



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CAMPUS IV – CHAPADINHA - MA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**DANILA MENESES BRAGA**

**DIVERSIDADE E VARIABILIDADE ESPACIAL DA FAUNA DO SOLO EM  
ÁREA DE CERRADO, MARANHÃO, BRASIL.**

Chapadinha-MA

2017

**DANILA MENESES BRAGA**

**DIVERSIDADE E VARIABILIDADE ESPACIAL DA FAUNA DO SOLO EM  
ÁREA DE CERRADO, MARANHÃO, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, para a obtenção do título de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Glécio Machado Siqueira

Chapadinha-MA

2017

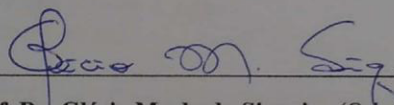
DANILA MENESES BRAGA

**DIVERSIDADE E VARIABILIDADE ESPACIAL DA FAUNA DO SOLO EM AREA  
DE CERRADO, MARANHÃO, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal do  
Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e  
Ambientais, para a obtenção do título de  
Licenciatura e Bacharelado em Ciências  
Biológicas.

Aprovada em 14/07/2017

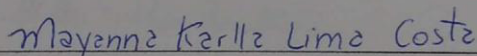
BANCA EXAMINADORA



**Prof. Dr. Glécio Machado Siqueira (Orientador)**

Doutor em

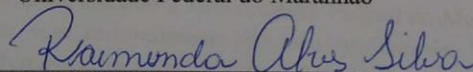
Prof. Universidade Federal do Maranhão



**Msc. Mayanna Karlla Lima Costa**

Mestre em Ciência Animal

Universidade Federal do Maranhão



**Msc. Raimunda Alves Silva**

Mestre em Ciência Animal

Universidade Federal do Maranhão

Aos meus pais, irmãos e amigos  
que, com todo carinho e apoio,  
não mediram esforços para que  
eu chegasse até esta etapa de  
minha vida.

## AGRADECIMENTO

A **Deus**, em primeiro lugar, por ser meu guia e minha luz pelos caminhos que percorri até aqui.

A meus pais, **Oleudia Meneses** e **José Braga**, pelo amor, dedicação e incentivo em todas as etapas da minha vida.

Aos meus irmãos **Daniele, Danilo** e **Lucas Kauan Meneses Braga** por estarem presentes em todos os momentos, sejam eles difíceis ou felizes.

Aos amigos que sempre estiveram presentes na minha vida, em especial **Mayanna Karlla Lima Costa**.

Ao meu orientador **Glécio Machado Siqueira** e co-orientadora **Raimunda Alves Silva**, pelo apoio e dedicação durante a realização deste trabalho.

Ao **Centro de Ciências Agrárias e Ambientais** da **Universidade Federal do Maranhão** pela contribuição na minha formação acadêmica.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a concretização desta etapa.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.”

Provérbios 16:3.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO LITERATURA.....	11
2.1 Diversidade biológica .....	11
2.2 Uso e manejo do solo.....	13
2.3 Variabilidade espacial.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
 <b>ARTIGO I: DIVERSIDADE E VARIABILIDADE ESPACIAL DA FAUNA DO SOLO EM AREA DE CERRADO, MARANHÃO, BRASIL</b>	
1. Abstract.....	20
2. Introdução.....	21
3. Material e Métodos.....	22
4. Resultados e Discussão.....	25
5. Conclusão.....	31
Referências.....	31
Anexo.....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Semivariogramas dos índices de diversidade para a área de Cerrado preservado, Fazenda Unha de Gato, Maranhão.....	30
Figura 2. Semivariogramas dos índices de diversidade para a área de Cerrado antropizado, Fazenda Unha de Gato, Maranhão.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização granulométrica e química do solo nas áreas estudadas.....	22
Tabela 2. Localização, tipo de solo, cultura e manejo adotado nas áreas estudadas.....	23
Tabela 3. Grupos taxonômicos ocorrentes nas áreas de cerrado preservado e antropizado.....	26
Tabela 4. Estatística descritiva dos índices ecológicos amostrados nas áreas de estudo...	27
Tabela 5. Parâmetros ecológicos usados para avaliar a comunidade de artrópodes nas áreas amostradas.....	28
Tabela 6. Parâmetros geoestatísticos para os índices ecológicos nas duas áreas amostradas.....	28





## 1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural, cuja condição é vital para a produção de alimentos e também para o funcionamento dos ecossistemas (SILVEIRA et al., 2016). É um sistema no qual a maioria de suas propriedades físicas e químicas e os processos que ocorrem são mediados pelos organismos que o habitam (BIGNELL et al., 2010). É o habitat natural para uma grande variedade de organismos, tanto microrganismos, quanto animais invertebrados, responsáveis por inúmeras funções do solo e apresenta uma grande variedade de tamanhos e metabolismos (CORREIA et al. 2000).

Os invertebrados do solo podem ser divididos em vários grupos tróficos, tais como saprófagos (Blattodea, Dermaptera, Diplopoda, Diplura, Isopoda, Psocoptera e Symphyla); fitófagos (Hemiptera); micrófagos (Collembola); predadores (Araneae, Chilopoda, Pseudoscorpionida e Hymenoptera); e o grupo Coleoptera e os insetos sociais (Formicidae e Isoptera) podem ser tanto saprófagos como predadores (MANHÃES, 2011).

Os organismos da fauna edáfica por serem capazes de modificar as características físicas, químicas e biológicas do solo, constituem-se em componentes importantes para a avaliação da organização e funcionamento do mesmo (KORASAKI et al., 2013). Estão organizados em comunidades que contribuem com um amplo raio de funções essenciais para o funcionamento sustentável dos ecossistemas: regulam as populações de fungos e da microfauna, estimulam a atividade microbiana, misturam partículas orgânicas e minerais, redistribuem a matéria orgânica e microrganismos, promovem a humificação e produzem pelotas fecais (STEFFEN et al., 2007; SILVEIRA et al., 2016). Os organismos que realizam a bioturbação são denominados “engenheiros do ecossistema”, pois influem na disponibilidade de recursos para outros organismos, escavam, ingerem e transportam material mineral e orgânico do solo. Assim, produzem estruturas biogênicas e promovem a diversidade biológica de outros grupos tróficos (ALVES et al., 2014).

Grupos funcionais da fauna edáfica podem desaparecer, ou serem reduzidos, em sua abundância e diversidade, como resultado de processos de degradação do solo (BARETTA et al., 2011). Organismos invertebrados de solo têm sido utilizados como bioindicadores, pois apresentam o estado da qualidade do solo diante as ações

antrópicas. Os métodos de avaliação para esses organismos são baseados na identificação e contagem dos indivíduos. (CORDEIRO et al., 2004).

As práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção podem interferir de forma direta e indireta na diversidade de invertebrados da fauna do solo (BARETTA et al. 2003). E pela sua intensa participação nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, a fauna edáfica constituem importantes biondicadores de qualidade do solo, pois são afetados por diversos fatores, os quais podem influenciar negativamente a abundância e a sobrevivência de grupos específicos, podendo ser útil na avaliação de agroecossistemas degradados (HOFFMANM et al. 2009; SOUZA et al., 2015).

Diante do exposto este trabalho teve como objetivo caracterizar a diversidade e a variabilidade espacial de atributos biológicos, em área de cerrado no Estado do Maranhão, Brasil.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 *Diversidade biológica***

Diversidade biológica é entendida como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies e de ecossistemas (AMÂNCIO et al., 2010). É considerada um parâmetro que permite avaliar a estrutura e transformação do ambiente (IBANEZ, 2004). Desde muito tempo, há a preocupação em quantificar a diversidade de formas de vida no planeta. O método mais lógico para isso era uma simples contagem de quantos e quais organismos vivem em uma área (DIAS, 2004).

A princípio, alguns naturalistas tentaram propor métodos para medir a abundância e a riqueza de uma área, através de metodologias que envolviam critérios (SANTOS, 2003). Atualmente, as análises de riqueza e de diversidade estão muito difundidas entre a comunidade científica. Pode-se avaliar a biodiversidade de determinada área com base em dois parâmetros: a riqueza de espécies (número de espécies existentes na comunidade); e equitabilidade (distribuição de cada espécie na comunidade).

As estimativas para a biodiversidade global giram em torno de 5 a 80 milhões de espécies. A maior parte dessa biodiversidade é composta de invertebrados, que representa cerca de 60% dos artrópodes que em, pelo menos, uma fase do seu ciclo de vida, fazem parte da comunidade do solo (GILLER, 1996).

Um dos importantes recursos que se perdem nos agroecossistemas é a diversidade de organismos edáficos, que respondem de maneira significativa às perturbações antrópicas, provocando modificações na abundância e estrutura das comunidades biológicas (WINK, et al. 2005). Os organismos edáficos, por sua vez podem ser quantificados usando os índices de diversidade (Shannon-Wiener, Simpson, Gleason, entre outros) que levam em consideração a abundância de indivíduos na comunidade (RODRIGUES, 2015); a riqueza (Riqueza de Jackknife) que considera a quantidade de grupos na amostra; ou ainda pelos índices de equitabilidade (Equitabilidade de Pielou e Hill) que avaliam a distribuição dos indivíduos dentro do grupo ou em uma área (ZANZINI, 2005).

Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), desenvolvido por Claude Elwood Shannon, e é um dos índices mais comumente utilizados para medir diversidade em dados categóricos, sendo baseado na teoria da informação. Este índice apresenta duas premissas principais: os indivíduos estão distribuídos aleatoriamente em uma população indefinidamente grande; e todas as espécies estão representadas.

