

Pesquisas agrárias e ambientais

Volume XIV

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Org.



2023

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XIV



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catalogação na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

P474

Pesquisas agrárias e ambientais - Volume XIV / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.

Livro em PDF

ISBN 978-65-81460-76-1

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460761>

1. Agronomia. 2. Sustentabilidade. 3. Meio ambiente. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agronomia



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XIV” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: Qualidade de vida e segurança do trabalho na mineração frente ao risco de rompimento de barragens sustentabilidade na agricultura; os condicionantes socioambientais da dengue na área urbana; estrutura, agregação e erosão do solo: da matéria orgânica à desestabilização; biologia floral do pepino e sua relação com os polinizadores; estressores na abelha sem ferrão; biologia floral e polinização no quiabeiro; adubação orgânica com espécies espontâneas do semiárido na produtividade do coentro; produtividade de hortelã adubada com mistura de jitrana e mata-pasto; floração, frutificação, síndrome de dispersão e de polinização de espécies florestais em projetos de restauração. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XIV, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1.....	6
Qualidade de vida e segurança do trabalho na mineração frente ao risco de rompimento de barragens	6
Capítulo 2.....	21
Sustentabilidade na Agricultura: Histórico e Evolução de Práticas Agrícolas	21
Capítulo 3.....	39
Os condicionantes socioambientais da dengue na área urbana do município de Paranagua-PR	39
Capítulo 4.....	57
Estrutura, agregação e erosão do solo: da matéria orgânica à desestabilização	57
Capítulo 5.....	67
Biologia floral do pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) e sua relação com os polinizadores: Uma revisão de literatura	67
Capítulo 6.....	77
Estressores na abelha sem ferrão <i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepeletier, 1836) (Hymenoptera: Apidae)	77
Capítulo 7.....	94
Biologia floral e polinização no quiabeiro (<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Mench): Uma revisão de literatura	94
Capítulo 8.....	103
Organic fertilization with spontaneous species from the semiarid region in the of coriander productivity.....	103
Capítulo 9.....	113
Productivity of mint fertilized with a mixture of jitirana (<i>Merremia aegyptia</i> L.) and mata-pasto	113
Capítulo 10	124
Aspectos fenológicos e síndromes de dispersão e polinização de espécies florestais em projetos de restauração ecológica na Mata Atlântica.....	124
Índice Remissivo	145
Sobre os organizadores.....	147

Sustentabilidade na Agricultura: Histórico e Evolução de Práticas Agrícolas

Recebido em: 14/12/2022

Aceito em: 28/12/2022

 10.46420/9786581460761cap2

Samuel Lima e Silva^{1*} 

Rose Luiza Moraes Tavares¹ 

Ricardo Francischini¹ 

Mariana Nascimento Siqueira¹ 

INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica é uma forma de cultivo que exclui o uso de agrotóxicos, adubos químicos solúveis, hormônios, sementes transgênicas, irradiações e qualquer tipo de aditivo químico, ou seja, compostos químicos laboratoriais que não são agregados à biotecnologia e podem interferir no DNA da planta (Darolt, 2015).

Na agricultura orgânica, são utilizados com frequência esterco de animais, considerados nutrientes naturais para o crescimento dos vegetais. Enquanto na agricultura convencional intensiva, além de adubos orgânicos, são utilizados também adubos produzidos por processos industriais fisioquímicos, por exemplo o NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e Sulfato de Potássio.

Na questão ambiental, o uso excessivo e indiscriminado de fertilizantes (orgânico e químico) pode acarretar sérios prejuízos, como a contaminação do solo/mananciais de águas, diminuir a biodiversidade (Oliveira; Brighenti, 2007).

Dessa forma, se houver o manejo inadequado no preparo do solo, tratos culturais e irrigação, sem pensar nas consequências para o solo e nascentes, há grande possibilidade de afetar as futuras gerações e possivelmente desencadear um desequilíbrio ecológico incontrolável que causará danos severos para o planeta (Balsan, 2006).

