

**AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NO ANTROPOCENO: HISTÓRIA,
DESAFIOS ATUAIS E O PAPEL DA DIVERSIFICAÇÃO AGRÍCOLA
AGRICULTURE AND SUSTAINABILITY IN THE ANTHROPOCENE: HISTORY,
CURRENT CHALLENGES, AND THE ROLE OF CROP DIVERSIFICATION**

Bruce Wellington Amorin da Silva

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

bruce.wellington@unesp.br

Wagner Luiz Lourenzani

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

w.lourenzani@unesp.br

Gessuir Pigatto

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

gessuir.pigatto@unesp.br

Luana Inada Souza Santos

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

luana.inada@unesp.br

Grupo de Trabalho (GT): GT04. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade

Resumo

A agricultura tem papel central na história, mas enfrenta hoje os desafios impostos pelo Antropoceno, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade e insegurança alimentar. Diante desse cenário, tornam-se urgentes alternativas produtivas que conciliem os aspectos econômico, social e ambiental. Assim, este artigo tem como objetivo analisar a diversificação agrícola como uma estratégia para o desenvolvimento rural sustentável. A pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com objetivo exploratório e fundamentada em revisão de literatura. A análise parte da trajetória histórica da agricultura, alcança os fundamentos do desenvolvimento rural sustentável e aprofunda a discussão sobre a diversificação como resposta aos limites do modelo convencional. A análise aponta que a diversificação agrícola é uma estratégia importante na promoção da resiliência dos sistemas produtivos e se alinha aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Conclui-se que a diversificação representa um caminho estratégico para ampliar a capacidade adaptativa dos sistemas agrícolas, promovendo maior estabilidade, num contexto marcado por incertezas e mudanças aceleradas.

Palavras-chave: Diversificação Agrícola; Desenvolvimento Rural Sustentável; Resiliência produtiva; Agroecossistemas; Antropoceno.

Abstract

Agriculture has played a central role throughout history, but today it faces the challenges imposed by the Anthropocene, such as climate change, biodiversity loss, and food insecurity. In this context, productive alternatives that reconcile economic, social, and environmental aspects have become increasingly urgent. This article aims to analyze agricultural diversification as a strategy for sustainable rural development. The research adopts a qualitative, applied, and exploratory approach, grounded in a literature review. The analysis begins with the historical trajectory of agriculture, explores the foundations of sustainable rural development, and deepens the discussion on diversification as a response to the limitations of the conventional model. The study indicates that agricultural diversification is an important strategy for promoting the resilience of production systems and aligns with the Sustainable Development Goals. It concludes that diversification represents a strategic path to enhance the adaptive capacity of agricultural systems, fostering greater stability in a context marked by uncertainty and rapid change.

Key words: Crop Diversification; Sustainable Rural Development; Productive Resilience; Agroecosystems; Anthropocene.

1. Introdução

A agricultura desempenha um papel fundamental na história da humanidade, uma vez que ela tem sido parte integrante da civilização humana desde seus primórdios. No entanto, por depender de recursos naturais finitos, sua má gestão pode resultar em impactos significativos, como a exaustão do solo, perda de biodiversidade, poluição hídrica, insegurança alimentar etc. Diante disso, torna-se fundamental explorar formas sustentáveis de garantir que a atividade agrícola possa ser praticada de maneira contínua, sem comprometer a integridade dos ecossistemas.

No contexto do Antropoceno, esse desafio se intensifica diante da chamada "ameaça tripla", caracterizada pela interação entre mudanças climáticas, perda de biodiversidade e insegurança alimentar (Kremen; Merenlender, 2018). Esses três fenômenos se relacionam e enfraquecem a resiliência dos agroecossistemas, agravando a vulnerabilidade desses sistemas produtivos em escala global. Modelos agrícolas baseados na homogeneização das paisagens, na dependência de insumos químicos e na maximização de rendimentos imediatos contribuem diretamente para esse cenário, comprometendo os recursos naturais e acentuando as desigualdades sociais.

Sistemas agrícolas sustentáveis precisam ser capazes de lidar com estresses e choques de maneira a garantir sua continuidade. Assim, a capacidade de reagir está ligada a estresses como escassez de mão de obra, queda de salários, perda de produtividade do solo etc., e choques como guerras, violência civil, secas, tempestades, queimadas etc. Já a capacidade proativa diz respeito à habilidade de adaptação. Nesse sentido, a diversificação produtiva se destaca como estratégia essencial para fortalecer a resiliência diante das incertezas, ampliando a capacidade dos agroecossistemas de resistirem a perturbações e se ajustarem continuamente. Ao promover estabilidade e flexibilidade, a diversificação contribui para a formação de um ciclo virtuoso (Chambers; Conway, 1992; Petersen-Rockney *et al.*, 2021).

Nesse cenário, diversos modelos disputam espaço na tentativa de oferecer respostas aos desafios mencionados. Desde a divulgação do Relatório Brundtland e a formulação do conceito de “desenvolvimento sustentável”, governos, pesquisadores e distintos atores sociais têm buscado tornar esse conceito aplicável ao contexto do desenvolvimento das áreas rurais (Akgün; Baycan; Nijkamp, 2015).

Com base nessa perspectiva, a Organização das Nações Unidas definiu “desenvolvimento sustentável” como o desenvolvimento “... que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.” A partir disso, foram estabelecidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que passaram a orientar ações globais em diversas áreas, incluindo a agricultura (ONU, 1987, 2015).

Para alcançar efetivamente os ODS, é indispensável voltar a atenção também para o desenvolvimento rural, reconhecendo seu papel estratégico na construção de sociedades mais justas e sustentáveis. Nesse contexto, o desenvolvimento rural sustentável demanda uma abordagem holística, capaz de articular dimensões econômicas, sociais, ambientais e culturais, com foco especial na garantia das necessidades básicas das populações rurais. A resiliência rural, nesse cenário, constitui uma direção estratégica para o fortalecimento das economias locais e para a superação das desigualdades socioeconômicas e das injustiças ambientais que afetam os territórios rurais (Mihai; Iatu, 2020).

Nesse sentido, agências de desenvolvimento que antes promoviam culturas voltadas exclusivamente à segurança alimentar passaram a valorizar estratégias como a diversificação agrícola. A Organização das Nações Unidas, por exemplo, considera a diversificação uma abordagem eficaz para enfrentar múltiplos desafios: a segurança alimentar e nutricional, o

desenvolvimento rural sustentável, a geração de empregos, a redução da pobreza e a conservação ambiental (Michler; Josephson, 2017; ONU, 2012)

Nesse contexto, a diversificação agrícola tem sido amplamente discutida como uma estratégia com potencial para contribuir na superação da pobreza rural. Embora os resultados não sejam uniformes em todos os contextos, há crescente reconhecimento em torno de seus benefícios indiretos, sobretudo quando associada a políticas públicas que garantam acesso a crédito, terra, tecnologias apropriadas e conhecimento técnico. A ausência desses elementos ainda representa um dos principais obstáculos à adoção de sistemas produtivos mais diversos (Grammont, 2010; Laurenti; Pellini; Telles, 2015; Sène-Harper; Camara; Matarrita-Cascante, 2019; Venus *et al.*, 2022).

Esta pesquisa, portanto, tem como foco a diversificação agrícola como estratégia para o desenvolvimento rural sustentável. A escolha desse tema se justifica pela necessidade de contribuir para a construção de sistemas agrícolas mais sustentáveis, resilientes e adaptáveis frente aos múltiplos desafios que ameaçam sua estabilidade.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho é analisar a diversificação agrícola como uma estratégia para o desenvolvimento rural sustentável. Para tanto, são propostos os seguintes objetivos específicos: (a) revisar a evolução histórica da agricultura, com ênfase nas transformações que marcaram os modelos de produção ao longo do tempo; (b) examinar os fundamentos do desenvolvimento rural sustentável como referencial teórico para a agricultura contemporânea; e (c) discutir a contribuição da diversificação agrícola para a construção de sistemas produtivos mais resilientes e sustentáveis.

