

MANEJO ECOLÓGICO DO SOLO: CHAVE PARA O PROCESSO DE TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Ecological soil management: key to the agroecological transition process

Matheus Eduardo Trindade-Santos¹ e Marina Siqueira de Castro²

RESUMO

A agricultura convencional vem contribuindo para a degradação dos ecossistemas naturais e dos agroecossistemas, resultando em perda da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Epistemologicamente, a agroecologia se expande para além das estruturas do agrícola, auxiliando na mudança ética do ser humano. Assim, o manejo ecológico, que caracteriza o solo como um ser vivo e funcional, passa a ser visto como uma ferramenta para a transição agroecológica. Essa pesquisa investiga o papel do manejo ecológico do solo e sua relação com a transição agroecológica, o restabelecimento dos serviços ecossistêmicos e da agrobiodiversidade edáfica. Trata-se de um estudo qualitativo, utilizando como procedimento metodológico a revisão narrativa do conhecimento presente na literatura científica. Os resultados sugerem que o manejo do solo está conectado de forma indireta/direta aos serviços ecossistêmicos, bem como sua possibilidade de restabelecer a agrobiodiversidade. Conclui-se que o manejo ecológico de solo restaura o papel do solo como autorregulador dos processos ecológicos e é fundamental para a transição agroecológica.

¹ Mestre em Ecologia aplicada a Gestão Ambiental na UFBA. Núcleo de Estudos em Agroecologia – Trilhas/UEFS E-mail: mthtrindade@yahoo.com.br

Palavras-chave: Agrobiodiversidade. Manejo alternativo. Serviços ecossistêmicos. Agroecologia.

² Professora adjunta da Universidade Estadual de Feira de Santana. Núcleo de Estudos em Agroecologia – Trilhas/UEFS E-mail: marinacas-tro@uefs.br

Recebido em: 06/07/2021
Aceito para publicação em: 22/1/2021

Correspondência para:
mthtrindade@yahoo.com.br

ABSTRACT

Conventional agriculture has contributed to the degradation of natural ecosystems and agro-ecosystems, resulting in loss of biodiversity and ecosystem services. Epistemologically, agroecology expands beyond the structures of agriculture, assisting in the ethical change of human beings. Thus, the ecological management that characterizes the soil as a living and functional being, comes to be seen as a tool for the agroecological transition. This research investigates the role of ecological soil management and its relationship with the agroecological transition, the reestablishment of ecosystem services and edaphic agrobiodiversity. This is a qualitative study, using the narrative review of knowledge present in the scientific literature as a methodological procedure. The results suggest that soil management is indirectly / directly connected to ecosystem services, as well as its possibility to reestablish agrobiodiversity. It is concluded that ecological soil management reestablishes the role of soil as a self-regulator of ecological processes and fundamental for the agroecological transition.

Keywords: Agrobiodiversity. Alternative management. Ecosystem services. Agroecology.

Introdução

A falência na forma de produção, sob as diretrizes da agricultura convencional, trouxe ao cenário global a necessidade de se buscar alternativas para produzir alimentos de maneira sustentável (ALTIERI, 2002). Passou-se a considerar outros sistemas de produção, que retomassem os saberes tradicionais, baseados em práticas mais sustentáveis e com um menor impacto ambiental. Assim, a agroecologia é construída como um novo paradigma que, epistemologicamente incorporou soluções para a produção e circulação do conhecimento agrário, respeitando as suas dinâmicas e pluralidades socioambientais (CAPORAL e AZEVEDO, 2011). Altieri (2002) priorizou ressaltar seu enfoque multidisciplinar, capaz de unir o conhecimento científico aos saberes tradicionais, além de propor uma interligação da atividade agrária e dos ecossistemas em seu entorno. Essa nova perspectiva científica sugere a quebra de paradigmas convencionais, cartesianos e reducionistas, reconhecendo que a relação entre os seres humanos e desses com o meio ambiente, deva ser reestruturada.

Na zona tropical do planeta, pode-se observar um efeito ainda mais negativo da “agricultura convencional” (PRIMAVESI, 2003), onde, além de não trazer benefícios para a colheita, também empobreceu e desequilibrou o solo, destruindo as camadas de matéria orgânica e deixando os cultivos mais suscetíveis a pragas e doenças (REICOVSKY, 1996; MARIN, 2009). Contrapondo-se a esse convencionalismo, a agroecologia tem como unidade de estudo o agroecossistema, com propostas para sua reestruturação. Esse novo desenho busca o equilíbrio ecológico e o restabelecimento de suas interações sinérgicas, construindo uma nova perspectiva socioambiental no meio rural (ALTIERI, 2008). Essa ciência vem adquirindo reconhecimento por deter suas diretrizes pautadas no bem-estar social, ética ambiental e orientando a ação humana em relação a outros seres vivos (CAPORAL e AZEVEDO, 2011).

Dessa maneira propõe-se que a estrutura de um agroecossistema deva ser modificada e conduzida por meio das diretrizes e bases agroecológicas, priorizando o equilíbrio entre a fauna, a flora, fatores abióticos e bióticos, para torná-lo um ecossistema produtivo, saudável e com um alto grau de resiliência (ALTIERI, 1998). Toda essa transformação prioriza o surgimento e a adaptação de novos meios de produção, que tenham um maior embasamento ecológico (GLIESSMAN, 2001), refletindo na relação homem-natureza. Nesse cenário de transformação, o processo da transição agroecológica (MULLER, 2001) promove, de maneira gradativa, a alteração do manejo convencional para o de base ecológica. Camargo (2007) considera que esse processo de transição é altamente mutável, pois apresenta alto grau de complexidade, visto que deve adaptar-se aos diferentes aspectos ambientais, histórico-culturais, sociais, da relação do agricultor familiar e da natureza de cada localidade. Schmitt (2009), ainda sugere que esse processo ocorre de forma não-linear, com aplicabilidade em múltiplas dimensões sociais e ecológicas, destacando a importância da autonomia dos agricultores como agentes transformadores e reforço do fortalecimento da agricultura de base familiar e do potencial endógeno das comunidades rurais. Dessa maneira, toda essa modificação resultará em agroecossistemas de base ecológica altamente complexos. Esses novos sistemas de produção funcionarão como ferramenta para o equilíbrio entre os riscos ambientais e os benefícios econômicos (ALTIERI, 2002).

