

A IMPORTÂNCIA DE PRÁTICAS PROMOTORAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

Jéssica Figuera Oliveira, Universidade do Estado da Bahia, ma.jessicafiguera@gmail.com
Bruno Oliveira Cardoso, Universidade do Estado da Bahia, cardosocontabil.bahia@gmail.com
Maria Dolores Ribeiro Orge, Universidade do Estado da Bahia, mdrorge@uneb.br

José Antonio da Silva Dantas, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, antony.biotaxon@outlook.com

Resumo

O solo resulta da combinação de aspectos físicos, químicos e biológicos, sendo essencial ao funcionamento do ecossistema terrestre. Identificar e avaliar fatores que ocasionam sua degradação são passos importantes para prevenir o problema em ambientes antropizados. Este trabalho teve por objetivo principal evidenciar transformações de um biossistemas acerca da degradação do solo, com o intuito de promover uma ação educacional de discentes sobre questões relacionadas ao uso e ocupação do solo. Considerou-se a abordagem qualitativa de revisão da literatura com base na pesquisa bibliográfica de livros e artigos científicos de autores consagrados. A pesquisa concluiu que, apesar da aquisição de alimentos, matérias-primas e compostos químicos para o presente e o futuro da humanidade, as atividades humanas têm causado alterações e perda de biodiversidade, gerando impactos negativos que comprometem os serviços ambientais nos ecossistemas, seja para espécies silvestres como para os seres humanos.

Palavras-chave: Pedologia, Biossistemas, Degradação, Conservação.

1. Introdução

O solo resulta da combinação de interações físicas, químicas e biológicas, essenciais ao ecossistema terrestre. Identificar e avaliar fatores que ocasionam sua degradação são passos importantes para prevenir o problema em ambientes antropizados. (Doran;Sarrantonio; Liebig, 1996). Os principais elementos do solo incluem substâncias inorgânicas e frações minerais de quartzo, silte e argila, formas estáveis de matéria orgânica derivadas da decomposição realizada pela fauna edáfica, que mantém a vida no solo e é composta por minhocas, artrópodes, microbiota.

Como um sistema natural vivo e em constante transformação, o solo regula a produção de alimentos e confere equilíbrio ao ecossistema, servindo como meio para o crescimento de plantas, ao fornecer suporte físico, água, nutrientes e oxigênio para as raízes. O solo também desempenha um papel na regulação da água no ambiente e na degradação de substâncias



poluentes.

As funções principais contemplam três aspectos ecológicos e três relacionados à atividade humana. As funções ecológicas incluem: a) produção de biomassa (alimentos, fibras e energia); b) filtragem, neutralização e transformação da matéria para proteger o meio ambiente contra a poluição de águas subterrâneas e de alimentos; c) habitat biológico e reserva genética de plantas, animais e organismos, que devem ser protegidos contra a extinção (Blum; Santelises, 1994).

As funções relacionadas à atividade humana incluem: a) base física que serve para estruturas industriais e atividades socioeconômicas, habitação, sistema de transporte e disposição de resíduos; b) fonte de materiais particulados (grãos, argila e minerais); c) parte da herança cultural, paleontológica e arqueológica, importante para a preservação da história da humanidade.

Atividades agrícolas e ambientais são funções fundamentais do solo e incluem: a) meio propício para o desenvolvimento das plantas e habitat para animais e microrganismos; b) regulação do fluxo de água no ecossistema; e c) atuação como uma "barreira ambiental" na mitigação e decomposição de substâncias químicas prejudiciais (Larson; Pierce, 1994).

O presente trabalho teve como objetivo por objetivo principal evidenciar transformações de um biossistemas acerca da degradação do solo, com o intuito de promover uma ação educacional de discentes sobre questões relacionadas ao uso e ocupação do solo.

2. Fundamentação teórica

2.1 Práticas promotoras na conservação e manejo do solo

Adquirir conhecimento sobre a origem da degradação ambiental e identificar e avaliar seus efeitos no meio ambiente são passos essenciais para prevenir esse problema. Além disso, esse conhecimento nos capacita a determinar os procedimentos necessários para escolher as melhores medidas de recuperação, visando obter resultados eficazes (Souza, 2004).