2. Metodologia

Uma vez que a pesquisa adota uma perspectiva histórico-conceitual, classifica-se a abordagem como qualitativa, voltada à compreensão das razões associadas à formulação e à consolidação de determinados fenômenos, sem a necessidade de quantificação. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, orientada à geração de conhecimentos com utilidade prática para o enfrentamento de problemas concretos no campo do desenvolvimento rural sustentável (Gerhardt; Silveira, 2009).

O objetivo do estudo é exploratório, adequado em contextos nos quais se pretende adquirir maior familiaridade com o tema e aprimorar ideias ou intuições iniciais (Gil, 2002). Quanto aos procedimentos, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, com base na análise de materiais previamente publicados, como livros, artigos científicos e documentos institucionais (Bocato, 2006). Esse tipo de pesquisa permite reunir, organizar e discutir as contribuições teóricas existentes sobre determinado assunto.

A revisão de literatura foi conduzida sem a adoção de um protocolo sistemático formal, sendo, portanto, classificada como revisão de conveniência (Galvão; Ricarte, 2019). Para a identificação das referências, empregou-se a técnica de bola de neve, que consiste em localizar novos estudos a partir da análise das referências bibliográficas dos textos inicialmente selecionados (Ridley, 2012). A seleção das obras priorizou estudos que abordam as transformações históricas da agricultura, os fundamentos do desenvolvimento rural sustentável e os efeitos da diversificação produtiva sobre os sistemas agrícolas. A fim de ampliar a consistência teórica e a abrangência temática, buscou-se triangular diferentes tipos de fontes — artigos científicos, livros acadêmicos e documentos — relacionados ao objeto da pesquisa.

3. Revisão de Literatura

Para fins de simplificação analítica, os autores optam por classificar a agricultura em dois grandes modelos: “pré-convencional” e “convencional”, ao tratar de sua evolução até os formatos atualmente predominantes. Reconhece-se que tal classificação não dá conta da

heterogeneidade e da complexidade dos sistemas agrícolas, além de haver debate na literatura sobre o uso desses adjetivos (Le Campion *et al.*, 2020; Shennan *et al.*, 2017; Sumberg; Giller, 2022). Ainda assim, essa distinção é adotada neste trabalho com o objetivo de facilitar a compreensão do processo histórico, visando, a partir dessa trajetória, refletir sobre o desenvolvimento rural sustentável como modelo futuro.

Da mesma forma, o conceito de "agricultura sustentável" também é objeto de debate na comunidade científica, dada a diversidade de interpretações e enfoques que o cercam (Hansen, 1996; Janker; Mann; Rist, 2018; Schaller, 1993; Terán-Samaniego *et al.*, 2025). Diante disso, opta-se por adotar o desenvolvimento rural sustentável como uma abordagem mais abrangente, que transcende a noção restrita de sustentabilidade aplicada ao setor agrícola e permite refletir sobre a diversificação agrícola como estratégia.

3.1. Agricultura Pré-Convencional

A agricultura teve origem no período Neolítico, aproximadamente há 10.000 anos, marcando uma transformação significativa na história da humanidade. Nesse contexto, os seres humanos passaram a domesticar plantas e animais, utilizando-se inicialmente de ferramentas rudimentares e do fogo. Gradualmente, desenvolveram instrumentos agrícolas mais sofisticados, adaptando e modificando os ecossistemas conforme suas necessidades. Esse processo ocorreu de forma independente em distintas regiões do globo: trigo e cevada foram cultivados na Europa e no Oriente Médio; milho, feijão e batata nas Américas; e arroz na Ásia (Pasqualotto; Kaufmann; Wizniewsky, 2019; SMA, 2011).

A análise das inovações ocorridas nesse período permite observar que as práticas agrícolas variavam conforme a localização geográfica e também em função das estações do ano. Em outras palavras, a agricultura se configura como um conjunto de práticas locais, condicionadas por fatores espaciais e temporais (Pasqualotto; Kaufmann; Wizniewsky, 2019).

Os agricultores pré-históricos se fixaram, principalmente, em planaltos tropicais e subtropicais com clima temperado e seco, onde a presença de cadeias montanhosas favorecia a diversidade vegetal. Nessas regiões, estabeleceram seus habitats em áreas onde predominavam plantas herbáceas. Certas regiões, consideradas mais privilegiadas, apresentavam condições geográficas favoráveis, maior frequência de chuvas e maior disponibilidade de alimentos. A chamada Revolução Agrícola Neolítica ocorreu em seis centros de origem distintos, marcando o momento em que os seres humanos deixaram de ser exclusivamente caçadores-coletores e passaram a cultivar plantas e domesticar animais. (Lobo, 1969; Mazoyer; Roudart, 2010).

Nesse contexto, os centros onde a agricultura floresceu inicialmente desempenharam um papel fundamental na consolidação das primeiras civilizações. Ao todo, seis centros de civilização emergiram em diferentes momentos e regiões do globo: Síria-Palestina, sul do México, norte da China, região central da Papua-Nova Guiné, Andes peruanos e equatorianos, e a bacia média do rio Mississippi. Esses núcleos foram estabelecidos entre 10.000 e 1.800 anos antes de Cristo. Alguns estudiosos argumentam que a região montanhosa do oeste da Ásia teve primazia tanto na invenção quanto na disseminação das práticas agrícolas, sendo que aldeias situadas ao longo do rio Nilo e em Baluchistão são frequentemente apontadas como o berço do cultivo do trigo (Mazoyer; Roudart, 2010).

Assim, estima-se que o trigo einkorn (*Triticum monococcum*) e o trigo emmer (*Triticum dicoccum*) tenham sido domesticados há cerca de 9.500 anos no Oriente Médio, consolidando o uso sistemático da agricultura na região. Em seguida, outras espécies vegetais e animais também foram domesticadas, como trigo comum, cevada, lentilhas, ervilhas, linho, cabras, porcos, ovelhas e bois. Posteriormente, culturas como arroz e milho passaram a ser cultivadas em distintas regiões do mundo, enquanto o trigo se espalhou pela Ásia Menor, Delta do Nilo, Mesopotâmia e China. Nas Américas, entre 5.000 e 4.000 a.C., os primeiros indícios de

agricultura incluem o cultivo de milho, abóbora, batata, cacau, mandioca e girassol. Nesse mesmo período, técnicas agrícolas importantes como irrigação, adubação e construção de terraços em declive começaram a ser desenvolvidas. Vale destacar que, para as populações americanas, a caça e a pesca também representavam fontes fundamentais de subsistência. (Boaretto, 2009; Carneiro, 2003; Mazoyer; Roudart, 2010).

No contexto da consolidação das primeiras civilizações clássicas, a Antiguidade corresponde ao período compreendido entre o advento da agricultura e da escrita até a queda do Império Romano. Durante essa era, diversas sociedades complexas emergiram, como as civilizações egípcia, mesopotâmica, grega, romana, persa, hebraica, fenícia, celta e etrusca. Com o surgimento da vida urbana, foram criadas instituições destinadas a garantir o abastecimento alimentar das populações que não estavam diretamente envolvidas com a produção de alimentos. A base da dieta dessas civilizações era composta, principalmente, por trigo, cevada, favas e vegetais, além do consumo de vinho e azeite, obtidos a partir da videira e da oliveira, respectivamente (Boaretto, 2009; Flandrin; Montanari, 1998).

Com o declínio do Império Romano, no final da Antiguidade, as frequentes invasões e instabilidades levaram os grandes proprietários de terras a se retirarem para suas propriedades rurais. Nesse contexto, as camadas mais pobres da população também abandonaram os centros urbanos em busca de proteção e trabalho no campo. Para permanecerem nas terras e garantirem seu sustento, esses trabalhadores passaram a ceder parte da produção aos proprietários, dando origem ao regime feudal. Nesse sistema, o trabalhador rural tornava-se servo do senhor da terra. A produtividade nas áreas cultiváveis era limitada, em grande parte, pela desmotivação dos camponeses, que viam pouco benefício em produzir além do necessário, uma vez que grande parte de sua colheita era destinada aos senhores feudais (Boaretto, 2009).

