

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**FRANCISCA LAYANA MORAIS DE ABREU
MATHEUS RIBEIRO CARVALHO**

**AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: uma abordagem sobre suas
origens e perspectivas**

**ARAGUATINS
2025**

**FRANCISCA LAYANA MORAIS DE ABREU
MATHEUS RIBEIRO CARVALHO**

**AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: uma abordagem sobre suas
origens e perspectivas**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Agronomia do Instituto
Federal do Tocantins – *Campus*
Araguatins, como exigência à obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Dr. Paulo Hernandes
Gonçalves da Silva

ARAGUATINS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

A162a Abreu, Francisca Layana Moraes de
 Agricultura Sustentável : Uma abordagem sobre suas origens e
 perspectivas / Francisca Layana Moraes de Abreu, Matheus Ribeiro
 Carvalho. – Araguatins, TO, 2025.
 39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2025.

Orientador: Dr. Paulo Hernandes Gonçalves da Silva

1. meio ambiente e segurança alimentar. 2. práticas agrícolas. 3.
sustentabilidade.. I. Carvalho, Matheus Ribeiro. II. Silva, Paulo
Hernandes Gonçalves da III. , . IV. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: Uma abordagem sobre suas origens e perspectivas

AUTORES: Francisca Layana Moraes de Abreu & Matheus Ribeiro Carvalho

ORIENTADOR: Dr. Paulo Hernandes Gonçalves da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

Araguatins, 05 de junho de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Hernandes Gonçalves da Silva, Presidente**, em 05/06/2025, às 16:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberta de Freitas Souza Lobo, Membro**, em 05/06/2025, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Decio Dias dos Reis, Membro**, em 05/06/2025, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2765320** e o código CRC **A51D7FD1**.

DEDICATÓRIA

Matheus Carvalho

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sempre me guardou e guiou meus passos no decorrer da minha vida.

Este trabalho também é dedicado aos meus familiares, meu pai Heyder Azevedo Carvalho, e minhas irmãs Adriana Ribeiro Carvalho, Tatiane Ribeiro Carvalho, Yasmim Ribeiro Carvalho e Thamara Ribeiro Carvalho Rocha, pois é graças aos seus esforços que hoje posso concluir o meu curso.

Não poderia deixar de dedicar a minha namorada e companheira Natália Alencar Marques, que sempre me apoiou e é meu porto seguro.

Francisca Layana

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por me sustentar e me guiar em cada passo desta jornada.

À minha mãe, por ser minha maior força e exemplo de dedicação, amor e coragem.

À minha família, que sempre acreditou em mim, mesmo quando eu duvidei.

Aos meus amigos, por estarem presentes nos momentos bons e ruins, dividindo sonhos, lutas e conquistas.

E ao meu parceiro de TCC, Matheus Carvalho, pela parceria, amizade e respeito em cada etapa desta caminhada.

A todos que fizeram parte da minha história, esta conquista também é de vocês

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus familiares, meu pai Heyder Azevedo Carvalho, e minhas irmãs Adriana Ribeiro Carvalho, Tatiane Ribeiro Carvalho, Yasmim Ribeiro Carvalho e Thamara Ribeiro Carvalho Rocha.

Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho.

Ao professor Dr. Paulo Hernandes Gonçalves da Silva, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

A todos que, de certa forma, me ajudaram nesta causa, pela dedicação em minha criação, minha família e amigos por todo o suporte dado a mim.

Francisca Layana,

Agradeço primeiramente a Deus, por estar presente em cada detalhe da minha vida, por ser minha força, meu refúgio e por sempre me levantar nos momentos de desânimo. Sem Ele, eu não teria chegado até aqui.

À minha família, meu apoio mais firme. À minha mãe, por ser meu sustento emocional, financeiro e minha maior motivação. Ao meu pai, à minha irmã Luzianna e ao meu sobrinho Pedro, por me inspirarem com carinho, incentivo e amor.

Aos amigos que estiveram comigo durante essa caminhada nos desafios, nas conquistas, nas risadas e nos dias difíceis, meu profundo agradecimento. Cada um contribuiu de forma especial nessa trajetória.

Sou grata também aos professores que me orientaram, acreditaram em mim e me proporcionaram oportunidades de aprendizado, e ao IFTO, que foi mais do que uma instituição: foi um lar.

A todos que fizeram parte desse caminho, o meu sincero obrigado.

*“Semeia um pensamento, colhe um ato.
Semeia um ato, colhe um hábito. Semeia um
hábito, colhe um caráter. Semeia um caráter,
colhe um destino.”*

Marion Laurence

RESUMO

A agricultura sustentável é uma forma de desenvolvimento rural que utiliza os recursos naturais de maneira equilibrada, garantindo sua conservação para as futuras gerações e contribuindo para a segurança alimentar em longo prazo. O modelo agrícola tradicional, baseado na monocultura, no melhoramento genético e no uso intensivo de insumos químicos e mecanização, gerou impactos ambientais e sociais negativos que comprometem a sustentabilidade dos avanços obtidos. Nesse contexto, a agricultura sustentável apresenta-se como uma alternativa necessária, pois busca equilibrar a produção de alimentos com o uso racional dos recursos naturais. Este trabalho teve como objetivo analisar os aspectos conceituais, práticos e tecnológicos da agricultura sustentável, destacando seus benefícios ambientais, sociais e econômicos. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica baseada em artigos científicos, relatórios técnicos e publicações institucionais. A pesquisa abordou a evolução histórica da agricultura no Brasil, os impactos do uso da terra e das mudanças climáticas, bem como as práticas sustentáveis como agroecologia, agricultura orgânica, plantio direto e permacultura. Conclui-se que a agricultura sustentável é essencial para a construção de sistemas alimentares resilientes, sendo necessária a implementação de políticas públicas e incentivos à inovação tecnológica para ampliar sua adoção e enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos.

Palavras-chave: práticas agrícolas; meio ambiente; segurança alimentar; sustentabilidade.

ABSTRACT

Sustainable agriculture is a form of rural development that uses natural resources in a balanced way, ensuring their conservation for future generations and contributing to long-term food security. The traditional agricultural model, based on monoculture, genetic improvement, and the intensive use of chemical inputs and mechanization, has generated environmental and social impacts that threaten the sustainability of the gains achieved. In this context, sustainable agriculture emerges as a necessary alternative, aiming to balance food production with the rational use of natural resources. This study aimed to analyze the conceptual, practical, and technological aspects of sustainable agriculture, highlighting its environmental, social, and economic benefits. A bibliographic review was carried out, based on scientific articles, technical reports, and institutional publications. The research covered the historical evolution of agriculture in Brazil, the impacts of land use and climate change, and sustainable practices such as agroecology, organic agriculture, no-tillage systems, and permaculture. It is concluded that sustainable agriculture is essential for building resilient food systems, and that the implementation of public policies and technological innovation incentives is fundamental to expanding its adoption and addressing current socio-environmental challenges.

Keywords: farming practices; environment; food security; sustainability.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
CONAB	Conselho Nacional de Abastecimentos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PIB	Produto Interno Bruto
SBF	Serviço Florestal Brasileiro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	METODOLOGIA.....	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	O Brasil e o desenvolvimento agrícola.....	14
3.2	Mudanças no uso da terra	18
3.3	Agricultura e mudanças climáticas.....	19
3.4	Aspectos da agricultura sustentável	23
3.5	Agricultura sustentável e seus princípios.....	26
3.5.1	Conservação dos recursos naturais.....	27
3.5.2	Diversidade agrícola.....	27
3.5.3	Ciclo fechado de nutrientes.....	28
3.5.4	Saúde do solo.....	28
3.5.5	Minimização de impactos negativos.....	28
3.5.6	Equidade social e econômica.....	29
3.6	Práticas de agricultura sustentável	29
3.6.1	Agroecologia.....	30
3.6.2	Agricultura Orgânica.....	31
3.6.3	Agricultura de Conservação.....	31
3.6.3	Permacultura.....	31
3.7	Benefícios da agricultura sustentável	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A agricultura sustentável tem sido caracterizada pela competência de promover desenvolvimento rural, que pode ser determinada como atividade econômica no qual os recursos naturais não são totalmente debilitados pelo consumo presente, tornando – se, conseqüentemente fundamental para sobrevivência das futuras gerações, ou seja, para a segurança de todos aqueles que irão dela depender para sobreviver (DELGADO; BERGAMASCO, 2017).

É fato que, o investimento em políticas de estímulo para a agricultura familiar é o principal fator para o controle da inflação dos alimentos consumidos no país, todavia, também é uma forma de incentivo para uma agricultura mais sustentável, uma vez que, o método de cultivo utilizado dificilmente usa produtos químicos. Assim sendo, a valorização e incentivo para a conservação do homem no campo e o acréscimo da produção na agricultura familiar concebe um melhor panorama econômico, haja visto que, 70% dos alimentos presentes na mesa dos brasileiros é derivado da agricultura familiar (MDA, 2019). Dessa forma, é justificável mencionar a agricultura familiar como um agente de primeiro grau no que se refere a agricultura sustentável.