Dentre os aspectos elencados a serem modificados por essa transição, a alteração da forma do uso do solo, através do seu manejo ecológico, é, significativamente importante, sendo uma “chave” neste processo (PRIMAVESI, 2002). No mundo, cerca de 33% dos solos estão degradados, principalmente pela erosão, salinização, compactação, acidificação e contaminação. Entre os prejuízos, estão o agravamento das enchentes e perda de fertilidade. Os solos degradados captam menos carbono, interferindo nas mudanças climáticas. Mas, quando gerido de forma sustentável, o solo pode desempenhar um papel importante na mitigação das alterações climáticas (FAO, 2015). Segundo esse mesmo relatório da FAO “Status of the World’s Soil Resources”, o cenário na América Latina é preocupante, tendo em vista que cerca de 50% dos solos estão sujeitos a algum tipo de degradação. No Brasil, os problemas são os mesmos, além da perda de carbono orgânico e o desequilíbrio nutricional. Falta conhecimento mais detalhado do solo e políticas e ações públicas que levem ao manejo adequado. A redução da capacidade produtiva dos solos prejudica gravemente a produção de alimentos e a segurança alimentar e nutricional. Diniz-Filho et al. (2007) afirmam que o solo é o responsável por todo o suporte basal à vida, atuando de forma direta ou indireta, influenciando em ciclos como do nitrogênio, carbono e água, além de funções

como filtragem de poluentes, disponibilização de nutrientes para a agropecuária e carregando a herança histórico-cultural da humanidade.

A ciência da agroecologia propõe a análise da dinâmica biológica do solo, onde a fertilidade é o reflexo do equilíbrio entre a concentração dos nutrientes e de seus organismos vivos (ALMEIDA et al., 2007). As práticas de manejo ecológico de solo tais como, cobertura morta, adubação verde, redução no uso de insumos químicos, policultivos, rotação de culturas, buscam a manutenção e elevação da fertilidade, a diminuição da agressão por meio de processos erosivos e a mitigação da perda de serviços ecossistêmicos obtidos através de um solo saudável. Dessa forma, esse estudo teve como principal objetivo apresentar o estado da arte, ou estado do conhecimento do manejo ecológico de solos e seu papel no processo de transição agroecológica, vindo a servir como um possível documento-guia para futuras pesquisas relacionadas.

Metodologia

O presente trabalho constitui-se em uma revisão de literatura definida por Gil (2010) como uma investigação de determinado campo de estudo, feita a partir de materiais publicados anteriormente, para a obtenção do estado atual dos conhecimentos relacionados ao assunto (Estado da Arte).

Diante da diversidade de trabalhos existentes, a revisão de literatura se torna apropriada. Este trabalho permite a organização de diferentes aspectos encontrados sobre o tema na literatura especializada, facilitando o entendimento do manejo ecológico do solo e sua relação com a transição agroecológica. Para isso, foram utilizadas produções técnico-científicas, encontradas nas bases de dados disponíveis na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Scielo e Google Acadêmico. As pesquisas foram realizadas entre janeiro e maio de 2017, resultando em 44 documentos técnico-científicos armazenados em um banco de dados, sendo complementadas e revisadas entre março e abril de 2020, com a adição de 06 novos documentos técnico-científicos.

Os descritores utilizados para a busca de artigos nessas bases foram:

- Manejo ecológico de solos/Ecological soil management.
- Agrobiodiversidade edáfica e a saúde do solo/Soil agrobiodiversity and soil health.
- Manejo ecológico de solo e a Transição agroecológica/Ecological soil management and agroecological transition.
- Manejo Ecológico de solos e os Serviços ambientais/Ecological soil management and environmental services.
- Benefícios das práticas da agricultura ecológica/Benefits of organic farming practices.

Os artigos encontrados por meio dos descritores foram selecionados mediante os seguintes critérios:

- Relevância em relação ao tema: considerou-se a importância do conhecimento construído pelo manuscrito para discussões e compreensão da temática.
- Qualidade do manuscrito: avaliou-se as referências utilizadas, a dinâmica da escrita e a forma de expressar as ideias principais.
- Impacto da revista e da publicação: índice CAPES de impacto da revista, em referência com a temática abordada e a importância para a construção do conhecimento técnico-científico.

Como referência à abordagem teórica, foi realizada uma retomada da bibliografia clássica, representada, principalmente, por autores como Ana Primavesi e Miguel Altieri, a fim de destacar as inegáveis contribuições que tais autores trouxeram para o campo do desenvolvimento da agroecologia.

Os procedimentos foram organizados em duas etapas. Na primeira etapa, foi realizado um levantamento dos artigos encontrados nas bases de dados, através dos descritores citados acima. Na segunda, foi realizada uma leitura para seleção dos artigos e, após triagem do material, foi criado um

banco de dados, onde foram armazenados os artigos que seriam utilizados. Esses artigos foram subdivididos em três categorias:

- Importância do manejo ecológico de solos e a transição agroecológica: visou abordar a importância do manejo alternativo como ferramenta na transição de uma agricultura de abordagem convencional para uma sob diretrizes e princípios da agroecologia em relação às práticas de condução, uso e conservação do solo.
- Serviços Ecossistêmicos: buscou reunir o conhecimento sobre a relação do manejo ecológico de solo como ferramenta importante para o restabelecimento e manutenção de serviços ecossistêmicos.
- Agrobiodiversidade edáfica: trouxe a importância da conservação da agrobiodiversidade do solo, demonstrando sua funcionalidade, relação com os serviços ambientais, fertilidade e potencial produtivo.