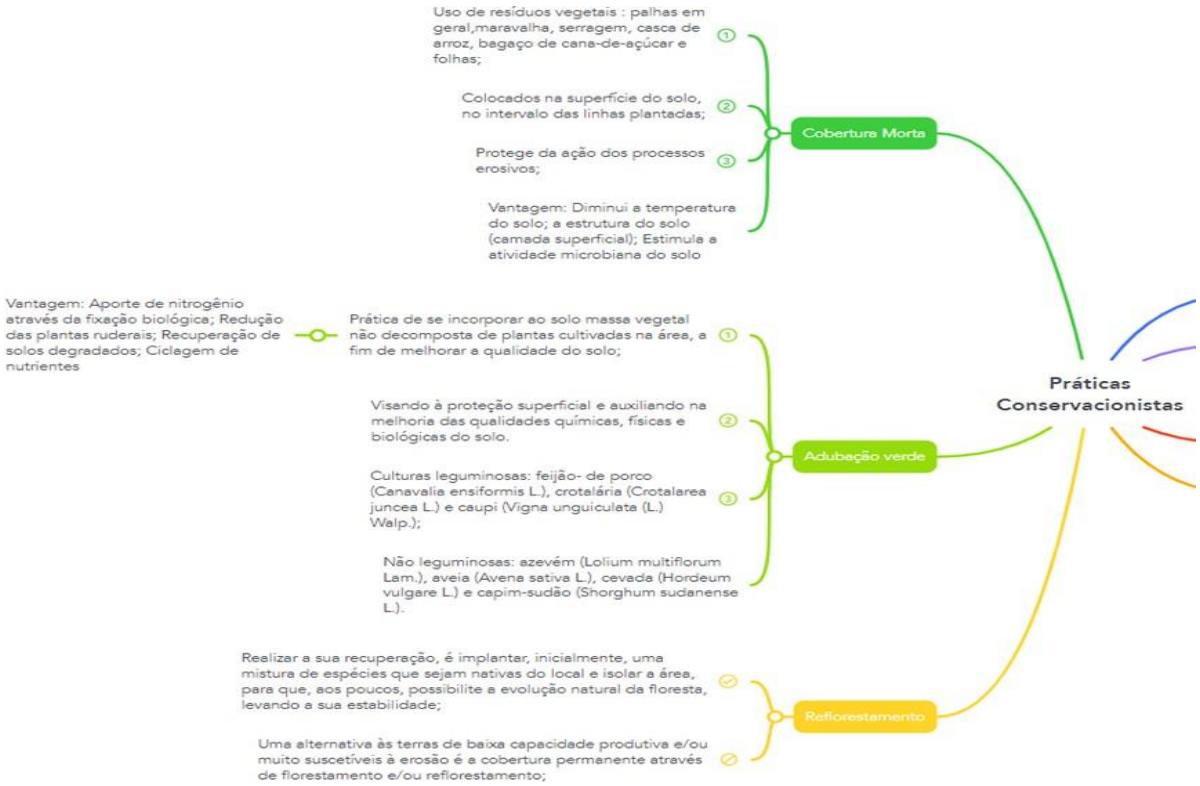
As perturbações causadas por fenômenos naturais, como vendavais, incêndios, terremotos, queda de árvores e inundações, onde a perda de matéria orgânica é baixa, podem ser revertidas pela capacidade de resiliência natural do biossistema. No entanto, a degradação ambiental pode atingir estágios mais avançados quando afeta o solo (Franco *et al.*, 2003). Atualmente, a falta de informação sobre o uso adequado do solo resulta em grandes perdas da qualidade e até da estrutura. Para mitigr esses problemas, podem ser adotadas práticas conservacionistas no manejo do solo.

Tais práticas são definidas como métodos utilizados para aumentar a capacidade de resistência do solo contra processos erosivos (Figura 1). Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2008), elas podem ser categorizadas em medidas edáficas, mecânicas e vegetativas. As medidas edáficas contribuem para a conservação do solo por meio de alterações no sistema de cultivo. Além de desempenharem um papel no controle da erosão, essas práticas também

mantêm ou melhoram a fertilidade do solo, como é o caso da adubação verde, supressão e controle de incêndios, correção do pH através da calagem, aplicação de fertilizantes químicos e orgânicos.

Como medidas mecânicas, podem ser mencionadas técnicas como o estabelecimento de caminhos e trilhas com distribuição racional, preparo e plantio em curvas de nível, construção de sulcos e leiras em pastagens, canais divergentes, escoadouros, terraços e degraus individuais. Essas tecnologias são estruturas artificiais que buscam reduzir a velocidade do escoamento da água da chuva e facilitar sua infiltração no solo.

Figura 1. Mapa mental elucidando as práticas promotoras de conservação do solo



Fonte: autoral, 2023.