Conforme os anos de 1980 até 2016, foi possível observar uma elevação no volume de investimentos públicos designados para pesquisas e desenvolvimento agrícola em países de renda mediana, no qual podemos citar Brasil, China e Índia (FAO *et al.*, 2023). Essas aplicações procederam em um acréscimo médio da produção e da produtividade agrícola. Contudo, o modelo de desenvolvimento promovido com uso de pacotes tecnológicos fundamentados na monocultura, melhoramento genético e aplicação intensiva de insumos químicos e máquinas pesadas, causaram consequências sociais e ambientais negativas, o que concomitantemente passou a ameaçar a sustentabilidade das melhorias adquiridas (SAMBUICHI *et al.*, 2012).

Desde o ano de 2015 até o ano de 2023, a circunstância global pertinente ao combate à fome e ascensão de uma agricultura sustentável apresentou retrocessos, notadamente, posterior a crise sanitária global de covid-19 e o agravamento das modificações climáticas e dos conflitos entre países. O relatório mais atual exposto pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO) avaliou e

concluiu uma estimativa que, em 2022, o mundo exibia 783 milhões de pessoas em ocorrência de fome, sendo que 258 milhões também apresentavam algum grau de precariedade alimentar e nutricional (InSAN), o número mais elevado já apontado pelos relatórios (FAO *et al.*, 2023).

É importante ressaltar que a agricultura sustentável é extremamente indispensável no esforço global para resguardar o meio ambiente, contrabalançando a produção de alimentos com a utilização correta dos recursos naturais. Com o desenvolvimento e expansão da população mundial e a crescente demanda por alimentos, as produções agrícolas tradicionais têm indicado um conflito significativo e a cada passo, bastante prejudicial ao ecossistema. Dificuldades como: desmatamento, uso exorbitante de agroquímicos, erosão do solo e emissão de gases de efeito estufa estão agregados à agricultura convencional. Nesse argumento, a agricultura sustentável se destaca não somente como uma alternativa viável, mas também, como uma necessidade imprescindível para garantir a saúde do planeta e a segurança alimentar das futuras gerações (FAO *et al.*, 2023).

Dessa forma, ainda conforme Fao *et al.*, (2023), o objetivo da agricultura sustentável é implantar práticas agrícolas que sustentem a produtividade e o rendimento, simultaneamente em que conservam e mantenham em ordem os recursos naturais. Isso compreende o uso competente da água, rotatividade de culturas, manejo integrado de pragas e a adoção de tecnologias que tornam mínimo o conflito ambiental. Conforme a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), práticas sustentáveis podem expandir a resiliência das lavouras, beneficiar a qualidade do solo e diminuir a dependência de produtos químicos. Essas práticas não só favorecem o meio ambiente, mas também sustentam a viabilidade econômica e social das comunidades rurais.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo explorar diferentes aspectos da agricultura sustentável, desde suas bases conceituais até as práticas e tecnologias aplicadas, considerando seus benefícios ambientais, sociais e econômicos. Ao compreender melhor os princípios e as estratégias da agricultura sustentável, podemos contribuir para o avanço de soluções que promovam a transformação dos sistemas agrícolas, visando um futuro mais sustentável e resiliente.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho possui características de um estudo exploratório, por meio de uma revisão bibliográfica, que, deste modo, é desenvolvida através de materiais já divulgados, análises já realizadas, compostas, em sua totalidade, de artigos científicos, livros e trabalhos de conclusão de curso.

A pesquisa foi realizada em passos acompanhando a metodologia. O primeiro passo foi a pesquisa dos arquivos, que respectivamente contribuíram com as respostas equivalentes à solução do problema, com argumentos e teses que respaldavam e elucidaram claramente todos os pontos imprescindíveis para alcançar o objetivo do trabalho.

Foram utilizados artigos científicos sobre o tema nas bases de dados Scielo, publicados entre os anos de 1987 e 2024. Esses arquivos também foram pesquisados em sites seguros e renomados relacionados à agricultura como Embrapa, FAO, MAPA, Biological Sciences, Conselho Científico Agro Sustentável. Para concluir a pesquisa, foram aproveitadas também algumas dissertações para auxiliar na elaboração dos tópicos abordados na organização deste trabalho. As expressões para a busca desses materiais foram: “princípios da agricultura sustentável”, “origens da agricultura sustentável”, “qual a importância da agricultura sustentável” e “quais as principais perspectivas da agricultura sustentável”. Em seguida, foi selecionado os temas e tópicos para compor o trabalho.

A escolha dos dados decorreu-se de maneira exploratória e minuciosamente seletiva, de maneira a considerar todos os feitos e embasamentos que de certa forma estavam conectados ao tema para assim desenvolver uma escrita coesa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O Brasil e o desenvolvimento agrícola

No que se refere ao desenvolvimento do setor da agricultura, o Brasil implementou um sistema agrícola mercantil de larga escala, conhecido globalmente por seu desempenho no desenvolvimento econômico e pelo progresso das exportações (MARTINELLI *et al.*, 2010). Em consequência disso, políticas públicas como incentivos fiscais, adequação de preços, estímulos para a exportação e comércio, aquisição de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de artifícios fizeram do Brasil uma potência na produção de energia, fibras, biocombustíveis e alimentos (BARROS, 2009). As lavouras brasileiras, com sua rica diversidade de culturas, práticas, técnicas e inovações, tornou-se um reflexo da variedade e da diversidade do país. Desde os primeiros cultivos até o agronegócio moderno, a história da agricultura no Brasil apresenta uma mistura entre adaptação, inovação e progresso.

A ciência e a tecnologia foram cruciais para a introdução da agricultura de precisão que reduziu as despesas e tornou os produtos brasileiros concorrentes no mercado global. Isso induziu o país a concretizar sua liderança na produção de algumas das *commodities* agrícolas principais, alcançando o nível de primeiro produtor mundial de cana-de-açúcar, café e laranja, e ainda o segundo produtor de soja e o terceiro de milho (FAOSTAT, 2019). A estabilização do trajeto da agricultura brasileira direcionada para o agronegócio foi acompanhada pela modificação direta do ambiente geográfico agregado com a história do desenvolvimento do próprio país.

Conforme a chegada dos primeiros colonos portugueses liderados por Pedro Álvares Cabral, iniciou-se uma modificação da agricultura de autoconsumo, concretizada pelos indígenas locais, para uma agricultura em extensa escala, tendo a cana-de-açúcar como a cultura principal na região do Nordeste, entre os séculos XVI e a primeira metade do século XVIII. Com a atenção em resolver dificuldades como a ausência de mão-de-obra habilitada, deficiência de capital e o retrocesso tecnológico da produção agrícola, o Imperador Don Pedro II dispôs a criação de múltiplos institutos de agricultura pelo país. O Imperial Instituto Bahiano de Agricultura, criado em 1859, foi o primeiro, posteriormente vieram os de Pernambuco (1859), Sergipe (1859), Fluminense (1860) e do Rio Grande do Sul (1861) (RODRIGUES, 1987). O estabelecimento desses institutos retribuíu à exigência de grandes produtores que

apontavam promover a ampliação da produtividade da cana de açúcar, porém foram fracassadas devido às práticas agrícolas da era, que eram fundamentadas em um sistema extensivo de cultivo. Dessa maneira, uma terra desgastada e com baixa produção era trocada por outra mais fértil em outra localidade, havendo pouco empenho em investir em lavoura de conhecimento que induzisse ao acréscimo de produtividade (REIFSCHNEIDER *et al.*, 2010).

Posteriormente à plenitude da produção de cana-de-açúcar, a coroa portuguesa começou a incentivar a produção de outras espécies agrícolas como o fumo, algodão e o café. É importante destacar que, este último se tornou extremamente formidável em São Paulo, o que persistiu até o final da terceira década do século XX, período em que aconteceu a Grande Depressão econômica de 1929 que acentuou a diminuição da demanda internacional pelo café brasileiro (REIFSCHNEIDER *et al.*, 2010).

