ser indício de baixa qualidade do solo, principalmente por baixo teor de matéria orgânica, fator este comum em ambientes antropizados.

A área de FP diferiu de MC apenas pelo maior percentual de grupos rizófagos. Esses organismos geralmente estão associados à presença de gramíneas (KLENK et al., 2014; MARRERO-ARTABLE et al., 2016), que fornecem alimento fresco devido ao intenso crescimento das raízes. Em FP há ocorrência e predominância de gramíneas no estrato inferior da vegetação, sendo esta uma característica comum em ambientes em processo de transição de pastagem para vegetação florestal, pois a baixa densidade florestal, no início do processo de transição, favorece o crescimento das gramíneas (RONI et al., 2014; DIAS et al., 2016).

Em FES os maiores percentuais se deram para os grupos funcionais herbívoros, detritívoros e rizófagos. Isso é possivelmente explicado pela maior diversidade de espécies vegetais na área, as quais contribuem para elevado aporte de sementes e resíduos no solo, acarretando em presença intensa de raízes (COSTA et al., 2014; MACHADO et al., 2015). Tais fatores afetam diretamente a qualidade do solo de ecossistemas em estágio de sucessão mais avançados, garantindo solos com maior teor de matéria orgânica, menos compactados, portanto, melhor estruturados em termos físicos e químicos (LAOSSI et al., 2008; RONI et al., 2014).

Também, devido a maior diversidade vegetal, ambientes de floresta proporcionam maior variedade de habitats e de alimentos garantindo suporte a uma maior diversidade de invertebrados, desde herbívoros a predadores e parasitas (GARAY et al., 1995; XU et al., 2017).

Essa diferença entre a área FES das demais áreas em relação aos grupos invertebrados edáficos capturados é evidenciada também pela análise comparativa da abundância relativa entre as

áreas quando considerado o nível taxonômico de Ordem (Figura 2).

Observa-se que em FES a abundância está mais bem distribuída entre as ordens, o que justifica a maior diversidade e equidade nessa área. A ordem Hymenoptera apresentou maior abundância relativa em MC (92,9%) e em FP (93,9%). Neste estudo, a ordem Hymenoptera está representada predominantemente por 5 morfoespécies de formigas.

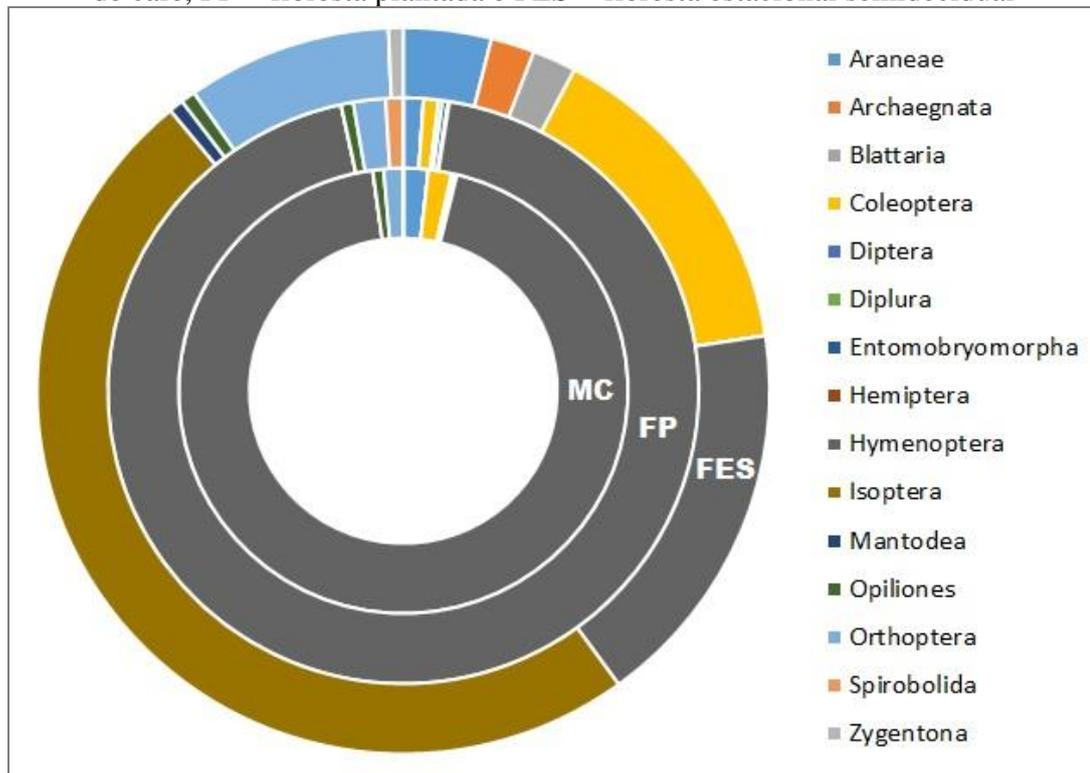
A maior abundância da ordem Hymenoptera, principalmente quando representadas por formigas, é comum em trabalhos de levantamento de invertebrados do solo (BRANCHER e ROZA-GOMES, 2012).