Entre os séculos XI e XIII, a agricultura europeia passou por importantes transformações, especialmente no norte do continente, onde a tração pesada substituiu os sistemas de tração leve utilizados no século X. Impulsionado pelo crescimento populacional, o desmatamento foi intensificado, permitindo a recuperação de áreas anteriormente abandonadas e a ampliação das terras cultiváveis. Nesse cenário, surgiram diversas inovações tecnológicas voltadas à melhoria das práticas agrícolas, como o uso de arados de ferro, a introdução de moinhos movidos a água e vento, e a utilização de cavalos como principal força de trabalho no campo (Boaretto, 2009; Mazoyer; Roudart, 2010).

Por volta do ano 1000 d.C., a Europa começou a apresentar sinais de superpopulação, o que evidenciava os limites da capacidade produtiva agrícola da época. As dificuldades em suprir a demanda alimentar resultaram em períodos de fome, instabilidade social e deterioração das condições de vida dos camponeses. Embora a população continuasse a crescer, o aumento na produção de alimentos ocorria de forma lenta e insuficiente. Nesse cenário, a adoção progressiva da tração pesada — com o uso de arados de ferro e a substituição dos bois por cavalos — representou um avanço técnico decisivo, contribuindo para a ampliação da produtividade agrícola e permitindo o cultivo de solos mais densos e úmidos, especialmente no norte da Europa (Mazoyer; Roudart, 2010).

Durante a Idade Média, os alimentos eram, em grande parte, consumidos nos próprios locais onde eram produzidos. Contudo, ao final desse período, observa-se uma ampliação gradual das trocas comerciais, com produtos agrícolas sendo transportados para pontos mais distantes. O espaço rural europeu era composto por uma combinação de terras cultivadas e áreas ainda incultas, e mesmo as cidades conservavam traços rurais, marcadas pela presença de campos, hortas, pastagens e bosques. À produção agrícola somavam-se outras importantes fontes alimentares, como a caça, a pesca e a criação de animais em clareiras e florestas. Ainda que os regimes alimentares variassem conforme o estrato social, de modo geral, a dieta da população medieval era relativamente rica e diversificada (Boaretto, 2009).

A alimentação na Idade Média incluía uma diversidade de fontes proteicas, sendo comum o consumo de carnes como porco, carneiro, boi e animais provenientes da caça. A conservação da carne era feita principalmente por meio da salga, enquanto o vinho era uma bebida frequentemente presente na dieta. Cereais como centeio, aveia e sorgo eram amplamente consumidos, geralmente acompanhados por leguminosas como ervilhas, feijões e favas. Os vegetais eram cultivados em pequenas hortas domésticas, e o uso de sistemas agroflorestais contribuía significativamente para a subsistência das comunidades. O profundo conhecimento que os camponeses medievais detinham sobre plantas e animais possibilitava o aproveitamento eficiente dos recursos naturais disponíveis, garantindo a sobrevivência cotidiana (Boaretto, 2009).

Com a expansão urbana e o consequente crescimento das cidades, a agricultura de subsistência foi gradualmente substituída por uma agricultura voltada ao mercado, sendo o abastecimento alimentar cada vez mais organizado e controlado pelo Estado. Diante da ausência de avanços significativos nas técnicas agrícolas, optou-se pela ampliação das áreas destinadas ao cultivo de cereais como forma de suprir a demanda crescente por alimentos. Estima-se que, nesse contexto, o consumo de cereais tenha se intensificado entre a população europeia, enquanto a presença da carne na dieta popular sofreu redução. Paralelamente, à medida que as lavouras de cereais se expandiam, as áreas de pastagem destinadas à criação de gado diminuam (Flandrin; Montanari, 1998).

No momento da chegada de Colombo ao continente americano, estima-se que cerca de dez milhões de indígenas viviam na região, tendo como base alimentar produtos como milho, batata, batata-doce e mandioca. A agricultura intensiva praticada pelas civilizações pré-colombianas foi, em grande parte, descontinuada com a colonização, e diversas culturas tradicionais foram destruídas pela introdução descontrolada do gado trazido pelos europeus. A partir das grandes navegações, estabeleceu-se um intenso intercâmbio de produtos entre os continentes. Especiarias asiáticas e plantas alimentícias oriundas das Américas passaram a circular pela Europa, enquanto espécies tropicais, como a cana-de-açúcar, foram introduzidas no Novo Mundo, onde encontraram condições favoráveis para o cultivo em larga escala. Da mesma forma, plantas de origem africana e oriental, como a banana, a videira e o inhame, passaram a ser cultivadas em diversas regiões do globo. No Brasil, o modelo de colonização foi estruturado com base no sistema de *plantation*, caracterizado pelo cultivo de monoculturas em grandes propriedades, voltadas à exportação e sustentadas pelo trabalho escravo. (Carneiro, 2003; Fausto, 2006).

Ao longo da Idade Moderna e do período pós-medieval, o conhecimento científico relacionado à agricultura passou por transformações profundas, marcadas por avanços significativos nas áreas da botânica, química e fisiologia vegetal. Diversos pesquisadores contribuíram de maneira decisiva para esse processo. John Woodward, por exemplo, realizou experimentos com o uso de água destilada em plantas, enquanto Stephen Hales publicou a primeira obra dedicada ao estudo da nutrição vegetal. Joseph Priestley identificou que as plantas liberavam o mesmo gás — oxigênio — produzido pela decomposição do óxido de mercúrio quando aquecido, e Jan Ingen-Housz demonstrou que essa liberação ocorria em presença de luz. No campo da química, Antoine Lavoisier refutou a teoria do flogisto e formulou a Lei da Conservação da Massa, estabelecendo bases fundamentais para a compreensão dos processos metabólicos. Jean Senebier, por sua vez, revelou a relação entre a liberação de oxigênio pelas plantas e a presença de dióxido de carbono dissolvido na água. Thomas Malthus introduziu os primeiros estudos sistematizados sobre demografia, alertando para a relação entre crescimento populacional e produção de alimentos. Já Saussure aplicou os princípios de Lavoisier à nutrição das plantas, e Jean-Baptiste Boussingault apresentou evidências experimentais da fixação de nitrogênio, entre outras contribuições relevantes para o desenvolvimento científico da

agricultura (Aulie, 1970; Bay, 1931; Boaretto, 2009; Burget, 1925; Ehrlich; Lui, 1997; Gest, 2000; Hart, 1930; Stanhill, 1986; Thagard, 1990; West, 2014).

Dessa forma, observa-se que o desenvolvimento da agricultura ao longo da história esteve intimamente ligado às transformações sociais, econômicas e científicas de cada período. Das práticas rudimentares do Neolítico aos avanços promovidos pela ciência moderna, a agricultura foi se tornando progressivamente mais estruturada e tecnificada. No entanto, os desafios para garantir o abastecimento alimentar de populações crescentes exigiram, nas etapas seguintes, a adoção de métodos produtivos cada vez mais intensivos. É nesse contexto que se consolida a chamada agricultura convencional, modelo que se tornaria predominante nos séculos seguintes, trazendo consigo tanto ganhos produtivos quanto importantes questionamentos quanto à sua sustentabilidade a longo prazo.

3.2. Agricultura Convencional

Durante o século XX, ocorreram avanços significativos na ciência e na tecnologia que impulsionaram o aumento da produção de alimentos, superando a taxa de crescimento populacional e, conseqüentemente, contribuindo para a redução da fome crônica. Os pesticidas, desenvolvidos como meio de controle de doenças em plantas, passaram a ser amplamente utilizados após a Segunda Guerra Mundial. Além disso, o uso de fertilizantes cresceu de forma expressiva, em razão dos benefícios que proporcionam à produtividade agrícola (Gliessman, 2000).

