

Relações entre manejo do solo e erosão hídrica: uma revisão bibliográfica

Juliana Aparecida Cantarino Toledo¹

¹Instituto Federal De Educação Ciência E Tecnologia Do Sudeste De Minas Gerais. E-mail:
juliana_cantarino@yahoo.com.br

Resumo: A degradação dos solos não é algo recente e vem se intensificando com o uso massivo dos recursos naturais. Dentre os fatores que contribuem para a sua degradação, no Brasil, a erosão hídrica se destaca e, em grande medida, se apresenta vinculada a atividades agrícolas. Dentre tais atividades, são evidenciadas aquelas vinculadas ao manejo *convencional* dos solos que, em resumo, abrangem a relação de aspectos como o solo desprotegido, o histórico de uso, o regime de chuvas e características específicas da área, contribuindo para a intensificação da erosão. Num movimento oposto a esse molde convencional de manejo, a *agroecologia*, enquanto ciência prática e movimento social, busca uma reconciliação entre agricultura e natureza. Tem como proposta o enfoque em agrossistemas complexos cujas múltiplas interações dos seus componentes prezam por mecanismos que possibilitem sistemas de produção capazes de subsidiar a fertilidade do solo, sua produtividade e a sanidade dos cultivos, embutida de uma preocupação com a manutenção da vida no solo. O presente trabalho faz uma comparação entre os impactos causados pela agricultura convencional e agroecológica na dinâmica dos processos erosivos relacionados a erosão hídrica. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a gênese do solo, os processos erosivos e as formas de uso desse nos modelos convencional e agroecológico de produção em que se evidenciou os principais efeitos de ambas.

Palavrtas-Chave: produção, agroecologia, preservação

Soil management and water erosion: a literature review

Abstract: Soil degradation is not something recent and has been intensifying with the massive use of natural resources. Among the factors that contribute to its degradation, in Brazil, water erosion stands out and, to a large extent, is linked to agricultural activities. Among such activities, those linked to conventional soil management are highlighted, which, in short, cover the relationship of aspects such as unprotected soil, the history of its use, rainfall regime and specific characteristics of the area, contributing to the intensification of erosion. Agroecology, as a practical science and social movement, seeks a reconciliation between agriculture and nature in a movement opposite to the conventional management model. Its proposal is to focus on complex agrosystems whose multiple interactions of its components value mechanisms that enable production systems capable of subsidizing soil fertility, its productivity and crop health, embedded in a concern with the maintenance of life in the soil. This paper makes a comparison between the impacts caused by conventional and agroecological agriculture on the dynamics of erosive processes related to water erosion. A bibliographic review was carried out on the genesis of the soil, the erosion processes and the forms of use of this in the conventional and agroecological models of production in which the main effects of both were evidenced.

Keywords: production, agroecologt, preservation

INTRODUÇÃO

A humanidade desenvolveu modos de vida associados à manutenção de sua sobrevivência. O desenvolvimento da agricultura e pecuária resultou em um desses, o sedentarismo, marco da história humana (BRITO; RIBEIRO; FEITOSA, 2006). De

acordo com Paulos, Muller e Barcellos (2000), o modelo Tradicional de agricultura implantado, gradualmente nesses tempos era realizado, basicamente, a partir de práticas como o uso controlado do fogo, mão de obra e tração animal, rodízio de terras, domesticação e melhoramento de espécies e variedades, integração com a

natureza.

No cenário apresentado no parágrafo anterior, o agricultor tinha um maior controle de sua produção, inclusive das pragas, dependendo, minimamente, de recursos externos. Por outro lado, essas práticas práticas convencionais provocaram, também, efeitos negativos como aceleração dos processos erosivos. Tal modelo vem sendo perpetuado, modificando paisagens das mais variadas formas e fins e de modos positivo e negativo (BRITO; RIBEIRO; FEITOSA, 2006, p. 2).

Mais recentemente, por volta da década de 1950, o modelo Tradicional vem sendo suplantado por outro, o Convencional. A partir de então, são acrescentadas tecnologias ditas modernas ao agricultor, dependente de mecanização e de insumos externos, uso massivo de controle químico de pragas, etc. No modelo Convencional o agricultor se torna cada vez mais dependente de quem fornece tais tecnologias. Além disso, o uso de muitos produtos químicos e a busca por lucro e produtividade vem causando a poluição de mananciais, acelerando processos erosivos, modificando as paisagens de maneira ainda mais intensa (BRITO; RIBEIRO; FEITOSA, 2006).

Em relação à paisagem, Maximiano (2004), afirma que ela pode ser compreendida como o resultado dos processos de interação entre elementos de origem natural e aqueles provocados pela ação humana. Assim, a pouca atenção aos efeitos resultantes da ação descometida dos solos vem provocando impactos negativos ao meio ambiente e as paisagens, em geral frutos da erosão. Amorim (2012), considera o ambiente fruto da relação dialética e holística entre os aspectos naturais, econômicos e sociais. Ou seja, um sistema dotado de complexidade dada a sintonia, amplitude e não linearidade das relações entre os fenômenos provocados pelas ações naturais e antrópicas. Somam-se a isso, as distintas respostas e níveis de organização e graus de complexidade dos

ambientes no tempo e no espaço, especialmente pela intensificação das “transformações socioespaciais vivenciadas no século XXI” (AMORIM, 2012, p. 99).