A presença de formigas indica existência de alimentos variados e em abundância, de origem vegetal e animal, já que esse grupo em sua maioria é composto por espécies onívoras (BACCARO et al., 2015). Além disso, formigas servem de alimento para variados organismos e ainda constroem ninhos que além contribuir para melhoria do solo, servem de abrigo para outros invertebrados edáficos (SUGUITURU et al., 2013; DELABIE et al., 2015).

A abundância relativa da ordem Hymenoptera foi menor em FES (17,2%) em comparação com MC e FP. Oliveira et al. (2016) ao avaliar a mirmecofauna em áreas com diferentes coberturas vegetais, também relata maior abundância de formigas nas áreas com menor cobertura vegetal (capoeira e pastagem) em relação à área de mata em um fragmento de Mata Atlântica.

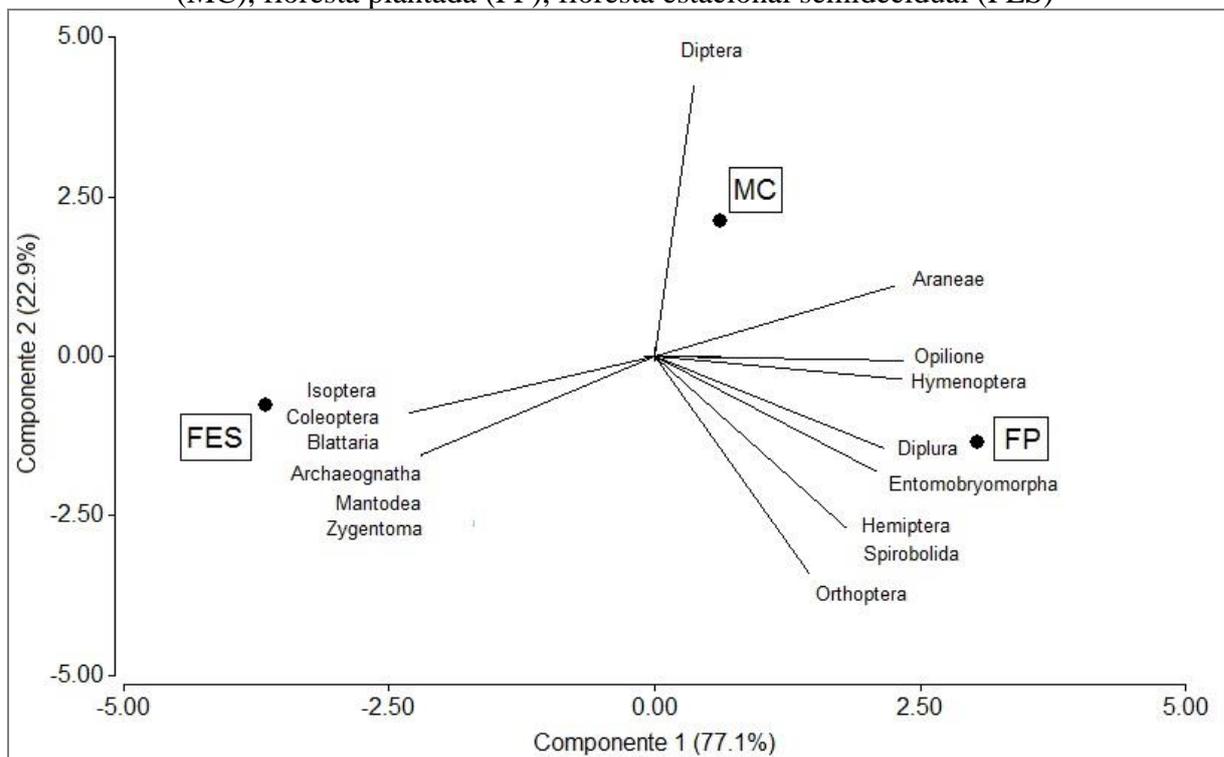
No entanto, em FES, obtiveram-se maiores valores para a abundância relativa de invertebrados das ordens Araneae (3,8%), Coleoptera (12%) e Orthoptera (9,5%), quando comparados com as demais áreas.