Durante a Revolução Agrícola Contemporânea, a mecanização, a seleção de variedades e o uso de fertilizantes concentraram-se, principalmente, nos países desenvolvidos. Em contraste, a maior parte da população rural nos países em desenvolvimento não teve acesso a esses avanços tecnológicos. Como consequência, apenas uma elite agrícola se beneficiou das inovações promovidas pelas revoluções agrícolas, como a Revolução Verde (de Assis, 2006; Mazoyer; Roudart, 2010).

A Revolução Verde constituiu uma modalidade da Revolução Agrícola Contemporânea, caracterizada pelo foco na seleção de variedades com altos rendimentos, aliada ao uso intensivo de fertilizantes e ao controle da irrigação. Seu principal objetivo foi impulsionar culturas voltadas à exportação, como arroz, milho, trigo e soja. Embora a prática de seleção genética de plantas já estivesse presente desde os primórdios da agricultura, a Revolução Verde elevou essa técnica a novos patamares, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade na agricultura moderna (Gliessman, 2000; Mazoyer; Roudart, 2010; Pellegrini; Fernández, 2018).

Esse conjunto de transformações tecnológicas se articula com um modelo mais amplo de racionalidade produtiva, conhecido como paradigma da agricultura convencional. Esta é caracterizada pela centralização da produção em escalas nacional e internacional, com concentração do controle sobre terras, recursos e capital. Grandes unidades produtivas intensivas em capital, energia e tecnologia priorizam produtividade, lucro e velocidade, com pouca atenção aos impactos ecológicos ou sociais. O trabalho agrícola tende a ser visto como um fardo a ser minimizado, enquanto a agricultura é concebida como um negócio regido por metas econômicas (Beus; Dunlap, 1990).

Esse modelo pressupõe uma separação entre humanos e natureza, tratando o ambiente como um conjunto de recursos a serem explorados. Monoculturas, base genética estreita, padronização produtiva e sistemas especializados predominam, mantendo a sustentabilidade artificialmente por meio de insumos químicos. Os custos externos, como a degradação ambiental e a perda de biodiversidade, são frequentemente desconsiderados, enquanto a ciência e a tecnologia são vistas como únicas fontes de solução, mesmo quando baseadas no uso intensivo de recursos não renováveis (Beus; Dunlap, 1990).

O cultivo intensivo do solo, a monocultura, o uso de fertilizantes sintéticos, a irrigação, o controle químico de pragas e a manipulação genética das plantas tornaram-se práticas comuns na agricultura moderna. Embora contribuam para o aumento da produção e da eficiência, essas estratégias também geram impactos negativos significativos sobre a fertilidade do solo, as taxas de erosão, o consumo de água, a saúde pública e o meio ambiente. Tais abordagens priorizam o lucro e a produtividade em detrimento da integridade dos agroecossistemas. Como consequência, observa-se a redução da diversidade de culturas e uma crescente dependência de processos simplificados para atender às metas de produtividade. Esse modelo tem enfraquecido a capacidade adaptativa dos sistemas agrícolas, tornando-os mais vulneráveis às mudanças climáticas, à perda de biodiversidade e à insegurança alimentar em longo prazo. Trata-se de um ciclo vicioso que precisa ser urgentemente superado (Aguilar *et al.*, 2015; Gliessman, 2000; Petersen-Rockney *et al.*, 2021).

Determinadas práticas agrícolas priorizam a produtividade imediata em detrimento da sustentabilidade produtiva no longo prazo. Essas estratégias podem gerar diversos efeitos prejudiciais, como a degradação do solo, o uso excessivo de água e o consequente desperdício, a poluição ambiental, a dependência de insumos externos, a perda da diversidade genética, a redução do controle local sobre os sistemas produtivos e o agravamento das desigualdades globais. Tais impactos resultam, ainda, na diminuição da biodiversidade e na simplificação das paisagens rurais, comprometendo a resiliência dos territórios agrícolas (Gliessman, 2000; Grab *et al.*, 2018).

A agricultura convencional baseia-se fortemente no uso de agentes químicos e na oferta de incentivos financeiros, o que compromete sua resiliência e a torna insustentável a longo prazo. As práticas associadas a esse modelo contribuem diretamente para a degradação de recursos naturais essenciais à manutenção da produção agrícola, como o solo, a água e a biodiversidade (Gliessman, 2000; Kremen; Merenlender, 2018).

O modelo agrícola atualmente predominante apresenta-se como insustentável e se relaciona com o que se denomina de “Ameaça Tripla do Antropoceno”, caracterizada pela inter-relação entre mudanças climáticas, perda de biodiversidade e insegurança alimentar (Kremen; Merenlender, 2018; Petersen-Rockney *et al.*, 2021).

O desenvolvimento sustentável da agricultura enfrenta uma ameaça crescente representada pelas mudanças climáticas. Fenômenos extremos, como secas, enchentes, ondas de calor e ciclones, têm se tornado mais frequentes e impactam diretamente a produtividade agrícola, a segurança alimentar, a pobreza rural e a exploração dos recursos naturais. Além disso, tais impactos têm contribuído para o aumento dos fluxos migratórios e para a redução da demanda por bens e serviços industriais, evidenciando os efeitos sistêmicos das alterações climáticas sobre a dinâmica socioeconômica global (Birthal; Hazrana, 2019).

Nesse cenário, torna-se necessário romper com o paradigma produtivista ainda dominante na agricultura. Para isso, é fundamental que as políticas públicas do setor — em todas as escalas, do local ao federal — incorporem variáveis biofísicas, como a variabilidade climática, e priorizem estratégias de adaptação capazes de fortalecer os sistemas produtivos frente às novas condições ambientais (Spangler *et al.*, 2022).

Diante dos impactos ambientais, sociais e econômicos provocados pelo modelo agrícola convencional, torna-se evidente a necessidade de repensar as formas de produção no campo. A intensificação da agricultura com base em práticas insustentáveis tem comprometido a resiliência dos agroecossistemas e agravado problemas estruturais como a insegurança alimentar, a degradação dos recursos naturais e a desigualdade no acesso às inovações tecnológicas. Nesse contexto, o conceito de desenvolvimento rural sustentável emerge como uma alternativa orientada à promoção do equilíbrio entre produtividade, equidade social e

preservação ambiental, sendo essencial para a construção de sistemas agrícolas mais justos, diversos e resilientes.

3.3. Desenvolvimento Rural Sustentável

No período pós-Segunda Guerra Mundial, a concepção de desenvolvimento rural sustentável (DRS) esteve fortemente orientada pelo ideal de crescimento econômico. Nesse contexto, havia pouca preocupação com o uso intensivo dos recursos naturais, uma vez que tal exploração era vista como necessária para que os países em desenvolvimento pudessem alcançar o nível de industrialização das nações já desenvolvidas. Contudo, essa perspectiva negligenciava as implicações ambientais e sociais do processo, restringindo-se a metas puramente desenvolvimentistas (Costabeber; Caporal, 2003; Pasqualotto; Stasiak; Pasqualotto, 2012).

Na segunda metade do século XX, o conceito de desenvolvimento sustentável passou por um processo de amadurecimento, impulsionado por marcos importantes em conferências e debates ambientais internacionais. Em 1968, o Clube de Roma alertou sobre os limites do crescimento, destacando a finitude dos recursos naturais. Em 1972, a Conferência de Estocolmo aprofundou as discussões sobre a degradação ambiental e evidenciou as desigualdades entre países industrializados e não industrializados. O termo “desenvolvimento sustentável” foi oficialmente introduzido pela Organização das Nações Unidas em 1987. Posteriormente, em 1992, a Conferência do Rio reconheceu a responsabilidade histórica mais significativa dos países desenvolvidos pelos impactos ambientais globais (SMA, 2011).

Com base no exposto, é possível identificar duas abordagens distintas. A primeira adota uma perspectiva centrada exclusivamente no crescimento econômico, sendo conhecida como abordagem eco-tecnocrática. Já a segunda, denominada eco-social, propõe uma visão mais abrangente, ao integrar as dimensões ambiental e social, buscando promover um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, a preservação ambiental e a justiça social (Pasqualotto; Kaufmann; Wizniewsky, 2019; SMA, 2011).