Ações como as anteriormente relatadas tem levado a degradação dos solos das mais distintas formas e nas mais diversas regiões do mundo, culminando na ascendente preocupação com finitude desses solos e os impactos nocivos advindos desses processos ao meio ambiente. O solo, por muito tempo, foi tratado como um mero recurso, não sendo, dessa forma, concebido como um elemento dotado de vida e funções ambientais essenciais a manutenção dos sistemas ambientais. Atualmente, mesmo com o grande conhecimento adquirido sobre o tema, ainda são feitos usos dos solos sem uma preocupação com a manutenção de suas características físicas e químicas, sem um manejo adequado, que considere suas especificidades e que valorize a conservação de sua fertilidade.

Em relação a isso, é importante destacar que a escença do modo convencional de produção agrícola e a pouca preocupação com a proteção do solo pelos efeitos das chuvas vem acelerando os processos de erosão hídrica, um dos principais tipos de erosão que afetam os solos brasileiros, pela característica climática do país. Estudos mais recentes vêm produzindo conhecimento de modo a orientar o entendimento acerca do solo e sua gênese, além de formas e técnicas de uso mais consciente e conservacionista. Sob a mesma lógica também vem sendo promovidas formas mais ecológicas de produção agrícola, orientadas pela preservação da natureza, como a agroecologia. Nesse modelo, são valorizados, entre outros elementos, técnicas e práticas que prezam pela conservação dos solos, da biodiversidade e a redução do emprego de insumos externos, valorizando a interação entre os elementos presentes no ambiente, práticas que caminham na contramão do

que vem sendo feito no modo convencional de produção agrícola.

Assim, o presente texto busca discutir os impactos da erosão hídrica a partir de uma comparação entre a agricultura convencional e agroecológica com base em uma revisão de literatura. O texto é um recorte de uma pesquisa realizada como requisito para obtenção do título de especialização em agroecologia, realizado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. A título de organização, para a produção do presente artigo, buscou-se, num primeiro momento, realizar uma revisão sobre as origens do solo e processos de degradação, especialmente os erosivos. Na sequência, a caracterização da erosão hídrica e sua atuação nos processos de degradação e, por último, uma comparação entre os manejos convencional e agroecológico e seus efeitos aos processos erosivos, destacando os principais pontos de ambos os moldes. É importante ressaltar que este estudo apresenta breves considerações sobre o tema, tendo em vista o vasto número de publicações existentes.

RELAÇÕES ENTRE ORIGEM, DEGRADAÇÃO E PROCESSOS EROSIVOS DOS SOLOS

Numa visão bastante reducionista, o solo é visto como essencial a realização de inúmeras atividades humanas, como a confecção de produtos da construção civil, o tratamento de resíduos, a produção agrícola, ornamentais, entre outras. No entanto, a ele deve ser acrescentada a sua função ambiental.

De acordo com Andreoli, Andreoli e Junior, (2012), as abordagens sobre a disponibilidade de água potável pouco mencionam o solo e suas contribuições para a manutenção da sua qualidade. São encontrados na literatura trabalhos relatando que o solo é dotado de propriedades químicas. Assim, aqueles com uma elevada carga (CTC –

Capacidade de Troca de Cátions) são caracterizados por um elevado poder de filtro (ANDREOLI; ANDREOLI; JUNIOR, 2012, p.8). Já os saturados em água, “possuem uma carga quase nula, conseqüentemente uma capacidade filtrante baixa, sendo uma das justificativas para a preservação de planícies e porções baixas próximas a canais de drenagem” (ANDREOLI; ANDREOLI; JUNIOR, 2012, p.8).

Conforme os autores citados no parágrafo anterior, características de determinados tipos de solo lhes conferem atuar como filtros, ou mesmo indicar maior suscetibilidade de contaminação aquífera. Com isso, infere-se a reflexão de que suas capacidades filtrantes engendram a qualidade das águas. Por seus diversos usos e fins, não há um consenso sobre sua definição entre as áreas que a ele se dedicam. De acordo com Teixeira et al. (2009), a dificuldade de definir o solo se dá pelo fato de ser ele um material dotado de complexidade, com múltiplas funções, tendo, dessa forma, conceitos variados de acordo com seu uso.

No que se refere à sua denominação técnica, de acordo com a Embrapa (2009), o solo é definido como um grupo de corpos naturais, compostos por partes sólidas, líquidas e gasosas. Além desses, elementos tridimensionais, dinâmicos, constituídos por componentes minerais e orgânicos que envolvem parte significativa das extensões continentais do planeta. Nele estão presentes micro-organismos e fauna; podem ser encontrados com cobertura vegetal e modificados por interferência antrópica. Entretanto, em contraponto a esta definição convencional, Ana Maria Primavesi, que é uma referência muito importante na Agroecologia, nos ensina que o solo é, sobretudo, um sistema vivo, dotado de funções ecológicas, não podendo, dessa maneira, ser compreendido como um simples recurso a serviço das necessidades humanas (PRIMAVESI, 2016).

No que corresponde à sua formação, o solo é originado a partir da

decomposição das rochas ou sedimentos através de processos físicos, químicos e biológicos, denominados intemperismo. O Intemperismo atua simultaneamente na desagregação (intemperismo físico) e na decomposição da rocha (intemperismo químico), resultando em distintas granulometrias, formando diferentes tipos de solo. Os processos de ordem física (desagregação) incluem, entre outros, a ação da temperatura e da pressão. Quanto aos químicos (decomposição), tem-se a atuação da água, sais, ácidos e outros compostos e, por fim, os biológicos, manifestados na ação dos micro-organismos, das raízes da vegetação, entre outros (TEIXEIRA et al., 2009), que na verdade são mecanismos físicos e químicos mediados por ação biológica.