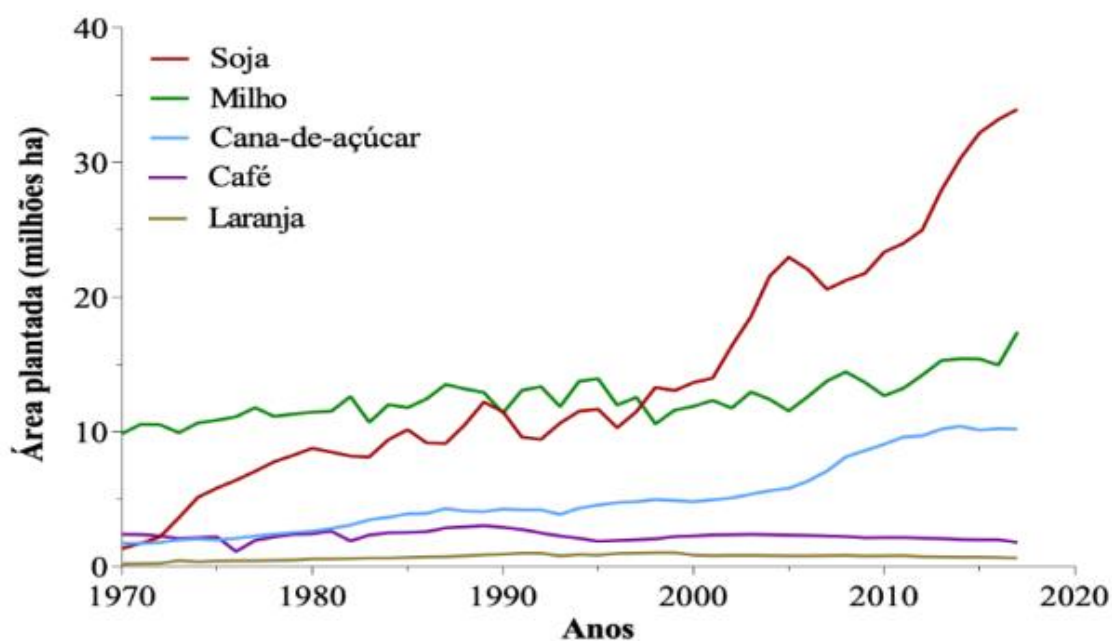
De modo geral, a representação da agricultura brasileira em meados da primeira metade do século XX era de uma agricultura familiar de subsistência, baseada no trabalho braçal em conformidade com uma população majoritariamente rural (60%) com menos de 2% do uso de maquinário agrícola nas áreas rurais (ELESBÃO, 2007). A insuficiência de estímulos em tecnologias e conhecimentos de manejo do solo brasileiro eram as limitações preponderantes para garantir mercados externos e até mesmo mercados internos.

A utilização de fertilizantes foi introduzida por meados de 1895 pelas grandes fazendas de café na cidade de Campinas. Todavia, a multiplicação do uso foi pausado e delongou diversas décadas, até o desenvolvimento da Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA (1967), que agiu nas táticas e obras para convencer aos produtores do custo-benefício dos adubos. Em consequência dessa preocupação e a pressão contínua de um desenvolvimento populacional, a produção de mantimentos necessitava expandir. Novas ideias e conceitos, nascidos depois da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) como a Revolução Verde e o uso intenso de fertilizantes, foram praticados em coletividade nos cultivos, o que resultou no surgimento da modernização da agricultura no Brasil, que tem possibilitado um aumento, em vasta escala, na produção de grãos e cereais nos últimos 50 anos (ANDRADES; GANIMI, 2007). Em outras palavras, marcou uma era de expansão rápida para as exportações brasileiras, impulsionando um processo de modernização

intensiva nas cadeias produtivas. Esse movimento resultou em uma maior relevância econômica e um crescimento substancial do agronegócio no país.

O aparecimento das grandes empresas agroindustriais refletiu a aquisição de maiores áreas propostas para a agricultura e um acréscimo na produtividade. Vale mencionar que, em 1977, a produção de grãos era de 47 milhões de toneladas e este número expandiu mais de cinco vezes até 2017, o que resultou em 237 milhões de toneladas. Isso ampliou expressivamente a produtividade agrícola brasileira, com estimações de 137% na produtividade e de 60% na área de plantio (EMBRAPA, 2018). Especialmente, a produção de cana-de-açúcar alcançou 758 milhões de toneladas em 2017, para o qual teve que quintuplicar sua área plantada em 10,1 milhões de hectares nas últimas cinco décadas (FAOSTAT, 2019).

Figura 1. Progresso da área de plantio das principais *commodities* agrícolas no Brasil entre 1970 e 2017.



(FAOSTAT, 2019).

Conforme o avanço da agricultura brasileira, a produção agrícola tem enfrentado variações na classificação geográfica. Haja visto que, isso se deve, em parte, às cobranças, pressões socioeconômicas e políticas ou aos atributos do clima e/ou das melhorias tecnológicas (LANDAU *et al.*, 2015). Dessa maneira, há locais onde os plantios de algumas culturas são dominantes no que diz respeito às outras regiões. Vale ressaltar que, as produções de soja e milho agrupam-se especialmente

na região Centro-Oeste, ao passo que a cana-de-açúcar e o café são cultivados sobretudo na região Sudeste. Já o plantio de laranja está difundido por todo o país, de acordo com os dados do Conselho Nacional de Abastecimentos (CONAB).

Logo, a agricultura é o maior setor da economia brasileira, sendo encarregado por quase 5,5% do produto interno bruto (PIB) do país (25% quando o agronegócio é incluído) e 36% de toda a saída de produtos brasileira (ASSAD *et al.*, 2013). Segundo o censo agropecuário de 2006, o Brasil tinha nesse momento, 5 milhões de patrimônios rurais, das quais 85% são proprietários de baixo porte (agricultura familiar) e 16% são grandes fazendas comerciais que preenchem 75% das terras agricultáveis.

No ano de 2018, as exportações brasileiras do agronegócio reuniram US\$ 101,7 bilhões, assinalando acréscimo de 5% quando comparado ao ano de 2017. No momento, o setor concebeu 42,3% de todas as comercializações externas do Brasil, com o desenvolvimento do valor exportado sobre o importado causando um saldo da balança superavitário em US\$ 87,2 bilhões (MAPA, 2019). Com o resultado de todas as exportações, em 2018, a economia consignou um percentual do agronegócio (parte vegetal e parte animal) sobre o PIB integral do Brasil de 21,1%, o que abrange os setores de insumos (1%), agropecuária (5,1%), indústria (6,3%) e de serviços (8,7%) (CEPEA, 2019).

No que diz respeito a demanda de grãos, a projeção global assinala que a produção passará de 232,6 milhões de toneladas (safra 2017/2018) para 302 milhões de toneladas (safra 2027/2028). Isso institui um aumento de 29,8% na produção ou um acréscimo de 2,5% na percentagem anual, além de uma ampliação de 14,9% na área plantada (MAPA, 2018). Em decorrência disso, o progresso no aumento da produtividade é de relevância estratégica para estimular o crescimento da produção de grãos nos próximos dez anos. Como a agricultura é essencial para a segurança alimentar nacional e é um intenso colaborador para o crescimento do PIB do Brasil, existe uma preocupação crescente sobre como a agricultura brasileira irá se comportar frente às modificações climáticas (BUCKERIDGE, 2019).

3.2 Mudanças no uso da terra

O uso apropriado da terra é o passo fundamental para a conservação dos recursos naturais e uma agricultura sustentável. As informações acerca do potencial uso do solo, obtidos através da avaliação da capacidade de uso das terras deveriam

ser um dos primeiros assuntos a serem considerados um desenvolvimento de agricultura com alicerces sustentáveis (MANZATTO *et al.*, 2002). Existe uma vinculação direta entre a utilização da terra e a produção agrônômica. No decorrer da história, a agricultura brasileira progrediu sobre campos de vegetação nativas. No ano de 2016, a Embrapa Territorial avaliou a expansão da área plantada do Brasil em 65,9 milhões de hectares e o dispôs no quinto país com maior dimensão de superfície consagrados às lavouras, abaixo de países como a Índia (179,8 milhões de hectares), Estado Unidos (167,8 milhões de hectares), China (165,2 milhões de hectares) e Rússia (155,8 milhões de hectares) (DE MIRANDA, 2018). Nesse cenário, a Índia dedica 54,7% do nível territorial para a agricultura, ao tempo em que os Estado Unidos, a China, a Rússia e o Brasil aproveitam 18,3%, 17,2%, 10,5% e 7,8%, concomitantemente.

Há ainda, outro setor com elevado índice de uso da terra, que é a indústria de celulose. O Brasil contém uma área de 7,84 milhões de hectares de reflorestamento, o que simula menos do 1% da área total do país, porém gera 6,1% do PIB (IBÁ, 2017). Por isso, o Brasil representa atualmente como o maior produtor e exportador de celulose em escala mundial. Tudo isso se deve ao melhoramento e ao sucesso da tecnologia de produção de papel com fibras curtas a partir de eucalipto, que é desenvolvido no Brasil.

Gradualmente ao acréscimo em áreas propostas à agricultura, com a ocupação do Cerrado e da Amazônia, adotou-se uma dinâmica de desmatamento para novas áreas onde se exerce agricultura. O quadro de biomas do Brasil, distribuído em 2004 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), demarca a Amazônia em uma área de 4,2 milhões de km² (49,29% do território nacional), o Cerrado 23,92%, a Mata Atlântica 13,04% e a Caatinga, Pampa e Pantanal, estes últimos incluídos preenchem os 13,76% de toda a área brasileira (IBGE, 2004). Um fato importante é que, o Serviço Florestal Brasileiro (SBF), que é encarregado por atividades como consentimento e manejo sustentável nos biomas, afirma que a Amazônia e o Cerrado reúnem a maior distinção biológica no mundo, o que torna o Brasil específico nesse contexto de patrimônio biológico e que ressalta a necessidade de preservação (CARNEIRO; COSTA, 2016).