Nesse contexto, compreender os fundamentos ecológicos torna-se essencial para sustentar uma abordagem verdadeiramente eco-social do desenvolvimento. Um ecossistema constitui um sistema complexo, caracterizado pelas relações interdependentes entre os organismos vivos e o ambiente ao seu redor, abrangendo tanto elementos bióticos quanto abióticos, todos inseridos dentro de limites geográficos definidos. A estabilidade de um ecossistema depende diretamente de sua diversidade, que permite a manutenção do equilíbrio dinâmico ao longo do tempo e do espaço. A redução dessa complexidade compromete a integridade do sistema, gerando desequilíbrios e vulnerabilidades ecológicas (de Assis, 2006; Gliessman, 2000).

Com base na compreensão dos ecossistemas, é possível aplicar esses mesmos princípios à agricultura por meio do conceito de agroecossistemas — ecossistemas direcionados à produção agrícola. Dessa forma, os fundamentos da ecologia e dos sistemas naturais tornam-se referências para a análise dos sistemas de produção de alimentos. Para que sejam sustentáveis, os agroecossistemas devem buscar a autorregulação, o que implica considerar não apenas aspectos agrônômicos e ecológicos, mas também variáveis socioeconômicas. Isso reforça a noção de que a agricultura é, simultaneamente, um processo ecológico e social. Vale ressaltar que a tecnologia, nesse contexto, deve ser compreendida como uma ferramenta estratégica no desenvolvimento rural, capaz de atender às necessidades econômicas e sociais das comunidades (de Assis, 2006; Gliessman, 2000).

Nesse sentido, reconhecer os limites ecológicos dos agroecossistemas reforça a premissa de que os recursos naturais são finitos, e que o crescimento econômico não pode ocorrer às custas do bem-estar social e da estabilidade ambiental. Essa compreensão fundamenta a noção

de desenvolvimento sustentável, que visa simultaneamente à melhoria das condições de vida humana e à preservação da capacidade dos ecossistemas de sustentar essa vida. Ao assumirmos os limites do planeta como referência para nossas ações, podemos construir caminhos que conduzam a uma qualidade de vida mais justa, equilibrada e duradoura para todos (de Assis, 2006; Pasqualotto; Stasiak; Pasqualotto, 2012).

Como forma de traduzir essas ideias em critérios organizacionais, tem-se o conceito do Tripé da Sustentabilidade, do inglês *Triple Bottom Line (TBL)*, propõe que as iniciativas de sustentabilidade devem levar em conta três dimensões fundamentais: econômica, social e ambiental (Elkington, 1997). Essa perspectiva ganhou força por apresentar uma forma objetiva de avaliar o desempenho sustentável de organizações e projetos, incentivando um equilíbrio entre a geração de lucros, a proteção do meio ambiente e a promoção do bem-estar das comunidades.

Contudo, para que o desenvolvimento sustentável se concretize de maneira mais abrangente, a literatura indica que é importante considerar ainda mais dimensões além da tríade proposta originalmente pelo *TBL*. Nesse sentido, encontram-se seis aspectos fundamentais que devem orientar qualquer projeto ou iniciativa voltada à sustentabilidade: dimensões ecológica, social, econômica, cultural, política e ética. A dimensão ecológica diz respeito à preservação e conservação dos recursos naturais, assegurando sua disponibilidade contínua. A dimensão social refere-se à garantia de acesso equitativo aos benefícios gerados, promovendo justiça social. A dimensão econômica vai além da lógica do lucro, incluindo também a valorização da subsistência, da soberania e da segurança alimentar. Já a dimensão cultural envolve o respeito aos saberes tradicionais, às práticas locais e aos valores das comunidades. A dimensão política exige a inclusão efetiva das populações rurais nos processos decisórios, garantindo que suas demandas e interesses sejam considerados. Por fim, a dimensão ética pressupõe o compromisso com a preservação ambiental, orientando as ações do presente com responsabilidade para com as gerações futuras (Costabeber; Caporal, 2003).

Quando aplicada ao Desenvolvimento Rural Sustentável, a conjugação dessas múltiplas dimensões amplia a compreensão de como o planejamento não se limita a melhorar indicadores produtivos, mas também afeta positivamente as relações sociais, a autonomia dos agricultores, a preservação cultural e o equilíbrio ecológico. Essa abordagem, portanto, realça a importância de se construir políticas e estratégias sustentáveis que considerem tanto as necessidades imediatas de produção de alimentos quanto as práticas e valores sustentáveis de longo prazo.

Assim, a promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável exige o fortalecimento da agricultura familiar, a adoção de estratégias alternativas de comercialização e o incentivo à organização das comunidades locais. Nesse cenário, ganham relevância os conceitos de multifuncionalidade e policultivos, que valorizam a diversidade de funções e de cultivos no meio rural. A construção de sistemas agrícolas sustentáveis requer uma abordagem prospectiva, orientada para o futuro, que considere o fortalecimento das economias locais e regionais, com a incorporação de cultivos e variedades nativas como forma de ampliar a agrobiodiversidade. Ao integrar crescimento econômico, conservação ambiental e justiça social, esse modelo torna-se uma via promissora para a transformação dos territórios rurais em espaços mais resilientes, inclusivos e sustentáveis (Costabeber; Caporal, 2003; de Assis, 2006).

Dessa forma, o desenvolvimento rural sustentável se apresenta como um modelo importante para enfrentar os desafios ambientais, sociais e econômicos do mundo contemporâneo. Ao integrar múltiplas dimensões e valorizar os saberes locais, esse modelo promove a autonomia das comunidades rurais e a preservação dos recursos naturais. No entanto, para que essa transformação ocorra de maneira efetiva, é necessário repensar as formas de produção no campo. Nesse contexto, a diversificação agrícola surge como uma abordagem

promissora, capaz de fortalecer os agroecossistemas, ampliar a resiliência produtiva e contribuir para a sustentabilidade rural em seus múltiplos aspectos.

3.4. Diversificação Agrícola

A preocupação com a diversificação agrícola e com a garantia da segurança alimentar remonta a períodos históricos distantes. Durante o período colonial, por exemplo, a Coroa Portuguesa já manifestava interesse em diversificar a produção agrícola no Brasil, com o objetivo de assegurar o abastecimento regular de alimentos. Nesse contexto, consolidou-se um modelo dual no campo: de um lado, grandes empreendimentos voltados à exportação de cana-de-açúcar; de outro, uma população camponesa composta por pequenos produtores responsáveis pelo suprimento interno de alimentos. (Fausto, 2006). Tal dualidade histórica mostra que, embora muitas vezes priorizada pelas elites agrícolas somente em termos de exportação e ganhos imediatos, a diversificação já surgia como fator essencial à segurança alimentar local.

Embora a especialização agrícola possa gerar maiores lucros imediatos, esses ganhos tendem a ser voláteis diante das flutuações do mercado. A diversificação, por sua vez, oferece maior estabilidade de rendimento, ainda que os valores médios sejam mais baixos. No entanto, pesquisas indicam que, a longo prazo, a diversificação pode superar economicamente a monocultura, promovendo aumento de rentabilidade, recuperação frente a crises e até o surgimento de novas indústrias locais vinculadas à produção agrícola (Abson; Fraser; Benton, 2013; Ceceñas-Jacquez; Morales-Carrillo, 2015; Chapagain *et al.*, 2018; Lal *et al.*, 2017; Liu; Shankar; Li, 2021; Nera *et al.*, 2020; Rodríguez Vázquez, 2019; Suresh *et al.*, 2021)

Nesse sentido, a adoção de práticas diversificadas na agricultura pode contribuir significativamente para a preservação e conservação ambiental, alinhando-se aos princípios do desenvolvimento sustentável. A literatura aponta que a diversificação produtiva tem potencial para mitigar riscos associados ao clima. No entanto, é fundamental que haja uma gestão ambiental condizente com as particularidades do contexto em que o sistema agrícola está inserido (Ceceñas-Jacquez; Morales-Carrillo, 2015; Lydecker; Forman, 2013; Rover *et al.*, 2017)

Além dos benefícios ambientais, a diversificação também fortalece a resiliência econômica dos sistemas agrícolas. Caso ocorram quedas nos retornos financeiros, essa estratégia permite compensações por meio de uma maior estabilidade nos rendimentos. Isso porque o produtor, ao não depender exclusivamente de um único cultivo, reduz sua exposição a variações bruscas do mercado. A probabilidade de todos os produtos serem afetados simultaneamente por choques econômicos é menor, o que amplia a capacidade do sistema de absorver impactos e manter sua viabilidade ao longo do tempo (Abson; Fraser; Benton, 2013; Nera *et al.*, 2020; Rodríguez Vázquez, 2019).