Figura 2: Abundância relativa das ordens em cada área amostrada, onde: MC = monocultivo de café, FP = floresta plantada e FES = floresta estacional semidecidual



Fonte: Autores

Figura 3: Análise de componentes principais (ACP) da abundância de invertebrados edáficos de cada uma das ordens taxonômicas em três diferentes áreas: monocultivo de café (MC), floresta plantada (FP), floresta estacional semidecidual (FES)



Fonte: Autores

Tais ordens são comumente encontradas em ambientes com maior tempo de recuperação e estágios de sucessão ecológica mais avançados (RODRIGUES et al., 2016; SCORIZA e CORREIA, 2016; LAGERLÖF et al., 2017).

Ainda que o número de amostragens tenha sido reduzido frente a outros estudos, o quantitativo de invertebrados coletados possibilitou distinguir as áreas e observar que a área com monocultivo de café apresenta indícios de maior nível de antropização. Espera-se que este estudo possa ser utilizado de forma a direcionar ações de recuperação e conservação nas áreas analisadas.

4 CONCLUSÕES

A maior riqueza de invertebrados edáficos ocorreu na área com floresta estacional semidecidual, como esperado.

As áreas com monocultivo de café e com floresta plantada se assemelharam quanto à riqueza de invertebrados.

A presença de rizófagos na área de floresta plantada é um indicativo de estágio inicial de sucessão ecológica.

A menor riqueza e maior abundância de invertebrados na área com monocultivo de café aponta a necessidade imediata de práticas de recuperação e conservação do solo nesta área.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – *campus* de Alegre, pelo apoio à pesquisa. Aos professores, técnicos e funcionários dos setores de Tecnologia em Cafeicultura e do Polo de Educação Ambiental da Mata Atlântica do IFES *campus* de Alegre.

REFERÊNCIAS

- ALESSANDRO, O.; NYMAN, P. Aridity indices predict organic matter decomposition and comminution processes at landscape scale. **Ecological Indicators**, v. 78, p. 531-540, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1-016/j.ecolind.2017.03.049>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.; IZZO, T. J.; SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Editora INPA, 388 pp.; 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.32912>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- BATTISTON, R.; ORTEGO, J.; CORREAS, J. R.; CORDERO, P. J. A revision of Apteromantis (Mantodea: Mantidae, Amelinae): A comprehensive approach to manage old taxonomic and conservation problems. **Zootaxa**, v. 3797, n. 1, p. 65-77, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3797.1.8>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- BEDANO, J. C.; DOMÍNGUEZ, A.; AROLFO, R.; WALL, L. G. Effect of good agricultural practices under no-till on litter and soil invertebrates in areas with different soil types. **Soil & Tillage Research**, v. 158, p. 100-109, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2015.12.005>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- BELL, W. J. Cockroaches: ecology, behavior, and natural history. / William J. Bell; Louis M. Roth; e Cristiane A. The

Johns Hopkins University Press, 247 pp.; 2007.

BRANCHER, D.; ROZA-GOMES, M. Survey of edaphic fauna in forest fragments in the municipality of Anchieta (SC, Brazil). **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032012000300010>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

BROWN, G. G.; FRAGOSO, C.; BAROIS, I.; ROJAS, P.; PATRÓN, J. C.; BUENO, J.; MORENO, A. G.; LAVELLE, P.; ORDAZ, V.; RODRÍGUEZ, C. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. **Acta Zoológica Mexicana**, n.1, p. 79-110, 2001.

COHEN, J. E.; MULDER, C. Soil invertebrates, chemistry, weather, human management, and edaphic food webs at 135 sites in the Netherlands: SIZEWEB. **Ecology**, v. 95, n. 2, p. 578, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1890/13-1337.1>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

COSTA, C. C.; GOMES, L. J.; ALMEIDA, A. P. Seleção de indicadores de sustentabilidade em fragmentos florestais de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do Rio Poxim-SE por meio do geoprocessamento. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas-UFSM**, v. 18, n.1, p. 209-219, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/22361170-11248>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

DELABIE, J. H. C.; et al. As formigas poneromorfas do Brasil. Ilhéus, BA: Editus, 477 pp.; 2015.

DENARDIN, R. B. N.; MATTIAS, J. L.; WILDNER, L. P.; NESI, C. N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; BUSNELLO, F. J.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó-SC. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 59-69, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/-1980509810538>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

DIAS, J.; SURIAN, T.; MANTOANI, M. C.; PEREIRA, L. C. S. M.; TOREZAN, J. M. D. Crescimento de *Megathyrus maximus* (capim-colonião) e duas espécies nativas arbóreas em diferentes condições ambientais. **FLORESTA**, v. 43, n. 3, p. 325-333, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380-/rf.v46i3.39682>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

GARAY, I.; KINDEL, A.; CALLIPO, A.; BARROS, M. E. O.; e JESUS, R. M. Formas de húmus em ecossistemas de floresta costeira intertropical. I- A Mata Atlântica de Tabuleiros. **Oecologia Brasiliensis**, v.1, p. 1-18, 1995.