Outro ponto extremamente importante é que o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com a coparticipação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

(IBAMA) estabeleceram o projeto PRODES Digital. Esse projeto tem a função de realizar o monitoramento por meio de imagens de satélites das áreas desmatadas da Amazônia e Cerrado. Os dados obtidos mostram que as áreas desmatadas da Amazônia entre o 2013 e 2018 progrediram de 4.983,95 km² a 6.626,69 km² simulando a perda de 0,85% de toda Amazônia. Simultaneamente, o Cerrado perdeu 276,9 mil km² (13,6% de sua área), entre os anos 2001 e 2018, que adicionado aos anos antecedentes totaliza 48,89% de sua área total (MMA, 2015).

De acordo com o relatório de Avaliação Global de Recursos Florestais de 2015 da FAO (FAO, 2015), o Brasil vinha reduzindo de 0,5% a 0,2% na perda anual de campos florestais entre os anos de 1990 e 2015, com um acréscimo recente ainda não totalmente esclarecido, mas que existe a possibilidade estar relacionado às variações drásticas recentes na política ambiental brasileira. É fato que, as inserções dos programas de moratória na Amazônia agiram densamente na inspeção e monitoramento na ação contra o desmatamento causado pelo uso de maior área plantada no bioma Amazônia. Apesar disso, a ação canalizou o progresso da agricultura em larga escala para o bioma Cerrado (CARNEIRO; COSTA, 2016).

3.3 Agricultura e mudanças climáticas

O setor agrícola enfrenta muitos desafios em função das mudanças climáticas globais, o que impacta negativamente as práticas de plantio em todas as regiões do mundo. Esse cenário afeta diretamente a economia mundial e a segurança alimentar. O Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) número 5 (2013) notou que as modificações climáticas na América Latina irão comprometer uma série de ecossistemas e setores nas próximas décadas, com impactos característicos na agricultura, o que já se pode observar atualmente. Os efeitos básicos são: diminuição nos regimes hídricos em inúmeras regiões, ocasionando a desertificação de determinadas áreas devido à carência de água e a deterioração do solo, redução da diversidade de animais e plantas em biomas e mudanças de serviços ecossistêmicos, como por exemplo, disponibilidade de água potável e depósito de carbono. Para aliviar os conflitos das modificações climáticas, o mundo necessita diminuir, de maneira drástica, as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) nos próximos anos, conforme o relatório (IPCC, 2018).

A agricultura e as alterações climáticas estão profundamente conectadas, o que torna improvável discorrer da primeira sem expor as razões da segunda. Os possíveis efeitos do aquecimento global no fornecimento de comida são alarmantes, pois simultaneamente à diminuição na produção de alimentos, a população mundial está crescendo e tende a crescer ainda mais no futuro, e de tal modo, necessita de mais alimentos (DE CONINCK *et al.*, 2018). O impacto na produção de alimentos já começa no processo de plantio das sementes. Até pouco tempo, os agricultores confiavam somente em técnicas consolidadas e extensivamente estudadas, ajustadas aos padrões climáticos historicamente esperados para determinadas épocas do ano. Contudo, a imprevisibilidade climática recente tem alterado drasticamente esses cenários e comprometendo os cultivos.

Menciona-se que o desmatamento é a principal fonte de emissão de gases do efeito estufa quando se aborda as alterações no uso da terra, em 2016 esse aumento foi significativo no avanço de áreas de desmatamento. Aproximadamente de 95% das emissões de gases estão conexas com o desmatamento e dos 62 milhões de toneladas de CO² correspondente são emitidas no Brasil. Dois terços, que corresponde a 62% são decorrentes de modificações do uso da terra entre os anos de 1990 e 2016 (SEEG, 2018). Isso acontece porque, para a extensão da agricultura, na maioria das vezes é preciso uma quantidade crescente de áreas para a produção. Em consequência disso, boa parte dos insumos agrícolas também emitem carbono, como no caso das imensas quantidades de fertilizantes químicos, como a calagem.

De acordo com Assad *et al.*, (2013), o Brasil possui um setor agrícola intenso e produtivo, e continua sendo precursor na intensificação da lavoura para aumentar ainda mais a produtividade agrícola, acolhendo às crescentes demandas alimentares nacionais, regionais e mundiais e, no mesmo tempo em que, tenta não aumentar a área agrícola por desmatamento. Entretanto, o desmatamento só expandiu ao passar dos anos, o que torna a situação ainda mais alarmante.

Até o começo da segunda década do século XXI, o Brasil comandou diversas ações nacionais e internacionais para diminuir as emissões sucedidas do desmatamento e da modificação de uso do solo. Impulsionou a promoção de energia renovável, particularmente bioenergia e uso de combustíveis renováveis e seguiu uma Política Nacional de Mudança Climática, que compreende uma finalidade voluntária nacional de diminuição de GEE para 2020 (ASSAD *et al.*, 2013). A partir deste ponto, tem existido uma preocupação crescente, em nível mundial, com o aumento da

variabilidade climática de curto, médio e a longo prazo, pois isso terá impactos negativos sobre a agricultura (DE CONINCK *et al.*, 2018). Os impactos sobre a agricultura brasileira poderão afetar a balança mercantil do país, haja visto que, como exposto acima, o setor do agronegócio é o que mais interfere na economia nacional, uma vez que, além de prejudicar a produção agrícola, as mudanças climáticas impactam diretamente os preços dos alimentos. O aumento nos custos de produção e as oscilações na oferta resultam em efeitos significativos na economia.

De modo geral, como mencionado anteriormente, as diminuições na produção podem impactar no valor final dos produtos, no abastecimento para a procura interna e nas exportações de produtos agrícolas. Sem ponderar que existiria modificações climáticas em um panorama futuro entre 2009 e 2020/2030, em que o consumo doméstico de todas os produtos agrícolas principais – na maior parte das *commodities* – provavelmente a tendência é que aumentará a cada período. Todavia, com as mudanças climáticas acontecendo, essas mesmas projeções proporcionam uma decorrência inversa, com uma redução de produção e consumo, notadamente de grãos e etanol, para o mesmo período (ASSAD *et al.*, 2013). O principal motivador dessa projeção de consumo reduzido é o custo mais alto de todas as *commodities* em consequência à queda na produção, que resultaria em uma menor disponibilidade de solos para a produção agrícola em desempenho da distribuição das culturas devido às mudanças climáticas. Essa diminuição de área de plantio se deve sobretudo às mudanças no regime hídrico e de temperatura, o que procedeu na necessidade de deslocamento do cultivo de algumas culturas para regiões distintas das que hoje se encontram, procedendo em uma mudança de uso da terra e aumentando o risco de desmatamento (MAGRIN *et al.*, 2014).

Essas avaliações sobre os conflitos na produção agrícola expõem que estes são negativos na oferta de produtos agrícolas e que isso deve levar a preços expressivamente mais altos, principalmente de produtos da cesta básica dos brasileiros como arroz, feijão e todos os derivados de carne (ASSAD *et al.*, 2013). Isso resulta em efeitos negativos formidáveis sobre as populações mais vulneráveis devido ao aumento da oferta e do valor dos mantimentos. Logo, a instabilidade na oferta, com baixa produção de alimentos, pode levar ao aumento da fome global. Desse modo, pode resultar em momentos em que a escassez de alimentos leva a um aumento da fome, representando um desafio adicional no cenário mundial.

Campos como o da exportação de carne e leite, nos quais o Brasil é o maior exportador desde o ano de 2008, com 200 milhões de cabeças de gado e com uma economia que girava em torno dos US\$ 31 bilhões (MAPA, 2013), é um setor que precisa se preocupar com essas variações do clima, pois este número só aumentou. As forragens são susceptíveis a sofrer impacto significativo, pois as pastagens devem apresentar respostas negativas em relação ao crescimento quando sujeitas a elevada concentração de CO² e aumento de temperatura, especialmente em condições de campo extremas (DE ASSIS PRADO *et al.*, 2016).

Sabe-se, que a cultura agrícola mais importante do Brasil é a soja. Há vários trabalhos corroborando os efeitos das variedades de soja de outros países, contudo só recentemente foi estudada uma das variedades mais plantadas no Brasil (MG/BR Conquista). Dados científicos assinalam que em circunstância de aumento de CO² e temperatura poderão afetar desfavoravelmente na qualidade dos grãos, modificando o perfil de ácidos graxos e carboidratos (PALACIOS *et al.* 2019). O sistema radicular da soja também poderá exibir resultados instantâneos frente a episódios de estresse hídrico quando na presença de CO² alto (BENCKE-MALATO *et al.*, 2019).

Existem outras culturas agrícolas brasileiras, como o sorgo, o qual foi confirmado que pode existir um ajustamento sistêmico de todo o metabolismo primário. No que se refere ao sorgo, alguns autores averiguaram aumento no teor de proteínas quando a ausência hídrica foi combinada com uma condição de CO² elevado e seca (DE SOUZA *et al.*, 2015).

O aquecimento procedeu em resultados favoráveis no proveito das culturas em algumas áreas de alta latitude em beterraba, trigo, cevada, milho, batata e arroz (DALIAKOPOULOS *et al.*, 2017) e podem permitir mais de uma colheita por ano (SUN *et al.*, 2015). No caso de as previsões climáticas informadas pelo IPCC se concretizarem – e vêm se concretizando no decorrer dos anos, teremos possivelmente secas excessivas e altas temperaturas acima do tolerado por essas classes de plantas que já colonizam áreas em um clima tropical, induzindo a grandes perdas no rendimento final. Apesar de existir inúmeras publicações sobre as consequências de alta porcentagem de CO², temperatura e seca sobre plantas utilizadas em culturas agrônomicas em vários lugares do mundo, ainda não há experiências que analisem como eventos extremos de temperatura ou seca poderiam comprometer estas plantas quando combinados.