Assim, diante de choques globais, como pandemias ou longos períodos de estiagem, a diversificação dos sistemas de produção surge como uma estratégia eficaz para enfrentar a complexidade e a incerteza que caracterizam tais cenários. Em contraste com sistemas simplificados ou baseados na monocultura, os sistemas diversificados demonstram maior capacidade de adaptação e desempenho. Nesse sentido, a integração entre a produção animal e vegetal constitui um elemento-chave para fortalecer a resiliência dos agroecossistemas. Contudo, é fundamental reconhecer que cada sistema agrícola possui características próprias, e, portanto, não existe uma solução padronizada aplicável a todas as realidades. Assim, torna-se imprescindível compreender as especificidades locais e adotar estratégias de diversificação adequadas a cada contexto. (MMA, 2000; Petersen-Rockney *et al.*, 2021).

Estudos indicam que políticas públicas adequadas podem impulsionar ações cooperativas, facilitando a adoção de práticas diversificadas no meio rural, fortalecendo a

multifuncionalidade das propriedades. Ao mesmo tempo, incentivar uma maior variedade de cultivos e alternativas produtivas contribui para aprimorar a segurança alimentar, criar novas oportunidades de renda e fortalecer a autonomia dos produtores locais (Costabeber; Caporal, 2003; ONU, 2012; Riquinho; Hennington, 2014).

A diversificação agrícola representa uma estratégia capaz de atender a múltiplos objetivos, ao articular ganhos produtivos, ambientais e sociais. Ao considerar alternativas de diversificação, é essencial valorizar os legados culturais das comunidades rurais, reconhecendo seus saberes tradicionais e práticas históricas. Outro aspecto central para a sustentabilidade do sistema produtivo é a redução da dependência de insumos agroquímicos, cuja superação constitui um passo decisivo para a construção de uma agricultura mais equilibrada e ambientalmente responsável (Petersen-Rockney *et al.*, 2021; Spangler *et al.*, 2022).

É importante destacar que os sistemas tradicionais de produção agrícola, muitas vezes orientados pela lógica da especialização e da padronização, podem representar obstáculos à adoção de estratégias de diversificação, especialmente quando seus benefícios não são imediatos ou visíveis no curto prazo. No entanto, a diversificação tem o potencial de fortalecer a capacidade adaptativa e a resiliência dos sistemas produtivos, ampliando sua resistência frente a ameaças e incertezas. Assim, ao promover maior estabilidade e eficiência, a diversificação pode desencadear um ciclo virtuoso, com efeitos positivos cumulativos para a sustentabilidade agrícola (Petersen-Rockney *et al.*, 2021; Revoyron *et al.*, 2022).

Para enfrentar os desafios decorrentes das mudanças climáticas e das desigualdades sociopolíticas, torna-se indispensável romper com o paradigma produtivista tradicional e promover a transição para sistemas agrícolas mais diversificados e resilientes. Essa transformação exige uma reorientação política abrangente, envolvendo todas as esferas de governo, em que a adaptação climática figure como uma prioridade estratégica para o setor agrícola. Além disso, é fundamental que a formulação de políticas públicas considere os fatores biofísicos, como a variabilidade climática, de modo a assegurar a viabilidade e a eficácia das ações propostas frente às condições ambientais em constante mudança (Spangler *et al.*, 2022).

De fato, a diversificação agrícola conta com amplo respaldo na literatura científica, que reúne evidências consistentes sobre seus benefícios para a sustentabilidade dos sistemas produtivos, a segurança alimentar e a resiliência frente às mudanças ambientais e sociais (Antonelli; Coromaldi; Pallante, 2022; Garbelini *et al.*, 2022; Gogoi *et al.*, 2022; Hao *et al.*, 2022; Mzyece; Ng'ombe, 2021; Yan *et al.*, 2022).

Diante dos múltiplos desafios que afetam a agricultura contemporânea — como as mudanças climáticas, a degradação ambiental e as desigualdades socioeconômicas — a diversificação agrícola se apresenta como uma estratégia fundamental para a construção de sistemas produtivos mais sustentáveis, resilientes e inclusivos. Ao promover a valorização da agrobiodiversidade, a redução da dependência de insumos externos e a integração entre saberes tradicionais e inovações técnicas, a diversificação amplia a capacidade de resposta dos agroecossistemas às adversidades. Trata-se, portanto, de um caminho promissor para alinhar o desenvolvimento rural sustentável com a segurança alimentar e a justiça socioambiental.

Por fim, é importante destacar que a transição para sistemas cada vez mais diversificados demanda esforços conjuntos distintos *stakeholders*, como agricultores, organizações da sociedade civil, instituições de pesquisa e governantes, a fim de harmonizar a cadeia de valor com a sustentabilidade econômica, social e ambiental (Meynard *et al.*, 2018).

4. Discussão

A trajetória histórica da agricultura revela uma constante adaptação a mudanças sociais, tecnológicas e ambientais. No entanto, o predomínio de práticas intensivas e especializadas, orientadas pela maximização de rendimentos e pela lógica do crescimento econômico,

evidenciou importantes limites. A combinação entre monoculturas e uso intensivo de insumos químicos, somada à degradação dos recursos naturais, expõe a vulnerabilidade de muitos sistemas produtivos frente aos desafios do Antropoceno. As perturbações climáticas recorrentes, a perda acelerada de biodiversidade e a insegurança alimentar são indícios claros de que o modelo agrícola convencional encontra-se em profunda crise.

Nesse contexto, a diversificação agrícola desponta como uma alternativa estratégica para transformar os sistemas de produção e reposicionar o rural como espaço de resiliência, inovação e sustentabilidade. Ao ampliar a variedade de cultivos e práticas, a diversificação fortalece os agroecossistemas, cria oportunidades econômicas mais distribuídas e reduz a dependência de insumos externos. Essa abordagem promove maior estabilidade dos rendimentos e diminui os riscos associados à variabilidade climática e ao mercado, especialmente para pequenos agricultores. Além disso, reforça a capacidade de autorregulação dos solos e dos ciclos ecológicos, reduzindo a necessidade de fertilizantes e pesticidas sintéticos.

Essa transição, no entanto, requer mais do que ajustes técnicos. Trata-se de uma mudança de paradigma, na qual os saberes tradicionais, o manejo adaptado ao território e a participação das comunidades locais ganham centralidade na construção de estratégias produtivas. Essa perspectiva está profundamente alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), particularmente no que se refere à erradicação da pobreza (ODS 1), à promoção da segurança alimentar por meio de uma agricultura sustentável (ODS 2), à mitigação e adaptação às mudanças climáticas (ODS 13) e à preservação da biodiversidade terrestre (ODS 15).

Destaca-se, em especial, a meta 2.4 do ODS 2, que propõe garantir sistemas de produção de alimentos sustentáveis e práticas agrícolas resilientes até 2030. A diversificação agrícola se alinha diretamente a esse objetivo, pois possibilita o uso mais racional dos recursos naturais, amplia a capacidade de adaptação dos sistemas produtivos às variações climáticas e fortalece a qualidade do solo. Ao integrar espécies e técnicas distintas em um mesmo território, os produtores podem reduzir a dependência de monoculturas e insumos externos, gerando maiores oportunidades de renda e elevando a resiliência das comunidades rurais frente às incertezas do cenário global. Há, nesse sentido, ampla evidência na literatura científica de que a diversificação agrícola é uma prática eficaz para promover a sustentabilidade agrícola (Assis, 2006; Ceceñas-Jacquez; Morales-Carrillo, 2015; Chambers; Conway, 1992; Chonabayashi; Jithitikulchai; Qu, 2020; Lin, 2011; Petersen-Rockney *et al.*, 2021).