Índice de equitabilidade de Pielou é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1966). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

Tais índices já foram usados para caracterizar a diversidade de vários ambientes, como área manejada (BARETTA et al., 2006; ALVES et al., 2006; SANTOS et al., 2008; LIMA et al., 2010; de ARAÚJO et al., 2013; MOURA et al., 2015; MOURA et al., 2016; SIQUEIRA et al., 2015; BRITO et al., 2016; FRANCO et al., 2016), diferentes tipos solo (BEDANO et al., 2016); área preservada ou floresta nativa (SIQUEIRA et al., 2015; SILVA, 2015; FRANCO et al., 2016).

## ***2.2 Uso e manejo do solo***

As práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção podem interferir de forma direta e indireta na composição e diversidade de invertebrados da fauna do solo em diferentes graus de intensidade, por meio das mudanças de habitat, fornecimento de alimentos, criação de microambientes e competição intraespecífica e interespecífica (BARETTA et al., 2003; MARQUES et al., 2014; TERRY et al., 2015). A semeadura direta ou plantio direto, como resultado da falta de movimentação e da presença de palhada na superfície, modifica fundamentalmente o ambiente na parte mais superficial do perfil do solo. O conteúdo de matéria orgânica aumenta, melhora a estrutura do solo além de promover benefícios a macrofauna cuja atividade modifica as propriedades físicas, químicas e biológicas edáficas, promovendo a fertilidade do solo e o crescimento das plantas (BROWN et al., 2003; CUNHA et al., 2014). O tipo, a riqueza de espécies vegetais e seu manejo têm efeito sobre a macrofauna do solo, porque determina os recursos disponíveis e afetam a interação entre os herbívoros, seus predadores e os detritívoros (MOORE et al., 2004).

Nos sistemas de cultivos anuais intensivos há uma redução na complexidade e estabilidade da comunidade biológica do solo. A fauna original desaparece, as comunidades tornam-se menos abundantes e diversas. A queimada, prática comumente utilizada para limpar terrenos, elimina toda cobertura do solo e, por conseguinte, a fonte de alimentos limitando o número de nichos ecológicos (ARAÚJO FILHO et al., 2000). A prática de pastoreio também afeta a macrofauna do solo uma vez que o corte da vegetação, o pisoteio e a presença de fezes modificam o refúgio disponível, a disponibilidade de alimentos e as condições microclimáticas de temperatura e umidade, causando diminuição da diversidade da fauna (MORRIS, 2000).

Nos sistemas de rotação lavoura-pecuária registram-se os maiores valores de espécies e abundância populacional. Quando o sistema de rotação lavoura-pecuária se encontra na fase agrícola, a abundância total se reduz. Na agricultura a diversidade na população de insetos está correlacionada com fatores como as práticas culturais e de manejo do solo, a heterogeneidade do ambiente e a riqueza de espécies de plantas. O aumento de insetos herbívoros favorece o aumento e diversidade de insetos predadores e parasitoides (HADDAD et al., 2001). A sensibilidade dos invertebrados edáficos às diferentes práticas de manejo do solo reflete claramente o quanto uma prática pode ser considerada conservativa ou pode ser prejudicial ao ambiente do ponto de vista biológico (CORREIA, 2002).

### ***2.3 Variabilidade espacial***

A geoestatística é um tópico especial da estatística aplicada que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas, ou seja, aquelas que têm comportamento espacial mostrando características intermediárias entre as variáveis verdadeiramente aleatórias e as totalmente determinísticas (LANDIM, 2006). Destaca a importância das relações espaciais existentes entre as observações que compõem uma amostra, possibilitando também a quantificação dos erros cometidos nas avaliações (ANDRIOTTI, 2003). A ferramenta de análise geoestatística se constitui na maneira mais correta que se tem conhecimento para analisar a variabilidade espacial. Destaca-se os passos de cálculo da semivariância, construção do ajuste do semivariograma e a interpolação por krigagem (VIEIRA, 2000). O semivariograma é a ferramenta de análise da continuidade ou dependência espacial, que verifica se existe correlação entre as amostras. Esta análise investiga a magnitude dessa correlação e a sua similaridade ou não com a distância, sendo o semivariograma dependente da distância (vetor  $h$ ) entre  $x$  (ponto 1) e  $x+h$  (ponto vizinho), (VIEIRA, 2000).

Segundo Vieira (2000) a geoestatística compreende três hipóteses: hipótese de estacionariedade de segunda ordem, hipótese intrínseca e hipótese krigagem universal. A primeira hipótese, estacionariedade de segunda ordem dificilmente pode ser atendida, pois requer a existência de variação finita dos valores medidos, não aplicando a fenômenos que tem capacidade infinita de dispersão. A segunda, hipótese intrínseca é a menos restritiva, pois observa apenas a estacionariedade do semivariograma sem restrição a variância finita. A hipótese krigagem universal requer a capacidade infinita de dispersão, no entanto, a variância não é finita e a covariância não pode ser determinada.

Diferentemente da estatística descritiva, a geoestatística não leva em consideração as premissas da estatística clássica, como independências entre as observações, normalidade dos resíduos, os valores entorno da média. As análises de variabilidade caracterizam-se pela dependência dos valores levando em consideração a posição no espaço e tempo (VIERA et al., 1981). Em resumo, para a geoestatística, as amostras mais próximas são mais assemelhadas que amostras mais distantes.

A geoestatística, bastante consolidada em estudos de solos independente do tamanho da área amostrada, tem potencial para diversas outras aplicações envolvendo ciências da terra e do ambiente (SOARES, 2006), e traz grande contribuição para a agricultura de precisão principalmente na definição de unidades de manejo e manejo local. A aplicação da geoestatística para determinar a variabilidade espacial de atributos físicos, químicos e biológicos (MONTANARI et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013; CARVALHO et al., 2014; ARZENO et al., 2014; ZONTA et al., 2014; AQUINO et al., 2015; MONTANARI et al., 2015; SIQUEIRA et al., 2015).

### REFERÊNCIAS

- ALVES, M.V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E.J.B.N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. *Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages*, v.5, n.1, p. 33-43, 2006.
- ALVES, F. A. L.; ALVES, C. A. B.; ALVES, P. R. R.; OLIVEIRA, R. de; ROSA, J. H.; FERNANDES, Y. T. D.; NUNES, E. N.; SOUTO, J. S. Caracterização da macro e mesofauna edáfica sobre um fragmento remanescente de “mata atlântica” em Areia, PB. *Gaia Scientia*, v. 8, n. 1, p. 384-391, 2014.
- AMÂNCIO, M.C.; CALDAS, R.A. Biotecnologia no contexto da Convenção de Diversidade Biológica: análise da implementação do Art. 19 deste Acordo. Editora UFPR: *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 22, p. 125-140, jul./dez. 2010.
- ANDRIOTTI, J.L.S. Fundamentos de estatística e geoestatísticas. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 2003. 165p.
- AQUINO R.E, CAMPOS M.C.C, MARQUES-JÚNIOR J, OLIVEIRA I.A, TEIXEIRA D.B, CUNHA J.M. Use of scaled semivariograms in the planning sample of soil physical properties in southern Amazonas, Brazil. *R. Bras. Ci. Solo*. 2015; 39:21-30.
- ARAÚJO FILHO, J.A; BARBOSA, T.M.J. Sistemas agrícolas sustentáveis para regiões semi-áridas. Sobral: Embrapa Caprinos, 2000. 18p
- ARZENO, J.L.; VIEIRA, S.R.; SIQUEIRA, G.M.; GUEDES FILHO, O. Variabilidade espacial da resistência à penetração na superfície do solo em sistemas de manejo distintos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, v. 9, n. 3, 2014.

BARETTA, D. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista Ciência Agroveterinária*, Lages, v. 2, n. 1, p. 97-106, 2003.

BARETTA, D., SANTOS, J.C.P., BERTOL, I., ALVES, M.V., MANFOI, A.F., BARRETA, C.R.D.M., 2006. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages. 5 (2): 108-117.

BARETTA, D.; SANTOS, J. P. C.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRAFILHO, L. C. L.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERGFILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. *Tópicos em Ciências do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 7, p. 141-192, 2011.

BEDANO, J.C., DOMÍNGUEZ, A., AROLFO, R., WALL, L.G., 2016. Effect of Good Agricultural Practices under no-till on litter and soil invertebrates in areas with different soil types. *Soil & Tillage Research* 158, 100–109.

BIGNELL, D.; CONSTANTINO, R.; CSUDI, C.; KARYANTO, A.; KONATÉ, S.; LOUZADA, J. N. C.; SUSILO, F. X.; TONDOH, J. E.; ZANETTI, R. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). *Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade*. Lavras: Editora da UFLA, p. 121-137.2010.

BROWN, George Gardner; BRANDÃO JUNIOR, Osvaldino; SARIDAKIS, George P.; BENITO, Norton Polo; ALBERTON, Odair; TORRES, Eleno. Efeito de diferentes preparos do solo na macrofauna edáfica de um latossolo vermelho distroférico em Londrina, PR. *Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha*. v. 2, p. 426-429. 2003.

CARVALHO, L.C.C.; da SILVA, F.M.; FERRAZ, G.A.S.;da SILVA,F.C.;STRACIERI, J. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e características agronômicas da cultura do café. *Coffee Science*, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 265-275, jan. 2014.

CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. de. *Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, fev. 2000. 46p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112). ISSN 1517-8498 1. Solo. 2. Fauna edáfica. 3. Método. I. Oliveira, L.M.C. de, colab. II. Embrapa Agrobiologia (Seropédica, RJ). III. Título. IV. Série.

CORREIA, M.E.F. Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna do solo e de grupos chaves de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002.

CUNHA, J.A. da S.; ANDRADE, E.B. de; BARROS, R.F.M. de. Associação da diversidade de artrópodes com características do solo em diferentes plantios de melancia. *Revista Biociências*, v.20, p.22-31, 2014.

de ARAÚJO, A.S.F., EISENHAUER, N., NUNES, L.A.P.L., LEITE, L.F.C., CESARZ, S., 2013. Soil surface-active fauna in degraded and restored lands of northeast brazil,” *Land Degradation and Development*. (26): 1-8. DOI: 10.1002/ldr.2247.



de BRITO, M.F.; TSUJIGUSHI, B.P.; OTSUBO, A.A.; da SILVA, R.F.; MERCANTE, F.M. Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.3, p.253-260, mar. 2016.

de LIMA, S.S.; de AQUINO, A.M.; LEITE, L.F.C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.45, n.3, p.322-331, mar. 2010.

de OLIVEIRA, I.A.; CAMPOS, M.C.C.; SOARES, M.D.R.; de AQUINO, R.E.; MARQUES JÚNIOR, J.; do NASCIMENTO, E.P. Variabilidade espacial de atributos físicos em um cambissolo háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. *R. Bras. Ci. Solo*, 37:1103-1112, 2013.

DIAS, S.C. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Maringá, v. 26, no. 4, p. 373-379, 2004.

FRANCO, A.L.C., BARTZ, M.L.C., CHERUBIN, M.R., BARETTA, D., CERRI, C.E.P., FEIGL, B.J., WALL, D.H., DAVIES, C.A., CERRI, C.C., 2016. Loss of soil (macro)fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage. *Science of the Total Environment* 563, 160–168.

GILLER, P. The diversity of soil communities the “poor man’s tropical rain forest”. *Biovesity and Conservation*. London, v.5, p.135-168, 1996.

HADDAD, Nick M., TILMAN, David; HAARSTAD, John; RITCHIE, Mark; KNOPS, Johannes M. H. Contrasting effects of plant richness and composition on insect communities: a field experiment. *The American Naturalist*, v. 158, n. 1, p. 17-35. 2001.

HOFFMAN, R. B.; NASCIMENTO M. S. V.; DINIZ, A. A. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. *Caatinga*, v. 22, n. 3, p. 121-125, julho/setembro, 2009.

IBANEZ, E.V. Bioindicadores de calidad de suelo basados en las poblaciones de macrofauna y su relación con características funcionales del suelo. Tese Doctorado em Ciências Agropecuárias (Universidad Nacional de Colombia). Palmira: 2004. 186p.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W. de; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. Lavras: Editora da UFLA, p. 79-128.2013.

LANDIM, P.M.B. Sobre geoestatística e mapas. *Terra e Didática*, v.2, n.1, p.19-33, 2006.

MANHÃES, C.M.C. Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuária. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011. 54 f.

MARQUES, D.M.; SILVA, A.B. da; SILVA, L.M. da; MOREIRA, E.A.; PINTO, G.S. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. *Bioscience Journal*, v.30, p.1588-1597, 2014.

MONTANARI R, PANACHUKI E, LOVERA L.H, CORREA A.R, OLIVEIRA I.S, QUEIROZ H.Á, TOMAZ P.K. Variabilidade espacial da produtividade de sorgo e de atributos do solo na região do ecótono Cerrado-Pantanal, MS. *R. Bras. Ci. Solo*. 2015; 39:385-396.

MONTANARI R, PASSOS E CARVALHOS M, ANDREOTTI M, DALCHIAVON F.C, LOVERA L.H, HONORATO M.A.O. Aspectos da produtividade do feijão correlacionados com atributos físicos do solo sob elevado nível tecnológico de manejo. *R. Bras. Ci. Solo*. 2010; 34:1811-1822.

MORRIS, Michael George. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grassland. *Biological Conservation*, v. 95, p. 129-142. 2000.

MOURA, E.G., AGUIAR, A.C.F., PIEDADE, A.R., ROUSSEAU, G.X., 2015. Contribution of legume tree residues and macrofauna to the improvement of abiotic soil properties in the eastern Amazon. *Appl. Soil Ecol.* 86, 91-99.

MOURA, N., LEMOS, R.N., SOUSA, J.T.R., RAMOS, A.S., AMARAL, E., MOURA, E., MESQUITA, M.L., 2016. Soil fauna dynamics affected by decomposition of different legume combinations in alley cropping systems in São Luís, Maranhão, Brazil. *Afr. J. Agricult. Research*. 36, 3404-3411.

PIELOU, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13:131 - 44.

RODRIGUES W.C. DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 - Guia do Usuário. Entomologistas do Brasil. 33p. 2015.

SANTOS, A.J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN Jr., L. et al. (Org.). Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Ed. UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003, cap. 1, p. 19-41

SANTOS, G.G., SILVEIRA, P.M., MARCHÃO, R., BECQUER, T., BALBINO, L.C., 2008. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (1977. Impressa). 43, 115-122.

SILVA, T.T. Estudo da macrofauna edáfica em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Corumbataí do Sul, Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Teológica Federal do Paraná. Campo Mourão, PR, 2015. 43 f.

SILVEIRA, E.D.; PELISSARI, A.; MORAES, A. de; JAMHOUR, J. Diversidade e papel funcional da macrofauna do solo na integração lavoura-pecuária. Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 - 4ª edição, 2016.

SIQUEIRA, G.M.; DAFONTE DAFONTE, J. VALCÁRCEL ARMESTO, M. Correlación espacial entre malas hierbas en una pradera y su relación con la conductividad eléctrica aparente del suelo (cea). Planta Daninha. 33, 631-641. 2015.

SOARES, A. Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2006. 214 p

SOUZA, M.H.; VIEIRA, B.C.R.; OLIVEIRA, A.P.G.; do AMARAL, A.A. Macrofauna do solo. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11, n.22, p. 115. 2015.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 265-269, 2007.

TERRY, I.M.F.; GONZÁLEZ, L.C.; GALLARDO, M.F.; CAIRO, N.C.; ACOSTA, N.R.; PRADO, R. de M. Macrofauna del suelo em cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica em el Municipio Cruces, Cuba. Centro Agrícola, v.42, p.43-52, 2015.

VIEIRA, S.R, NIELSEN, D.R., BIGGAR, J.W., 1981. Spatial variability of field-measured infiltration rate. S. Sci. Society American J., v.45, p.1040-104.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Orgs.). Tópicos especiais em ciências do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.1-54.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K.; ROVEDDER, A.P. Insetos edáficos como indicadores de qualidade ambiental. Revista de Ciências Agroveterinárias, v.4, n.1, p. 60-71, 2005.

ZANZINI A.C.S., 2005. Descritores de Riqueza e Diversidade em Espécies em Estudos Ambientais / Antônio Carlos da Silva Zanzini. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 43p.: il. – Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Avaliação da Flora e Fauna em Estudos Ambientais.

ZONTA JH, BRANDÃO ZN, MEDEIROS JC, SANA RS, SOFIATTI V. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. Rev. Bras. Eng. Agri. Ambien. 2014; 18:595-602.

## DIVERSIDADE E VARIABILIDADE ESPACIAL DA FAUNA DO SOLO EM ÁREA DE CERRADO, MARANHÃO, BRASIL

<sup>1</sup>Danila Meneses Braga & <sup>2</sup>Glécio Machado Siqueira

<sup>1</sup>*Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Chapadinha, MA.*

<sup>2</sup>*Universidade Federal do Maranhão. Departamento de Geociências. Bacanga, São Luís, MA.*

**RESUMO:** Os organismos da fauna edáfica por serem capazes de modificar as características físicas, químicas e biológicas do solo, são componentes importantes para a avaliação da organização e funcionamento do mesmo. A fauna edáfica é considerada como importante indicadora da qualidade biológica do solo, podendo ser útil na avaliação de agroecossistemas degradados. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a diversidade e a variabilidade espacial da fauna do solo em área de cerrado preservado e antropizado. A fauna do solo foi coletada no período de maio de 2015 em armadilhas pitfall. Os espécimes foram identificados por meio de chaves específicas para grandes grupos (ordens). Os índices de diversidade biológica determinados foram: Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidade de Pielou, riqueza média e total e abundância. A variabilidade espacial foi analisada por meio da construção de semivariogramas. Foram coletados 4.161 pertencentes a 17 grupos taxonômicos. O Cerrado preservado foi mais abundante (2.384 artrópodes) e Cerrado antropizado coletou-se 1.777 artrópodes. A maior diversidade e equitabilidade foi registrada para o cerrado antropizado (1.85) e (0.53) respectivamente. Alguns índices obtiveram efeito pepita puro, evidenciando que o espaçamento utilizado não foi suficiente para detectar a variabilidade dos dados. Os demais índices ajustaram a um modelo geoestatístico. Os diferentes usos do solo alteram de forma significativa alguns grupos da fauna do solo e seleciona outros.