É fundamental observar que os percentuais de crescimento mais rápidos estimulados pelo aumento de CO² incidem com o menor teor de proteína em vários grãos de cereais relevantes que possuem fotossíntese do tipo C3 (MYERS *et al.*, 2014), apesar de que este nem sempre constitua o caso dos grãos de plantas do tipo C4, como o sorgo em condições de seca (DE SOUZA *et al.*, 2015). De tal modo, acredita-se que os resultados do aumento das concentrações de CO₂ do decorrer do século XXI apresentem um impacto negativo na segurança alimentar global, até mesmo nas espécies brasileiras.

3.4 Aspectos da agricultura sustentável

A agricultura sustentável compreende uma linha de perspectivas que visam conciliar a produção agrícola com a conservação do meio ambiente e a promoção do bem-estar social. Apesar de que possa semelhar um conceito complicado, a agricultura sustentável atua de uma maneira singela, e que favorece a qualidade em todos os cursos. Tudo sucede reunindo metodologias e ações direcionada para a conservação dos recursos naturais e diminuição do impacto ambiental (KOGUT, 2020). Da mesma maneira que, diferencia-se por táticas como rotatividade de culturas, preservação de ambientes naturais e diminuição do uso de agroquímicos, em outras palavras, essas técnicas visam aumentar a eficiência da produção agrícola ao mesmo tempo que minimizam os impactos negativos sobre o meio ambiente.

Do mesmo modo, o produto tem como alvo a boa administração de escórias e o uso e reuso consciente da água. A agricultura consegue atingir a produtividade sem acarretar danos ao meio ambiente através do uso de energia renovável, tecnologia e preservação de florestas nativas. Mais relevante ainda, as práticas ecológicas também cooperam para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis (SUPERBAC, 2022). Assim, essa abordagem à agricultura é consciente dos efeitos que as práticas agrícolas têm no ambiente, na sociedade e na economia. Ela visa reduzir a dependência de recursos finitos, como água e energia, promover a diversidade biológica e conservar ecossistemas naturais.

Ainda assim, o desenvolvimento socioeconômico e industrial não leva em conta o conflito no ambiente. A humanidade consome recursos naturais de maneira insensata, aniquilando amplas áreas de floresta e contaminando ar, solo e água. Isso manifesta que o ao passo e a forma como os aproveitamos danificam os ciclos

naturais, fazendo com que eles se extenuem e acabem gradualmente (XAVIER, 2020). Logo, a sustentabilidade na agricultura, pode encontrar resistência devido a hábitos arraigados, percepções e a cultura agrícola já existentes. Essa resistência pode ser ainda mais forte em comunidades onde técnicas tradicionais foram passadas por gerações.

Por sua vez, tudo o que fazemos na Terra ocasiona modificações. Por exemplo, o desmatamento de florestas tropicais compromete o clima global, obstruindo os padrões de chuva em distintas regiões (SUPERBAC, 2022). Nesse ponto de vista, a sustentabilidade da agricultura previne o uso coerente dos recursos hídricos e a redução do uso de produtos químicos. Logo, não é simplesmente apenas uma prática importante, mas uma necessidade para assegurar o acesso aos recursos naturais para as futuras gerações.

Segundo as análises de Kogut (2020), os principais aspectos da agricultura sustentável são:

(i) Reduzir o uso de fertilizantes químicos através da tecnologia de fixação biológica de nitrogênio; (ii) Adotar tecnologias que não poluam o ar, solo e água; (iii) A prática da agricultura orgânica, pois não utiliza agrotóxicos e fertilizantes químicos; (iv) Criar e utilizar sistemas de captação de água da chuva para irrigação, que é o uso sustentável da água para a agricultura; (v) Não derrubar florestas para expandir a área agrícola; (vi) Usar racionalmente ou eliminar os pesticidas tanto quanto possível; (vii) Em hipótese alguma devem ser utilizados agrotóxicos ilegais, pois, além de poluir o solo, podem prejudicar a saúde dos consumidores e funcionários que manuseiam esses produtos; (viii) Há casos de morte causados pelo uso de agrotóxicos ilegais; (ix) Aproveitamento da energia agrícola, que é a energia sustentável gerada no campo, como os biocombustíveis (biodiesel, biogás, etanol e outros produtos derivados de resíduos da produção e biomassa); (x) Utilizar o sistema de plantio direto para manter a capacidade produtiva do solo; (xi) O sistema se baseia em não arar a terra antes do plantio, cobrir o solo com folhas secas e fazer rotação de culturas; (xii) Adotando a gestão ambiental e territorial na agricultura sustentável, foram realizados estudos conceituais e princípios lógicos para cada prática agrícola em regiões e climas com maior produtividade e menor abrasão do solo; (xiii) O sistema também considera a distância da área de produção do mercado consumidor para reduzir os custos de transporte e a poluição do ar resultante; (xiv) Respeitar as leis trabalhistas dos trabalhadores, investir em capacitação profissional e pagar salários justos; (xv) Jamais utilizar mão de obra infantil ou escrava; (xvi) É responsabilidade do governo monitorar e punir aqueles que cometem tais crimes; (xvii) Ênfase na agricultura familiar que gera emprego e renda para as famílias rurais (KOGUT, 2020, p.01).

A agricultura sustentável é uma maneira de cultivar que respeita o meio ambiente, diminui despesas e aumenta a produtividade. A busca por uma vida saudável implica, primeiramente, a ingestão de produtos de qualidade. Essa verificação, ao lado do aumento da consciência ecológica, a crescente suspeita nos

sistemas de produção de alimentos e as inúmeras dúvidas que ainda continuam sobre os produtos geneticamente alterados, induziram a uma expansão do consumo de alimentos produzidos através de técnicas agrícolas sustentáveis sem o uso de inseticidas e cultivados organicamente (KOGUT, 2020). Sistemas agrícolas sustentáveis são mais resilientes a choques ambientais, como secas, inundações e pragas. A diversificação de culturas, por exemplo, pode reduzir o risco de falha total de colheitas, enquanto práticas de conservação do solo e de água podem auxiliar as fazendas a resistirem a períodos de seca.

3.5 Agricultura sustentável e seus princípios

A agricultura sustentável é baseada em preceitos que planejam associar objetivos ambientais, econômicos e sociais. Esses preceitos compreendem a conservação dos recursos naturais, como solo, água e biodiversidade, a variação das práticas agrícolas para promover resistência e saúde do solo, a minimização do uso de insumos externos e a ascensão da igualdade social e econômica para os agricultores (PRETTY, 2008). Em paralelo, também, a agricultura sustentável promove justiça social ao assegurar condições de trabalho justas para os agricultores e ao contribuir para comunidades rurais mais fortes. Economicamente, pode abrir novos mercados e criar empregos, beneficiando não só os agricultores, mas também as comunidades locais

Além disso, a agricultura sustentável é uma abordagem que procura conciliar a produção de alimentos com a proteção do meio ambiente, assegurando que as práticas agrícolas sejam viáveis de maneira econômica e socialmente justas. Um dos pilares dessa abordagem é zelar pelo bem do solo. Isso constitui usar técnicas como rodízio de culturas, adubação verde e compostagem, além de diminuir o uso de agroquímicos e fertilizantes químicos. O alvo é conservar o solo fértil e saudável para que ele possa permanecer a produzir alimentos no futuro (ALTIERI; NICHOLLS, 2020). Outra peça-chave é o gerenciamento eficiente da água. Isso envolve usar normas de irrigação que moderam o uso da água, além de coletar e armazenar água da chuva e adotar práticas que impeçam o desperdício.

A preservação da biodiversidade é do mesmo modo, importante. Agenciar a variabilidade de culturas e resguardar os habitats naturais ajuda a tornar os ecossistemas agrícolas mais firmes e resistentes. Isso abrange seguir práticas como

a agrofloresta e a permacultura, que transcrevem os processos naturais e expandem a produtividade de forma sustentável. Diminuir a emissão de carbono também é imprescindível (GLIESSMAN, 2015). Desse modo, constitui em usar energias renováveis, atenuar a dependência de combustíveis fósseis e seguir práticas que aumentem a captura de carbono no solo. Esses atos ajudam a suavizar os efeitos das modificações climáticas.

