

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL BIOINDICADA PELA FAUNA EDÁFICA

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY BIO INDICATED BY EDAPHIC FAUNA

Cristiane Melchior, Nedisson Luis Gessi, Nestor Bremm, Neiva Bremm, Daniel Knebel Baggio e
Lauri Aloisio Heckler

RESUMO

A sustentabilidade ambiental é fundamental para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável que concilie produção de alimentos e uso racional de recursos naturais renováveis e não renováveis, procurando manter tais recursos de uma geração a outra. Neste contexto, é indispensável conhecer as características e mudanças naturais que ocorrem no ambiente, para isso utilizou-se a fauna edáfica como um bioindicador, por apresentar alta sensibilidade às alterações do ecossistema, tornando-se agente reportador das características relacionadas à qualidade do ambiente e do solo. O objetivo deste trabalho é investigar como a fauna edáfica afeta a sustentabilidade de determinado ambiente, para atingir tal objetivo utilizou-se a pesquisa aplicada, bibliográfica e exploratória, concluiu-se que a fauna edáfica contribui para a sustentabilidade do ambiente, pois desencadeia processos que afetam as características do solo, por consequência, o ambiente acaba se tornando um agente interativo com os demais grupos de espécies, seja o animal ou o vegetal.

Palavras-chave: negócio, sustentabilidade, tecnologia.

ABSTRACT

Environmental sustainability is critical to the development of sustainable agriculture that reconciles food production and rational use of natural renewable and nonrenewable resources, seeking to keep these resources from one generation to another. In this context, it is essential to know the characteristics and natural changes that occur in the environment, it was used the soil fauna as a bioindicator for its high sensitivity to changes in the ecosystem, becoming reporter agent of characteristics related to environmental quality and from soil. The objective of this study is to investigate how soil fauna affect the sustainability of a given environment, to achieve this goal it was used the applied research, bibliographic and exploratory, it was concluded that the soil fauna contributes to environmental sustainability, because it triggers processes affect the characteristics of the soil, therefore, the atmosphere ends up becoming an interactive agent with other groups of species, whether animal or plant.

Keywords: business, sustainability, technology.

1 INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente como um todo é de fundamental importância para ter-se uma agricultura sustentável. Por meio dessa prática mantêm-se o meio equilibrado e ao mesmo tempo evita-se o uso incorreto e intensivo da terra, o que, segundo a FAO, provoca a degradação de cinco milhões de hectares anualmente (MANHÃES, 2011). O equilíbrio do meio ambiente é imprescindível para a preservação deste patrimônio para a presente e as futuras gerações, considerando que a população mundial cresce ano após ano, sustentando algumas estimativas de que em 2100 chegará aos 13 bilhões de habitantes.

Para a construção de um habitat equilibrado, é necessária a utilização de bioindicadores (organismos vivos) que mensurem as mudanças nos atributos do meio ambiente, como produtividade, resiliência, estabilidade e equitabilidade e que regulam processos do solo pois estes representam um dos principais fatores que regem a sustentabilidade dos agroecossistemas e ecossistemas naturais.

Nesse cenário, um exemplo de destaque de bioindicador é a fauna edáfica por ser sensível às alterações do ecossistema, no qual as modificações nos níveis de qualidade do solo podem interferir promovendo a degradação ou agradação do solo. Por meio da biota edáfica é possível fazer o monitoramento da qualidade do solo. Pois, além de facilitar as avaliações práticas de saúde do solo, ajuda em políticas de implementação de monitoramento e estimula práticas de uso sustentável da terra.

O objetivo deste trabalho é investigar como a fauna edáfica, presente nos mais diversos ambientes, pode afetar a sustentabilidade ambiental e ao mesmo tempo reportar características locais intrínsecas. Além disso, tais organismos recebem pouca importância e se conhece pouco acerca das funções que estes desempenham. Porém, sabe-se que quanto maior for a diversidade biológica maior é o tempo em que aquele solo se mantém equilibrado. Porém, as ameaças a esta biodiversidade são consideradas fontes de preocupação para o valor intrínseco da biodiversidade porque a fauna do solo fornece muitos serviços aos ecossistemas.