Diante disso, ao considerar a produção de alimentos em grandes culturas, a sustentabilidade deve ser uma variável agrícola que jamais pode estar fora do objetivo do homem do campo. E nesse trabalho o propósito é diagnosticar e conscientizar o produtor rural sobre as alternativas mais sustentáveis para as grandes culturas com o intuito de preservação dos mananciais de água e solo.

Nesse sentido é necessário compreender a sustentabilidade no mundo e no Brasil e assim buscar o desenvolvimento sustentável em relação à preservação da água, solo e a biodiversidade.

¹ Universidade de Rio Verde.

* Autor(a) correspondente: limas.samuel@gmail.com

HISTÓRICO DA AGRICULTURA NO MUNDO

A história da agricultura no mundo reporta-se no mínimo a 10 mil anos atrás, onde o homem deixou de ser apenas um caçador e, com a escassez de alimentos, começou a buscar meios alternativos de prover alimentos e desse modo, tornou-se um observador das plantas e percebeu que delas originavam-se sementes.

De acordo com Feldens (2018), o homem, ao perceber que das plantas desprendiam sementes e essas, “ao caírem na terra, germinavam, dando origem a uma nova planta. Muitas germinavam, mas muitas se perdiam em solo impróprio”, ele pode entender que poderia se alimentar dos grãos e frutos daquelas sementes. A partir desse momento, começou a surgir a prática do cultivo de sementes no solo, chamada agricultura.

Em meados do século XIX até o início do século XX, a Segunda Revolução Agrícola marcou uma série de descobertas científicas e avanços tecnológicos, também chamada de Revolução Verde, incluindo aspectos como melhoramento genético de plantas, o uso de fertilizantes químicos e a intensificação de uso do solo pela prática do monocultivo (Kamiyama, 2011).

Além dessas características, a Revolução Verde promoveu mudanças na agricultura para práticas agrícolas com o uso de agrotóxicos de forma intensiva.

Aliadas a outras práticas agrícolas, como o uso de variedades melhoradas, irrigação, uso intensivo de insumos industriais, sobretudo os fertilizantes químicos e os agrotóxicos, e uso intensivo de máquinas agrícolas no preparo do solo. Este modelo produtivo que vem sendo praticado nas últimas décadas é, também, chamado de agricultura convencional (Kamiyama, 2011).

Apesar da importância da Revolução Verde na produção mundial de alimentos e melhorias na forma de fazer agricultura, trouxe também impactos negativos ao ambiente. Assim, para Motta (2002), essa Revolução provocou o êxodo rural empregando recursos empregados para a modernização agrícola e com isso, o Brasil se endividou no mercado externo em 1970. Além disso, durante todo esse tempo, o homem começou a explorar o solo e utilizar cursos d'água em suas culturas.

A SUSTENTABILIDADE NO MUNDO

Para Iaquinto (2018), a palavra *sustentabilidade* (grifo da autora) tem ao longo dos anos ganhado um grande destaque no cenário nacional e internacional, devido à eclosão de grandes problemas ambientais no planeta Terra. E ainda para a autora, “a sustentabilidade se mostra como uma alternativa para a amenização da destruição ambiental e recuperação do meio ambiente, bem como uma nova forma de conscientização das pessoas com relação ao modo que devem agir em busca de um bem maior, qual seja, a preservação da mãe Terra e, conseqüentemente, a garantia de condições de existência para todos os seres vivos”. Assim, a sustentabilidade na lavoura deve ser eficiente, por ser uma alternativa acessível na diminuição dos impactos na destruição ambiental e, ao mesmo tempo, preservar o planeta Terra para as atuais e futuras gerações.

Na sustentabilidade, a natureza é o centro das atenções e devido a isso, o meio ambiente é o objetivo principal que precisa ser manejado racionalmente perante a desmatamentos, queimada antrópica, revolvimentos do solo e a falta de preservação das nascentes de águas e florestas.

De acordo com Kamiyama (2011), o mundo atualmente está cada vez mais preocupado com as questões ambientais e como alimentar a população mantendo um equilíbrio entre o cultivo de alimentos e o meio ambiente. Isso aconteceu, porque o setor agrícola “percebeu que, com o tempo, as técnicas convencionais de agricultura intensiva provam ser ambientalmente insustentáveis, seja porque a própria população tem se tornado mais consciente da importância de consumir alimentos sustentáveis e saudáveis”.