*Palavras chave:* Fauna edáfica, manejo do solo, invertebrados

**ABSTRACT:** The organisms of the edaphic fauna for being able to modify as physical, chemical and biological characteristics of the soil, are important constituents for an evaluation of the organization and operation. An edaphic fauna is important as an important indicator of the biological quality of the soil and can be useful in the evaluation of degraded agroecosystems. This work aimed to characterize a diversity and spatial variability of the fauna of the soil in a preserved and anthropized cerrado area. An unmarried fauna in the period of May, 2015 in pitfall traps. Specimens were identified using specific keys for large groups (orders). Indices of biological diversity and livers: Shannon-Wiener diversity ( $H$ ), Pielou equitability, mean and total richness and abundance. A spatial variability to the analysis through the construction of semivariograms. A total of 4,161 belonging to 17 taxonomic groups were collected. The preserved Cerrado was more abundant (2,384 arthropods) and Cerrado antropizado was collected 1,777 arthropods. A greater diversity and equitability for recorded for

anthropic cerrado (1.85) and (0.53) respectively. Some indices obtained pure nugget effect, evidencing that the spacing used was not enough to detect the variability of the data. The other indexes fitted to a geostatistical model. The different uses of the soil significantly alter some groups of the fauna of the soil and select others.

*Key words: Soil Fauna, Soil Management, Invertebrates*

## 1. INTRODUÇÃO

O solo apresenta-se como o habitat de uma grande diversidade de organismos vivos que garantem o biofuncionamento e a sustentação de todo o bioma (JACOBS et al., 2007). No entanto, a classificação e determinação da função de cada organismo ainda é controversa em alguns casos (GARCIA & CATANOSI, 2011). Quando se trata de fauna do solo, pouco se conhece da diversidade e dos grupos que dominam ambiente manejados ou alterado por conduta antrópica.

A fauna do solo ou fauna edáfica, compreende os invertebrados que vivem no solo durante toda a vida ou em algum estágio do ciclo biológico (BARETTA et al., 2011). Conforme o tamanho do corpo dos organismos que a constituem, a fauna do solo é classificada em microfauna, mesofauna e macrofauna (SWIFT et al., 2010). A importância dos invertebrados do solo reside nos inúmeros serviços que estes prestam a ambiente. Os principais serviços ecossistêmicos, como decomposição de matéria orgânica é facilitada pela ação dos animais do solo, como ácaros, milípedes, minhocas e cupins, que trituram os resíduos orgânicos e disponibilizam aos fungos e bactérias para a decomposição, possibilitando a ciclagem de nutrientes (CARRILO et al., 2011; BERNARD et al., 2012; de VRIES et al., 2013; WAGG et al., 2014). Em termos de modificação física do solo, as minhocas, cupins e formigas são ativos na bioturbação, formando canais, poros e agregados no solo e na movimentação das partículas de um horizonte para outro (de OLIVEIRA et al., 2014; BOTTINELLI et al., 2015).

O uso e manejo são dois processos que reduzem a fauna do solo, ou selecionam grupos específicos. Além disso, reduzem a capacidade produtiva solo, e consequentemente, os serviços ecossistêmicos prestados. Pelo fato de esses organismos serem sensíveis e reagirem às mudanças provocadas por atividades antrópicas e naturais, as alterações na estrutura da comunidade e diversidade da fauna edáfica e, bem como a presença de determinados grupos específicos, podem ser utilizadas para indicar a qualidade do solo e subsidiar programas de manejo adequado (Silva et al., 2011,

2012). Nesse sentido, os índices de diversidade biológica, equitabilidade e riqueza norteiam a qualidade do solo e os grupos que estão presentes em determinados ambientes (AQUINO et al., 2008).

O uso da geoestatística cresceu bastante nos últimos anos, tornando-se uma metodologia que caracteriza a variabilidade dos solos em áreas que a princípio são consideradas homogêneas e que necessitam de manejo diferenciado. Na agricultura, ferramentas de geoestatística já foram usadas para quantificar a variabilidade de atributos físicos e químicos e ultimamente de parâmetros biológicos (CHIBA et al., 2010; MONTANARI et al., 2010; CARVALHO et al., 2014; ZONTA et al., 2014; AQUINO et al., 2015; MONTANARI et al., 2015; SIQUEIRA et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi determinar a diversidade e variabilidade espacial da fauna do solo em áreas de cerrado preservado e cerrado antropizado no Estado do Maranhão.

## 2. MATERIAL & MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Unha de Gato, município de Mata Roma, no Estado do Maranhão, cuja as coordenadas são 3° 70 '80.88" S e 43° 18 '71.27". A propriedade possui aproximadamente 313 ha cultivados. O clima da região é considerado tropical e úmido, segundo a classificação de Koppen e duas estações bem definidas, uma chuvosa (dezembro a junho) e uma seca (julho a novembro). A temperatura anual oscila de 27°C a 30°C e a precipitação varia de 1.400 mm a 1.600 mm. Segundo a classificação EMBRAPA (2013) o solo é do tipo Latossolo Amarelo distrófico e coeso. As características físicas e químicas do solo na profundidade de 0.0-0.2 m são apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização granulométrica e química do solo nas áreas estudadas.

	Areia	Argila	Silte	Densidade	Porosidade	Macroporosidade	Microporosidade
	-----g/kg <sup>-1</sup> -----			Mg m <sup>-3</sup>	total m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	(%)	(%)
Cerrado preservado	681.0	261.0	58.9	0.97	33.6	15.5	17.8
Cerrado Antropizado	667.0	256.0	57.0	1.22	34.4	15.4	18.7
	MO	P	pH	K	Ca	Mg	CTC
	g/dm <sup>3</sup> -			-----mmolc/dm <sup>3</sup> -----			
		CaCl <sup>2</sup>					

Cerrado preservado	15.0	7.0	4.1	0.2	2.0	1.0	35.2
Cerrado Antropizado	21.0	8.0	4.2	0.5	3.0	3.0	42.5

MO: Matéria orgânica; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; CTC: Capacidade de troca catiônica.

A coleta dos dados ocorreu em duas áreas de cerrado: cerrado preservado com 33.08 ha, área de vegetação em regeneração com espécies típicas, como pequi (*Caryocar coreacum* Cambess), barbatimão (*Stryphnodendron asdringens* Mart.) e Copaíba (*Copaifera martii* Hayne); As espécies mais representativas são: *Anacardium occidentale* L., (Anacardiaceae), *Stryphnodendron coriacium* Benth, *Parkia platycephala* Benth., (Leguminosae-Mimosoideae), *Platonia insignis* Mart. (Guttiferae - Clusiaceae), *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (Malpighiaceae) e *Qualea pavirflora* Mart. (Vochysiaceae). A segunda área é um cerrado antropizado com 20.44 ha, usado para pastagem natural de caprino, ovino e bovino no período de estiagem, a área apresenta histórico de retirada de madeira e fragmentos com clareiras.

Para determinar a intensidade do uso do solo foi adotado uma classificação de 0 (zero) a 3 (três), onde foi atribuído 0 para área sem intensidade de uso e 3 para maior perturbação antrópica de acordo com o histórico da área (Tabela 2).

**Tabela 2.** Localização, tipo de solo, cultura e manejo adotado nas áreas estudadas.

Coordenadas	Tipo de solo	Vegetação	Cobertura do solo (%)	Plantas daninhas	Pesticidas	Intensidade e uso do solo
03°41'902''S 043°11'477''W	Latos solo amarelo	Cerrado preservado	100	Sim	Não	0
3°71'09.76''S 43°18'84.02''W	Latos solo amarelo	Cerrado Antropizado	90	Sim	Não	1.5

### *Amostragem biológica*

A fauna do solo foi coletada no período de maio de 2015 em armadilhas do tipo "pitfall traps". Essas armadilhas consistem na instalação de um copo plástico de

aproximadamente 9 cm altura e 8 cm de diâmetro alocados a nível do solo no espaçamento de 3 m. Os animais de superfície caem acidentalmente na armadilha conforme se movimentam na área (Correia & Oliveira, 2000). Uma solução de 200 ml de formaldeído à 0.4% foi colocado no interior de cada armadilha para conservação dos animais, segundo procedimentos descritos por Aquino (2001). Cada armadilha permaneceu em campo por um período de sete dias, posterior a esse período foram retiradas, todo conteúdo foi transferido para potes plásticos, identificadas, levadas a laboratório. Em laboratório os espécimes foram identificados por meio de chaves específicas para grandes grupos segundo (LAWRENCE, 1991).

### ***Diversidade biológica***

Os índices de diversidade biológica determinados foram: Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidade de Pielou, riqueza média e total e abundância.

O índice de Shannon-Wiener quantifica a diversidade de espécies por meio do número de espécies e abundância relativa da área e é expresso pela equação abaixo.

$$H' = -\sum p_i \cdot \text{Log} \cdot p_i$$

(1)

Onde  $H'$  é a diversidade;  $p_i = n_i/N$  é o número de frequência relativa da espécie;  $N$  é o número máximo da espécie.

O índice de equitabilidade de Pielou indica a uniformidade da fauna presente na área. Refere-se a distribuição dessas espécies entre os grupos.

$$U = \frac{H'}{\text{Log}_2 S}$$

(2)

Onde  $H'$ , representa a diversidade de Shannon-Wiener,  $S$  é o número de grupos presentes na área. Assim, valor próxima a 0 indica a dominância de um único grupo e valor próximo a 1 indica que os grupos possuem abundância similar.