A metodologia adotada baseia-se em uma pesquisa aplicada, de modalidade bibliográfica, tendo os seus objetivos pressupostos em uma pesquisa exploratória. Os principais autores que fundamentam o presente estudo são Sachs, Kiehl, Poletto, Silva, Lavelle, entre outros.

O presente estudo está organizado em três seções, a primeira ocupa-se da temática relacionada à sustentabilidade ambiental; a segunda dedica-se ao estudo do solo e da biodiversidade; e, por fim, a última seção relaciona-se com a bioindicação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A introdução da tecnologia na revolução verde, trouxe no curto prazo, o aumento da produtividade, principalmente nos produtos destinados à exportação e causou em médio prazo, uma acelerada degradação dos recursos naturais, comprometendo assim a qualidade de vida das pessoas, que buscam modelos alternativos para se desenvolver e proteger o meio ambiente ao mesmo tempo, como a agroecologia, agricultura orgânica em desenvolvimento (MARQUES; SKORUPA; FERRAZ, 2003).

Este modelo visa a sustentabilidade do ambiente. A noção de sustentabilidade surgiu de duas “fontes”, uma ecológica e outra econômica, a ecológica refere-se à resiliência do (agro) ecossistema e a econômica como um sinônimo de “desenvolvimento” (NASCIMENTO, 2012). Segundo Marques, Skorupa e Ferraz (2003), a definição de sustentabilidade tem conceitos relacionados com a sustentabilidade ecológica, econômica e social. No entendimento dos

autores, a sustentabilidade ecológica implica na manutenção das características fundamentais de um ecossistema, relacionadas aos seus componentes e suas interações. A sustentabilidade econômica se traduz por uma rentabilidade estável no tempo, já a sustentabilidade social está associada à ideia de que o manejo e a organização do sistema são compatíveis com os valores culturais e éticos da sociedade, presentes e futuros, dando continuidade ao sistema ao longo do tempo (MARQUES; SKORUPA; FERRAZ, 2003, p. 22 apud DE CAMINO & MULLER, 1993).

Já Sachs (2004) vê a sustentabilidade ambiental como uma dimensão que, acrescida da sustentabilidade social, consolida o desenvolvimento sustentável que é formado por cinco pilares: o social, que é fundamental por motivos intrínsecos e instrumentais devido à perspectiva de disrupção social que paira sobre muitos lugares do nosso planeta; o ambiental, que sustenta duas dimensões, a sustentação da vida como provedor de recursos e como recipiente para a disposição de resíduos; o territorial, relacionado à distribuição espacial de recursos, atividades e populações; o econômico, sendo a viabilidade econômica *a conditio sine qua non* para que as coisas aconteçam; e o político, onde a governança democrática é um valor fundador e um instrumento necessário para que as coisas aconteçam, a liberdade faz toda a diferença.

Em relação à dimensão demográfica, Andrade (2007) explica que ela deve considerar os impactos da dinâmica demográfica tanto nos aspectos de gestão da base de recursos naturais como de manutenção da capacidade de recuperação dos ecossistemas (BARETTA, 2011). Há, ainda, outros tipos de dimensões como a planetária, que se refere à necessidade de reverter a degradação ambiental e ecológica por meio de políticas integradas, pois tais problemas extrapolam as fronteiras do país (MELLO, 2011).