Para a autora, agricultura e meio ambiente precisam caminhar juntos e desse princípio não se pode mais desvencilhar. “Com o crescimento populacional e o aumento da demanda por alimento e outros recursos naturais, a agricultura sustentável torna-se um tema que merece destaque na política ambiental”.

A sustentabilidade mundial também “está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem a agressão ao meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro” (Leroy, 2021).

Nesse sentido, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) ao definir agricultura sustentável reúne conceitos que envolvem a produção de alimentos e mantém um equilíbrio com o meio ambiente. Para a FAO “agricultura sustentável envolve fatores como conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais, conservação ambiental e uso de técnicas apropriadas, economicamente viáveis e socialmente aceitáveis” (Kamiyama, 2011). Para a autora, esse conceito tem sido cada vez mais aplicado nas lavouras brasileiras, inclusive por uma demanda da própria sociedade.

Para discutir e propor meios de conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental, a Organização das Nações Unidas (ONU), em 1987, formulou um conceito para o desenvolvimento sustentável (Zasso et al., 2014). Nessa época, já havia uma preocupação em preservar o meio ambiente na atualidade para garantir que as futuras gerações possam usufruir do capital natural².

Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que busca suprir as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de atendê-las no futuro. As gerações futuras devem ter acesso a, pelo menos, o mesmo nível de capital natural que as gerações que as antecederam. Para que isso seja possível, a proteção do meio ambiente é condição inerente ao desenvolvimento sustentável e objetivo de todo o Planeta, pois o problema ecológico não se esgota no limite geográfico dos países (ONU, 1987 citado em Zasso et al., 2014).

² O capital natural é o estoque ou reserva provida pela natureza que produz valor para as pessoas (economia e bem-estar), incluindo ecossistemas, espécies, água doce, minerais, ar, oceanos e processos naturais. Esse valor pode estar sendo produzido no presente ou constituir uma reserva para o futuro. Ministério do Meio Ambiente. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossisticos/capital-natural>

Nesse sentido, ao mencionar que a proteção do meio ambiente é condição inerente ao desenvolvimento sustentável e objetivo de todo o Planeta, a evolução das atividades agrícolas nas grandes culturas não somente no Brasil como em todo mundo tem buscado um caminho alternativo com as práticas conservacionistas.

Ao mencionar sobre a relevância da sustentabilidade na agricultura, a conservação do solo, das plantas e preservação dos organismos, bem como da atmosfera e da natureza é um fator fundamental para o planejamento e condução dos cultivos das grandes culturas tanto mundialmente como no Brasil. E a cada ano, as pesquisas científicas avançam para conciliar o plantio/colheita com a preservação do meio ambiente e assim garantir a produção de alimento para a população.

Há tempos a sociedade atual tem demonstrado preocupações quanto aos efeitos da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com pesticidas que promove alterações no cenário agrícola, com um mercado ávidos por produtos diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de pesticidas, como por aqueles portadores de selos de que os pesticidas foram utilizados adequadamente (Bettioli; Ghini, 2001).

Essa preocupação tem mobilizado vários setores a buscar cultivos que sejam mais sustentáveis, ou seja, manejos que não degrada o meio ambiente. E de acordo com Bettioli e Ghini (2001), “O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras”.

Nesse contexto, a agricultura sustentável entra em choque com a convencional, visto que essa não tem foco no uso de “fontes não renováveis, como por exemplo da energia e não se atenta com os níveis adequados do balanço entre níveis de produção de alimentos e impactos no ambiente”. Nesse sentido, as mudanças sustentáveis no campo promovem “redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas”.

Ao reduzir a utilização de produtos químicos nas lavouras de grandes culturas e promover a propagação de processos biológicos na linha do manejo convencional, a agricultura é favorecida, apesar de que para esse sistema o uso de pesticidas ainda é favorável à medida que não requer dificuldades na aplicação e “pouco entendimento dos processos básicos do agroecossistema para a sua aplicação” (Bettioli; Ghini, 2001).