A riqueza é estimada pela quantidade de grupos existentes na área. Usou-se o estimador de riqueza Jackknife.



$$E_D = S_{obs} + S_1\left(\frac{f-1}{f}\right)$$

(3)

Posteriormente, os parâmetros estatísticos foram determinados no programa R (R Development Core Team) onde o valor máximo, mínimo, soma, média, desvio padrão, variância, coeficiente de variação (CV), assimetria, curtose e teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov à 1%.

### ***Variabilidade espacial***

A variabilidade espacial foi analisada por meio da construção de semivariogramas de acordo com VIEIRA (2000) e usando a hipótese intrínseca da geoestatística.

$$y(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

(4)

Onde: N(h) é o número de observações separadas por uma distância h.

Uma vez detectada a variabilidade espacial, os semivariogramas foram ajustados os parâmetros de efeito pepita (C0), variância estrutural (C1) e alcance (a) a um modelo matemático (gaussiano, exponencial ou esférico).

A dependência entre as amostras foi determinada conforme CAMBARDELLA et al. (1999) em dependência baixa (100 - 75%), média (75 - 25%) e alta (25 - 0%).

$$GD = \frac{C_0}{C_0 + C_1} \times 100$$

(5)

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas duas áreas de cerrado foram coletados 4.161 artrópodes de solo pertencentes a 17 grupos taxonômicos. O Cerrado preservado foi mais abundante com 2.384 artrópodes e no Cerrado antropizado coletou-se apenas 1.777 artrópodes. O grupo mais abundante no Cerrado preservado foi Araneae (1.592 indivíduos), seguido de Formicidae (248 indivíduos). Para o Cerrado antropizado seguiu o mesmo padrão,

Araneae (853 indivíduos) e Formicidae (588 indivíduos). Os organismos do grupo Araneae vivem em vários habitats; sua alimentação é quase exclusivamente de insetos, uma vez que a maioria dos artrópodes da serapilheira pode ser presa de aranhas, em alguma época de suas vidas (POGGIANI et al., 1996; BARETTA et al., 2011). O grupo Araneae é encontrado de acordo com a disponibilidade de recursos. As áreas com menor ação antrópica, como vegetação natural, favorecem o aparecimento de aranhas, pois, nestes locais, existem maior disponibilidade de alimento e condições para formação de teias (BARETTA et al., 2007). O segundo maior grupo em abundância, Formicidae, caracteriza-se por ser o principal predador de artrópodes no solo (VASCONCELOS, 2008). A presença de Formicidae em áreas com pouca ou baixa diversidade de vegetação pode estar associado à facilidade de locomoção no ambiente, optando assim por áreas com menor competição por espaços e menor presença de predadores, com fontes de alimento mais distantes (PARR et al., 2007). A menor abundância no Cerrado preservado com apenas 1 indivíduo foi para os grupos Diptera, Gastropoda, Larva de Lepidoptera e no Cerrado antropizado foi para o grupo Thysanura (Tabela 3). Os diferentes usos do solo afetam diretamente a biota, causando redução ou seleção de grupos específicos (BARETTA et al., 2011).

**Tabela 3.** Grupos taxonômicos ocorrentes nas áreas de cerrado preservado e cerrado antropizado.

Grupo	Cerrado Preservado	Cerrado Antropizado
Acari	202	7
Araneae	1.592	853
Coleoptera	43	32
Diplura	182	197
Diptera	1	-
Diplopoda	4	-
Formicidae	248	588
Hymenoptera	38	23
Gastropoda	1	-
Isoptera	11	54
Lepidoptera larvae	1	-
Orthoptera	2	-
Trichoptera	-	2
Poduromorpha	45	6
Scorpionida	5	14
Sternorrhyncha	9	-
Thysanura	-	1
<b>Total</b>	<b>2.384</b>	<b>1.777</b>

Os parâmetros estatísticos para os índices ecológicos nas duas áreas são descritos na tabela 4. No cerrado preservado, o coeficiente de variação, segundo

classificação de WARRICK & NIELSEN (1980) apenas o CV do índice de riqueza foi considerado moderado (CV= 12-60%), os demais CV são considerados altos, acima de 60%. Para o índice de ind.arm.dia<sup>-1</sup> o CV foi de 154%. Os índices de ind.arm.dia<sup>-1</sup> e riqueza obtiveram padrão de distribuição lognormal segundo teste de Kolmogorov-Smirnov à 1%, enquanto que a diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou obtiveram distribuição normal. Corroborando com o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, a assimetria e curtose para o índice de ind.arm.dia<sup>-1</sup> foram os mais elevados para a área (Tabela 4). De acordo com CARVALHO et al. (2002) os valores de assimetria e curtose estão relacionados a normalidade do conjunto de dados, nesse caso, valores entre 0 e 3 são indicativo de dados normais. Porém, para uso da análise de geostatística, a normalidade dos dados não é um parâmetro necessário (ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989; CRESSIE, 1991).

No Cerrado antropizado, os CV dos índices de riqueza, diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou são classificados como médios (CV= 12-60%) e apenas o índice de ind.arm.dia<sup>-1</sup> foram considerados altos (CV= 112.86%). Com relação a normalidade dos dados apenas o índice de Shannon obteve distribuição normal, os demais índices obtiveram distribuição lognormal (Tabela 4).

**Tabela 4.** Estatística descritiva dos índices ecológicos amostrados nas áreas de estudo.

Cerrado Preservado										
	Soma	Min	Max	Média	Variância	DP	CV (%)	Assimetria	Curtose	D
Ind.pitfall. dia <sup>1</sup>	2384.00	0.00	234.00	18.34	800.52	28.29	154.29	4.26	26.57	0.25Ln
Riqueza	447.00	1.00	6.00	3.44	1.50	1.23	35.67	-0.07	-0.50	0.17Ln
Diversidade de Shanon	29.13	0.00	0.67	0.22	0.02	0.15	64.95	0.25	-0.52	0.08n
Índice de Pielou	52.31	0.00	1.00	0.40	0.06	0.24	60.07	0.19	-0.61	0.06n
Cerrado Antropizado										
	Soma	Min	Max	Média	Variância	DP	CV(%)	Assimetria	Curtose	D
Ind.pitfall. dia <sup>1</sup>	1777.00	1.00	96.00	13.67	238.01	15.43	112.86	2.80	9.46	0.26Ln
Riqueza	365.00	1.00	6.00	2.81	1.24	1.11	39.69	0.08	-0.37	0.19Ln
Diversidade de Shanon	41.68	0.00	0.60	0.32	0.03	0.18	55.25	-0.53	-0.71	0.11n
Índice de Pielou	86.59	0.00	1.00	0.67	0.11	0.33	49.39	-1.13	-0.04	0.19Ln

Ind.arm.dia: Indivíduos/armadilha/dia; Min: Mínimo; Max: Máximo; DP: desvio padrão; CV: Coeficiente de variação (%); D: Teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov á 0.001%; n: normal; Ln: lognormal.

Embora a abundância de artrópodes seja menor na área de Cerrado antropizado (abundância $\pm$ desvio padrão= 253.85 $\pm$ 41.15), esta área apresentou a maior diversidade de Shannon (1.85) e equitabilidade de Pielou (0.53). No entanto, obteve menor riqueza de grupos coletados (11 grupos). O cerrado preservado apresentou maior riqueza (15 grupos) e riqueza média (2.43), e diversidade de Shannon baixa (0.73) (Tabela 5). A maior diversidade de Shannon no cerrado antropizado está relacionado ao maior teor de matéria orgânica nessa área, uma vez que as excreta dos animais possibilita uma fonte de alimento para vários grupos, elevando a abundância na população (BATISTA et al., 2014; BEDANO et al., 2016; FRANCO et al., 2016).

**Tabela 5.** Parâmetros ecológicos usados para avaliar a comunidade de artrópodes nas áreas amostradas.

	Abundância $\pm$ desvio padrão (Ind.arm. dia <sup>1</sup> )	CV (%)	Índice de Shann on	Índic e de Piel ou	Rique za média	Rique za Total
Cerrado preserv ado	340.57 $\pm$ 57. 85	16.98	0.73	0.44	2.43	15
Cerrado Antropi zado	253.85 $\pm$ 41. 15	16.21	1.85	0.53	2.80	11

CV: coeficiente de variação em percentagem

Os parâmetros geoestatísticos estão apresentados na tabela 6. Os dados se ajustaram a dois modelos geoestatístico, gaussiano e exponencial. No cerrado preservado, os índices de ind.arm.dia<sup>-1</sup>, riqueza e equitabilidade de Pielou obtiveram efeito pepita puro. Enquanto, a diversidade de Shannon ajustou-se ao modelo gaussiano, com efeito pepita ( $C_0 = 0.0086$ ); variância estrutural ( $C_1=0.0045$ ) e alcance ( $a= 50$  m). Com grau de dependência espacial, segundo CAMBARDELLA et al. (1994) moderada, com valor entre 25% a 75% de dependência espacial (Tabela 6 e figura 1).