A sustentabilidade ambiental (ou preservação ambiental) é um direito cosmopolita de todos e é de tal importância para a humanidade que foi constitucionalizado o direito e dever com a aprovação do artigo 225, presente na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, descrevendo que todos os cidadãos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, pois é um bem de uso comum e essencial à qualidade de vida da população, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Enfim, a sustentabilidade apresenta amplas dimensões, permitindo assim o surgimento de novas visões a partir de diferentes áreas e objetos de estudo. Neste sentido cabe destacar o entendimento de Marques, Skorupa e Ferraz de que não existirá desenvolvimento sustentável enquanto prevalecer a lógica de mercado ao invés da lógica das necessidades, pois os padrões de consumo e de acumulação da sociedade se confrontam com a escassez dos recursos naturais não renováveis e com os limites de assimilação e suporte impostos pela natureza (MARQUES; SKORUPA; FERRAZ, 2003).

Além disso, Sachs (2002) explica que para se conseguir a sustentabilidade no aspecto ambiental e ecológico, deve-se seguir alguns critérios como: a preservação do potencial de capital da natureza na produção de recursos naturais; limitar o uso de recursos não renováveis; e respeitar e realçar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais.

2.2 SOLO E BIODIVERSIDADE

Segundo Kiehl (1979), o solo é constituído de um sistema de três fases: sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é responsável pela retenção (adsorção) de nutrientes e água da fase líquida para a sólida. A fase líquida é responsável pelo processo inverso (de retenção), caso a concentração dos componentes na fase sólida seja baixa, sendo assim um reservatório, que retém e libera nutrientes e água quando há a falta destes no meio aquoso.

A fase líquida é essencial para as plantas, pois é nesta fase que as plantas irão absorver a água e os nutrientes para possibilitar o seu crescimento e posterior produção. E por fim a fase

gasosa, que possibilita o “contato” de CO₂ presente na atmosfera para a planta, fornecendo assim um subproduto que será utilizado na planta para produção de biomassa.

É devido a isso que Kiehl (1979) afirma que as características físicas, químicas e biológicas de um perfil de solo estão diretamente relacionadas com a vida da planta e dos animais que vivem nele, pois no momento em que a planta começa a nascer, toda a sua biomassa será uma fonte de alimento para a fauna existente no solo.

O solo é um dos habitats de maior biodiversidade do planeta, suportando uma grande gama de microrganismos e animais invertebrados (MARQUES, 2003). Estima-se que em 1 g de solo exista um bilhão de células bacterianas, até 200 m de hifas de fungos e vários nematoides, vermes e artrópodes (ANDRADE, 2000)

Além disso, segundo Mello (2011), evidências recentes apontam que a biodiversidade do solo suporta várias funções do ecossistema, simultaneamente, sustentando seu papel crucial nos ecossistemas em todo o mundo. Por tal importância é preciso classificá-la de acordo com a sua disposição ao longo do perfil do solo em: edáfica, hemi edáfica e euedáfica. Além disso, devido aos organismos do solo conterem uma grande variabilidade de formas, tamanhos e funções exercidas no ecossistema, têm surgido diversas tentativas de classificações e agrupamentos.

A classificação mais utilizada é a proposta por Marques, Skorupa e Ferraz (2003), que utiliza o diâmetro corporal como principal critério de divisão, e se dividem em quatro grandes grupos: a microfauna (protozoários e nematoides) de 4 µm a 100 µm; a mesofauna (ácaros, colêmbolos, pequenas miriápodes e pequenos miriápodes) de 100 µm a 2 mm; a macrofauna (minhocas, térmitas, formigas e coleópteros) de 2 mm a 20 mm; e a megafauna (alguns oligoquetos, diplópodes, quilópodes e coleópteros) de mais de 20 mm de diâmetro corporal (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

2.3 FAUNA EDÁFICA

A fauna edáfica é uma dimensão muito importante, pois os grupos pertencentes a essa classificação são os táxons presentes na megafauna, macrofauna, mesofauna e a microfauna. Uma das principais funções de megafauna e macrofauna é a fragmentação do material vegetal morto presente na serapilheira do solo.