Resultados e discussão

Relacionados aos diversos conhecimentos associados ao tema geral “manejo ecológico de solos”, foram encontrados 154 documentos técnico-científicos, utilizando os cinco descritores definidos para a pesquisa, e desses, 50 foram utilizados. Para o descritor Manejo Ecológico de Solo/Ecological, soil management, foram selecionados 10 documentos técnico-científicos. O descritor Benefícios da agricultura ecológica/Benefits of organic farming practices, foram selecionados 04 documentos técnico-científicos. O descritor Manejo Ecológico de Solo e os Serviços Ambientais/Ecological, soil management and environmental services, foram selecionados 13 documentos técnico científicos. Já para os descritores Manejo Ecológico de Solo e a Transição Agroecológica/Ecological, soil management and agroecological transition, foram selecionados 09 documentos técnico-científicos e, por fim, o descritor Agrobiodiversidade e a saúde do solo/Soil, agrobiodiversity and soil health, foram selecionados 14 documentos técnico-científicos. Os artigos selecionados resultaram na criação de três subseções para discussão pautada na relação entre os descritores.

É importante salientar que se notou um destaque às mazelas ocasionadas pelas práticas de uso e ocupação do solo, provenientes da agricultura convencional aos agroecossistemas (BRUSSAARD et al., 2010; POSTMA-BLAUW et al., 2010), apontadas pela grande maioria dos artigos encontrados. Essas práticas relatadas estão associadas ao uso de agrotóxicos e adubos químicos/sintéticos, à utilização de máquinas pesadas (mecanização agrícola intensiva) e à simplificação da biodiversidade por meio de monocultivos. Todos esses aspectos resultam em danos às propriedades físico-químicas básicas do solo, alterações climáticas, contaminação das áreas agricultáveis, intensificação dos processos erosivos, prejuízos aos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, além de ocasionar diminuição da agrobiodiversidade e perda de serviços ecossistêmicos (GUIBOSHI et al., 2006; MAZOYER e ROUDART, 2010; LIMA et al., 2019).

Nesse contexto, a ação antrópica expressada pela agricultura convencional-moderna altera, demasiadamente, o ambiente, interferindo no equilíbrio de processos naturais e tornando precários seus mecanismos de recuperação. Nesse tipo de agricultura, considera-se o solo somente como uma estrutura basal, reconhecida apenas como um suporte para as plantas, que recebe uma grande quantia de insumos químicos externos para suprir a necessidade de nutrientes para o crescimento das culturas.

Contrapondo-se à vertente agrícola convencional, identificou-se a ciência Agroecologia, como um novo paradigma, com suas bases epistemológicas ainda em construção, que conduz a sistemas de agricultura de base ecológica e se expande para motivar a construção de um novo modelo de sociedade, que priorize a justiça e equidade (ABREU, 2005; CAPORAL e AZEVEDO, 2011). Assim, surgem novas práticas de manejo que, se integradas às ações (dimensões) socioculturais, ambientais e econômicas, proporcionam o redesenho de agroecossistemas mais sustentáveis.

O processo de transição agroecológica propõe que seja adotada a prática do manejo ecológico de solo para seu uso e manuseio. Esse manejo alternativo sugere a diminuição dos impactos gerados pelo convencionalismo agrícola, priorizando a vida, as dinâmicas e a saúde no solo. Essas práticas não

convencionais, proporcionam uma integração entre o meio biótico e o meio abiótico nos agroecossistemas. Em geral, proporcionam ao agricultor uma produção agrícola estável, duradoura e saudável, além de funcionar como ferramenta bioindicadora no processo de transição agroecológica.

Tem-se, então, no manejo ecológico do solo, uma nova forma de condução, uso e ocupação do solo, que priorizam a diminuição do uso de insumos externos (agrotóxicos e adubos químicos) e a diminuição da intensidade no uso de máquinas agrícolas pesadas, que compactam o solo e a incorporação de práticas agrícolas mais equilibradas e que ajudem a manter a saúde do solo (FIEIRA e BATISTA, 2009), causando menos impacto e estabelecendo uma nova relação ambiental.

Pode-se afirmar que esse processo de transição prioriza a integração da agricultura ao meio ambiente, a redução de insumos externos na produção (ASSIS, 2002), boas práticas de uso e conservação do solo, modificação estrutural do agroecossistema, utilização de técnicas que agridem menos a natureza e melhoria na qualidade de vida dos produtores agrícolas e consumidores (Figura 01).

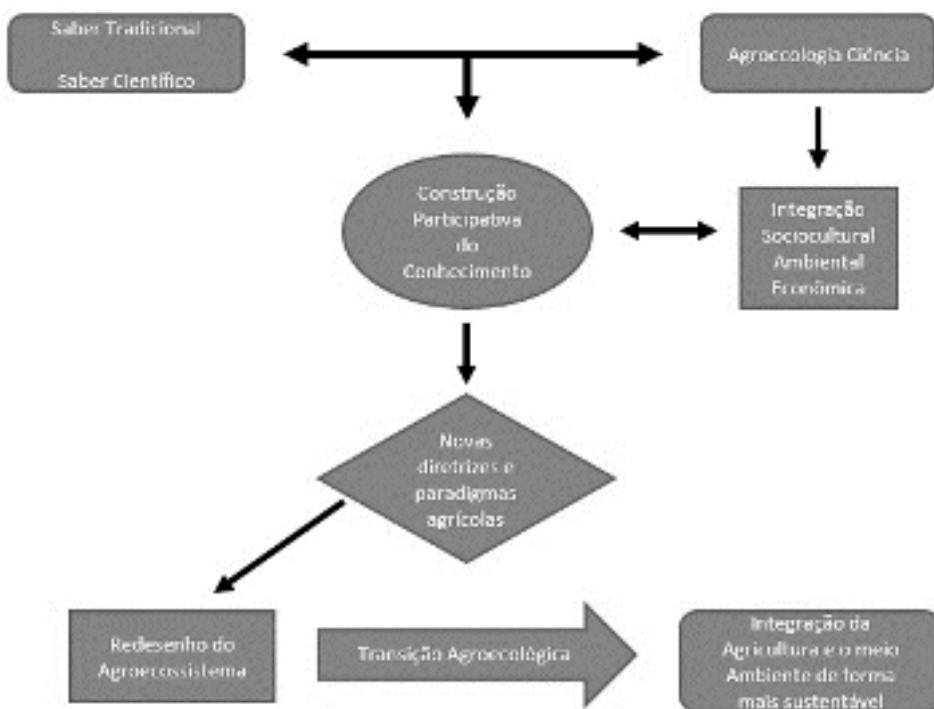


Figura 1. A construção do processo para a transição agroecológica. Fonte: autor

A construção do processo para a transição agroecológica.