GOMEZ-CIFUENTES, A.; MANEVAR, A.; GIMENEZ, V. C.; GATTI, M. G.; ZURITA, G. A. Influence of land use on the taxonomic and functional diversity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in the Southern Atlantic forest of Argentina. **Journal Insect Conservation**, v.21, p.147-156, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10841-017-9964-4>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

JOUQUET, P.; CANER, L.; BOTTINELLI, N.; CHAUDHARY, E.; CHEIK, S.; RIOTTE, J. Where do South-Indian termite mound soils come from? **Applied Soil Ecology**, v.117-118, p. 190-195, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.05.010>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

KLENK, L. A.; ZAEDANEACK, A. C.; MOTTA, A. C. V.; CONSALTER, R.; RICHETER, A. S.; BORGES, E. Macrofauna edáfica em pastagem sul brasileira sob diferentes preparos orgânicos. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 3, p. 339-348, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/cs.v5i3-.385>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

KWON, T.; PARK, Y. K.; LIM, J.; RYOU, S. H.; LEE, C. Change of arthropod abundance in burned forests: Different patterns according to functional guilds.

- Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 16, p. 321-328, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2013.04.008>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- LAGERLÖF, J.; MARIBIE, C.; JOHN, J. M. Trophic interactions among soil arthropods in contrasting land-use systems in Kenya, studied with stable isotopes. **European Journal of Soil Biology**, v. 79, p. 31-19, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2017.01.002>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- LAOSSI, K.; BAROT, S.; CARVALHO, D.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P.; MARTINS, M.; MITJA, D.; RENDEIRO, A.; ROUSSEAU, G.; SARRAZIN, M.; VELASQUEZ, E.; GRIMALDI, M. Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian pastures. **Pedobiologia**, v.51, p. 397-407, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.11.001>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- LAVELLE, P.; et al. Soil ecosystem services and land use in the rapidly changing Orinoco River Basin of Colombia. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 185, p. 106-117, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.020>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre-ES. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 2, p. 327-332, 2008. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/67>>. Acesso em: 20 de jan de 2020.
- LOPES, A. S.; SOARES, S.; SILVA, E. M.; ROEL, A. R. Diversidade de insetos e aranhas presentes em diferentes fisionomias no Pantanal, na seca e cheia, Corumbá, MS. **Multitemas**, v. 22, n. 41, p. 127-154, 2017. Disponível em: <<http://www.multitemas.ucdb.br/article/view/1422>>. Acesso em: 17 de jan de 2020.
- LOSS, A.; RIBEIRO, E. C.; PEREIRA, M. G.; COSTA, E. M. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consórcio e sucessão de lavoura, pastagem e silvipastoril em Santa Teresa, ES. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1347-1357, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22079>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; SANTOS, L. L.; MENEZES, C. E. G. Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da Mata Atlântica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, RJ. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 4, p. 1222-1237, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/BJ-v31n1a2015-23092>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- MARCO, H. G.; SIMEK, P.; GÄDE, G. Adipokinetic hormones of the two extant apterygotan insect orders, Archaeognatha and Zygentoma. **Journal of Insect Physiology**, v. 60, p. 17-24, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2013.11.002>>. Acesso em: 19 maio. 2020.
- MARRERO-ARTABLE, L.; et al. Insectos rizófagos asociados a variedades de poáceas cespitosas en el Varadero Golf Club, Matanzas, Cuba. **Pastos y Forrajes**, v. 39, n. 3, p. 125-131, 2016. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864039420160003000-07&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- MELO, T. S.; PERES, M. C. L.; ANDRADE, A. R. S.; OLIVEIRA, M. L. T.; TINOCO, M. S.; Artrópodes terrestres no licenciamento ambiental: um modelo para utilização por empresas de consultoria. **LAJBM**, v. 6, n. 3, p. 126-144, 2015. Disponível em: <<https://www.lajbm.com.br/article/view/1422>>. Acesso em: 17 de jan de 2020.

www.lajbm-.com.br/index.php/journal/article/view/293>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MOLERO-BALTANÁS, R.; FANCIULLI, P. P.; FRATI, F.; CARAPELLI, A.; e GAJU-RICART, M. New data on the Zygentmoma (Insecta, Apterygota) from Italy. **Pedobiologia**, v. 44, p. 320-332, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1078/S003-14056\(04\)70052-9](https://doi.org/10.1078/S003-14056(04)70052-9)>. Acesso em: 19 maio. 2020.