Isso aumenta a “área de contato” do material devido a sua trituração, que é de fundamental importância para as demais classes (principalmente a mesofauna) e que posteriormente será decomposto e mineralizado ao ambiente. Ou seja, ele estimula a decomposição e mineralização da biomassa devido à maior eficiência no contato da biomassa e decompositores, como também a incorporação, devido à translocação vertical e horizontal de tal material ao longo do perfil do solo. Além disso, a macrofauna afeta a estrutura física e as funções dos solos e modula o habitat de outras espécies (GHOLAMI et al., 2016 apud GRAFF e HARTGE, 1974; LAWTON e JONES, 1995).

Também, alguns táxons da fauna edáfica, como formigas e aranhas, são predadores que regulam a abundância de outros táxons do solo, incluindo pragas de vários níveis ecológicos, ou seja, a fauna possui inter-relações de um táxon com os demais seres, permitindo assim o desenvolvimento natural das espécies (SPAIN, 2001, LAVELLE et al. e MARICHAL et al., 2014).

Além disso, a fauna (biota do solo) está intrinsecamente ligada a inúmeras funções do solo como os processos de ciclagem de nutrientes, que refletem na manutenção da fertilidade do solo e posteriormente produtividade das culturas, infiltração de água, aeração, estrutura e textura do solo, aumento da CTC do solo (pela presença de húmus) e sequestro de carbono. Enfim, a biota do solo é capaz de modificar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Um exemplo disto é que as minhocas estão associadas à porosidade do solo (formação de macro e microporos), que interfere no ciclo de absorção de água no solo (MANHÃES, 2011).

Porém, devido a biota manter uma forte relação com o seu habitat, ela se torna muito suscetível a modificações abióticas e bióticas do meio ambiente. E com isso as práticas de manejo do homem podem afetar a fauna edáfica de forma direta ou indireta em diferentes graus de intensidade. Os fatores que afetam diretamente a fauna são: a utilização de substâncias biocidas e a alteração física no solo (ação mecânica sobre o mesmo). Já os fatores indiretos são aqueles que alteram a quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais que representam fonte de alimento e de abrigo para a fauna edáfica (NUNES et al., 2012).

Estas práticas agrícolas são observadas pelos dados de densidade e de biodiversidade da fauna, que tendem a diminuir caso a prática seja degradativa e tendem a aumentar quando houver uma prática mais conservacionista, como manejo sem revolvimento da relva, com plantio direto e com restos de cultura na área, por exemplo.

As áreas alteradas pela ação antrópica podem ter sua capacidade aumentada, mantida ou reduzida em comparação ao ecossistema original. Mas quando essas alterações do ambiente estão associadas a processos que reduzam a sua capacidade produtiva, são ambientes considerados degradados (SILVA et al, 2011). Ainda segundo o mesmo autor, isso ocorre como consequência da desvinculação entre o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável. Isto se deve a vários fatores entre eles o uso indiscriminado de produtos xenobióticos que podem eliminar espontaneamente organismos de algum nível na cadeia trófica e com isso, ocasionar uma desestruturação do habitat (BARRETA et al, 2011). Isto ocorre porque os organismos edáficos foram descobertos há pouco tempo e ainda há poucos estudos sobre o tema, se comparados com a situação das outras áreas de conhecimento.

Por fim, como a biodiversidade de um ecossistema tem uma correlação íntima e positiva com a sustentabilidade e com o equilíbrio do ambiente, isso mantém o equilíbrio e a estabilidade dos ecossistemas, bem como a qualidade do solo (BARRETA et al, 2011).

No tocante à qualidade do solo, esta é definida como a capacidade deste em funcionar dentro do ecossistema, devido a isso, os organismos que ali habitam podem ser utilizados como indicadores da qualidade do solo (bioindicadores). Isto somente é possível devido a eles serem organismos ou comunidade dos mesmos, cujas funções vitais são relacionadas com os fatores abióticos, através de suas zonas de tolerância fisiológica, que é a capacidade da espécie de resistir às mudanças e alterações do meio ambiente, o que o torna a espécie bioindicadora de tal situação abiótica presente no habitat (ANDRADE, 2000).