Tabela 01. Funcionalidades do Manejo Ecológico de Solo e seu Benefício ao Agroecossistema.

Funcionalidade	Benefício ao Agroecossistema
Produção de Matéria Orgânica	<p>Induz a fixação de nitrogênio no solo, por meio de bactérias e fungos, deixando-os disponíveis para a planta</p> <p>Fornece nutrientes como enxofre (S), potássio (K), cálcio (Ca), amônio (Sb), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn), os quais compõem o grupo de macro e micronutrientes</p> <p>Aumenta a solubilidade do fósforo (P), permitindo que o mesmo esteja mais disponível para ser absorvido pelas plantas.</p> <p>Permite um maior desenvolvimento de micorrizas, resultando numa maior absorção de nutrientes pelos vegetais.</p>

	Permite a estabilização da temperatura superficial do solo, protege da erosão e aumenta a infiltração da água da chuva. Reduz a densidade e a aeração do solo, permitindo um melhor desenvolvimento das raízes dos vegetais
Descompactação do Solo	Permite um maior desenvolvimento das raízes vegetais, aumentando a superfície de absorção de águas e nutrientes Melhora a infiltração de água no solo. Aumenta a absorção de água pelo solo. Recupera os Recursos Fluviais Subterrâneos
Controle de Pragas e Doenças	Considerando a Teoria da Trofobiose, elaborada por Francis Chaboussou, em 1969 (CHABOUSSOU, 1987), entende-se que o desequilíbrio nutricional torna uma planta mais suscetível ao ataque de pragas e doenças. Assim, o equilíbrio na disponibilidade de nutrientes, proporcionado pelo manejo ecológico do solo, torna o cultivo vegetal menos vulnerável a esse ataque.
Conservação da Agrobiodiversidade	Maior Segurança para a Produção Agrícola Proporciona Segurança Alimentar Conserva a variabilidade genética de espécies pertencentes a fauna e à flora Conserva os polinizadores e dispersores de sementes das espécies vegetais Garante a manutenção de diversos processos ecológicos
Resiliência dos serviços ecossistêmicos	Restabelece os Serviços Ecossistêmicos

Esse processo de mudança do convencional ao agroecológico é denominado de transição agroecológica. Essa transição deve implicar em novas racionalizações econômico-produtivas, levando em consideração a biofísica de cada agroecossistema, além da mudança em aspectos e atitudes dos agentes sociais, em relação às práticas de manejo e sua relação com os recursos naturais (VALENT, 2014). Assim, esse processo de transformação é particular para cada localidade, onde considera-se os processos histórico socioculturais, a organização social e territorial e a relação homem/natureza já previamente estabelecida (SCHMITT, 2011; CAMARGO, 2007).

Dessa forma, esse processo foi dividido de forma genérica em três estágios, que podem ser em sucessão ou não (CAMARGO, 2007; DUARTE, 2009):

- Primeiro Estágio: o estágio da eficiência, onde busca-se obter o melhor desempenho dentro do agroecossistema previamente existente.
- Segundo Estágio: o estágio da substituição, onde prioriza a retirada de insumos danosos aos agroecossistemas.
- Terceiro Estágio: o estágio da reestruturação, onde acontece o redesenho do agroecossistema, de maneira produtiva e integrada, pautada nos princípios da agroecologia.

Assim, confere-se ao Manejo Ecológico de Solo a responsabilidade de iniciar todo esse conjunto de mudanças, pois sua reestruturação transforma o solo numa estrutura viva, deixando para trás a visão de mero “suporte” pregada pelo convencionalismo. Essa integração entre o manejo e o restabelecimento das interações do agroecossistema é fundamental para os sistemas de produção de base Agroecológica, sendo, portanto, chave no processo de transição Agroecológica. Além disso, a retomada de manejos tradicionais restabelece características socioculturais de comunidades de agricultores familiares, que haviam sido perdidas com o avanço do convencionalismo sobre elas.

II. Manejo Ecológico do solo e os serviços ecossistêmicos associados

Os ecossistemas funcionam de maneira dinâmica, onde sua compreensão depende de um mapeamento das constantes interações existentes entre seus elementos estruturais (ANDRADE e ROMEIRO, 2009; OLIVEIRA et al., 2019). Essas interações resultam em diferentes processos ecológicos que, posteriormente, transformam-se em serviços ecossistêmicos (WALLACE, 2007).

Esses serviços ecossistêmicos podem ser definidos como “os benefícios obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas, oriundos da interação entre a biodiversidade e o meio ambiente” (MEA, 2005). Esses benefícios surgem de forma direta ou indireta (MAES, 2016; COSTANZA et al., 1997), derivando das funções ecossistêmicas, onde avalia-se o potencial ou a capacidade de um ecossistema de gerar bens e serviços (GROOT et al., 2010; PARRON et al., 2019).

Em geral, os serviços ecossistêmicos podem ser classificados em provisão, os quais os seres humanos obtêm produtos dos ecossistemas; de regulação, benefícios que regulam processos naturais; de suporte, funcionam como apoio para a existência de outros serviços ecossistêmicos; cultural, benefícios imensuráveis obtidos pelo homem através da natureza (MEA, 2005). Assim, é intrínseco o entendimento da necessidade de preservar os ecossistemas naturais para a manutenção da vida humana no planeta (SUKHDEV, 2008).

Após descrito e definido os serviços ecossistêmicos e sua direta relação com a sociedade, pode-se perguntar: quais os benefícios do manejo ecológico de solos para a sua manutenção? Encontra-se a resposta em Jones et al., (2015) que apresenta o solo como a base da biodiversidade do planeta, sendo assim esse manejo alternativo fundamental para toda sua dinâmica.