A intensidade e a qualidade dos processos de intemperismo dependem dos *fatores de formação* do solo, quais sejam: relevo, clima, material de origem e organismos, incluindo nós, seres humanos. Todos esses fatores interagindo ao longo do tempo, que também é considerado um fator de formação, condicionam diferentes *processos de formação* de solos, resultando na grande diversidade de solos existentes no planeta. Como já foi mencionado, o intemperismo é um exemplo de processo de formação de solo, na medida em que representa processos de *transformação* do material de origem e seus minerais constituintes. Outros processos de formação de solo podem ser exemplificados, como a movimentação de água, íons, argila e matéria orgânica dentro do perfil de solo e entre perfis de solo em diferentes posições na paisagem, representando processos conhecidos como *perda* ou *adição* (LEPSCH; 2011).

De acordo com Lepsch (2011), entre os processos de formação do solo está a erosão, hídrica e eólica. A erosão pode ser considerada como um processo de formação de solo na medida em que representa *perda* de partículas sólidas do solo de uma posição mais energética da paisagem para uma posição com maior

estabilidade, na qual o solo sofre *adição* dessas partículas. Com isso, por exemplo, os solos que sofrem erosão tendem a ser mais rasos e os solos que recebem a deposição do material erodido tendem a ser mais profundos, ou até mais férteis, pois os sedimentos erodidos também podem carregar nutrientes. Na região de mares de morro na Zona da Mata mineira, por exemplo, o potencial agrícola dos solos nos terraços se deve à maior disponibilidade de água e nutrientes, por receberem deposição de nutrientes erodidos das encostas subjacentes e ao mesmo tempo estarem mais próximo aos cursos d'água e nascentes. Assim, os processos erosivos atuam enquanto agentes naturais e são comuns à formação dos solos. Contudo, eles vêm há muito tempo preocupando “os cientistas, políticos e agricultores mais conscienciosos” em razão da sua intensa aceleração/desequilíbrio (LEPSCH, 2011, p. 276).

EROSÃO HÍDRICA E DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

Segundo Santos e Santos (2003), a erosão hídrica é originada pelas precipitações pluviais e provoca o carreamento das partículas de solo de uma área mais alta para as mais rebaixadas, local em que é depositado. Para os autores esse movimento natural é intensificado em solos caracterizados por uma fragilidade natural ou provocada por ações humanas.

Assim, a precipitação pluvial e os processos sucedidos dela têm sua relevância na pedogênese “tanto pela adição da própria água que entra na constituição dos seres vivos e de certos minerais do solo, como dos materiais do solo, como os carreados de áreas à montante como: cinzas, poeiras”, entretanto a aceleração de tais processos engendra desequilíbrio, resultando na degradação dos solos (BRITO; RIBEIRO; FEITOSA, 2006, p. 5).

Para Lepsch (2011), a erosão acelerada é uma das principais causas do

depauperamento dos solos. Como ações comuns de exploração e intensificadoras dos processos erosivos o autor cita a aração, o plantio e o cultivo no sentido vertical das vertentes, ou plantio “morro abaixo”, as queimadas, o pisoteio excessivo do gado, o revolvimento do solo (agricultura, obras e mineração) e a destruição da vegetação natural, facilitando e apressurando a ação erosiva.

No Brasil, em comparação com a eólica, a erosão hídrica se apresenta como mais significativa e a agricultura e a pecuária como atividades de larga contribuição no desencadeamento desses processos, especialmente pela característica climática do país (LEPSCH, 2010). Em 2001, segundo o autor, “calculou-se que 1 bilhão de toneladas de materiais dos solos agrícolas foi erodido”, ocasionando enorme prejuízo ambiental e econômico (LEPSCH, 2010, p. 191).

A erosão hídrica, causada pelas águas pluviais, se processa pela desagregação causada pelo impacto direto das gotas da chuva no solo, seguida pelo transporte de material pelas águas que escorrem pela superfície. De acordo com Lepsch (2011), as gotas de chuva provocam forte impacto, causando a degradação que se dá, principalmente, quando a superfície do solo se encontra desprotegida. Com as partículas desagregadas, seu transporte se torna mais passível de remoção, já que se encontram suspensas nas águas que compõem as enxurradas. A velocidade das enxurradas sob os solos também os desgasta de acordo a sua suscetibilidade de erosão no momento do escoamento. Ainda em relação a isso, quatro principais fatores são citados por Lepsch (2010) como potencializadores desse processo: o clima, o tipo de solo, a declividade do terreno e o manejo.

O primeiro se refere aos impactos gerados por um volume e intensidade das precipitações, inclusive comuns em países de clima tropical. Do tipo de solo deriva a maior ou menor suscetibilidade à erosão em razão de suas características específicas (profundidade, textura,

estrutura, etc.), por exemplo: solos rasos e arenosos, são mais propensos a tais processos, mas solos argilosos podem ser bem suscetíveis também se sua estrutura não for desenvolvida o suficiente para lhe proporcionar boa permeabilidade. Quanto à declividade do terreno, quanto maior, mais velocidade ganha os fluxos de escoamento superficial e, conseqüentemente, a intensidade dos processos erosivos aumenta. A forma do terreno (côncavo ou convexo) também influencia diretamente, à medida que no primeiro há concentração dos fluxos e no segundo ocorre a dispersão (LEPSCH, 2010).