MOREIRA-DE-SOUSA, C.; IAMONTE, M.; FONTANETTI, C. S. Midgut of the diplopod *Urotreptus atrobrunneus*: structure, function, and redefinition of hepatic cells. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 1, p. 132-139, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/15196984-.11715>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

OLIVEIRA, I. R. P.; FERREIRA, A. N.; VIANA JÚNIOR, A. B.; DANTAS, J. O.; SANTOS, M. J. C.; RIBEIRO, M. J. B. Diversidade de formigas (Hymenoptera; Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de Mata Atlântica em São Cristóvão, Sergipe. **Agroforestalis News**, v. 1, n. 1, 2016.

PELINI, S.L.; MARAN, A.M.; CHEN, A. R.; KASEMAN CROWTHER, T. W. Higher trophic levels over whelm climate change impacts on terrestrial ecosystem functioning. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136344>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

RODRIGUES, K. M.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S.; CAMILO, F. L.; CAMPELO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; DECHEN, S. C. F. Fauna do solo ao longo do processo de sucessão ecológica em voçoroca revegetada no município de Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 355-364, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/22736>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

RODRIGUES, W. C. DivEs - Diversidade de Espécies v4.0. WCR. **Studio**. 2017. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

RONI, F. G.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G.; DOS ANJOS, L. H. C.; CORREIA, M. E. F. Atributos químicos e físicos do solo sob pastagem e estádios sucessionais de floresta estacional. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 113, n. 1, p. 47-56, 2014. Disponível em: <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/42050>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

ROSA, M. G.; KLAUBERG ILHO, O.; BARTZ, M. L. C.; MAFRA, A. L.; DE SOUSA, J. P. F. A.; BARETTA, D. Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1544-1553, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20150033>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

SANTOS, D. P.; SANTOS, G. G.; SANTOS, I. L.; SCHOSSLER, T. R.; NIVA, C. C.; MARCHÃO, R. L. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1466-1475, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100204x2016000900045>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

SCHIRMEL, J.; THIELE, J.; ENTLING, M. H.; BUCHHOLZ, S. Trait composition and functional diversity of spiders and carabids in linear landscape elements. **Agricultural, Ecosystems and Environment**, v. 235, p. 318-328, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.028>>. Acesso em:

SCORIZA, R. N.; CORREIA, M. E. F.; Fauna do solo como indicadora em fragmentos florestais na Encosta Morrotes. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 598-

601, 2016. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.135715>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

SHEAR, W. A. The chemical defenses of millipedes (diplopoda): biochemistry, physiology and ecology. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 61, p. 78-117, 2015. <<https://doi.org/10.1016/j.bse.2015.-04.033>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

SRYGLEY, R. B. Effects of temperature and moisture on Mormon cricket reproduction with implications for responses to climate change. **Journal of Insect Physiology**, v. 65, p. 57-62, 2014. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2014.05.005>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

SUGUITURU, S.; RODRIGUES, D. S.; DE BARTOLI, M. C.; PACHECO, R.; DE CASTRO, M. M. S. Diversidade e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em remanescentes de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 141-152, 2013. Disponível em:
<http://www.biotaneotropica.org.br/v13n2/en/abstract?inventory+bn00813022013>. Acesso em: 19 maio. 2020.

TACCA, D.; KLEIN, C.; PREUSS, J. F. Artropodofauna do solo em um bosque de

eucalipto e um remanescente de mata nativa no sul do Brasil. **Revista THEMA**, v. 14, n. 2, p. 249-261, 2017. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1-5536/thema.14.2017.249-261.456>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

TANTACHASATID, P.; BOYER, J.; THANISANWANYANKURA, S.; SÉGUY, L.; SAJJAPHAN K. Soil macrofauna communities under plant cover in a no-till system in Thailand. **Agricultural and Natural Resources**, v. 51, p. 1-6, 2017. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1016/j.-anres.2016.08.004>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

TURBÉ, A.; et al. Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. European Commission - DG ENV. 251 pp. 2010. Disponível em:
<<https://halbioemco.ccsd.-cnrs.fr/bioemco-00560420>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

XU, G.; LIN, Y.; ZHANG, S.; ZHANG, Y.; LI, G.;. Shifting mechanisms of elevational diversity and biomass patterns in soil invertebrates at treeline. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 113, p.80-88, 2017. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.05.012>>. Acesso em: 19 maio. 2020.