**Tabela 6.** Parâmetros geoestatísticos para os índices ecológicos nas duas áreas amostradas.

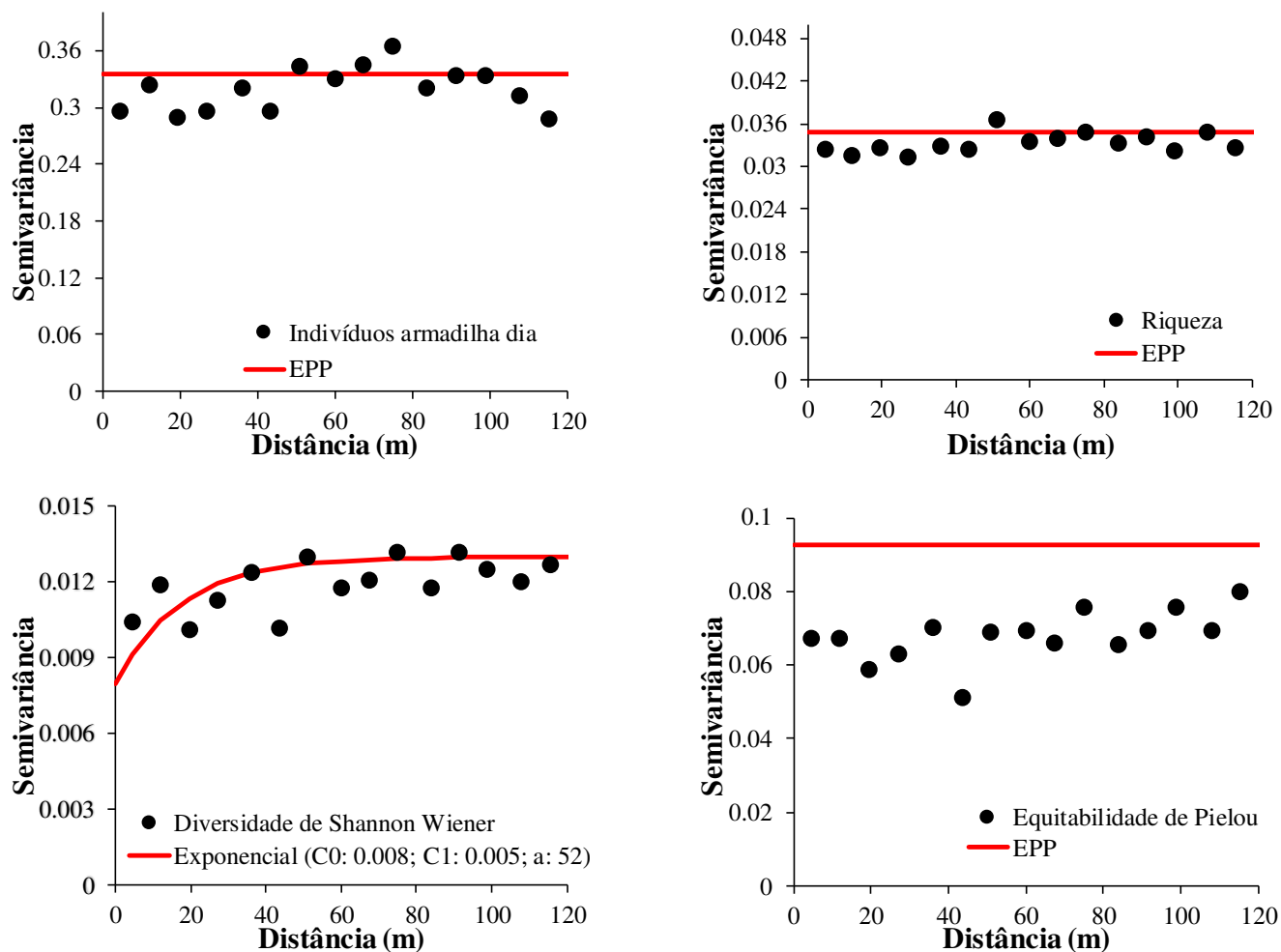
Cerrado Preservado						
Modelo	$C_0$	$C_1$	a	$r^2$	Dependênci a espacial (%)	
Ind.pitfall . dia <sup>1</sup>					Efeito pepita puro	
Riqueza					Efeito pepita puro	

Diversidad e de Shannon Índice de Pielou	Gaussiano	0.0086	0.0045	50	0.999	65.64
Efeito pepita puro						
<b>Cerrado Antropizado</b>						
	Modelo	$C_0$	$C_1$	a	$r^2$	Dependência espacial (%)
Ind.pitfall.dia <sup>1</sup>	Exponencial	0.12	0.06	22	0.999	66.66
Riqueza	Gaussiano	0.98	0.38	30	0.999	72.05
Diversidad e de Shannon Índice de Pielou						Efeito pepita puro
						Efeito pepita puro

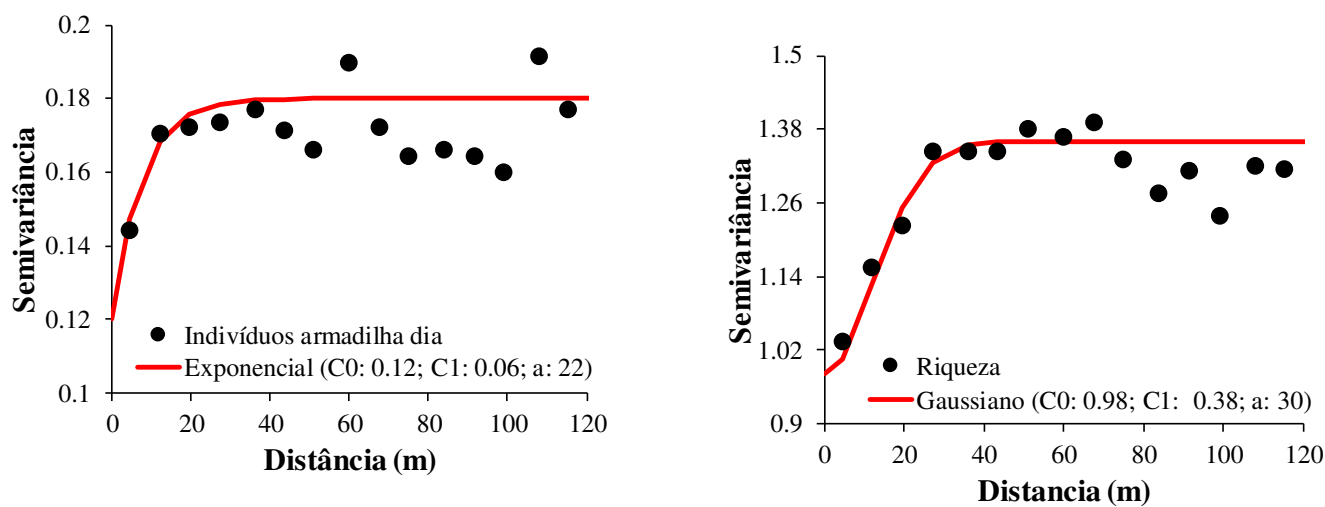
Ind.arm.dia<sup>1</sup>: Indivíduos/armadilha/dia;  $C_0$ : Efeito pepita;  $C_1$ : Variância estrutural; a: Alcance;  $r^2$ : Coeficiente de correlação

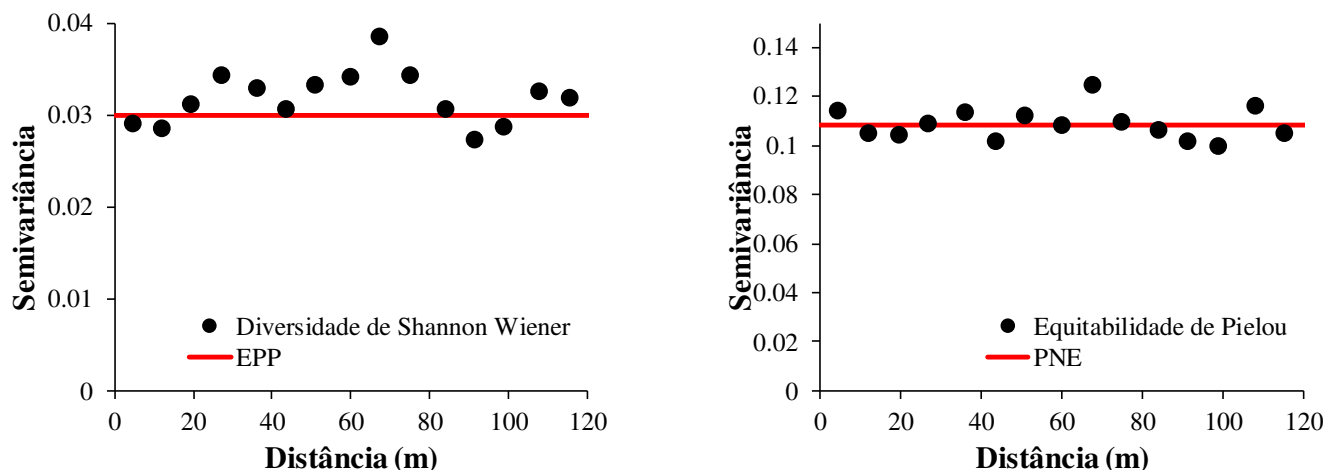
No cerrado antropizado, os índices de ind.arm.dia<sup>-1</sup> e riqueza ajustaram-se aos modelos exponencial e gaussiano, respectivamente. Com valores de efeito pepita ( $C_0 = 0.12$ ), variância estrutural ( $C_1=0.06$ ), alcance ( $a= 22$  m) e grau de dependência espacial moderada ( $GD=66.66$ ) o índice de ind.arm.dia<sup>-1</sup>. Para a riqueza, esses valores foram ( $C_0 = 0.98$ ), variância estrutural ( $C_1=0.38$ ) e alcance ( $a= 30$  m) e grau de dependência espacial considerada moderada ( $GD=72.05$ ). Os demais índices, Shannon e equitabilidade de Pielou houve efeito pepita puro (Tabela 6 e figura 2).