2.4 BIOINDICAÇÃO

No entendimento de Poletto (2010), a bioindicação é uma prática que está relacionada diretamente com a história do homem, visto que a sua utilização auxiliou na sobrevivência do ser humano primitivo. Um exemplo de que a bioindicação existe de longa data foi a utilização de formigas na identificação de pessoas diabéticas, registrado num papiro egípcio do ano de 1550 a.C. (POLETO, 2010, p. 111).

De acordo com Silva (2010) apud Butterfield et al. (1995), a bioindicação através de bioindicadores é utilizada para mostrar se determinada perturbação tem ou não um impacto biótico, e para fornecer informações críticas para a conservação do táxon ou grupo indicador, principalmente quando a espécie é rara ou ameaçada.

Poletto (2010) acrescenta que os bioindicadores podem atestar o impacto da poluição sobre um ecossistema, fornecer informações sobre as causas e demais fatores observados, demonstrar a distribuição espacial e temporal do impacto além de fornecer informações sobre um potencial risco para a flora, fauna e principalmente para a população humana.

Devido às características anteriormente apresentadas, os bioindicadores são utilizados em diagnósticos ambientais, programas de monitoramento e estudos de impacto ambiental. Porém, a bioindicação não fornece exatidão de qual é a causa do distúrbio biótico, mas fornece indícios

da fonte estressora, que pode estar relacionada a poluição química e física do habitat (POLETO, 2010).

Para escolher o bioindicador a ser utilizado devem-se ponderar alguns aspectos como: o objetivo do estudo, a sua área de influência e a atividade potencialmente poluidora de tal área (POLETO, 2010). Mas Marques, Skorupa e Ferraz (2003) acrescentam que para a utilização de bioindicadores na avaliação da sustentabilidade nas suas dimensões social, ecológica e econômica, necessita-se não só refletir os fatores intrínsecos em operação de cada uma dessas dimensões, mas também as suas inter-relações.

Poleto (2010), amplia as características para a seleção de um indicador ideal, são elas: a relevância biológica e social, sensibilidade a estressores, aplicabilidade a estressores locais, diagnóstico a um estressor particular, mensuração utilizando-se de procedimento-padrão e com baixos erros, capacidade de distinguir condições aceitáveis e não aceitáveis, custo benefício, integração de indicadores, disponibilidade de dados históricos, análise de indicadores antes da ocorrência de problemas, a ocorrência de monitoramento e medição ao longo do tempo, escala apropriada para o problema, rapidez e segurança no fornecimento de informações (POLETO, 2010 apud CAIRUS ET alii, 1993)

Além disso, os organismos indicadores são classificados de acordo com a função desempenhada, distribuídos em: organismos apontadores e indicadores ecológicos, organismos testes e organismos monitores. O primeiro grupo indica o impacto da poluição devido às mudanças no tamanho populacional, dependendo da sua tolerância ou sensibilidade do bioindicador ao agente estressor; o segundo é utilizado em ensaios toxicológicos e ecotoxicológicos; e o último demonstra o impacto ambiental sobre os demais organismos qualitativamente e quantitativamente (POLETO, 2010, p. 119 apud KLUMPP, 2001). Por fim, é possível entender que os bioindicadores são capazes de mensurar diversos níveis, como o bioquímico, fisiológico, histológico, de indivíduo e de população.

Posteriormente, com os valores coletados e relacionados com os bioindicadores, faz-se o processamento com a utilização de métodos, o que gera os índices bióticos, tais como o índice de saprobidade para a avaliação da qualidade das águas, o *Trent Biotic Indice* (TBI) e o de Chandler que utilizam os macros invertebrados bentônicos como bioindicador (POLETO, 2010).