As medidas vegetativas, de acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2008), utilizam a cobertura vegetal como forma de proteção contra a erosão. A densidade da cobertura vegetal é o princípio fundamental para a proteção do solo. Tais técnicas como reflorestamento, manejo adequado de pastagens, culturas de cobertura, plantio em faixas, plantio direto, faixas de vegetação permanente, rotação de capina, corte da vegetação rasteira, cobertura morta, faixas de vegetação nas bordas e quebra-vento são utilizadas. A seguir serão apresentadas algumas



dessas práticas.

2.2 Preparos do solo e alterações nas propriedades mecânicas do solo

Para Cardoso e Fortes Neto (2000), os métodos tradicionais de manejodo solo resultaram em sua deterioração física e química ao longo dos anos, levando os agricultores a abandonarem certas áreas e ocuparem novas terras, até que a renovação das áreas de mata ocorra para aumentar a matéria orgânica, melhorar a ciclagem de nutrientes e reduzir doenças.

Com a introdução da revolução verde, surgiram os fertilizantes químicos e houve uma intensificação dos cultivos, o que agravou a degradação física do solo até que ocorresse a transição para o sistema de plantio direto. No entanto, áreas de cultivo de tabaco, por exemplo, ainda sofrem com métodos convencionais de preparo do solo e falta de equipamentos que facilitem a adoção de práticas conservacionistas.

Tradicionalmente, para Raney e Zingg, (1957), os principais objetivos do preparo do solo são modificar a estrutura da camada superficial para facilitar a entrada, circulação e retenção de ar e água, criando assim condições físicas adequadas para as sementes e as raízes das plantas. Em segundo lugar, visa eliminar as ervas daninhas, a fim de evitar a competição por água, nutrientes e, às vezes, luz.

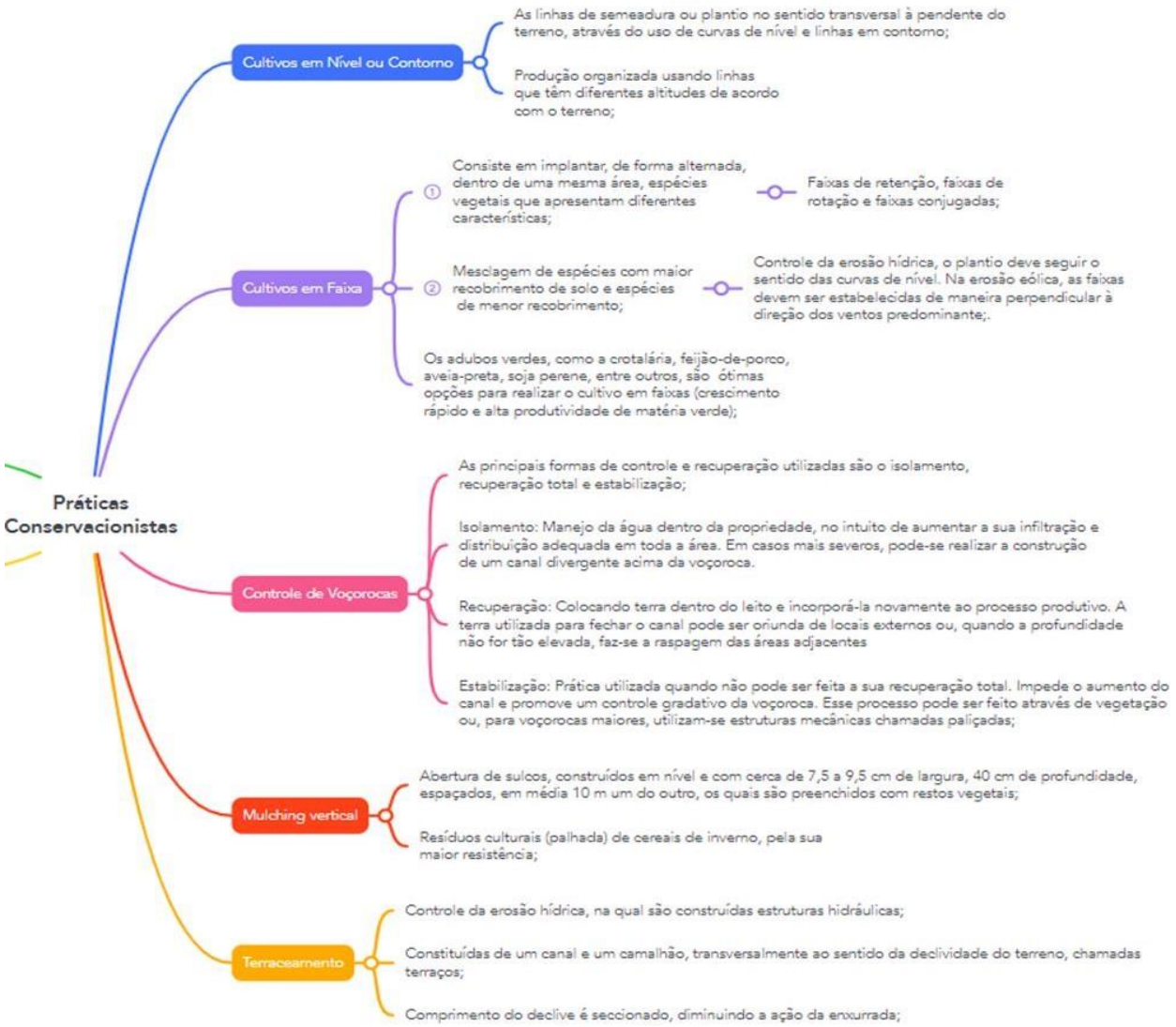
Além disso, para Larson e Gill (1973), os produtores de tabaco utilizam a revirada do solo para aplicar fertilizantes antes do plantio e, nas fases iniciais do cultivo, para trazer o solo mais próximo das raízes e cobrir o nitrogênio aplicado. No entanto, na maioria dos casos, esse tipo de preparo do solo causa alterações na estrutura da camada arável e incorpora os resíduos ao solo, deixando-o desprotegido e facilitando a erosão hídrica.