Siqueira et al. (2016) em estudos de variabilidade de plantas daninhas obteve efeito pepita puro para o índice de Shannon. No caso do presente estudo, assume-se que o espaçamento usado, de 3 m não foi suficiente para detectar a variabilidade espacial do banco de dado (VIEIRA, 2000).



**Figura 1.** Semivariogramas dos índices de diversidade para a área de Cerrado Preservado, Fazenda Unha de Gato, Maranhão.





**Figura 2.** Semivariogramas dos índices de diversidade para a área de Cerrado Antropizado, Fazenda Unha de Gato, Maranhão

#### 4. CONCLUSÃO

Em ambas as áreas estudadas houve a predominância dos grupos Araneae e Formicidae, devido aos seus hábitos alimentares, sendo predadores de outros artrópodes. O cerrado preservado foi mais abundante devido a maior ocorrência de indivíduos, no entanto, a maior diversidade e equitabilidade foram registradas para o cerrado antropizado, em função da maior distribuição dos grupos nessa área. A análise geoestatística demonstrou efeito pepita puro para os seguintes índices: área de cerrado preservado: ind.arm.dia<sup>-1</sup>, riqueza e equitabilidade de Pielou; área de cerrado antropizado: diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou. Nesse caso, o espaçamento usado na amostragem não foi suficiente para determinar a variabilidade desses índices.

#### REFERÊNCIAS

- Aquino, A. M. (2001): Manual para coleta de macrofauna do Solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 21p.
- Aquino, A.M., Silva, R.F.S., Mercante, F.M., Correia, M.E.F., Guimarães, M.F., Lavelle, P. (2008): Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. European journal of soil biology (44): 191–197.

- Aquino R.E, Campos MCC, Marques-Júnior J, Oliveira IA, Teixeira DB, Cunha JM. (2015): Use of scaled semivariograms in the planning sample of soil physical properties in southern Amazonas, Brazil. *R. Bras. Ci. Solo.* 39: 21-30.
- Baretta, D.; Brescovit, A.D.; Knysak, I. & Cardoso, E.J.B.N. Trap and soil monolith sampled edaphic spiders (arachnida: araneae) in *Araucaria angustifolia* forest. *Sci. Agric.*, 64: 375-383, 2007
- Baretta, D.; Santos, J. P. C.; Segat, J. C.; Geremia, E. V.; Oliveirafilho, L. C. L.; Alves, M. V.(2011): Fauna edáfica e qualidade do solo. In: Klaubergfilho, O.; Mafra, A. L.; Gatiboni, L. C. *Tópicos em Ciências do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 7: 141-192
- Batista, I., Correia, M.E.F., Pereira, M.G., Bieluczyk, W., Schiavo, J.A., Rouws, J.R.C., 2014. Oxidizable fractions of total organic carbon and soil macrofauna in a crop-livestock integration System. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38:797-809.
- Bedano, J.C., Domínguez, A., Arolfo, R., Wall, L.G., 2016. Effect of Good Agricultural Practices under no-till on litter and soil invertebrates in areas with different soil types. *Soil & Tillage Research* 158: 100–109.
- Bernard, L., Chapuis-Laedy, L., Razafimbelo, T., 2012. Endogeic earthworms shape bacterial functional communities and affect organic matter mineralization in a tropical soil. *ISME J.* 6: 222–231.
- Bottinelli, N., Jouquet, P., Capowiez, Y., Podwojewski, P., Grimaldi, M., Peng, X., 2015. Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? *Soil & Tillage Research* 146: 118–124.
- Carrillo, T., Ball, B.A., Bradford, M.A., Jordan, C.F., Molina, M., 2011. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. *Soil Biological. Biochem.* 43: 1440–1449.
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E., 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 58: 1501-1511.
- Chiba, MK, Filho OG, Vieira SR. (2010). Variabilidade espacial e temporal de plantas daninhas em Latossolo Vermelho argiloso sob semeadura direta. *Acta Sci Agron.* 32: 735-742.
- Carvalho LA, Meurer L, Junior CS, Santos CFB, Libardi PL. (2014). Spatial variability of soil potassium in sugarcane areas subjected to the application of vinasse. *Anual Acad. Bras. Cienc.*; 86:4.
- Correia, M.E.F. Oliveira, L.C.M. (2000). *Soil Fauna: General and Methodological Aspects*, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, Brazil.
- Cressie, N. A. C. (1991). *Statistics for spatial data*. New York: John Wiley & Sons. 900p
- de Oliveira, F.S., Varajão, A.F.D.C., Varajão, C.A.C., Schaefer, C.E.G.R., Boulangé, B., 2014. The role of biological agents in the microstructural and mineralogical



- transformations in aluminium lateritic deposit in Central Brazil. *Geoderma*. 226: 250–259.
- de Vries, F.T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M.A., Bjørnlund, L., Jorgensen, H.B., Brady, M.V., Christensen, S., De Ruiter, P., Hertefeldt, T., Frouz, J., Hedlund, K., Hemerik, L., Holk, W.H.G., Hotes, S., Mortimer, S.N., Setälä, H., Sgardelis, S.P., Uteseny, K., Van Der Putten, W.H., Wolters, V., Bardgett, R.D., 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110: 14296–14301.
- Embrapa-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Brasília. 353p.
- Franco, A.L.C., Bartz, M.L.C., Cherubin, M.R., Baretta, D., Cerri, C.E.P., Feigl, B.J., Wall, D.H., Davies, C.A., Cerri, C.C., 2016. Loss of soil (macro)fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage. *Science of the Total Environment* 563: 160–168.
- Garcia, D. V. B.; Catanozi, G.(2011). Análise de macrofauna de solo em área de mata atlântica e de reflorestamento com Pinus SP – zona Sul de São Paulo. *Revista da Universidade Ibirapuera*, 2: 10-14
- Isaaks, E. H.; Srivastava, R. M. (1989). An introduction to applied geostatistics. New York: Oxford Press. 561p.
- Jacobs, L. E.; Eltz, F. L. F.; Rocha, M. R.; Guth, P. L.; Hilckman, C. (2007). Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Gramado- RS, Brasil.
- Lawrence, J. F. (1991). Dascillidae (Dascilloidea) (including Karumiidae). Pp. 369-370. In J.F. LAWRENCE (coord.). Order Coleoptera, chap. 34, p. 144-658. In F.W. STEHR (ed.). Immature insects. Dubuque: Kendall / Hunt Publishing Company, v. 2, xvi + 975 pp.
- Montanari R, Passos e Carvalhos M, Andreotti M, Dalchiavon FC, Lovera LH, Honorato M.A.O. (2010). Aspectos da produtividade do feijão correlacionados com atributos físicos do solo sob elevado nível tecnológico de manejo. *R. Bras. Ci. Solo*. 34:1811-1822.
- Montanari R, Panachuki E, Lovera LH, Correa AR, Oliveira IS, Queiroz HÁ, Tomaz PK. (2015). Variabilidade espacial da produtividade de sorgo e de atributos do solo na região do ecótono Cerrado-Pantanal, MS. *R. Bras. Ci. Solo*. 39: 385-396.
- Parr, C.L.; Andersen, A.N.; Chastagnol, C. & Duffaud, C. (2007). Savanna fires increase rates and distances of seed dispersal by ants. *Oecologia*, 151:33-41.
- Poggiani, F.; Oliveira, R.E. & Cunha, G.C. Práticas de ecologia florestal. Piracicaba, (1996). p.1-44. (Documentos. Florestais, 16)
- Rodrigues WC. (2015). DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 - Guia do Usuário. Entomologistas do Brasil. 33p.
- Swift, M. J.; Bignell, D.; Moreira, F. M. De S.; Huising, J. (2010). O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: MOREIRA,

- F. M. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015 131 S.; Huising, E. J.; Bignell, D. E. (Eds.). Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade. Lavras: Editora da UFLA, p. 23-41.
- Silva, R.F. Da; Guimarães, M. De F.; Aquino, A.M. De; Mercante, F.M. (2011). Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 46: 1277-1283
- Silva, J.; Jucksch, I.; Tavares, R.C. (2012). Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Brasileira de Agroecologia, 7: 112-125
- Siqueira, G.M.; Dafonte Dafonte, J. Valcárcel Armesto, M. (2015). Correlación espacial entre malas hierbas en una pradera y su relación con la conductividad eléctrica aparente del suelo (cea). Planta Daninha. 33: 631-641
- Siqueira, G.M.; Silva, R.A.; Aguiar, A.C.F.; Costa, M.K.L.; e Silva, E.F.F. (2016). Spatial variability of weeds in an Oxisol under no-tillage system. African Journal of Agricultural Research. 11: 2569-2576
- Vasconcelos, H.L. (2008). Formigas do solo nas florestas da amazônia de diversidade e respostas aos distúrbios naturais e antrópicos. In: Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. & Brussaard, L. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p.323-343.
- Vieira S.R. (2012). Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do solo. In: NOVAIS, R. F. (Ed.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Soc. Bras. Ci. Solo, 1-54.
- Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F., Van der Heijden, M.G.A., (2016). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. Proc. Natl. Acad. Sci. 111: 5266-5270.
- Warrick, A. W.; Nielsen, D. R. (1980). Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. (ed.). Applications of soil physics. New York: Academic Press,. p.319-344
- Zonta JH, Brandão ZN, Medeiros JC, Sana RS, Sofiatti V. (2014). Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. Rev. Bras. Eng. Agri. Ambien. 18:595-602.