Por fim, o manejo, relaciona-se à forma como o solo vem sendo usado. As ações sobre o solo influem na sua maior ou menor exposição (direta) às chuvas e ao vento. Assim, de acordo com Brady (1989), as distintas técnicas de manejo podem provocar alterações nas características químicas e físicas do solo, tornando-os mais ou menos suscetíveis a erosão. De acordo com Ross (2000), agriculturas de ciclo curto fornecem pouca proteção ao solo em relação à ação das águas pluviais. Esse é apenas um dos exemplos dentre vários outros.

Os processos erosivos são orientados pelas capacidades de erosividade e erodibilidade em que, a primeira atrela-se aos fatores de erodibilidade, de cobertura vegetal e de práticas conservacionistas. Já erodibilidade vincula-se aos atributos físicos do solo como: a permeabilidade do solo à água, a capacidade de armazenamento de água, a textura, a coesão etc (ANTONELI 2004).

Assim, a título de exemplo, um solo pouco permeável e sem proteção será muito propenso a erosão se comparado a outro mais permeável e protegido por cobertura vegetal, pois os impactos dos volumes hídricos serão atenuados pela vegetação e o escoamento superficial reduzido pela percolação de parte dessa água.

Em relação aos tipos de erosão, Lepsch (2011) cita a laminar, os sulcos e

as voçorocas como os principais tipos de erosão. A primeira se caracteriza pela remoção homogênea de uma fina camada superior do terreno, partículas finas de material desagregado. Os sulcos são resultado de desvios da superfície do solo pela concentração da enxurrada em locais específicos, provocando cicatrizes no terreno até formarem grandes cavidades ramificadas. Já as voçorocas, se apresentam como rasgos que podem atingir profundidades de vários metros. “Esse tipo de erosão indica destruição total de áreas agrícolas e, por vezes, também áreas urbanas” (LEPSCH, 2011, p. 421).

Uma das consequências advindas da formação de focos de erosão é a perda de fertilidade dos solos levando ao comprometimento da produção agrícola, o assoreamento dos cursos d’água, a desertificação. Segundo Lepsch (2010), práticas conservacionistas evitam o impacto da água da chuva e o seu escoamento. Para ele, as águas não escoadas pelas enxurradas infiltram no solo sem remover seu horizonte superficial, enriquecendo os mananciais. Além disso, o menor escoamento evita a sobrecarga dos rios e, conseqüentemente, inundações em áreas de cultivo marginais e urbanas.

O solo enquanto um elemento físico é imprescindível às atividades agrícolas e ao desenvolvimento das plantas ao atuar como suporte, fornecimento de nutrientes e de água. Para Teixeira et al. (2009), ele é o recurso natural de maior relevância em um país, já que dele advêm os produtos que alimentam a sua população.

Entretanto, apesar da existência de divergências em relação à sua conceituação, é importante um olhar que transcenda a noção de solo enquanto um suporte/recurso das atividades humanas e econômicas, pois sua constituição envolve uma complexidade de componentes e trocas, originando esse mesmo solo, recurso não renovável, especialmente em relação a sua composição nutritiva.

O conhecimento documentado e, brevemente apresentado aqui, evidencia, portanto, a necessidade do emprego de técnicas conservacionistas de modo a minimizar os processos erosivos provocados pela exploração dos solos nas mais diversas atividades, em especial na agricultura. Para a proteção desse recurso, segundo Teixeira et al. (2009), existem variadas técnicas de manejo, incluindo a identificação e mapeamento de áreas vulneráveis. Além dessas, a implementação de ações alternativas que visam minimizar os impactos gerados pelas ações sobre ele, principalmente em atividades de grande impacto como a agrícola.

Lepsch (2011) lista alguns exemplos de práticas de caráter mecânico como o plantio em curvas de nível que atuam como estruturas para desvio e infiltração de água. Em relação às práticas de caráter vegetativo, cita os cultivos em faixas, quebra ventos, cobertura do solo, plantio direto na palha. As de caráter edáfico que se baseiam na eliminação ou controle das queimadas, nas adubações e rotação de culturas, entre outras. É importante salientar que essas práticas só têm eficiência na conservação do solo e da água se forem implementadas de forma integrada, considerando um sistema no qual uma depende da outra para que os princípios da conservação de solo sejam atendidos, quais sejam: proteger o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentar o seu conteúdo de matéria orgânica, maximizar as taxas de infiltração de água e controlar o volume de escoamento superficial (BONETTI; FINK, 2020, p. 91-92). Segundo os autores, estes quatro princípios, se bem respeitados, formam um círculo virtuoso que garantem a manutenção ou a recuperação da boa qualidade do solo.

Paulos, Muller e Barcellos (2000), no trabalho “*Agroecologia Aplicada: Práticas e Métodos para uma Agricultura de Base Ecológica*” apresentam diversas práticas de conservação de solo, inclusive ligadas à agricultura de base ecológica. É possível também consultar

manuais técnicos disponíveis em sites de divulgação científica e mesmo relatos de experiência. E, sobretudo, é importante sempre lembrar que, segundo Primavesi (2016), o solo é um sistema vivo e que, para conservá-lo, é preciso, portanto preservar a vida existente nele, isto é, dar condições para o solo sustentar a biodiversidade que naturalmente é responsável pela sua formação e pela manutenção dos seus serviços ecossistêmicos.