Nessa perspectiva, para que a agricultura sustentável seja verdadeiramente eficiente, ela precisa ser viável economicamente e promover a justiça social. Isso representa atitudes como adotar práticas que sejam vantajosas para os agricultores e que favoreçam as comunidades rurais, asseverando justiça social e uma distribuição imparcial dos benefícios (ROSSET; ALTIERI, 2017). A instrução e a habilitação são fundamentais para esse procedimento. É importante que os agricultores obtenham acesso consecutivo as informações sobre práticas sustentáveis e inovadoras e que exista um compartilhamento de informações entre as comunidades (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

3.5.1 Preservação dos recursos naturais

Preservar os recursos naturais é indispensável para certificar um ambiente saudável e o próprio bem-estar da população. A biodiversidade é essencial para conservar serviços vitais, como polinização e purificação da água. Além do mais, precisamos administrar nossos recursos de maneira sustentável e criar políticas eficientes, como mencionado por Adams e Jeanrenaud (2008), e envolver a comunidade para garantir que consumamos nossos recursos de modo adequado. É uma abordagem complicada, mas imprescindível para defender nossos recursos para as gerações futuras (ADAMS; JEANRENAUD, 2008).

3.5.2 Variabilidade agrícola

A variabilidade agrícola é fundamental para certificar que todos tenham alimento suficiente e para resguardar nossas plantações e animais das alterações climáticas e outras tendências. Como mencionam Frison e colaboradores (2011), ter várias espécies diferentes de culturas e animais não só nos oferece muitas opções de mantimento, como também nos ajuda a encarar problemas como pragas e doenças,

adaptando-se melhor ao ambiente. Ainda, sustentar essa variedade ajuda a conservar a vida selvagem e os ecossistemas saudáveis, como ressalta os estudos de Meldrum e colaboradores (2020).

3.5.3 Ciclo fechado de nutrientes

No que se refere a manter o ciclo fechado de nutrientes, é visto como um sistema de reciclagem na natureza e na agricultura sustentável, onde os nutrientes são aproveitados repetidas vezes. Isso é essencial para alimentar a fertilidade do solo e a saúde dos ecossistemas, como esclarecem Galloway e cooperadores (2008). Em outras palavras, quando as plantas e animais morrem, seus nutrientes são transformados por microrganismos e outros processos, tornando-os disponíveis para as plantas novamente. Exercícios agrícolas inteligentes, como compostagem e rodízio de culturas, ajudam a conservar esse ciclo, diminuindo a necessidade de fertilizantes artificiais e protegendo o meio ambiente.

3.5.4 Saúde do solo

A saúde do solo é extremamente importante para garantir que as plantas cresçam e se desenvolvam bem, e conseqüentemente para que os ecossistemas continuem saudáveis. Como elucidado por Lal (2015), a saúde do solo depende da sua composição física, biológica e química, que intervêm na sua capacidade de nutrir a vida vegetal e animal, bem como de sustentar os ciclos de nutrientes e a qualidade da água. Quando o solo é prejudicado por práticas agrícolas ruins, como o uso exorbitante de produtos químicos e a erosão, sua saúde é danificada, afetando sua competência de alimentar as plantas. Por essa razão, é importante seguir metodologias agrícolas mais sustentáveis, como a rotatividade de culturas e o cuidado com o solo, para conservar sua saúde e garantir a produtividade das colheitas.

3.5.5 Minimização de impactos negativos

É primordial minimizar os impactos negativos que ocasionamos no meio ambiente, seja na gestão ambiental ou no incremento de tecnologias sustentáveis. De acordo com os estudos de Hilty e coparticipantes (2006), isso é indispensável para

reduzir os efeitos danosos das atividades humanas, como poluição do ar e da água, deterioração do solo e redução de biodiversidade.

Para conseguir chegar nesse objetivo, é necessário usar tecnologias mais limpas, abraçar práticas agrícolas sustentáveis e praticar políticas eficazes de gestão ambiental. Ao fazer isso, podemos promover um desenvolvimento mais equilibrado e proteger os recursos naturais para as próximas gerações (SILVA; BALDICERA, 2024).

3.5.6 Igualdade social e econômica

É fundamental assegurar uma distribuição justa das benfeitorias na agricultura sustentável, levando em consideração a igualdade social e econômica. Conforme Pretty *et al.*, (2006) destacam, isso constitui não exclusivamente melhorar a produtividade e a sustentabilidade ambiental, mas também certificar-se de que todos, principalmente os pequenos agricultores e as comunidades rurais menos beneficiadas, tenham acesso igual aos recursos e conveniências.

Isso promove políticas que estimulem a participação das comunidades locais nas decisões, o fortalecimento de suas competências e o incremento de práticas agrícolas que valorizem o conhecimento tradicional e as metodologias agroecológicas. Ao priorizar a equidade social e econômica, cria-se sistemas agrícolas mais intensos e sustentáveis, favorecendo tanto os agricultores quanto o meio ambiente (SILVA; BALDICERA, 2024).

3.6 Práticas de agricultura sustentável

Diferentes práticas agrícolas sustentáveis têm sido elaboradas e praticadas em todo o mundo. A agroecologia, por exemplo, agrupa teorias ecológicas na produção agrícola, ressaltando a diversificação de culturas, a rotação de culturas e o manejo integrado de pragas (GLIESSMAN, 2015).

A agricultura orgânica impede o uso de produtos químicos sintéticos e fertilizantes, requerendo métodos de cultivo que poupam os ciclos naturais e a saúde do solo (REGANOLD; WACHTER, 2016). A agricultura de preservação se centraliza na redução do uso do solo, por meio de técnicas como plantio direto e cobertura do solo, tendendo a melhorar a estrutura e a fertilidade (DERPSCH *et al.*, 2014). A

permacultura, no que lhe diz respeito, promove o design de sistemas agrícolas que copiam os padrões e relações encontradas em ecossistemas naturais, procurando elaborar sistemas sustentáveis e resilientes.

3.6.1 Agroecologia

A agroecologia é uma abordagem abrangente e interdisciplinar que concentra princípios ecológicos à agricultura, procurando designar sistemas alimentares que constituam a sustentabilidade, que sejam justos e resilientes. Esta surgiu como uma resposta aos limites dos padrões agrícolas convencionais, que repetidamente dependem de altos níveis de insumos químicos e acarretam impactos ambientais negativos (GLIESSMAN, 2015).

A aplicação de princípios ecológicos é fundamental para a agroecologia, pois objetiva erguer sistemas agrícolas sustentáveis. Em suas pesquisas, Silva e Baldicera (2024) mencionam que a agroecologia agenciar o fechamento dos ciclos de nutrientes por meio da reciclagem de escórias orgânicas, o que diminui a dependência de insumos exteriores e conserva a saúde do solo. Além disso, a agroecologia valoriza a biodiversidade, tanto na multiplicidade de culturas quanto na integração de plantas e animais, indicando ecossistemas agrícolas mais resistentes e produtivos.

Outrossim, adota uma visão sistêmica, levando em consideração o sistema agrícola como um ecossistema integrado, onde plantas, animais, solo e água interatuam de forma complexa e interdependente. Em seus estudos, Gliessman (2015) afirma que as práticas agroecológicas são desenvolvidas para funcionar em conformidade com esses processos naturais, facilitando a estabilidade e a resiliência dos agroecossistemas.

Os preceitos sociais da agroecologia compreendem justiça social, soberania alimentar e simultaneamente a preservação dos conhecimentos tradicionais. A agroecologia procura garantir a igualdade no acesso à terra, recursos e conhecimento, o que consequentemente fortalecerá as comunidades rurais (WEZEL *et al.*, 2009). A soberania alimentar, como é descrita e definida por La Vía Campesina, é indispensável para a agroecologia, ressaltando o direito dos povos de deliberarem suas próprias políticas agrícolas e alimentares (LA VÍA CAMPESINA, 2012).

A sustentabilidade e a resiliência são desígnios principais da agroecologia. Altieri (2018) elucida que sistemas agroecológicos são mais adequados para resistir a colisões ambientais e alterações climáticas devido à sua heterogeneidade e complexidade. Essas práticas não somente agenciam a sustentabilidade ambiental, mas também a viabilidade econômica e a justiça social, promovendo um desenvolvimento rural mais tranquilo e inclusivo (ALTIERI, 2018).

A participação ativa dos agricultores e das comunidades locais no progresso e incremento de práticas agroecológicas é essencial para o sucesso dessa abordagem. No que se refere a esta participação, Rosset e Altieri (2017) destacam que a inovação social e a aprendizagem colaborativa são incentivadas pela inclusão dos agricultores no processo de análise, observação desenvolvimento, resultando em soluções mais eficientes e apropriadas às realidades locais.