O tipo de equipamento utilizado e a intensidade do preparo do solo afetam a quantidade de resíduos culturais remanescentes na superfície e a cobertura do solo (Schick *et al.*, 2000). No preparo convencional, os restos culturais são totalmente incorporados, enquanto no cultivo mínimo são parcialmente incorporados, e no plantio direto a maior parte dos resíduos culturais é mantida na superfície (Bertol, 1997).

No entanto, os métodos de preparo conservacionistas reduzem a erosão hídrica em comparação com os métodos convencionais, uma vez que são menos intensivos e mantêm o solo coberto por um período maior (Cogo, 1981; Bertol, 1995). Assim, a forma de preparo do solo também influencia as propriedades físicas da superfície e subsuperfície, como estrutura, densidade e porosidade do solo, afetando a capacidade de infiltração de água e a suscetibilidade do solo à erosão (Figura 2).



Figura 2. Mapa Mental elucidando as práticas promotoras de conservação do solo.



Fonte: autoral, 2023.

A compactação do solo geralmente é atribuída ao tráfego de máquinas agrícolas e afeta várias propriedades físicas. No entanto, em regiões com terrenos íngremes, o manejo é realizado com tração animal, reduzindo esse problema. No entanto, devido à profundidade rasa do solo,



podem ocorrer camadas naturais de impedimento, como rochas em diferentes estágios de decomposição (Bertol, 1995).

Os sistemas de preparo do solo resultam em diferentes relações de porosidade e estrutura do solo. A compactação aumenta a densidade do solo e a microporosidade, enquanto a macroporosidade e a porosidade total diminuem (Fernandes *et al.*, 1983). No sistema de plantio direto, a ausência de revolvimento, o aumento da matéria orgânica e a não utilização de maquinário agrícola levam a uma lenta reconsolidação do solo, aproximando-se dos níveis naturais, com uma distribuição mais uniforme dos poros em profundidade. Por outro lado, o revolvimento dosolo promove um maior arranjo das partículas, criando maior porosidade total e macroporosi- dade do solo, contribuindo para a drenagem e erosão rápida do solo (Araújo; Monteiro; Abarkeli, 2003).

O biomonitoramento é um dispositivo de avaliação indireta, emprega seres vivos para aferir a qualidade ambiental baseando-se nas respostas desses às alterações do ambiente (Carneiro, 2004). Os bioindicadores são usados para averiguar essas alterações (Rodrigues; Gandolfi, 2000; Klumpp, 2001). Diante disso, eles devem ser capazes de identificar modificações nos parâmetros das populações, nas suas funções ecológicas ou na es-trutura das comunidades (Davis *et al.*, 2001).