MANEJO CONVENCIONAL E AGROECOLÓGICO: CONSIDERAÇÕES E COMPARAÇÕES ENTRE SUAS PRÁTICAS E IMPACTOS NOS PROCESSOS EROSIVOS

Para Altieri (2012), a agricultura é uma atividade que consiste na simplificação da natureza e as monoculturas é a maior expressão de tal processo, resultando na artificialização dos ecossistemas e intensas intervenções. De acordo com Porto Gonçalves (2013), o vigor característico dos processos produtivos inerentes à agricultura, a predominância e valorização do uso de um modelo convencional de produção caracterizado, entre outras coisas, por não utilizar técnicas de manejo de modo a minimizar os efeitos nocivos ao ambiente, ancorado na supervalorização da ciência e tecnologia e expansão de terras cultivadas está entre os elementos que alavancam os processos de degradação ambiental, especialmente do solo.

Sobre o último aspecto, Porto Gonçalves (2013) salienta as demasiadas alterações nas formas de uso e ocupação do solo, especialmente às ligadas ao modo convencional de plantio e seu avanço, produzindo paisagens no Brasil, que por sua característica climática tropical, experimenta tais alterações e intervenções de maneira mais intensa.

No que se refere às interpretações das ações antrópicas modificadoras das paisagens em áreas de agricultura, uma apresentação breve dos passos que

envolvem a introdução de uma cultura indica que a atividade agrícola, já em fase inicial, determina profundas alterações, pois a remoção da vegetação natural, seguida da preparação do solo e plantio de outra (monocultura), ou outras culturas (consórcio), provocam mudanças na flora, fauna e solo, elementos constituidores do sistema ambiental local (ALTIERI, 2012).

Assim, o comportamento dos componentes está atrelado às propriedades físico-químicas de seu solo, ao clima, ao tipo de cultura, ao manejo, rotatividade, possíveis pragas etc. Ou seja, funciona a partir de uma gama de elementos inerentes aquele sistema, num processo de interação constante, que se acelera a cada demanda (natural ou da sociedade).

Segundo Guerra e Marçal (2018), os efeitos dos processos de produção ligados à agricultura podem levar ao comprometimento da produção de alimentos, fibras e combustíveis relativos à manutenção das demandas advindas do contingente habitacional previsto para as próximas décadas, demandando preocupação. De acordo com Altieri (2012), poucas áreas não têm em sua constituição alterações resultantes do uso do solo voltado para a agricultura. Por isso, são numerosos os estudos publicados que se dedicaram a investigar os impactos advindos desse modo de exploração.

Longe de esgotar as considerações sobre os estudos relacionados a mudanças no uso e ocupação, erosão e degradação dos solos pelas atividades agrícolas, seguem algumas contribuições advindas de pesquisas sobre o tema. Em relação ao seu conteúdo, ambas evidenciam, entre outras coisas, os efeitos ligados à produção alimentícia convencional e seus impactos ambientais, especialmente em relação ao solo.

Ao realizar uma interpretação sobre os processos de modernização no campo, Balsan (2006), coloca como uma das principais consequências a erosão dos solos e a contaminação dos recursos naturais e dos alimentos, provocadas

pelas transformações rápidas e complexas e modernas da produção agrícola.

Binda e Verдум (2015), ao refletirem sobre as manchas de areia do Sudoeste do Rio Grande do Sul, além de suas considerações sobre os resultados do estudo, citam outras vinculações realizadas por renomados autores brasileiros acerca da atuação humana na origem das manchas. Para eles, a origem delas está diretamente relacionada à atuação humana ao realizar a remoção da vegetação seguida da substituição por pastagens e lavouras. Assim, segundo os autores, o pisoteio do gado e a implantação de práticas agrícolas sem o manejo correto da cobertura vegetal e do solo, são as causas básicas para a degradação dos frágeis solos arenosos.

Carten, Minella e Madruga (2012), ao estudarem o uso da terra no distrito de Vale Vêneto, na região central do Estado do Rio Grande do Sul, entre os anos 1988 e 2007, verificaram que a redução do uso do solo pela agricultura provocou uma redução das taxas de erosão e uma configuração mais favorável de conservação do solo e mitigação da erosão em função do incremento de áreas vegetadas.

Já Brizzi, Souza e Costa (2007), apontam como a retirada da vegetação para fins agrícolas pode trazer como consequência a mudança do microclima da região, a alteração dos solos e a intensificação dos processos erosivos. Como outro interessante estudo tem-se Jesus e Cabral (2019), que ao realizarem uma associação entre erosão laminar e chuvas em áreas de cultivo agrícola e pastagens, verificaram um maior volume de material erodido nas áreas de agricultura em comparação com as pastagens.

Thomaz (2007), ao estudar atividades agrícolas na agricultura familiar, evidencia entre outras questões, como a rotação de culturas atrelada ao uso do fogo como estratégia de manejo vem comprometendo as características físicas e químicas do solo na agricultura

por deixar a superfície do solo completamente exposta aos processos erosivos.

Na região serrana de Petrópolis, Kieling (2014), ao realizar o mapeamento do uso e cobertura do solo dos anos 1964 a 2010, aponta que a área (Vale do Bomfim) teve sua paisagem alterada devido à produção de atividades agrícolas. De acordo com o autor, houve ainda um descaso com a preservação da vegetação de áreas protegidas que podem culminar em mudanças nos regimes hídricos, da qualidade da água, além da redução da contenção de danos provocados com a ocorrência de eventos extremos pelas chuvas, especialmente aqueles ligados a processos erosivos. Na mesma região, Lawall et al. (2009) observa alterações no uso do solo, como a substituição da vegetação natural de Mata Atlântica pelo plantio de Hortaliças e a redução da taxa de infiltração das áreas de cultivo em relação às florestadas.