A diversificação também contribui diretamente para os princípios do desenvolvimento rural sustentável, ao integrar múltiplas dimensões — social, econômica, ecológica, cultural, política e ética — e promover o equilíbrio entre elas. A pluralidade de cultivos e espécies favorece a inclusão produtiva, a soberania alimentar e o fortalecimento das redes locais. Ao mesmo tempo, a biodiversidade agrícola reforça serviços ecossistêmicos fundamentais, como a polinização, a ciclagem de nutrientes e a regulação do microclima, ampliando a capacidade de adaptação dos sistemas frente a eventos extremos.

Entretanto, a implementação de sistemas agrícolas mais diversos ainda enfrenta barreiras significativas. Estruturas institucionais e políticas de fomento historicamente moldadas por modelos convencionais tendem a privilegiar monoculturas e cadeias produtivas longas e concentradas. A ausência de incentivos à diversificação, associada à limitação do acesso a assistência técnica qualificada e à desvalorização dos saberes locais, compromete a adoção de práticas mais sustentáveis. Superar esses entraves demanda articulação entre agricultores, gestores públicos, universidades, movimentos sociais e instituições de pesquisa, de modo que as soluções construídas respeitem as especificidades de cada território e promovam justiça social.

Ampliar a escala e o alcance da diversificação agrícola também implica repensar o papel da agricultura na sociedade. Ao reconhecer os limites ecológicos do planeta, questiona-se a continuidade de sistemas baseados na exploração intensiva de recursos naturais e abre-se espaço para a construção de modelos pautados pela regeneração, pelo equilíbrio e pela solidariedade intergeracional. Nesse sentido, a diversificação agrícola representa não apenas um ajuste de rota, mas uma estratégia de transição agroecológica capaz de enfrentar os dilemas globais de forma enraizada no local.

Em síntese, a diversificação agrícola assume papel central na consolidação de agroecossistemas sustentáveis, resilientes e inclusivos. Sua efetividade, contudo, depende de um redesenho estrutural das políticas públicas, da valorização dos territórios rurais e do fortalecimento de espaços coletivos de decisão. Com base nessa abordagem, é possível avançar na concretização de diversos ODS e garantir que a agricultura cumpra sua função essencial no presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras.

5. Considerações Finais

Este trabalho partiu da contextualização do conceito de sustentabilidade e da apresentação da diversificação agrícola como objeto de análise. A pesquisa percorreu a trajetória histórica da agricultura, organizada nos períodos pré-convencional e convencional, destacou os fundamentos do desenvolvimento rural sustentável como referencial teórico e, por fim, discutiu a diversificação agrícola como estratégia para enfrentar os desafios contemporâneos no contexto do Antropoceno.

A análise evidenciou que os modelos de produção baseados na intensificação e na homogeneização tornaram-se insuficientes para lidar com a complexidade e a instabilidade dos sistemas socioambientais atuais. Em contraste, a diversificação agrícola desponta como uma alternativa promissora, ao articular benefícios ecológicos, econômicos e sociais. Ao promover a resiliência dos agroecossistemas, valorizar a agrobiodiversidade, integrar saberes locais e ampliar as oportunidades produtivas, essa abordagem contribui para transformar a agricultura em um instrumento de justiça econômica, ambiental e social.

A sustentabilidade da agricultura não pode mais ser pensada apenas como eficiência produtiva, mas como capacidade adaptativa frente às mudanças climáticas, aos limites ecológicos e às desigualdades sociais. Nesse sentido, a diversificação representa mais do que uma técnica: ela constitui um caminho estratégico para reposicionar o rural como espaço de inovação, inclusão e regeneração.

Essa visão alinha-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A diversificação agrícola pode contribuir para o ODS 1, ao gerar novas fontes de renda e reduzir a vulnerabilidade econômica dos pequenos produtores; para o ODS 2, ao promover sistemas de produção de alimentos mais sustentáveis e resilientes; para o ODS 13, ao reforçar a capacidade de adaptação às mudanças climáticas; e para o ODS 15, ao conservar a biodiversidade e manter serviços ecossistêmicos fundamentais. Assim, a adoção de uma matriz produtiva diversificada não apenas amplia a qualidade de vida no campo, como também fortalece a segurança alimentar e preserva os recursos naturais para as próximas gerações.

Diante disso, torna-se imprescindível que políticas públicas, instituições de pesquisa, comunidades rurais e demais agentes atuem de forma articulada na construção de sistemas produtivos mais diversos, resilientes e sustentáveis. Ao oferecer uma análise crítica e fundamentada da diversificação agrícola, este trabalho busca contribuir para o avanço das reflexões sobre o futuro da agricultura e para a consolidação de alternativas que respeitem os limites do planeta e promovam a dignidade no campo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

ABSON, D. J.; FRASER, E. D. G.; BENTON, T. G. Landscape diversity and the resilience of agricultural returns: A portfolio analysis of land-use patterns and economic returns from lowland agriculture. **Agriculture and Food Security**, v. 2, n. 1, 2013.

AGUILAR, J. *et al.* Crop species diversity changes in the United States: 1978-2012. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, 2015.

AKGÜN, A. A.; BAYCAN, T.; NIJKAMP, P. Rethinking on Sustainable Rural Development. **European Planning Studies**, v. 23, n. 4, p. 678–692, 2015.

ANTONELLI, C.; COROMALDI, M.; PALLANTE, G. Crop and income diversification for rural adaptation: Insights from Ugandan panel data. **Ecological Economics**, v. 195, 2022.

ASSIS, R. L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com Base na agroecologia. **Economia Aplicada**, v. 10, n. 1, p. 75–89, 2006.

AULIE, R. P. Boussingault and the Nitrogen Cycle. **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 114, n. 6, p. 435–479, 1970.

BAY, J. C. Jean Senebier. **Plant Physiology**, v. 6, n. 1, p. 188–193, 1931.

BEUS, C. E.; DUNLAP, R. E. Conventional versus Alternative Agriculture: The Paradigmatic Roots of the Debate*. **Rural Sociology**, v. 55, n. 4, p. 590–616, 1990.

BIRTHAL, P. S.; HAZRANA, J. Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks: Evidence from India. **Agricultural Systems**, v. 173, p. 345–354, 2019.

BOARETTO, A. E. A evolução da população mundial, da oferta de alimentos e das ciências agrárias. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 513–526, 2009.

BURGET, G. E. Stephen Hales (1677-1761). **Annals of Medical History**, v. 7, n. 2, p. 109–116, 1925.

CARNEIRO, H. **Comida e Sociedade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CECEÑAS-JACQUEZ, O.; MORALES-CARRILLO, N. Perspectivas de desarrollo de los productores de frijol en sombrerete, Zacatecas. **Ra Ximhai**, v. 11, n. 5, p. 97–109, 2015.

CHAMBERS, R.; CONWAY, G. R. **Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century**: 296. Brighton: [s. n.], 1992.

CHAPAGAIN, T. *et al.* Intercropping of maize, millet, mustard, wheat and ginger increased land productivity and potential economic returns for smallholder terrace farmers in Nepal. **Field Crops Research**, v. 227, p. 91–101, 2018.

CHONABAYASHI, S.; JITHITIKULCHAI, T.; QU, Y. Does agricultural diversification build economic resilience to drought and flood? Evidence from poor households in Zambia. **African Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 15, p. 65–80, 2020.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável. **Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável no Mercosul**, Santa Maria, p. 157–194, 2003.

EHRLICH, I.; LUI, F. The problem of population and growth: A review of the literature from Malthus to contemporary models of endogenous population and endogenous growth. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 21, p. 205–242, 1997.