Dessa forma, atribui-se ao solo diretamente a capacidade de armazenar, regular e liberar nutrientes e elementos essenciais, sendo responsável por grande parte dos ciclos biogeoquímicos encontrados na natureza (ANGHINONI et al., 2011; VEZZANI, 2015). Esses ciclos ocorrem dentro dos ecossistemas, onde seus componentes são definidos como: o componente biológico expressado pela relação dos organismos vivos e sua interação, tanto no processo de síntese orgânica como decomposição das substâncias. O componente geológico refere-se ao meio mineral como fonte de nutrientes (macro e micro) como nitrogênio (N), enxofre (S), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), que garantem fertilidade ao solo; e o componente químico definido pelo próprio ciclo de seus elementos (ANGHINONI et al., 2011).

O solo é o responsável pelo crescimento e desenvolvimento das plantas, sejam em ambientes naturais ou cultivados, mas seus serviços ecossistêmicos vão muito além disso. Deve-se considerar a relação do solo com o ciclo da água, pois é o responsável pela drenagem, estoque e fluxo, tanto dos corpos hídricos superficiais como subterrâneos. Outro ponto a observar são suas potencialidades e capacidade de fornecer matérias-primas, como fibras, madeiras, fungos e bactérias, que ajudam a fornecer medicamentos.

Ainda, pode-se interligar indiretamente o solo a outros serviços ecossistêmicos conhecidos (ANDRADE e ROMEIRO, 2009), permeando as categorias de provisão, regulação, suporte e cultural. O solo também conserva o legado arqueológico, essencial para preservação do patrimônio cultural da humanidade (ANGHINONI, et al., 2011; RODRIGUES, 2012; VEZZANI, 2015).

Contudo, o solo quando manejado sob as recomendações e práticas convencionais, com intensa mecanização, constante uso de agroquímicos e simplificação da agrobiodiversidade, tende a ter sua superfície e características básicas danificadas (PARRON et al., 2019). O que, consequentemente, prejudica sua capacidade de atuar direta e indiretamente sobre a manutenção dos diversos serviços ecossistêmicos associados (VEZZANI, 2015).

Nesse contexto, a condução através das práticas do manejo ecológico de solo funciona como uma ferramenta para a sua conservação e recuperação, visando a utilização de critérios que mantenham a capacidade produtiva, sem o comprometimento de nenhum processo ecológico (PRIMAVESI, 2002; ANDRADE et al., 2012). Ao utilizar práticas que propiciem essa conservação, deve-se considerar aspectos ambientais, econômicos, sociais e histórico-culturais, priorizando o aporte de matéria orgânica, proveniente de processos como a compostagem, utilização de biofertilizantes, utilização de cobertura morta ou adubação verde (PRIMAVESI, 2002; CASALINHO 2007; SANTOS et al., 2018). Alternativas como diminuição de insumos químicos, diversificação de espécies cultivadas nos agroecossistemas, plantio em sistema de rotação ou consorciação de culturas, utilização de variedades crioulas, manejo adequado das

plantas espontâneas, devem ser utilizadas para a reestruturação do solo degradado, propiciando o restabelecimento dos serviços ecossistêmicos (CASALINHO 2007; PRIMAVESI, 2002; VEZZANI, 2015).

Vezzani (2015) afirma que, para desempenhar seu papel nos serviços ecossistêmicos, o solo depende do grau de complexidade de sua própria estrutura. Complexidade a qual é definida pelo número de elementos e suas relações lineares, ou não-lineares no agroecossistema. Assim, entende-se que, quanto mais complexa for a estrutura vegetal, mais complexa será a do solo devido, a sua intensa interligação (ANDRADE et al., 2012; VEZZANI, 2015).

Nessas condições, o manejo ecológico de solo busca o resgate de uma composição complexa que, outrora, fora degradada pela agricultura convencional, para a melhoria dos aspectos físicos do solo, aumentando a resistência à erosão hídrica e eólica; a presença de uma relação adequada de microporos, responsáveis pela retenção de água, e de macroporos, responsáveis pela drenagem da água e aeração do solo, promovendo fluxos de água e ar adequados para a vida no solo; maior retenção/adsorção de nutrientes, aumentando o estoque dos mesmos no sistema; maior retenção/adsorção e/ou complexação de compostos orgânicos e inorgânicos.

Com isso, é possível atenuar ou até inativar os possíveis efeitos tóxicos ou poluentes; aumentar a quantidade de nutrientes para as plantas e organismos provenientes dos compostos orgânicos, os quais contêm elementos essenciais para as plantas na sua composição, resultando, também no favorecimento da fauna edáfica, pela maior quantidade de energia e carbono, oriundos dos compostos orgânicos; aumentar a eficiência da ciclagem dos elementos químicos, pelo favorecimento das condições físicas e nutricionais à atividade dos microrganismos; aumentar a diversidade da biota edáfica e do sistema solo como um todo, em função da maior quantidade de carbono, promovendo condições para o solo suportar estresses; aumentar o estoque de carbono, evitando a emissão de CO₂ para a atmosfera, e, assim, diminuindo o efeito estufa; resistência a perturbações e resiliência do sistema como um todo (VEZZANI e MIELNICZUK, 2011).

Dessa forma, o restabelecimento sob as diretrizes e bases da agroecologia, através do processo da transição agroecológica e do manejo ecológico de solos, propicia ao solo do agroecossistema a capacidade de exercer suas funções e cumprir com os serviços ecossistêmicos associados, contribuindo positivamente para a saúde humana, além de refletir nas questões econômicas e ambientais.

III. Manejo Ecológico de Solo e a conservação da agrobiodiversidade edáfica

A biodiversidade pode ser conceituada como a variedade de seres vivos, sejam eles de origem terrestre ou aquática, inseridos em determinado ecossistema. Dentre suas variáveis, identifica-se a agrobiodiversidade como o principal componente responsável pela manutenção de processos, funções e estruturas dos ecossistemas agrícolas, denominados como agroecossistemas (ALTIERI, 2002; BAIDU-FORSON et al., 2012; FAO, 2008).