No cenário atual, existem poucos estudos sobre os bioindicadores para avaliar a restauração ecológica. Nesse sentido, estudos sobre essa temática envolvem o reservatório e a chuva desementes, que expressam a dinâmica natural da vegetação e expressam o potencial de resiliência de uma comunidade (Sorreano, 2002; Araújo, 2002). A fauna edáfica pode ser sensível às práticas de manuseio do solo (Correia *et al.*, 2005, Pereira *et al.*, 2005) e às propriedades intrínsecas ao próprio ecossistema, como o tipo de serrapilheira, que pode sofrer variações em seu processo de acúmulo e decomposição dentro de um mesmo tipo de vegetação, dependendo do grau de perturbação da área (Arato; Martins; Ferrari, 2003; Araújo *et al.*, 2005).

2.3 Perda da biodiversidade e quebra de relações ecológicas ao degradar o solo

Segundo Gonçalves *et al.* (2000), entende-se por solo degradado aquele que sofreu perda total ou parcial de sua capacidade de sustentação, comprometendo o crescimento de plantas e outros organismos. Revelam que, no Brasil, essa ação está associada aos métodos de cultivo e ao desmatamento. Considerando a pecuária intensiva como uso do solo sem o manejo adequado, a conversão da vegetação original pode resultar na degradação dos atributos físicos do solo, modificando sua taxa de infiltração e do escoamento superficial, comprometendo o equilíbrio do sistema (Kageyama *et al.*, 2008).



De acordo com Bertol *et al*. (2001) em relação à degradação química do solo causada pela erosão, destacam-se a queda da qualidade e quantidade de matéria orgânica e dos teores de macro e micronutrientes (Kageyama *et al*., 2008). Para Kennedy (1999) se atribui a degradação química do solo como uma consequência da redução no volume de macroporos, aumento no volume de microporos e densidade do solo. Dependentes diretos dessas condições físicas e químicas, os macros e microrganismos podem ter suas comunidades drasticamente alteradas em curtos períodos. Em condições desfavoráveis, a diversidade e a riqueza desses organismos são rapidamente afetadas, reduzindo-se o que, por sua vez, afetará a biodiversidade de flora e fauna do local (Kageyama *et al.*, 2008).

De acordo com Moreira *et al*. (2008), a funcionalidade do solo, portanto, é compreendida a partir da diversidade microbiana, cuja ecologia depende do manejo e uso sustentável da terra. Mesmo reconhecendo que a biodiversidade está diretamente relacionada à estabilidade do ecossistema, ainda são insuficientemente explorados os papéis dos processos bioquímicos que eles medeiam no solo. Para classificar os microrganismos em grupos funcionais de acordo com suas atuações nos processos biológicos, é necessário um maior entendimento desses processos (Torsvik; Ovreas, 2002).

Torsvik e Ovreas (2002) afirmam que o metabolismo microbiano tende a ser baixo quando não há vegetação neste solo, e à medida que a vegetação volta a se estabelecer, a diversidade funcional microbiana cresce, podendo se tornar estável quando a sucessão vegetal chega a um estado estável (clímax).

Lavelle (2000) considera o solo composto por diferentes domínios funcionais, incluindo a rizosfera (volume de solo influenciado pelas raízes), termitosfera (ambiente influenciado por cupins), drilosfera (solo influenciado por minhocas) e rachadura (condições edafoclimáticas). Dentro desses domínios, ocorrem uma série de atividades que envolvem, como mencionado anteriormente, macro e microrganismos, que podem ser específicos ou não de cada domínio e estruturação do solo.

A perda na diversidade de espécies é um importante indicador de perda de resiliência, tendo como consequência a degradação na qualidade do solo (Lavelle, 2000). A extinção das espécies é uma das consequências da utilização inadequada do meio ambiente, das formasde vida e de nossa própria compreensão do que é necessário para a nossa sobrevivência. Ações antrópicas, como a extração excessiva de recursos naturais, a ocupação urbana e a degradação da biodiversidade, resultam na perda de espécies e na redução da diversidade genética (Helene; Marcondes, 1996; Lévêque, 1999).

Para Meysman *et al.* (2006), as interações entre a fauna do solo e a vegetação são numerosas e complexas, exigindo uma compreensão mais mecanicista dos efeitos da bioturbação nos microrganismos do solo, invertebrados do solo, dinâmica de nutrientes e sistemas



radiculares.

Lavelle (2000) enfatiza o papel dos macroorganismos relacionando-os às suas funções, princi-palmente detritívoras, enquanto os microrganismos são responsáveis pela mineralização dos nutrientes gerados e disponibilizados no solo novamente.

Para estabilizar e reverter os processos de degradação do solo, são necessárias intervenções baseadas em práticas de uso e manejo adequadas, evitando a pulverização, compactação e erosão causada pelas chuvas, além de restaurar funções como drenagem e retenção de água e nutrientes (Kageyama *et al.*, 2008).