Além disso, há índices de riqueza, de diversidade e de equitatividade, que são voltadas para as relações intra e interespecies num habitat, identificando assim se o habitat está em equilíbrio ou não, se tem um alto grau de dominância de uma espécie sobre as outras, que posteriormente, fornece subsídios para a inferência das características de tal nicho ecológico em nível de sustentabilidade trófica.

O índice de riqueza descreve o número de unidades taxonômicas distintas em uma determinada amostra. E quanto maior for este índice, melhor é a qualidade deste nicho ecológico. Sendo os índices mais utilizados o de Margalef (D) e o índice de espécies de Menhinick (Mn) (POLETO, 2010).

O índice de diversidade baseia-se nas variáveis: riqueza e abundância de espécies para a sua avaliação ou análise. Ou seja, a riqueza é a relação do número de espécies e a abundância refere-se à proporção das espécies presentes naquele meio (POLETO, 2010, p. 142). Sendo o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') muito empregado.

O índice de equitatividade refere-se à medida de “equilíbrio” das espécies no habitat, ou seja, refere-se ao padrão de distribuição dos espécimens entre as espécies (POLETO, 2010). Sendo o mais utilizado o índice de equitatividade de Pielou (J'). Outro dado que se pode extrair é o de dominância de espécies no meio ambiente. Que é o inverso do índice de diversidade, ou seja, o índice de dominância é um menos o índice de diversidade.

3 METODOLOGIA

3.1 CATEGORIZAÇÃO DA PESQUISA

A categorização da pesquisa é a etapa em que foram definidas as ferramentas adequadas para a coleta de dados indicadas ao estudo e a distinção de suas características para possíveis conclusões.

Representando uma pesquisa aplicada quanto sua natureza, trabalhou-se de forma prática buscando conhecer ao máximo a fauna do solo, responsável pelas modificações do ambiente.

Referindo-se à abordagem do problema, é qualitativa, possibilitou avaliar detalhadamente os dados coletados por meio da pesquisa bibliográfica, obtendo-se conhecimentos mais abrangentes.

Quanto aos objetivos, a pesquisa classificou-se como: exploratória onde o pesquisador pode aprofundar conhecimentos, e descritiva, detalhando particularidades, tornando possível extrair informações relevantes acerca do tema pesquisado.

Com relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa utilizou a pesquisa bibliográfica, possibilitando identificar teorias e contribuir para a compreensão do problema.

3.2 DADOS GERADOS

A coleta de dados sugere a melhor maneira de selecionar e organizar as informações necessárias para a elaboração do presente estudo. Na coleta de dados foram apurados os resultados da pesquisa bibliográfica e nisto vê-se o valor da busca e precisão quanto às informações angariadas.

A coleta de dados realizou-se no mês de março de 2016 e nela utilizaram-se: a pesquisa bibliográfica e a observação que enfatizaram a importância da fauna edáfica auxiliando na ciclagem de nutrientes e desempenhando o papel de agente transformador das características do solo.

Para obter-se dados consistentes na elaboração do plano de coleta de dados, o estudo utilizou formas de documentação direta, como bibliografias, publicações, e como formas de documentação indireta, foram utilizados a observação que possibilitou o desenvolvimento, interpretação e conclusão do estudo.

4 CONCLUSÃO

A preservação e manutenção dos ecossistemas naturais, como dos agroecossistemas e os recursos naturais, principalmente ao seu uso de forma racional, são o grande dilema para a sobrevivência da humanidade no futuro, devido ao método irracional em que a agricultura está baseada em sua maioria e o crescente aumento de pessoas na população mundial.

A fauna edáfica do solo afeta de forma direta e indireta a sustentabilidade do ambiente, pois age e desencadeia processos que afetam as características do solo de forma indireta. Já a forma direta afeta diretamente as plantas e os outros táxons presentes naquele nicho ecológico, como exemplo, o controle de agentes fitopatogênicos pela biota do solo.