Baidu-Forson et al., (2012), sugerem que essa agrobiodiversidade engloba toda a diversidade biológica com interligação à agricultura, como variabilidade de plantas, animais e microrganismos de todos os níveis, além de considerar também as ligações socioculturais que influenciam os ecossistemas. Nesse contexto, surge a agrobiodiversidade funcional, que define exclusivamente os organismos e elementos da paisagem que dão suporte aos serviços ecossistêmicos diretamente ligados à agricultura (BIANCHI et al, 2013). Torna-se importante ressaltar a relação positiva dos conceitos com a agricultura, visto que são reincorporados aos ecossistemas agrícolas os organismos anteriormente considerados como maléficos pela agricultura convencional, para o desempenho de seu papel natural (LIMA et al., 2019).

Dessa forma, torna-se importante ressaltar que a maior parte da biodiversidade global é composta por invertebrados onde a grande maioria desse grupo integra a composição da comunidade do solo (RAFAEL et al., 2012). Assad (1997) definiu essa comunidade como edáficos sendo

“aqueles que vivem permanentemente ou passam pelo menos uma fase do seu ciclo de vida no solo”

Assad (1997) p.366

Eles são divididos em categorias genéricas de micro, meso e macrofauna, a depender de seu tamanho corporal. (MELO et al., 2009). Esses organismos, em conjunto com as raízes das plantas, compõem a fração viva da matéria orgânica, e podem ser utilizados como biondicadores, uma vez que estão intimamente relacionados à composição biogeoquímica do solo através de uma estreita inter-relação (MENDES et al., 2009).

Os invertebrados edáficos, em conjunto com os microrganismos e as plantas, são capazes de modificar a funcionalidade do solo, exercendo uma regulação direta sobre os processos fundamentais, como a decomposição e ciclagem de nutrientes (GARLET, 2010; PERRANDO, 2008), e estando ligados de maneira indireta a outros serviços ecossistêmicos. Além disso, desempenham o papel de indicadores, visto que apresentam alta sensibilidade às alterações da cobertura vegetal e ao manejo adotado (MOÇO, 2009). Essas características influenciam diretamente em seus índices de abundância e riqueza (AZEVEDO e SANTOS, 2000; MOÇO, 2009; SILVA et al., 2011), componentes da diversidade ecológica. Deve-se levar em consideração, ainda, segundo Cranston e Gullan (2007), variáveis como o clima, o local, a pluviosidade e a umidade de solo, como fatores associados às diferentes coberturas vegetais para definir a composição dessa comunidade.

A simplificação excessiva das paisagens e dos agroecossistemas atuais provenientes da agricultura convencional contribui para o declínio populacional da agrobiodiversidade dos organismos edáficos, comprometendo seu ciclo de vida pela alteração da qualidade do solo e dos microhabitats suportados pela paisagem (KIMBERLING, 2001; SANTILLI, 2009). Lavelle (1996), afirma que sistemas agrícolas convencionais terminam por extinguir grupos funcionais da fauna edáfica, sendo substituídos por poucos organismos generalistas (SANTILLI, 2009). Contudo, algumas dessas espécies insubstituíveis, consideradas “espécies-chave”, ao terem suas funções ecológicas suprimidas do sistema, provocam uma desestruturação das relações interespecíficas e intraespecíficas, levando ao total colapso ecossistêmico (CRANSTON e GULLAN, 2007).

Assim, encontra-se no manejo ecológico a solução para evitar a perda dessa agrobiodiversidade, fundamental para o equilíbrio e funcionamento do agroecossistema. A literatura demonstra que práticas como o consórcio entre espécies arbóreas, cultivos agrícolas e animais em sistemas denominados agroflorestais (SAF), tendem a propiciar a melhoria nas propriedades físico-químicas de solos, além de influenciar diretamente na atividade e restabelecimento de microrganismos e outros elementos da fauna edáfica (RODRIGUES, 2012; MENDONÇA et al., 2001). Além disso, outras práticas citadas, como adubação verde, cobertura morta e acréscimo de biomassa vegetal ao solo, também estão diretamente ligadas ao aumento da agrobiodiversidade meso/macro/micro edáfica, o que virá a contribuir com a fertilidade e a saúde do solo (VERZANNI, 2015; RODRIGUES, 2012; FERREIRA e KATO, 2003).

O manejo ecológico de solo é uma alternativa para melhorar o desempenho agrícola, mitigando os efeitos gerados pela agricultura convencional na agrobiodiversidade (FALCÃO, 2015). Além disso, auxilia na conservação dessa biodiversidade fundamental para manter diversos serviços ecossistêmicos (KLEIJN, 2015), sendo considerado uma ferramenta chave no processo de transição agroecológica para auxiliar o restabelecimento da biodiversidade agrícola.

No entanto, é importante ressaltar que a adoção de práticas agroecológicas isoladas pode apoiar a transição agroecológica e constitui em importante etapa desse processo. Mas, não constitui o processo no todo e nem permite mudanças substanciais que suportam sistemas de produção mais sustentáveis. As transformações são em diversas dimensões, com olhares sistêmicos e incorporação de processos integrados, que permitam avanços locais que se espelhem e adotem sistemas de produção que incluem as características e processos dos ecossistemas tropicais naturais.

Considerações Finais

Conclui-se que é de grande importância o manejo ecológico de solo para o processo de transição agroecológica. Estruturalmente, deve-se começar pelas camadas basais dos agroecossistemas, recompondo as estruturas saudáveis do solo, proporcionando uma transição coesa e gradativa. Entende-se que esse manejo permeia a transdisciplinaridade da Agroecologia, com papel na retomada dos saberes tradicionais dos agricultores familiares, para resultar em benefícios socioeconômicos e culturais. Assim, a preservação das condições adequadas de manejo do solo funciona como ferramenta para o restabelecimento da agrobiodiversidade, dos serviços ecossistêmicos e como uma peça-chave para o processo de transição agroecológica. Pode-se identificar, no manejo ecológico de solo, um exemplo para o entendimento do papel da Agroecologia como movimento, prática e ciência, visto que essa tripla associação resulta em técnicas saudáveis que refletem nos agentes transformadores e na sociedade em geral.