Entretanto, é importante destacar que apesar do forte uso e influência da agricultura convencional e suas implicações nos sistemas ambientais, estudos recentes ligados à produção agrícola vêm evidenciando e produzindo outras formas de lidar com a terra. Como as abordagens ligadas à agroecologia, baseadas na melhoria nas condições do solo, da água e da biodiversidade (ALTIERI, 2012).

Corroborando com a afirmativa supracitada, Caporal e Costabeber (2004) sinalizam que como contraponto ao avanço da produção agrícola em ampla escala, em grande medida ampliada pelo modelo convencional, vem crescendo a busca por uma agricultura ecológica, que tem como premissas a utilização de métodos e técnicas diversificados (policultura, rotatividade no cultivo, entre outros) que respeitam os limites da natureza, pouca ou nenhuma dependência de agroquímicos e resgate de saberes tradicionais, ligados à cultura indígena e camponesa, que, em diálogo com os saberes científicos possibilitam o desenho e manejo de agroecossistemas

mais adequados à realidade local, com suas potencialidades e fragilidades.

Em relação ao enfoque ecológico, segundo Altieri (2012), a agroecologia se baseia no aumento da ciclagem de biomassa, no incremento da atividade biológica no solo e manejo do microclima, cobertura do solo, diversificação de espécies (inter e intra), aumento da interação biológica, entre outros. Nesse sentido, “sob uma perspectiva de manejo, o objetivo da agroecologia é proporcionar ambientes equilibrados, rendimentos sustentáveis, fertilidade do solo resultante dos processos biológicos” (ALTIERI, 2012, p. 107). Para tanto, de acordo com o autor, o enfoque faz uso de várias estratégias das quais destacam a rotação de culturas, policultivos, sistemas agroflorestais, integração animal no agrossistema e cultivos de cobertura.

Na sequência de sua argumentação, Altieri (2012) explica que essas estratégias têm como foco a cobertura vegetal de modo a conservar umidade e o solo, promover o aumento da atividade biológica e, conseqüentemente a regulação dos insetos e pragas, diversidade de microclima e solo, entre outras.

É importante ressaltar que para além das evidências ecológicas, em sua dimensão social, a agroecologia pode estimular a resistência dos pequenos¹ agricultores e agricultoras familiares diante do processo de exclusão experienciado a partir do avanço do capitalismo agrário (COSTABEBER; MOYANO ESTRADA; 2000).

O crescimento dos adeptos à agroecologia tem atraído, como na agricultura convencional, o olhar de pesquisadores para os impactos da agroecologia no ambiente, especialmente em relação ao solo. No intuito de demonstrar como alguns resultados têm sido apresentados, seguem algumas considerações apresentadas na pesquisa

desenvolvida por Franco et al. (2002). Nela são apresentados resultados obtidos a partir da comparação dos processos erosivos em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata mineira.

Em resumo, as evidências, verificadas em experimentos e em conversas com os agricultores, indicaram os sistemas agroflorestais com forte potencial a conservação de solos em microbacias, diferente do outro modelo em que as perdas de solo, carbono orgânico e nutrientes do sistema somaram-se significativamente maiores. Além disso, foi evidenciado que os sistemas agroflorestais podem reduzir a poluição dos recursos hídricos pela redução do escoamento superficial (FRANCO et al., 2002).

Andrade, Tavares e Coutinho (2003), ao estudarem sistemas agroecológicos, evidenciam as contribuições da serapilheira na recuperação de áreas degradadas.

De acordo com os autores, o material originado da parte aérea das plantas auxilia, entre outras coisas, na proteção e na nutrição do solo e das plantas. O trabalho de Cabanez et al. (2011), intitulado “*Precipitação efetiva: uma perspectiva para os estudos em agroecologia*”, verificou a atuação da vegetação na redistribuição da água da chuva, na proteção e autoabastecimento de água do solo e na ciclagem de nutrientes.

Além dos estudos citados, têm-se também as experiências relatadas por Carneiro (2013), ao discorrer sobre evidências comparativas em relação aos impactos dos processos erosivos em cultivos convencionais e agroecológicos na Zona da Mata mineira. No relato, a autora apresenta, entre outros resultados, a demonstração de que “sistemas agroecológicos (cafezais e pastagens) perderam menos solo, água e nutrientes em relação aos sistemas convencionais

¹ Apesar do uso do termo “pequeno” pelos autores, é preciso ter cuidado para não reduzir a importância desses agricultores ao significado da palavra. De acordo com Mattei (2014), mesmo com

a consideração e apoio tardio das políticas públicas direcionadas agricultura familiar a nível nacional, esse seguimento contribui com 80% da produção de alimentos brasileira.

(pleno sol)” (CARNEIRO, 2013, p. 1).

Por fim, seguem também as considerações elencadas por Pereira, Lobão e Junior (2016), ao discorrerem sobre as áreas susceptíveis a desertificação no semiárido, os autores ilustram e também comparam as práticas e consequências dos modelos de produção agroecológico e convencional. Construído com base em revisão de literatura, o texto apresenta um resumo contrapondo ambos. Assim, ao enumerarem as práticas utilizadas na agricultura convencional: monocultura, desmatamento, uso contínuo de agrotóxicos, emprego de máquinas agrícolas, irrigação, agricultura de sequeiro, queimadas e introdução de espécies exóticas, apenas a última não é citada como contribuidora para os processos erosivos.