Enfim, um dos aspectos funcionais da fauna do solo de maior relevância é a sua participação na ciclagem de nutrientes do ecossistema, nutrientes que são de fundamental importância para a manutenção da produtividade das culturas. É ao mesmo tempo agente transformador e reflexo das características físicas, químicas e biológicas dos solos. A sensibilidade dos invertebrados do solo aos diferentes manejos reflete claramente o quanto uma determinada prática de manejo pode ser considerada ou não conservativa do ponto de vista da estrutura e fertilidade do solo. Embora a mineralização ocorra principalmente devido a ação do

nível trófico basal da teia alimentar do solo, a sua atividade é profundamente afetada pelos níveis tróficos superiores e por exercer influência no ciclo da matéria orgânica, e na disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas.

Sendo assim, todas essas características nos revelam que a fauna do solo é a principal, se não a única, indicadora das modificações do ambiente, sejam elas boas ou ruins. Como também utilizados no biomonitoramento de áreas degradadas e/ou deterioradas por ação antrópica como também de qualquer outra área terrestre ou aquática, sendo importante para a mensuração da sustentabilidade ambiental.

Tais informações possibilitarão desenvolver pesquisas futuras tanto sobre a viabilidade econômica, como a ecológica, no aspecto de preservação dos recursos naturais. Com o auxílio da fauna edáfica e seus efeitos a curto, médio ou a longo prazo no agroecossistema. Visto que está se tornando cada vez mais insustentável o modelo de agricultura atual, promovida pelo advento da Revolução Verde.

Essa pesquisa contribuiu para a formação de um conhecimento interdisciplinar sobre a fauna edáfica relacionado com as condições do ambiente em que tal fauna encontra-se e como agente “reportador” de tais condições abióticas. Estas pesquisas são fundamentais para a recuperação de solos degradados, pois nesse processo ocorrem gerações de sucessão da fauna, devido ao aumento de disponibilidade no habitat e de alterações ocorridas no mesmo, como também em programas de monitoramento na qualidade dos mais diversos nichos ecológicos.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. B. **O uso da fauna como bioindicador de modificações ambientais em áreas degradadas.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007.

BARETTA, D. et al. **Fauna edáfica e qualidade do solo.** Tópicos Ci. Solo, 7:119-170. 2011.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; FILHO, L. C. L. de O.; ALVES, M. V. **Fauna edáfica e qualidade do solo.** p.119-170, 2011.

BENDER, S. F. et al. **An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability.** 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534716000616?np=y>>. Acesso em: 02 de maio 2016.

BRASIL. Constituição. Brasília: Senado Federal, 1988.

BREMM, N.; BREMM, N.; LANGER, V. L.; **Avaliação da fauna edáfica sobre diferentes tipos de cobertura vegetal do solo.** Trabalho não publicado, p. 11, 2015.

BRUSSAARD, L. et al. **Soil fauna and soil function in the fabric of the food web.** Pedobiologia - Journal of Soil Ecology, v. 50, 6 ed, p. 447-462, 2007.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. **Fauna do solo: aspectos gerais e metodológicos.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, fev. 2000. 46p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112).

GHOLAMI, S. et al. **Spatial analysis of riparian forest soil macrofauna and its relation to abiotic soil properties.** Pedobiologia – Journal of Soil Ecology, v.59, edições 1-2, p. 27-36, 2016.

KIEHL, E. J.; **Manual de edafologia: relações solo-planta.** São Paulo – Brasil: Agronômica Ceres Ltda, 1979, p. 262.

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 – UENF, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

MANUAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS. **Orientações Básicas sobre Aspectos Ambientais de Atividades Produtivas.**

MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

MELLO, R. A. C. de P. G.; SUSTENTABILIDADE: contornos de um conceito para sua caracterização como norma. Anuário do Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Direitos Humanos/UFG. PENSAR OS DIREITOS HUMANOS: desafios à educação nas sociedades democráticas. V.1; n.1; 2011.