Referências Bibliográficas

- ABREU, L. S. de. **A construção social da relação com o meio ambiente entre agricultores familiares da Floresta Atlântica Brasileira.** IMOPI, 2005, 147p.
- ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da revolução verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? **Revista de Economia.** Editora UFPR, Paraná. p. 31-53, 2007.
- ALMEIDA H. C.; ALMEIDA D.; ALVES, M. V.; SCHNEIDER J.; MAFRA A. L.; BERTOLI I. Propriedades químicas e fauna do solo influenciadas pela calagem em sistema semeadura direta. **Ciência Rural – Santa Maria**, p. 1462-1465, 2007.
- ALTIERI, M. A. **Agroecología: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1998.
- ALTIERI, M. A. **Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables.** Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Buenos Aires – La Plata, 2002.
- ALTIERI, M. A. **Agroecología: bases científicas para uma agricultura sustentável.** São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2008. p. 363-378.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **IE/UNICAMP.** 2009.
- ANDRADE, L. V.; ROMA, T. N. de; BALIEIRO, K. R. de C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **CERNE [online].** 2012.
- ANDRADES, T. O. de; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora. p.43- 56, 2007.
- ANGHINONI, I. MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; SOUZA, E.D.; CONTE, O. LANG C. R. Benefícios da integração lavoura – pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Sistema Plantio Direto**, Ponta Grossa. 2011.
- ASSAD, M. L. L. **Fauna do solo.** Biologia dos solos dos Cerrados. Planaltina: Embrapa. 1997. 363-443p.
- ASSIS, R. L. de. **Agroecologia no Brasil: análise do processo de difusão e perspectivas.)** – Instituto de Economia. 2002. 173 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002
- AZEVEDO, C.O.; SANTOS, H.S. Perfil da fauna de himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão.** 2000.
- BAIDU-FORSON, J.J.; HODGKIN, T.; JONES, M. Introduction to special issue on agricultural biodiversity, ecosystems and environment linkages in Africa. **Agriculture, Ecosystems and Environment.** v. 157, p. 1-4, 2012.
- BIANCHI, F.J.J.A.; MIKOS, V.; BRUSSAARD, L.; DELBAERE, B.; PULLEMANA, M.M. Opportunities and limitations for functional agrobiodiversity in the European context. **Environmental Science and Policy**, v. 27, p. 11-20, 2013.
- BRUSSAARD, L.; CARON, P.; CAMPBELL, B.; LIPPER, L.; MAINKA, S.; RABBINGE, R.; BABIN, D.; PULLEMAN, M. Reconciling biodiversity conservation and food security: Scientific challenges for a new agriculture. **Current Opinion in Environmental Sustainability.** V. 2, p. 34-42, 2010.
- CAMARGO, P. Fundamentos da transição agroecológica: racionalidade ecológica e campesinato. **Revista Agrária.** n. 7, p. 156-181, 2007
- CAPORAL, F.R.; AZEVEDO, E. O. (Org.). **Princípios e Perspectivas da Agroecologia.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, 2011.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável.** Brasília: MDA/SAF/DATER-IIICA. 2004.
- CASALINHO, H. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de Agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 2, p. 195-203, 2007.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose.** Tradução de GUAZELLI, M. J. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature** 387, p. 253–260, 1997.
- CRANSTON, P.S; GULLAN, P.J; **Os Insetos um Resumo de Entomologia.** 3ª Edição, São Paulo: Roca. 2007.
- DINIZ-FILHO, J.A.F., T.F.L.V.B. RANGEL, L.M. BINI & B.A. HAWKINS. Macroevolutionary dynamics in environmental space and the latitudinal diversity gradient in New World birds. **Proc. Roy. Soc. B** 274: 43-52. 2007.
- DUARTE, L. R. R. **Transição Agroecológica: Uma estratégia para convivência com a realidade semi-árida do Ceará.** 2009. 125 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2009.
- FALCÃO, B. M. L. **A percepção do agricultor familiar sobre solos e agroecologia: estudo de caso em Boa Vista-PB.** 2015. 72p. (Trabalho de Conclusão de Curso - Superior de Tecnologia em Agroecologia), Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – Paraíba. 2015.
- FERREIRA, J. H. O.; KATO, M. S. A. Influência do método de preparo da área na mesofauna do solo na região Nordeste do Pará. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNICA ORIENTAL, 1, 2003, Belém, **Resumo expandido**, UFRA, Belém, 2003.
- FIEIRA, C.; BATISTA, K.A. Agroecologia e o manejo ecológico do solo. **Revista Synergismus Scyentifica.** v.4, n.1, 2009