3. Metodologia

A presente pesquisa tem o intuito de promover uma ação escolar, ou seja, que busca o esclarecimento aos discentes por questões relacionadas ao solo. Teve por finalidade responder de cunho teórico a questão norteadora acerca do que pode acontecer caso o ser humano continue a degradar os solos e os biossistemas apresentada no componente curricular: Introdução à biossistemas, ministrada pelos professores Dr. Marcos Antonio Vanderlei Silva e Dr. Adilson Alves Costa.

Considerou-se, para esta classificação, de um alcance exploratório com abordagem qualitativa sem que haja prejuízo no aspecto qualitativo, ao mesmo tempo em que há a comutação dos dados quantificáveis no intuito de conquistar uma melhor depuração nos resultados finais, assim esclarecido por Richardson (1999).

Para definir o tipo de pesquisa adotou-se o critério evidenciado por Vergara (2000), quanto aos meios, o trabalho adotado foi uma revisão da literatura, em que utilizou a pesquisa bibliográfica e foram realizadas de forma íntegra na busca de livros e artigos científicos de autores consagrados que fundamentaram a presente pesquisa. Esta escolha se justificou em razão do método escolhido e para qualificar sua importância.

Após análise do material coletado conforme buscas de palavras-chave como: biodiversidade, quebra de relações ecológicas, degradação do solo, práticas promotoras na conservação do solo, manejo do solo, foi criado um plano de trabalho que consistiu na busca base de artigos científicos, entre o período de 1981 a 2020, que fundamentaram este trabalho.

4. Resultados

Para Vries *et al*. (2013), o solo desempenha um papel central na provisão de serviços ecossistêmicos que beneficiam os seres humanos. Além de fornecer nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, ele desempenha um papel importante no armazenamento de quantidades significativas de carbono (C) e nitrogênio (N), o que contribui para o equilíbrio climático e a produção sustentável de alimentos (Eisenhauer *et al.*, 2012; Wagg *et al.*, 2018). No entanto, o bom funcionamento do ecossistema depende da magnitude do serviço ecossistêmico



fornecido não apenas por um organismo, mas sim por toda a biota que compõem a rede trófica do solo (Ferris; Tuomisto, 2015; Haygarth; Ritz, 2009). Por exemplo, minhocas e fungos desempenham um papel crucial como engenheiros do ecossistema, reestru-turando o material do solo e influenciando a erosão, a qualidade da água e o suprimento de água, que são serviços ecossistêmicos (Pulleman *et al.*, 2012). De acordo com Vazquez e*t al.* (2019), os microrganismos e seus consumidores desempenham um papel crucial como de- compositores de nutrientes. Alterações na comunidade microbiana podem resultar em reduçãonas taxas de ciclagem e decomposição, impactando o fornecimento de alimentos, fibras e água,além da capacidade do solo de reduzir a concentração de poluentes (Bardgett; Van Der Putten, 2014). Portanto, a abundância, biomassa e diversidade da biota são determinantes nas taxas e magnitudes dessas funções e serviços ecossistêmicos (FERRIS; TUOMISTO, 2015).

Para Hoogen *et al*. (2019), a biodiversidade do solo e sua contribuição para o ecossistema enfrentam diversas ameaças, sendo a mudança no uso da terra devido à intensificação agrícola e a subsequente perda de matéria orgânica, bem como as mudanças climáticas, fatores-chave (Li *et al*., 2016). De fato, nas últimas décadas, tem havido um aumento nos estudos que demon-stram que perturbações causadas pela atividade humana e as mudanças climáticas têm o poten-cial de alterar não apenas a população de um grupo funcional, mas também a comunidade de organismos presentes no solo como um todo, resultando na redução da magnitude do serviço ecossistêmico desempenhado por eles (Barnes *et al*., 2017; Newbold *et al*., 2015).

De acordo com Liu *et al*. (2016) a conversão de um ecossistema natural em uso intensivo do solo, como a prática agrícola, leva a uma redução na biomassa (atividade metabólica), abundância e diversidade da microbiota, composta por bactérias, fungos e seus consumidores, devido às mudanças diretas nas propriedades físico-químicas do solo (Adamczyk; Kitunen; Smolander, 2013). Por exemplo, a remoção da vegetação nativa seguida pelaatividade agrícola reduz a disponibilidade de recursos, como matéria orgânica, essenciais parao crescimento e desenvolvimento da microbiota do solo (Barnes *et al*., 2017; Mbuthia *et al*., 2015). Como resultado, ocorre uma diminuição no acúmulo de carbono orgânico e ni- trogênio no solo, afetando negativamente a ciclagem de nutrientes (Ito *et al*., 2013; Mann *et al*., 2019).