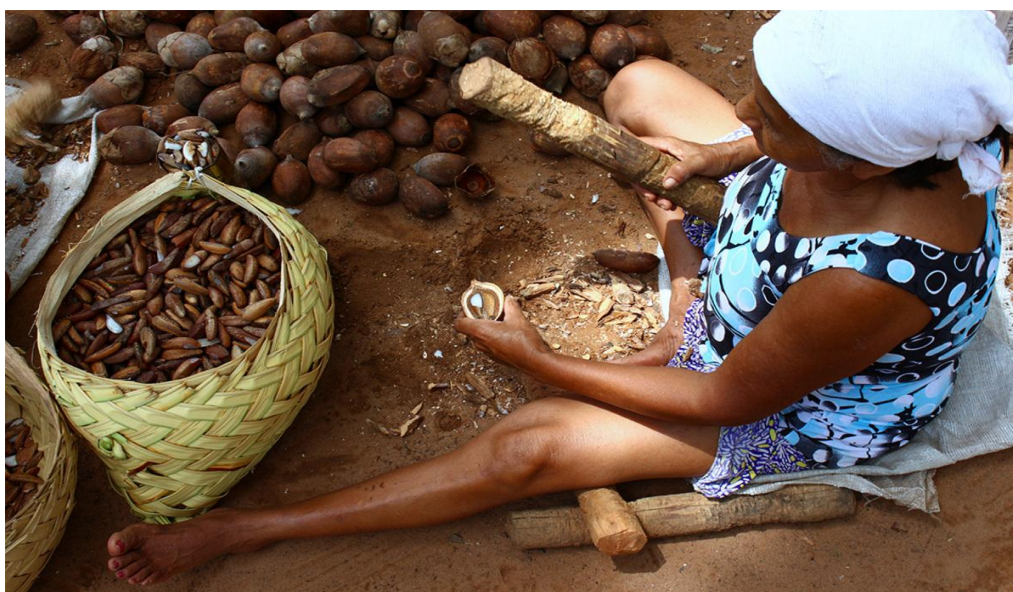
O sistema mandala é uma forma inovadora e sustentável de produção agrícola que está fundamentado nos princípios da agroecologia, caracterizada pelo plantio em círculos concêntricos ao redor de um reservatório central de água, que pode também ser utilizado para criação de peixes e aves. O termo “mandala” tem origem no sânscrito e significa “círculo”, simbolizando harmonia, integração e o aproveitamento máximo dos recursos naturais disponíveis (BEVENUTO, 2023).

(Embrapa, 2025)



O extrativismo do coco babaçu é uma atividade tradicional e de grande relevância socioeconômica e ambiental no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, abrangendo estados como Maranhão, Tocantins, Pará e Piauí. Essa prática se enquadra fortemente nos princípios da agroecologia e permacultura e consiste na coleta manual dos frutos da palmeira babaçu (*Attalea speciosa*), predominantemente realizada por mulheres conhecidas como quebradeiras de coco que garante sustento, renda e autonomia para milhares de famílias, promovendo o aproveitamento integral do fruto e contribuindo para a sustentabilidade ambiental e social nas regiões de ocorrência da palmeira (SARAIVA, 2025).

3.6.2 Agricultura Orgânica



(Embrapa cocais, 2025)

Sobre a agricultura orgânica, sabe-se que ela impede o uso de fertilizantes químicos e inseticidas, defendendo a utilização de compostagem, adubação verde e controle biológico de pragas, como o manejo integrado. Estudos expõem que sistemas orgânicos podem aumentar a biodiversidade e aprimorar a qualidade do solo e da água (REGANOLD; WACHTER, 2016).

3.6.3 Agricultura de Conservação

No que se refere a agricultura de conservação, esta inclui práticas como o plantio direto, cobertura do solo e rotatividade de culturas. Essas práticas propendem minimizar o uso do solo, aumentar a matéria orgânica do solo e diminuir a erosão (LAL, 2015).



O sistema ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta) é uma estratégia de produção agropecuária sustentável que integra, em uma mesma área, diferentes sistemas produtivos: agrícola, pecuário e florestal. Essa integração pode ocorrer por meio de consórcio, sucessão ou rotação de culturas, de modo que todas as atividades se beneficiem mutuamente, promovendo sinergias entre os componentes do sistema, além de ser reconhecido por sua contribuição à sustentabilidade, à recuperação de pastagens e à proteção ambiental, sendo parte fundamental de políticas públicas como o Plano ABC - Agricultura de Baixo Carbono (MARACAÍPE, 2025).

(Embrapa Amazônia Oriental, 2025)

3.6.3 Permacultura

Já a permacultura, esta envolve o design de sistemas agrícolas que transcrevem os padrões e relações descobertas em ecossistemas naturais. Isso inclui

a integração de culturas perenes, uso competente da água e estabelecimento de habitats para polinizadores e outros organismos benéficos (FERGUSON; LOVELL, 2014).

3.7 Benefícios da agricultura sustentável

A adoção de práticas agrícolas sustentáveis traz benefícios econômicos significativos que se estendem por toda a cadeia de valor agrícola, do campo à mesa. Em outras palavras, agricultura sustentável oferece diversos benefícios para o meio ambiente e a sociedade. Ela coopera para a conservação do solo e da água, diminuindo a erosão e melhorando a qualidade dos recursos hídricos, além de diminuir o uso de quaisquer que sejam os produtos de natureza química (LAL, 2015).

Essas práticas também influenciam a vida no campo. Ao otimizar a utilização desses recursos, os agricultores podem reduzir custos operacionais, desde despesas com água e fertilizantes até gastos com energia para irrigação e tratamentos químicos. Dessa forma, promove também a biodiversidade, ao seguir práticas que beneficiam a coexistência de diferentes classes de plantas e animais. Além disso, a agricultura sustentável pode colaborar para a mitigação das modificações climáticas, por meio do sequestro de carbono no solo e da diminuição das emissões de gases de efeito estufa (SILVA; BALDICERA, 2024).

As práticas de agricultura sustentável, como a cobertura do solo e o plantio direto, auxiliam a reduzir a erosão e a conservar a umidade do solo. A rotação de culturas e o uso de adubação verde aperfeiçoam a estrutura e a fertilidade do solo (LAL, 2015). Assim, ao adotar práticas agrícolas sustentáveis, estamos trilhando um caminho que beneficia não só o meio ambiente, mas também a economia e a sociedade como um todo.

Já a diminuição no uso de fertilizantes sintéticos e agroquímicos diminui a contaminação de fluxos d'água e aquíferos. Métodos como o controle biológico de pragas ajudam a diminuir a necessidade de substâncias químicas nocivas (GOMIERO *et al.*, 2011). Além disso, práticas sustentáveis frequentemente resultam em produtos de maior qualidade, que podem alcançar preços premium no mercado, especialmente entre consumidores conscientes que valorizam alimentos produzidos de maneira ética e ambientalmente responsável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente às mudanças climáticas e a todo o seu efeito negativo sobre a diversidade biológica, a produtividade agrícola/pecuária e buscando medidas de adaptação e mitigação a esses efeitos, se faz necessário buscar novas alternativas mais sustentáveis que atendam os novos anseios da sociedade. A interdependência entre o meio ambiente e setor agrícola se tornou inegável, sendo necessário levar em conta a premissa que devemos aplicar práticas adequadas para promover desenvolvimento sustentável.

A agricultura sustentável é essencial para a preservação do meio ambiente e para a construção de sistemas alimentares resilientes. A promoção de políticas públicas que incentivem práticas agrícolas sustentáveis e a inovação tecnológica são fundamentais para superar os desafios e ampliar a adoção dessas práticas. A colaboração entre diferentes setores da sociedade é crucial para alcançar um desenvolvimento agrícola verdadeiramente sustentável.

Práticas sustentáveis não apenas protegem e melhoram a saúde do solo e da água, mas também promovem a biodiversidade e ajudam a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. No entanto, para que a agricultura sustentável seja amplamente adotada, é necessário superar desafios econômicos, educacionais e políticos. Políticas públicas, incentivos econômicos e programas de capacitação são cruciais para apoiar os agricultores na transição para práticas mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, W. M.; JEANRENAUD, S. **The Nexus Between Conservation and Poverty Reduction: Engaging the Interests of Rural People**. (Eds.). Wiley-Blackwell, 2008.
- ALTIERI, M. A. **Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture**. 2. ed. CRC Press, 2018
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology: A Brief Account of its Origins and Currents of Thought in Latin America. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 44, n. 5, p. 557-567, 2020.
- ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, 21, p. 43-56. 2007.
- ASSAD, E.; PINTO, H. S.; NASSAR, A.; HARFUCH, L.; FREITAS, S.; FARINELLI, B.; LUNDELL, M.; FERNANDES, E. C. M. Impacts of climate change on Brazilian agriculture. World Bank. Report P118037. **World Bank**, Washington, DC, 88p. 2013.
- BARROS, G. Brazil: the challenges in becoming an agricultural superpower. *In: Brazil as an economic superpower? understanding Brazil's changing role in the global economy*, BROOKINGS, Washington, DC. 2009.
- BENCKE-MALATO, M.; DE SOUZA, A. P.; RIBEIRO-ALVES, M.; SCHMITZ, J. F.; BUCKERIDGE, M. S.; ALVES-FERREIRA, M. Short-term responses of soybean roots to individual and combinatorial effects of elevated [CO₂] and water deficit. **Plant science**, 280, 283-296. 2019.
- BEVENUTO, V.; METRI CORREA, M. .; FERNANDES DE ALENCAR, A. . As mandalas produtivas no Brasil: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 27–39, 2023. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/BJAS/article/view/5221>. Acesso em: 18 jun. 2025
- BUCKERIDGE, M.S. O que o Brasil ganha com as mudanças climáticas. **Jornal da USP**. 2019. Disponível em: (<https://jornal.usp.br/artigos/o-que-o-brasil-ganha-com-as-mudancas-climaticas/>). Acesso em: 10/03/2025.
- CARNEIRO FILHO, A.; COSTA, K. A expansão da soja no cerrado: caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável. São Paulo: **Agroicone**. 2016.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA-ESALQ/USP). PIB do Agronegócio – PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2018. **Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA)**. 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 10/03/2025.
- DALIAKOPOULOS, I. N.; PANAGEA, I. S.; TSANIS, I. K.; GRILLAKIS, M. G.; KOUTROULIS, A. G.; HESSEL, R.; MAYOR, A. G.; RITSEMA, C. J. Yield response

of Mediterranean rangelands under a changing climate. **Land degradation & development**, 28, 1962-1972. 2017.