MENEZES, A. J. E. A.; SILVA, C. M.; PERLEBERG, T. D.; MACHADO, A. M. B.; MORSELLI, T. B. G. A. **Estudo da fauna edáfica em dois ecossistemas no município de Morro Redondo, RS, Brasil.** 2007.

MIKHAILOVA, I.; SUSTENTABILIDADE: EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS TEÓRICOS E OS PROBLEMAS DA MENSURAÇÃO PRÁTICA. Revista Economia e Desenvolvimento, p. 22-41, n.16, 2004.

NASCIMENTO, E. P. do.; **Trajectoria da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** Estudos Avançados. 26 (74). 2012.

NUNES, L. A. P. L. et al. **Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí.** Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará: Fortaleza. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 1, p. 30 – 37, jan./mar. 2012.

POLETO, Cristiano (Organizador); **Introdução ao gerenciamento ambiental.** Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

ROVEDDER, A. P. M. et al. **Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa.** Ciência Rural. Santa Maria. v.39, n.4, p.1061-1068, jul./2009.

RÜDISSER, J. et al. **The dark side of biodiversity: Spatial application of the biological soil quality indicator (BSQ).** Ecological Indicators, v. 53, p. 240-246, 2015.

SACHS, I.; **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Paula Yone Stroh (Org.). Rio de Janeiro: Garamond, 2002, p. 96.

SACHS, I. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SANABRIA, C. et al. **Influence of regions, land uses and soil properties on termite and ant communities in agricultural landscapes of the Colombian Llanos.** European Journal of Soil Biology, v. 74, p. 81-92. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556316300322>>. Acesso em: 15 de abr. 2016.

SENEVIRATNE, G. **Signal transduction in edaphic ecosystems governs sustainability.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 210, p. 47-49, 2015.

SILVA, G. A. V. da. Manual de avaliação e monitoramento de integridade ecológica, com uso de bioindicadores e ecologia de paisagens. 2010. Trabalho de conclusão do Curso de Pós-Graduação em Conservação e Sustentabilidade. Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS. Nazaré Paulista – São Paulo, p. 75, 2010.

SILVA, R. C. de S.; ALMEIDA, J. C. R. de.; BATISTA, G. T.; NETO, P. F. **Os indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais.** Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais. Disponível em: <<http://www.agro.unitau.br/dspace>>. Acessado em: 19 out. 2015. p.1-13, 2011.

CAMPOS, Wagner. **O Que É A Gestão Estratégica?** 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/administracao-artigos/o-que-e-a-gestao-estrategica-816936.html>>. Acesso em: 15 de maio 2015.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; DA SILVA, Roberto. **Metodologia Científica.** 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração.** 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

DAWEL, George. **A segurança da Informação nas Empresas, Ampliando Horizontes além da Tecnologia.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2005.

FOINA, Paulo Rogério. **Tecnologia de informação: Planejamento e gestão.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009

JUNIOR, Cicero Caiçara; PARIS, Wanderson Stael. **Informática, internet e seus aplicativos.** Curitiba: Ibpex, 2007.

KOTLER, Philip. **Administração de Marketing.** 14. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON Jane P. **Sistemas de informações gerenciais.** 7ª Ed. São Paulo – Pearson Prentice Hall, 2007.

_____. **Sistemas de informações gerenciais.** 9ª Ed. São Paulo – Pearson Prentice Hall, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MURUGESAN, San. **Harnessing Green IT: Principles and Practices.** pp 24-33. IT Pro January/February. IEEE Computer Society. Green Computing: University of Pittsburgh. Disponível em: <<http://www.pitt.edu/~dtipper/2011/GreenPaper.pdf>> Acessado em 01 de junho de 2015.

TURBAN, E.; McLEAN, E., WETHERBE J. **Tecnologia da informação para gestão: transformando os negócios na economia digital**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004

TAURION, Cezar. **Cloud computing – computação em nuvem: transformando o mundo da tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VIEIRA, Marconi Fabio. **Gerenciamento de Projetos de tecnologia da informação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier 2007.