Conforme Schwarz *et al*. (2017), mudanças climáticas, como a redução da precipitação e o aumento da temperatura, têm impactos significativos na biodiversidade do solo (Darby *et al*., 2011; Frey; Elliott; Paustian, 1999). Essas mudanças afetam principalmente a interação entre consumidores e recursos, o que tem consequências para a estrutura das redes alimentares e o fluxo de energia e matéria nos ecossistemas (Eisenhauer *et al.,* 2012). A precipitação, por exemplo, desempenha um papel crucial no crescimento das plantas, no teor de matéria orgânica e nitrogênio do solo, na mineralização e na atividade microbiana (Song *et al*., 2017; Strickland; Rousk, 2010). A temperatura desempenha um papel crucial naregulação do ciclo biogeoquímico nos ecossistemas terrestres. Processos como a decomposiçãoda serrapilheira, a respiração do



solo e as atividades metabólicas dos organismos do solo são influenciados pela temperatura ambiental. A variação na temperatura afeta diretamente a taxa desses processos, o que, por sua vez, tem consequências significativas para a ciclagem de nu- trientes e a dinâmica dos ecossistemas (Bai *et al.*, 2010; Papatheodorou; Argyropoulou; Stamou, 2004).

5. Conclusões

Corporações vêm causando grande devastação na natureza, resultando em um desequilíbrio ecológico no mundo moderno. A biodiversidade foi significativamente destruída e o ambiente foi desestabilizado. Os recursos renováveis e não renováveis têm sido explora-dos de forma excessiva, colocando em risco a sua própria existência.

A lista de animais e espécies vegetais ameaçadas está em constante crescimento, aumentando o risco de extinção de muitas delas. Diversos fatores contribuem para essa perda de biodiversidade, incluindo a caça ilegal, o desmatamento de áreas que deveriam ser preservadas, como as matas ciliares, e as queimadas para fins pecuários e agrícolas. Esses eventos teriam impactos menos drásticos se adotassem uma abordagem equilibrada no uso desses recursos, como o respeito às áreas de preservação.

A aquisição de alimentos, matérias-primas e compostos químicos para medicamentos é essencial para o presente e o futuro da humanidade. Além disso, dependemos da manutenção dos processos de equilíbrio dos gases atmosféricos, do clima e da conservação do solo. No entanto, as atividades humanas têm causado alterações e perda de biodiversidade dos habitats naturais, o que tem impactos negativos nas funções dos ecossistemas. Esses ecossistemas desempenham um papel fundamental ao fornecer serviços ambientais não apenas para as outras espécies silvestres, mas também para os seres humanos.

6. Referências bibliográficas

ADAMCZYK, B.; KITUNEN, V.; SMOLANDER, A. Response of soil C and N transformations to condensed tannins and different organic N-condensed tannin complexes. **Applied Soil Ecology**, v. 64, p. 163-170, 2013.

ARAÚJO, A. S. F de; MONTEIRO, R. T. R.; ABARKELI, R. B. **Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils.** Chemosphere, v. 52, n. 5, p. 799-804, 2003.

ARAÚJO, R. S. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas (RJ) 2002**. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. **Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais**. Revista



Brasileira de Ciência do Solo, v. 21, p. 409-418, 1997.

BLUM, W. E. H.; AGUILAR, A. S. **A concept of sustainability and resilience based of soil functions:** the role of the international Society of Soil Science in promoting sustainable land use, p. 535-542, 1994.

CARES, S. J. E.; ESTEVES, A. M.. **Uso do Solo e Variações Climáticas na Caatinga e Seus Efeitos Sobre a Comunidade de Nematóides.**

COGO, N.P. **Effect of residue cover, tillage induced roughness, and slope length on erosion and related parameters**. West Lafayette, Purdue University, 1981. 346p. (Tese de Doutorado)

DARBY, B. J.; NEHER, D. A.; HOUSMAN, D.; BELNAP, J. (2011) **Few apparent short-term effects of elevated soil temperature and increased frequency of summer precipitation on the abundance and taxonomic diversity of desert soil micro- and meso-fauna. Soil Biol Biochem** 43:1474–1481

DAVIS, A. *et al.* **Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. Journal of Applied Ecology**, v.38, p.593-616, 2001.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. **Soil health and sustainability In**: Advances in Agronomy (Ed.), DL Sparks, Vol. 56. 1996.