Em contrapartida, os autores descrevem práticas agroecológicas como formas de reverter os impactos negativos ao ambiente. Com relação aos mecanismos de proteção contra erosão do solo destacam, por exemplo, a manutenção da cobertura do solo e formação de quebra ventos, reduzindo a erosão eólica. Assim, segundo os autores, “utilizar cobertura no solo, por meio de plantas vivas ou por cobertura morta, no intuito de proteger a camada superficial da intensa radiação solar, evitar a perda de água por evapotranspiração e reduzir os impactos causados pelas gotas de chuva”, são alguns efeitos da manutenção da cobertura do solo (PEREIRA; LOBÃO; JUNIOR, 2016, p. 2).

Ademais, pode-se inferir que determinadas práticas agrícolas utilizadas atualmente não consideram medidas de conservação da água. Nelas, o predomínio de grandes áreas cultivadas com monocultura, submetidas a intensas ações de revolvimento e exposição do solo, como a aração e capina expõe diretamente aos efeitos do sol e das

chuvas, intensificando, dessa maneira, os processos erosivos (CARNEIRO, 2013).

Como consequências, a autora salienta que, com o passar do tempo, além da contaminação das águas pelo uso de agrotóxicos, as zonas ripárias desprovidas de vegetação perdem sua capacidade de retenção de sedimento carreados pelas enxurradas, culminando na potencialização do assoreamento e eutrofização dos cursos d’água e aceleram a degradação das terras agricultáveis. Além dos impactos sobre o meio físico e biótico, há também impactos sobre o meio socioeconômico, pois “a perda de sustentabilidade do ecossistema pode provocar, entre outros efeitos, o êxodo rural, com o agravamento dos problemas urbanos” (SILVA et al., 2015, p. 8).

Como forma de reverter ou minimizar o cenário que se apresenta, foi visto no decorrer do texto que formas alternativas de uso do solo vêm sendo produzidas. Junto com elas, ao longo do tempo, pesquisadores vêm divulgando técnicas que auxiliam e orientam as práticas de uso de modo a minimizar os efeitos de sua exploração. De acordo com Lepsch (2011, p. 431), “a exploração agrícola dos solos deve ser feita segundo preceitos conservacionistas e os aspectos econômicos envolvidos”, para tanto salienta a necessidade de um bom planejamento das atividades no decorrer do uso da terra.

Portanto, infere-se a necessidade de uma maior consciência, assimilação e aderência, pelos que exploram o solo nas atividades agrícolas e demais dessas tecnologias, evitando a continuidade da aceleração dos processos erosivos nos solos.

Por fim, é importante acrescentar que o conhecimento tradicional sobre solos, isto é, aquele desenvolvido pelos povos e comunidades tradicionais² através das gerações a partir do constante

² “[...] grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição

para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição” (BRASIL, 2007, recurso online).

aprendizado resultante da interação do ser humano com a natureza, geralmente é desconsiderado nos programas de pesquisa e desenvolvimento relacionados aos solos (CORREIA et al., 2004). Entretanto, como nos mostram diversos estudos nas áreas de *agroecologia* e *etnopedologia*³, esse tipo de conhecimento não pode ser desprezado, pelo contrário deve ser melhor valorizado e resgatado no desenvolvimento de práticas de conservação de solos. Isto é, existem práticas de conservação de solo baseadas em conhecimentos tradicionais, haja vista os terraços construídos pelos Incas nos Andes, e as populações tradicionais não podem ficar dependentes do acesso ao conhecimento científico desenvolvido por técnicos e acadêmicos. Experiências de conservação de solo e água na Zona da Mata desenvolvidas por agricultores familiares, tal como descritas por Carneiro (2013) e Franco (2002) demonstram a importância dessas práticas tradicionais. Nessas experiências, os agricultores e agricultoras revelam que a manutenção da biodiversidade do solo e dos agroecossistemas é condição fundamental para a eficiência das práticas de conservação de solo e água e ainda destacam que, para tal, é necessário que os agricultores e agricultoras tenham a posse da terra (CARNEIRO et al., 2017)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Longe de concluir as considerações sobre um tema tão relevante e complexo, compreende-se ser de suma importância a disseminação de uma visão que compreenda e valorize o solo enquanto um elemento imprescindível a manutenção vida, um organismo vivo e não apenas um produto a ser explorado, sem uma preocupação com a perda de fertilidade e de outras características importantes.

Os exemplos explicitados ao longo da revisão permitem verificar como certos

tipos de manejo ligados à agricultura convencional vêm degradando solos em distintos locais do Brasil, provocando uma reflexão sobre os efeitos dessas ações. Também, o conhecimento das formas de produzir que caminham na contramão desse modelo, prezando pela valorização atitudes e intervenções que prezem pela conservação dos solos.

Outra questão importante é a consideração da erosão hídrica como um dos processos de maior impacto na degradação dos solos no Brasil, especialmente pela sua característica climática tropical. Assim, infere-se a importância de pensar as ações sobre o solo, pensar que ele não é um elemento único (existem diferentes tipos de solo) e, que seu manejo deve considerá-lo não apenas como uma matéria, mas todos os seus atributos e as características intrínsecas ao meio no qual está inserido, como regime de chuvas, topografia, material de origem etc.

Ademais, importa destacar os esforços advindos de pesquisas sobre o tema nas mais variadas áreas no intuito de desenvolver, divulgar e implementar práticas que promovam a conservação de um elemento tão rico e indispensável à continuidade de variadas formas de vida, incluindo o resgate e valorização das práticas desenvolvidas com conhecimento tradicional.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012.

ALVES, A.G.C.; MARQUES, J.G.W. Etnopedologia: uma nova disciplina? In: VIDAL-TORRADO, P. et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p.321-344.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41,

solo (ALVES; MARQUES, 2005).

³A ciência que busca compreender e elucidar o conhecimento e as relações do ser humano com o

p. 80-101, 2012.

ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. N.; JUNIOR, J. J. **Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental**. Coleção Agrinho. [s.l.]: [s.n.], 2012. p. 511-529. Disponível em: https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/31_Formacao-de-caracteristicas.pdf. Acesso em: 28 set. 2021.

ANTONELI, V. Monitoramento de erosão de solos através do método de pinos de erosão na Bacia do Arroio Boa Vista – município de Guamiranga – PR. *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia, V. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], 2004.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 123-151, 2006.

BINDA, A. L.; VERDUM, R. Reflexões interpretativas sobre as manchas de areia do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil: da desertificação à arenização. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 273-288, 2015.

BONETTI, J. A.; FINK, J. R. **Manejo e Conservação da Água e do Solo**. Lavras: UFLA, 2020. 151 p.

BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto n. 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília: Casa Civil, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acesso em: 29 set. 2021.

BRITO, L. C.; RIBEIRO, F. V.; FEITOSA, A. C. A influência da erosão hídrica na formação dos solos em áreas agrícolas do município de Balsas-MA. *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia, VI. **Anais...** Goiânia: UFG, 2006.

BRIZZI, R. R.; SOUZA, A. P.; COSTA, A. J. S. T.; Relação entre a infiltração da água nos solos e a

estabilidade dos agregados em sistemas de manejos diferentes na bacia hidrográfica do rio São Romão – Nova Friburgo / RJ. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.19, n.67, p. 304-321, 2018.

CABANÊZ, P. A.; FERRARI, J. L.; PAULA, M. F.; CABANÊZ, P. A. Precipitação efetiva uma perspectiva para os estudos em agroecologia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s.l.], v. 6, n. 5, p. 15-2, 2011.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural**: Contribuições para a Promoção do Desenvolvimento Rural sustentável. Porto Alegre: [s.n.], 2004. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/agroecologiaeextensaoruralcontribuicoesparaaproacaodedesenvolvimentoruralsustentavel.pdf. Acesso em: 25 jun. 2021.

CARNEIRO, J. J. **Sistemas agroecológico conservam solo e água**. 102p. 2013. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

CARNEIRO, J. J. et al. Agricultores Afirnam: Água Aumenta Com Transição Agroecológica. **Revista Brasileira De Agroecologia**, [s.l.], v. 2, n. 1p. 52-58, 2017. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/artic le/view/16802>. Acesso em: 19 ago. 2021.

CARTEN, A. T.; MINELLA, J. P. G; MADRUGA, P. R. A. Desintensificação do uso da terra e sua relação com a erosão do solo. Campina Grande. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.9, p.1006–1014, 2012.

CORREIA, J. R.; LIMA, A. C. S & ANJOS, L. H. C. O trabalho do pedólogo e sua relação com comunidades rurais: observações com agricultores familiares no Norte de Minas Gerais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, p. 447-467, 2004.

COSTABEBER, J. A.; MOYANO ESTRADA, E. Transição Agroecológica e Ação Social Coletiva. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p. 50-60, 2000. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/desenvolvimentorural/textos/28.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2009.

FRANCO, F. S. et al. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa,

v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. 8 ed. Rio de Janeiro. Bertrand, 2018.

JESUZ, C.R.; CABRAL, I. L. L. Análise de erosão laminar em áreas agrícolas e pastagem: bacia hidrográfica do rio Tenente Amaral -MT. **Geosul**, Florianópolis, v.34, n. 72, p. 254-279, 2019.

KIELING, D. **Evolução do uso e cobertura do solo, com foco nas Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Bonfim, Petrópolis - Rio de Janeiro**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

LAWALL, S. et al. Modificações da dinâmica hidrológica do solo em resposta as mudanças de uso e cobertura: um estudo de caso na Região Serrana do Rio de Janeiro. *In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, XIII. Anais...* Viçosa: SBGFA, 2009. 13p. Disponível em http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/092.pdf. Acesso em: 01 out. 2020.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. Curitiba. **R-Raega**, n. 8, p. 83-91, 2004.

PAULOS, G.; MULLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia Aplicada: práticas e métodos para uma agricultura ecológica**. Porto Alegre. EMATER/RS, 2000.

PEREIRA, A. J.; LOBÃO, J. S. B.; JUNIOR, I. O. A agroecologia no semiárido: caminho para a

sustentabilidade das áreas susceptíveis à desertificação. *In: Seminário de Iniciação Científica, XX. Anais...* Feira de Santana/BA: [s.n], 2016. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/3135>. Acesso em: 15 jul. 2021.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **O desafio ambiental**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Record, 2013.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo: Solo Sadio, Planta Sadia, ser Humano Sadio**. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 84 p.

SANTOS, C. I. S.; SANTOS, L. J. C. Influência do relevo na perda de solo por erosão hídrica na Bacia Hidrográfica do rio Pequeno/ Pr. *In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, X. Anais...* Rio de Janeiro: Revista GeoUERJ, 2003.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F.; CANDIDO, B. M.; OLIVEIRA, A. H. **Manejo e conservação do solo e da água: guia de estudos**. Lavras: UFLA, 2015.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento Econômico**. 5. ed.. São Paulo: Atlas, 2005

TEIXEIRA, W.; THOMAS, R. F.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. 2 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

THOMAZ, E. L. Mudanças nas características físicas do topo do solo causadas por erosão laminar, em agricultura de subsistência no sistema de rodízio de terras: Guarapuava-PR. **Geosul**, v. 22, n. 44, p. 67-94, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12610>. Acesso em: 19 out. 2020.