DE ASSIS PRADO, C. H. B. A.; DE CAMARGO-BORTOLIN, L. H. G.; CASTRO, E.; MARTINEZ, C. A. Leaf dynamics of *Panicum maximum* under future climatic changes. **PLoS One** 11:e0149620. 2016.

DE CONINCK, H. A.; REVI, M.; BABIKER, P.; BERTOLDI, M.; BUCKERIDGE, A.; CARTWRIGHT, W.; DONG, J.; FORD, S.; FUSS, J. C.; HOURCADE, D.; LEY, R.; MECHLER, P.; NEWMAN, A.; REVOKATOVA, S.; SCHULTZ, L.; SUGIYAMA, T. Strengthening and Implementing the Global Response. *In: Global Warming of 1.5 °C*. An IPCC Special Report. 2018.

DE MIRANDA, E. E. Áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **AgroANALYSIS**, 38, 25-27. 2018.

DE SOUZA, A. P., COCURON, J. C., GARCIA, A. C., ALONSO, A. P., BUCKERIDGE, M. S. Changes in whole-plant metabolism during the grain-filling stage in sorghum grown under elevated CO₂ and drought. **Plant physiology**, 169, 1755-1765. 2015.

DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. P. **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; HONGWEN, L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 16, n. 4, p. 675-685, 2014.

ELESBÃO, I. **O espaço rural brasileiro em transformação**. Finisterra, 42(84). 2007. <https://doi.org/10.18055/Finis1421>. Acesso em: 11/03/2025.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. - Brasília, DF. 212p. 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations *et al.* **The state of food security and nutrition in the world: urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural – urban continuum**. Rome: FAO, 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global Forest Resources Assessment (FRA)**. 2015. Desk Reference. Disponível em: www.fao.org/forestry/fra. Acesso em: 12/03/2025.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 12/03/2025.

FRISON, E. A.; SMITH, I. F.; JOHNS, T. Agricultural biodiversity, nutrition, and health: Making a difference to hunger and nutrition in the developing world. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 32, n. 2_suppl1, p. S31-S46, 2011.

GALLOWAY, J. N.; DENTENER, F. J.; CAPONE, D. G.; BOYER, E. W.; HOWARTH, R. W.; SEITZINGER, S. P.; HARDEN, J. W. Nitrogen cycles: past, present, and future. **Biogeochemistry**, v. 70, n. 2, p. 153-226, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**. CRC Press, 2015.

GOMIERO, T.; PIMENTEL, D.; PAOLETTI, M. G. Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 30, n. 1-2, p. 95-124, 2011.

HILTY, L. M.; ARNFALK, P.; ERDMANN, L.; GOODMAN, J.; LEHMANN, M.; WÄGER, P.; BAUER, C. The relevance of ecoinformatics for environmental management: a concept paper. **Environmental Modelling & Software**, v. 21, n. 5, p. 522-538, 2006.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores-IBA. **Relatório 2017**. Disponível em: <https://iba.org › datafiles › publicacoes › relatorios › iba-relatorio-anual2017> Acesso em: 13/03/2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil**. Escala 1: 5.000. 000. Rio de Janeiro. 2004.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Changes. Global Warming of 1.5 °C. An **IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C**. 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Acesso em: 12/03/2025.

KOGUT, P. **Agricultura Sustentável: Alterando o conceito**. EOS Data Analytics – Soluções Espaciais: Práticas Agrícolas, 2020. Disponível em <https://eos.com/pt/blog/agricultura-sustentavel>. Acesso em: 13/03/2025.

LA VÍA CAMPESINA. **The International Peasant's Voice**. 2012. Disponível em: [<http://viacampesina.org/en/>] (<http://viacampesina.org/en/>). Acesso em: 13/03/2025.

LAL, R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. **Sustainability**, v. 7, n. 5, p. 5875-5895, 2015.

LANDAU, E.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D.; MOURA, L.; DOS SANTOS, A. H.; NERY, R. Variação geográfica da produção de grãos e principais culturas agrícolas no Brasil em 2013. **Embrapa Milho e Sorgo**-Documentos. 2015.

MAGRIN, G. O.; MARENGO, J. A.; BOULANGER, J. P.; BUCKERIDGE, M. S.; CASTELLANOS, E.; POVEDA, G.; SCARANO, F. R.; VICUÑA, S. Central and South America. In: **Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. 2014.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. D.; PERES, J. R. R. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**. 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br › digital › bitstream › item › Cap9-Tatiana>. Acesso em: 13/03/2025.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócios**. 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 13/03/2025.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28**. Projeções de Longo Prazo. Brasília/DF. 2018. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/banner_site-03-03-1.png/view. Acesso em: 14/03/2025.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. 2019. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm> Acesso em: 14/03/2025.

MARACAÍPE, Ingrid da Silva Moreira et al. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ilpf): sustentabilidade, produtividade e desafios. In: **agropecuária e meio ambiente: uma visão integrada**. Editora Científica Digital, 2025. p. 296-309. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/250319061.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MARTINELLI, L. A.; NAYLOR, R.; VITOUSEK, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 2, 431-438. 2010.

MELDRUM, G.; DILLON, M.; STEVENSON, J. Agrobiodiversity and ecosystem services—What we know and where to go. **Biological Conservation**, v. 244, p. 108513, 2020.

MDA. Ministério de Desenvolvimento Agrário. **Agricultura familiar**. Ministério do Desenvolvimento Agrário- MDA. 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente do Brasil. **Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013/MMA/SBF**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, 67. 2015.

MYERS, S. S.; ZANOBBETTI, A.; KLOOG, I.; HUYBERS, P.; LEAKEY, A. D. Increasing CO2 threatens human nutrition. **Nature**, 510, 139-142. 2014.

PALACIOS, C. J.; GRANDIS, A.; CARVALHO, V. J.; SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. S. Isolated and combined effects of elevated CO2 and high temperature on the whole-plant biomass and the chemical composition of soybean seeds. **Food chemistry**, 275, 610-617. 2019.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 363, n. 1491, p. 447-465, 2008.

PRETTY, J., TOULMIN, C., & WILLIAMS, S. Sustainable intensification in African agriculture. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 4, n. 2, p. 163-188, 2006.

REGANOLD, J. P.; WACHTER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, v. 2, n. 2, p. 15221, 2016.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; HENZ, G. P.; RAGASSI, C. F.; DOS ANJOS, U. G.; FERRAZ, R. M. Novos ângulos da história da agricultura no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2010, 112p.

RODRIGUES, C. M. Gênese e evolução da pesquisa agropecuária no Brasil: da instalação da Corte Portuguesa ao início da República. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 4, 21-38. 1987.

ROSSET, P. M.; ALTIERI, M. A. **Agroecology: Science and Politics**. Fernwood Publishing, 2017.

SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Rio de Janeiro: Ipea, 2012.

SARAIVA, A. F. da S.; OLIVEIRA, N. M. de; FILOCREÃO, A. S. M.; LOPES, W. S. Extrativismo do babaçu: análise dos atores locais na atividade extrativista no estado do tocantins. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S. l.], v. 21, n. 2, 2025. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/7772>. Acesso em: 18 jun. 2025.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Emissões do Setor de Mudanças de Uso da Terra. Período 1990 – 2016. Observatório do Clima. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon)**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam). 2018. Disponível em: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/wpcontent/uploads/2018/05/Relato%CC%81rios-SEEG-2018-MUT-Final-v1.pdf>. Acesso em: 14/03/2025.

SILVA, G. C. F.; BALDICERA, A. K. a importância da agricultura sustentável na preservação do meio ambiente. **Revista Unicrea**., Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 39-55, mai-ago. 2024.

SUN, S.; YANG, X. G.; ZHAO, J.; CHEN, F. The possible effects of global warming on cropping systems in China XI. The variation of potential light temperature suitable cultivation zone of winter wheat in China under climate change. **Scientia Agricultura Sinica**, 48, 1926–1941. 2015.

SUPERBAC, Nature Driven Intelligence. **Agricultura sustentável: entenda sua importância no campo, 2022**. Disponível em <https://www.superbac.com.br/blog/agricultura-sustentavelentenda-sua-importancia-no-campo/> Acesso em: 14/03/2025.

WEZEL, A.; BELLON, S.; DORÉ, T.; FRANCIS, C.; VALLOD, D.; DAVID, C. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, n. 4, p. 503-515, 2009.

XAVIER, C. Sustentabilidade: o que estão pensando os europeus. **Conselho Científico Agro Sustentável (Ccas)**. São Paulo/SP, 2020.