EISENHAUER, N.; CESARZ, S.; KOLLER, R.; WORM, K.; REICH, P.B. **Global change belowground: impacts of elevated CO2, nitrogen, and summer drought on soil food webs and biodiversity.** Global Change Biology, 18: 435-447. 2012.

FERREIRA, C. A. G. Recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 202, p. 127-130, 2000.

FERRIS, H.; TUOMISTO, H. **Unearthing the role of biological diversity in soil health. Soil Biology and Biochemistry**, v. 85, p. 101-109, 2015.

FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de; CAMPELLO, E. F. C. **Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais**. In: Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, Mato Grosso do Sul, p. 1-24, 2003.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. **Reflexos do Cultivo Mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e nutrição das árvores**. In: Gonçalves, J. L. M.; Benedetti, V. (Ed) Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: IPEF/FAPESP, 2000.



HAYGARTH, P. M.; RITZ, K. **The future of soils and land use in the UK: soil systems for the provision of land-based ecosystem services.** Land Use Policy, v. 26, p. S187-S197, 2009.

HELENE, M. E. M.; BEATRIZ, M. **Evolução e biodiversidade: o que nós temos com isso?** São Paulo: Scipione, 1996.

ITO, T.; ARAKI, M.; HIGASHI, T.; KOMATSUZAKI, M.; KANEKO, N.; OHTA, H. **Responses of soil nematode community structure to soil carbon changes due to different tillage and cover crop management practices over a nine-year period in Kanto, Japan. Applied Soil Ecology**, v. 89, p. 50-58, 2015.

KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Recuperação Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1. Ed. Rev. Botucatu: FEPAF, 2008 xii, 340p.

KENEDDY, A. C. **Bacterial diversity in agrossystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, Amsterdam**, v. 74, n. 1, p. 65-76, 1999.

LAVELLE, P. **Ecological challenges for soil science. Soil Science, Washington**, v. 165, n. 1, p. 73-86, 2000.

MACHADO, M. R. *et al.* **Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação**. Revista Árvore, v. 32, p. 143-151, 2008.

MANN, C.; LYNCH, D.; FILLMORE, S.; MILLS, A. **Relationships between field management, soil health, and microbial community composition.** Applied Soil Ecology, v. 144, p. 12-21, 2019.

MEYSMAN, F. J. R.; MIDDELBURG, J. J.; HEIP, C. H. R. **Bioturbation: a fresh look at Darwin's last idea. Trends in Ecology & Evolution**, v. 21, n. 12, p. 688-695, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: Ed. UFLA, 2008. 768p.

NEPSTAD, D.C.; BROWN, I.F.; LUZ, L.; ALECHANDRE, A. & VIANA, V. (1992) **Biotics impoverishment of Amazon forests by rubber tappers, loggers and cattíe ranchers. Advances in Economic Botany**, 9: 1-14.

NEWBOLD, TIM *et al.* Global effects of land use on biodiversity differ among functional groups. **Functional Ecology**, v. 34, n. 3, p. 684-693, 2020.



PULLEMAN, M.; CREAMER, R.; HAMER, U.; HELDER, J.; PELOSI, C.; PERES, G.; RUTGERS, M. **Soil biodiversity, biological indicators and soil ecosystem services—An overview of European approaches.** Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 4, p. 529-538, 2012.

RICHARDSON, M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo, 1999.

SONG, D.; PAN, K.; TARIQ, A.; SUN, F.; LI, Z.; SUN, X.; ZHANG, L.; OLUSANYA, O.A.; WU, X. **Large-scale patterns of distribution and diversity of terrestrial nematodes. Applied Soil Ecology**, v. 114, p. 161-169, 2017.

SORREANO, M. C. M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades 2002**. FOLHAS Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável**. 2004.

STRICKLAND, M.S.; ROUSK, J. **Considering fungal: bacterial dominance in soils–methods, controls, and ecosystem implications. Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, p. 1385- 1395, 2010.

TORSVIK, V.; OVREAS, L. **Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. Current Opinion in Microbiology**, Amsterdam, v. 5, n. 3, p. 240-245, 2002.

VAN DER PUTTEN, W. H. *et al*. **Opportunities for soil sustainability in Europe. 2018.**

VERGARA, S. C. Começando a definir a metodologia. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**, v. 3, p. 46-53, 2000.

VIEIRA, I. C. G. *et al*. A importância de áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**, v. 2, p. 43-53, 1993.