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Biodiversity to curb world's food insecurity. Global conference on biological diversity in Bonn. FAO Newsroom. Rome. 2008. <<http://www.fao.org/newsroom/en/news/2008/1000841/index.html>>. Acesso em: 02 jul. 2017.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Status of the World's Soil Resources. 2015. 658p.
- GARLET, J. **Levantamento Populacional da Entomofauna em Plantios de Eucalyptus spp. Santa Maria - RS**, 2010. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2ed. Porto Alegre: Editora Universidade, 2001. 656p.
- GROOT, R. S. de, ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; HEIN, L.; WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, 2010.
- GUIBOSHI, M.L.; RODRIGUES, L.H.A.; LOMBARDI NETO, F. Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. p.861-866. 2006.
- JONES, A., DUNBAR, M.B., ORGIAZZI, A., ROMANOWICZ, A., PAYA-PEREZ, A., MULHERN, G., TOTH, G., MONTANARELLA, L. Soil – What is it good for? Joint Research Centre, **European Comission**. 2015.
- KIMBERLING, D. N. Measuring human disturbance using terrestrial invertebrates in the shrub-steppe of eastern Washington (USA). **Ecological Indicators**, 2001.
- KLEIJN, D. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. **Nature Communications**. 2015.
- KUBISZEWSKI, T. S. **Transição Agroecológica: estudo de caso em uma propriedade no município de Charqueadas, RS atendida pela Emater/RS-ASCAR**. 2019. 30p. (Trabalho de Conclusão de Curso - Agronomia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019.
- KUMMER, L. **Metodologias Participativas no Meio Rural: Uma visão interdisciplinar conceitos, ferramentas e vivencias**. GTZ e Desenvolvimento local. Salvador, 2007. 155p.
- LABELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, n. 33, 1996.
- LIMA, R. W. S.; DIAS, D. S.; SILVA, C. A. R.; ARAUJO, K. D. Macrofauna invertebrada no compartimento solo, em Maceió, Alagoas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, 2019.
- MAES, J. An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. **Ecosystem Services**. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041615300504>>. Acesso em: 02 jul. 2017.
- MARIN, J. O. B. Agricultores familiares e os desafios da transição agroecológica. **Revista UFG**. v. 11, n. 7, 2009.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Edunesp; DF: NEAD, 2010. 567p.
- MELO, F. V. de BROWN, G. G. CONSTANTINO, R. LOUZADA, J. N. C. LUIZÃO, F. J. MORAIS, J. W. de ZANETTI, R. A importânci da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**, 2009.
- MELO, D. M. A.; REIS, E. F.; RODRIGUES, G. T.; COARACY, T. N.; SILVA, W. A. O.; ARAÚJO A. E. Etnopedologia na qualidade de solos de agroecossistemas em transição agroecológica. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2019.
- MENDES, L. C; HUNGRIA, M; JUNIOR, F. B. R; **Bioindicadores para Avaliação da Qualidade dos Solos Tropicais: Utopia ou Realidade?** Embrapa Cerrado, Planaltina – DF. 2009.
- MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; FERREIRA-NETO, P. S. Cultivo de café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, v. 25, n. 3, p. 375-383, 2001.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis. **Island Press**, Washington, DC. 2005.
- MOÇO, M. K. S. Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 127-138, 2009.
- MULLER, J. M.; LOVATO, P. E.; MUSSOI, E. M. Do tradicional ao agroecológico: as veredas das transições (O caso dos agricultores familiares de Santa Rosa de Lima/SC). **Eisforia (UFSC)**. v. 1, n.1, p. 98-121, 2002.
- OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, S. V. G. de; RÊGO, V. G. de S.; MEDEIROS, F. S. de; FARIA, S. A. R.; LIMA, J. R. de. Diagnóstico ambiental da utilização da terra e de implicações ecológicas em microrregião da Serra do Teixeira, Patos (PB). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.14, n.4, p. 170-184, 2019.
- PARRON, L. M.; RUIZ GARCIA, J.; MOREIRA, J. M. M. Á. P.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Avaliação de serviços ecossistêmicos em sistemas agrossilvipastorais. **Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica**, v. 30, p. 81-100, 2019.
- PERRANDO, E. R. **Caracterização física e biológica do solo após aplicação de herbicidas em plantios de Acácia-Negra (Acacia mearnsii De Wild.) no Rio Grande Do Sul**. 2008. 93 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

- POSTMA-BLAUW, M.; de GOEDE R.G.; BLOEM J.; FABER J.H.; BRUSAAD L. Soil biota community structure and abundance under agricultural intensification and extensification. **Ecological Society of America content in a tr. Ecology**, v. 91, n. 2, p. 460-473, 2010.
- PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo: A Agricultura em Regiões Tropicais**. Nobel, São Paulo, 2002. 549p.
- PRIMAVESI, A. Revisão do conceito de agricultura orgânica: Conservação do solo e seu efeito sobre a água. **Biológico**. 2003.
- RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B. de; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. (Eds.). 2012. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto. Holos Editora, 2012, 810 p.
- REICOVSKY, D.C. La perdida de dióxido de carbono en el suelo à causa de las labranzas. **Congresso. Nacional. Siembra Directa**. 1996.
- RODRIGUES, V. Desertificação: problemas e soluções. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; ROMERO, R.E. & SILVA, J.R.C., eds. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza, Universidade Federal Ceará, Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. 2000.
- RODRIGUES, D. M. Agrobiodiversidade e os serviços ambientais: perspectivas para o manejo ecológico dos agroecossistemas no estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 4, n. 1, p. 12-32, 2012.
- SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direito dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009. 519p.
- SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro: Record, 2001. 476p.
- SANTOS, A. N. O.; SANTOS, E. P. S.; JESUS, E. S.; ALVES-FILHO, E.; MAMEDE, T. C. A.; CASTRO, M. S. Técnicas de manejo ecológico do solo na comunidade Fazenda Campos no município de Amélia Rodrigues, Bahia. **Cadernos de Agroecologia, Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF**. v. 13, n. 1. 2018.
- SCHMITT, C. J. **Transição agroecológica e desenvolvimento rural: um olhar a partir da experiência brasileira**. In: BALESTRO, Moisés; SAUER, Sérgio. (Org.). Agroecologia e os desafios da transição ecológica. Expressão Popular, 2009. 328p.
- SILVA, A.C.C. **Monumento Natural Grota do Angico: Florística, estrutura da comunidade, aspectos auto-ecológicos e conservação**. 2011. 87p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2011.
- SUKHDEV, P. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Interim Report of the Convention on Biological Diversity. **European Communities**, Cambridge, United Kingdom. 2008.
- VALENT, J. Z. **O processo decisório na transição agroecológica dos agricultores da cooperativa leoboqueirense de agricultores familiares**. 2014, 98p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- VEZZANI, F. M. Solos e os serviços ecossistêmicos. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 8, p. 673-684, 2015.
- VEZZANI, F.M.; MIELNICZU, K. J. O solo como sistema. **Revista Brasileira de Solos**. p. 104, 2011.
- WALLACE, K. J. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. **Biological Conservation**. v. 139, n. 3-4, p. 235-246, 2007