**ANEXO**

## Applied Ecology and Environmental Research

### Normas para publicação

**Legibilidade:** os manuscritos devem ser escritos em inglês claro, conciso e gramaticalmente correto (ingleses britânicos ou americanos em toda parte). Os editores não podem realizar revisões por atacado de papéis mal escritos. Todos os documentos devem estar livres de jargões desnecessários e claramente legíveis por qualquer especialista em ecologia aplicada ou pesquisa ambiental. O resumo deve ser escrito em um estilo explicativo que será compreensível também para os leitores que não são especialistas no assunto.

**Formato geral:** o artigo completo deve ser escrito de preferência em Rich Text Format ou em um arquivo compatível com MS-Word 2003, com um máximo de 30 páginas, incluindo texto, figuras e tabelas. Tamanho da página: A4, margens: 3 cm de cada lado, espaçamento entre linhas: único, tipo de letra: Times New Roman. Deixe os cabeçalhos e rodapés inalterados, uma vez que devem ser preenchidos pelos editores.

A ordem do material deve ser a seguinte: Título, Autor (es), Resumo, Palavras-chave, Texto principal (*Introdução, Revisão de literatura, Definições (se houver), Materiais e métodos, Resultados, Discussão*), Agradecimentos (se houver), Referências, Apêndice (se houver). Esta estrutura do texto principal não é obrigatória, mas o documento deve ser apresentado logicamente. As notas de rodapé devem ser evitadas. O texto principal deve ser escrito com tamanho de fonte 12, justificar, primeiro travessão 0,5 cm. Dentro de cada seção principal, estão disponíveis dois níveis de subposições e os títulos devem estar em negrito, negrito e itálico, em itálico, respectivamente.

O manuscrito deve conter todo o texto, figuras, tabelas e explicações de acordo com os seguintes (sugerimos usar o arquivo sample.dot):

**Título:** deve ser breve e informativo. O título deve refletir os aspectos mais importantes do artigo, de uma forma conceditiva de no máximo 100 caracteres e espaços. Tamanho da fonte 14, letras maiúsculas, alinhamento central. Estilo: 01 Título do papel

**By-line:** nomes (tamanho 11, capital pequeno, estilo: 02 nomes dos autores) dos autores. Não é necessária a inclusão de títulos científicos. No caso de dois ou mais autores, coloque seus nomes na mesma linha, separe-os com um hífen (não com uma vírgula) e indique o autor correspondente com \* no sobrescrito. Os autores de diferentes instituições devem ser rotulados com números em sobrescrito após os nomes. Os endereços dos autores, o número do telefone e do fax e o e-mail também devem ser fornecidos (tamanho 11, itálico, Estilo: 03 Endereços dos Autores).

**Resumo:** Obrigatório para todos os manuscritos em que o problema, os principais resultados e conclusões são resumidos. O resumo deve ser auto-explicativo, de preferência digitado em um parágrafo e limitado ao máximo. 200 palavras. Não deve conter fórmulas, referências ou abreviaturas. Tamanho 10, apenas a palavra Resumo. Negrito, justificar. (Estilo: 04 Texto do Resumo)

Mais tarde, também os Agradecimentos (se houver) devem ser escritos neste formato.

**Palavras-chave:** as **palavras-chave** não devem exceder cinco, sem incluir itens que aparecem no título. As palavras-chave devem ser fornecidas indicando o escopo do

documento. Tamanho 10, itálico, justificar, apenas a palavra Palavras-chave deve ser corajosa.

Os autores devem incluir listagens de **abreviaturas** e **nomenclatura** quando necessário.

Na parte do texto principal (Introdução, Revisão de Literatura, Definições, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão) para os títulos use o estilo: 05 Título da Seção Principal e para o texto, você deve usar estilo 06 Formato de Texto Principal. Caso você aplique seção e legendas adicionais, use os seguintes estilos: 07 Subseção título e 08 Subtítulo, se necessário. Se houver anúncios no texto, use a listagem do estilo 15.

**Introdução:** a introdução deve indicar claramente o problema, o motivo do trabalho, as hipóteses ou previsões teóricas em consideração e os antecedentes essenciais. Não deve conter equações ou notação matemática. A numeração das seções e os títulos começam aqui.

**Revisão da Literatura:** Uma breve pesquisa da literatura relevante, de modo que um leitor não especializado possa entender o significado dos resultados apresentados.

**Materiais e Métodos:** Fornecer detalhes suficientes para permitir a repetição do trabalho experimental. A descrição técnica dos métodos deve ser dada quando tais métodos são novos.

**Resultados:** os resultados devem ser apresentados de forma concisa. Somente em casos excepcionais, será permitido apresentar o mesmo conjunto de resultados tanto na tabela como na figura. A seção de resultados não deve ser usada para discussão.

**Discussão:** apontar o significado dos resultados e colocar os resultados no contexto de outros trabalhos e antecedentes teóricos.

**Agradecimentos:** (se houver). Estes devem ser colocados em um parágrafo separado no final do texto, imediatamente antes da lista de referências. Pode incluir informações de financiamento também. Tamanho da fonte 10, a palavra Agradecimentos. É ousado. Estilo de uso: 04 Texto do resumo.

**Referências:** No texto, as referências devem ser citadas no estilo de Harvard (Autor, ano). Alternativamente, o sobrenome do autor pode ser integrado ao texto, seguido do ano de publicação entre parênteses. Cite apenas recursos essenciais, evite citar material não publicado. As referências a artigos "na imprensa" devem significar que o artigo foi aceito para publicação.

No final da lista de papel, as referências alfabeticamente pelo último nome do primeiro autor. Por favor, liste apenas as referências citadas no texto e prepare esta lista como uma lista numerada automaticamente. A palavra Referências com tamanho 11, negrito, letras maiúsculas, alinhamento central. Use o estilo: 09 Referências O título e a lista de referência detalhada usam 13 Estilo de lista de referência. A lista deve conter nomes e iniciais de todos os autores.

Exemplos:

Para referências de livros, dê o (s) autor (es), ano de publicação, título, editor e cidade.

[1] Podani, J. (1994): análise de dados multivariados em ecologia e sistematização. - SPB Publishing, Haia

ou

[2] Thompson, JN (1984): diversidade de insetos e estrutura trófica das comunidades. - Em: Huffaker, CB (ed.) Entomologia Ecológica, Wiley-Interscience, Nova York

Para referências de revistas, indique o (s) autor (es), ano de publicação, o título do artigo, o título do jornal, o número do volume, a primeira e a última página.

[3] Tóthmérész, B. (1995): Comparação de diferentes métodos de ordenamento da diversidade. - Journal of Vegetation Science 6: 283-290.

Para referências a documentos de trabalho ou dissertações citar o autor, título, tipo de documento, departamento, universidade e localização.

**Figuras:** Todas as fotografias, gráficos e diagramas devem ser numerados consecutivamente (por exemplo, Figura 1) na ordem em que são encaminhados no texto. O legenda deve aparecer abaixo da figura (tamanho 11, itálico) e deve ser suficientemente detalhado para permitir compreender além do texto. O estilo Figura 1. 10 Figura Títulos devem ser usados, que também contém o número de série da figura dada (uma vez que é uma listagem), então números consecutivos de figuras serão gerados automaticamente. Assim, você não precisa numerá-los manualmente.

A explicação das letras e dos símbolos deve ser dada também na legenda e apenas excepcionalmente nas figuras. Os números devem ser de boa qualidade e, de preferência, em preto e branco. (As figuras de cores aparecerão nos arquivos para download, mas todos os papéis serão impressos em preto e branco.) As figuras devem ser projetadas para se ajustarem à área de texto e devem ser incorporadas. Além disso, os autores devem enviar cada figura também como um arquivo de imagem em um dos seguintes formatos: pcx, bmp, tif, wmf, jpg ou eps.

**Tabelas:** as tabelas devem ser auto-explicativas. Eles devem ser mencionados no texto, numerados consecutivamente (por exemplo, Tabela 1) e acompanhados pelo título na parte superior (tamanho 11, itálico). Para o título de tabelas, use: Tabela 1. 11 Títulos de tabelas, cujo estilo também contém o número de série da tabela dada (uma vez que é uma listagem), então números consecutivos de tabelas serão gerados automaticamente. Nesse caso, você não precisa numerá-los manualmente. Cada coluna deve ter um título breve e apropriado. Use Style 14 Table Text Bold para títulos e 14 Table Text para dados. As tabelas serão reproduzidas na revista no formato apresentado na apresentação final. Insira todas as tabelas no texto, não inclua grandes tabelas que não podem ser ajustadas dentro das margens da página.

**Expressões matemáticas:** em geral, minimizar requisitos tipográficos incomuns, usar solidus, frações acumuladas. Evite longas equações que levem várias linhas (possivelmente definindo os termos da equação em displays separados). Para equações de desenho, use o Equation Editor do Word. Faça com que os índices e as inscrições sejam claros. A letra l eo número 1, a letra O e o número 0, que são idênticos na maioria dos teclados, devem ser claramente identificados. O significado dos símbolos e a diferença entre maiúsculas e minúsculas devem ser definidos. Visualize apenas aquelas expressões matemáticas que devem

ser numeradas para posterior referência ou que precisam ser enfatizadas. O número exibiu as equações consecutivamente no papel. Os números devem ser colocados entre parênteses à direita da equação, por exemplo, (Eq. 1), que é gerado automaticamente pelos Números de equação Estilo: 12.