ELKINGTON, J. **The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford: Capstone, 1997.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. 7. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

FLANDRIN, J.-L.; MONTANARI, M. **História da Alimentação**. 6. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática de literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.

GARBELINI, L. G. *et al.* Diversified crop rotations increase the yield and economic efficiency of grain production systems. **European Journal of Agronomy**, v. 137, 2022.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 31–42.

GEST, H. Bicentenary homage to Dr Jan Ingen-Housz, MD (1730-1799), pioneer of photosynthesis research. **Photosynthesis Research**, v. 63, n. 2, p. 183–190, 2000.

GIL, A. C. Como Classificar as Pesquisas?. In: GIL, A. C. (org.). **Como Elaborar Projetos de Pesquisa?** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GOGOI, B. *et al.* Raised and sunken bed system for crop diversification, improving water productivity and economic returns: A case study in low-lying paddy lands of North-east India. **Agricultural Water Management**, v. 264, 2022.

GRAB, H. *et al.* Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. **Ecological Applications**, v. 28, n. 2, p. 348–355, 2018.

GRAMMONT, H. C. La evolución de la producción agropecuaria en el campo mexicano: concentración productiva, pobreza y pluriactividad. **Andamios**, v. 7, n. 13, 2010.

HANSEN, J. W. Is agricultural sustainability a useful concept?. **Agricultural Systems**, v. 50, n. 2, p. 117–143, 1996.

HAO, J. *et al.* Soil microbial nitrogen-cycling gene abundances in response to crop diversification: A meta-analysis. **Science of the Total Environment**, v. 838, 2022.

HART, H. Nicolas Théodore de Saussure. **Plant Physiology**, v. 5, n. 3, p. 424–429, 1930.

JANKER, J.; MANN, S.; RIST, S. What is Sustainable Agriculture? Critical Analysis of the International Political Discourse. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 4707, 2018.

KREMEN, C.; MERENLENDER, A. M. Landscapes that work for biodiversity and people. **Science**, v. 362, n. 6412, 2018.

LAL, B. *et al.* Crop and varietal diversification of rainfed rice based cropping systems for higher productivity and profitability in Eastern India. **PLoS ONE**, v. 12, n. 4, 2017.

LAURENTI, A. C.; PELLINI, T.; TELLES, T. S. Evolução da Ocupação e do Rendimento das Pessoas no Espaço Rural Brasileiro no Período de 2001 a 2009. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 2, p. 321–342, 2015.

LE CAMPION, A. *et al.* Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies. **Organic Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 63–74, 2020.

LIN, B. B. Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive management for environmental change. **BioScience**, v. 61, n. 3, p. 183–193, 2011.

LIU, W.; SHANKAR, S.; LI, L. Is specialization a strategy to improve farm efficiency in northwest China?. **Review of Development Economics**, v. 25, n. 3, p. 1695–1710, 2021.

LOBO, J. H. As Origens da Agricultura. **Revista de História**, v. 38, n. 78, p. 285–311, 1969.

LYDECKER, M.; FORMAN, R. T. T. Produção diversificada no entorno de rodovias: Integração ecológica da agricultura no sistema rodoviário. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 1, p. 157–174, 2013.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

MEYNARD, J. M. *et al.* Socio-technical lock-in hinders crop diversification in France. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 5, 2018.

MICHLER, J. D.; JOSEPHSON, A. L. To Specialize or Diversify: Agricultural Diversity and Poverty Dynamics in Ethiopia. **World Development**, v. 89, p. 214–226, 2017.

MIHAI, F.-C.; IATU, C. Sustainable Rural Development under Agenda 2030. In: SUSTAINABILITY ASSESSMENT AT THE 21ST CENTURY. Londres: IntechOpen, 2020.

MMA. **Agricultura sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000.

MZYECE, A.; NG'OMBE, J. N. Crop diversification improves technical efficiency and reduces income variability in Northern Ghana. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, 2021.

NERA, E. *et al.* Assessing the resilience and sustainability of a hazelnut farming system in central Italy with a participatory approach. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 1, 2020.

ONU. **Our Common Future**. Roma: ONU, 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2021.

ONU. **The role of FAO's Plant Production and Protection Division**. Roma: ONU, 2012. Disponível em: <https://www.fao.org/ag/agp/greencities/pdf/CDSNDN.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

ONU. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

PASQUALOTTO, M. P.; KAUFMANN, J. G.; WIZNIEWSKY, N. **Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável**. 1. ed. Santa Maria: UFSM, 2019.

PASQUALOTTO, N.; STASIAK, A. P.; PASQUALOTTO, D. Desenvolvimento rural sustentável: possibilidade real ou utópica?. In: , 2012, Uberlândia. **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**. Uberlândia: ENGA, 2012. p. 1–12.

PELLEGRINI, P.; FERNÁNDEZ, R. J. Crop intensification, land use, and on-farm energy-use efficiency during the worldwide spread of the green revolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 115, n. 10, p. 2335–2340, 2018.

PETERSEN-ROCKNEY, M. *et al.* Narrow and Brittle or Broad and Nimble? Comparing Adaptive Capacity in Simplifying and Diversifying Farming Systems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, 2021.

REVOYRON, E. *et al.* Diversity and drivers of crop diversification pathways of European farms. **Agricultural Systems**, v. 201, 2022.

RIDLEY, D. **The Literature Review: A Step-by-Step Guide for Students**. Londres: SAGE, 2012.

RIQUINHO, D. L.; HENNINGTON, É. A. Diversificação agrícola em localidade rural do Sul do Brasil: reflexões e alternativas de cumprimento da Convenção-Quadro para o controle do tabaco. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 24, n. 1, p. 183–207, 2014.

RODRÍGUEZ VÁZQUEZ, F. State and entrepreneurs facing situations of crisis: Conditions and possibilities for diversification of production in mendoza (1901-1939). **Apuntes**, v. 46, n. 85, p. 191–221, 2019.

ROVER, O. J. *et al.* Modos de gestão para a diversificação produtiva em regiões produtoras de tabaco. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 13, n. 2, 2017.

SCHALLER, N. The concept of agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 46, n. 1–4, p. 89–97, 1993.

SÈNE-HARPER, A. L.; CAMARA, S. M. E.; MATARRITA-CASCANTE, D. Does Diversification Lead to Livelihood Security in Fishing-Farming Communities? Insight from the Senegal River Delta. **Human Ecology**, v. 47, n. 6, p. 797–809, 2019.

SHENNAN, C. *et al.* Organic and Conventional Agriculture: A Useful Framing?. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 42, n. 1, p. 317–346, 2017.

SMA. **Agricultura sustentável**. São Paulo: SMA, 2011.

SPANGLER, K. *et al.* Path dependencies in US agriculture: Regional factors of diversification. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 333, 2022.

STANHILL, G. John Woodward - a neglected 17th century pioneer of experimental botany. **Israel Journal of Botany**, v. 35, n. 3–4, p. 225–231, 1986.

SUMBERG, J.; GILLER, K. E. What is ‘conventional’ agriculture? **Global Food Security**, v. 32, p. 100617, 2022.

SURESH, K. *et al.* How productive are rice farmers in Sri Lanka? The impact of resource accessibility, seed sources and varietal diversification. **Heliyon**, v. 7, n. 6, 2021.

TERÁN-SAMANIEGO, K. *et al.* Agroecology and Sustainable Agriculture: Conceptual Challenges and Opportunities—A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 17, n. 5, p. 1805, 2025.

THAGARD, P. The Conceptual Structure of the Chemical Revolution. **Philosophy of Science**, v. 57, n. 2, p. 183–209, 1990.

VENUS, T. E. *et al.* Livelihood vulnerability and climate change: a comparative analysis of smallholders in the Indo-Gangetic plains. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 2, p. 1981–2009, 2022.

WEST, J. B. Joseph Priestley, oxygen, and the Enlightenment. **Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol**, v. 306, p. 111–119, 2014.

YAN, Z. *et al.* Diversified cropping systems benefit soil carbon and nitrogen stocks by increasing aggregate stability: Results of three fractionation methods. **Science of the Total Environment**, v. 824, 2022.