A formação do solo ocorre há milhões de anos por atritos de rochas, por intempéries ambientais e pela atividade de microrganismos produzindo um material mineral que gerou vida. Dentro da camada do solo, a vida é produzida pela movimentação dos microrganismos, das minhocas, dos besouros e outros seres vivos. Quando a água e o ar entram no solo geram um ambiente propício para a existência desses seres que estão sob ele. De acordo com Drugowich (2015), pelo fato de haver vida, o solo deve ser preservado.

No solo existem poros, por onde a água e o ar penetram, levando alimentos para toda a vida que fica sob ele. Com isso, percebe-se que o solo não é um ambiente inerte, mas sim vivo, e

responsável como um dos constituintes das principais matérias-primas para a continuidade da existência da vida especialmente nas condições tropicais. Portanto, conservar o solo é perpetuar a vida (Drugowich, 2015).

Pelo fato de o solo não ser um ambiente inerte, mas vivo, sempre deverá haver uma preocupação na sua conservação para manter em equilíbrio os nutrientes.

A SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

Nos últimos anos o termo sustentabilidade tem sido utilizado em diversos setores da sociedade tanto no Brasil como em outros países. Esse termo se tornou mais expressivo e divulgado com a realização da conferência no Rio de Janeiro em 1992, com o título de Rio/92-Agenda 213 sobre o meio ambiente e desenvolvimento.

Os objetivos quanto à sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável foram o foco desse encontro com a participação de 179 nações. Durante a reunião, as nações estabeleceram objetivos para o mundo em relação ao crescimento econômico e a preservação do meio ambiente, como por exemplo: desenvolvimento rural com sustentabilidade; preservação dos recursos hídricos, principalmente das fontes de água doce do planeta; conservação da biodiversidade no planeta; proteção da atmosfera; cooperação entre as nações para chegar ao desenvolvimento sustentável, entre outros.

No Brasil, vários setores têm avançando seguindo os objetivos da Rio/92, como o agronegócio, o empresarial, a agricultura e outras. Porém ainda existem desafios que precisam ser superados para se chegar a um equilíbrio entre o meio ambiente, o desenvolvimento e a sustentabilidade.

Nesse contexto, atualmente, há empresas e indústrias no Brasil com ações da sustentabilidade empresarial, cujo “o objetivo de atuar de maneira consciente, aliando sempre o respeito ao ambiente e à sociedade em que está inserida”.

Existem pessoas atualmente no Brasil que trabalham e estão buscando ações ecológicas tanto no meio urbano como no rural. Conforme Cardoso et al. (2019), destaca-se o trabalho feito pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), no sentido de desenvolver técnicas agrícolas sustentáveis, divulgar informações e orientar aos agricultores no caminho da sustentabilidade e a “incorporação de boas práticas socioambientais, sendo uma tendência crescente e tem sido incorporada por produtores rurais, associações e empresas, para agregar valor ao seu negócio e ao longo de toda a cadeia produtiva”.

De acordo com Lamas (2020), há um crescente aumento de pessoas que se interessam pela sustentabilidade na lavoura, principalmente aqueles que desejam se alimentar de uma forma mais saudável

³ **Agenda 21** é um conjunto de resoluções tomadas na conferência internacional Eco-92, realizada na cidade do Rio de Janeiro entre 3 e 4 de junho de 1992. Organizada pela ONU (Organização das Nações Unidas) contou com a participação de 179 países e resultou em medidas para conciliar crescimento econômico e social com a preservação do meio ambiente. Na Agenda 21 cada país definiu as bases para a preservação do meio ambiente em seu território, possibilitando o desenvolvimento sustentável. Disponível em <https://www.suapesquisa.com/ecologiaude/agenda21.htm>

e se preocupam com a preservação do meio ambiente. Assim “aumenta de forma significativa as exigências dos consumidores que querem cada vez mais comprar apenas e somente produtos que tenham sido produzidos de forma sustentável”. Se, de uma forma ou de outra, as exigências dessas com relação à sustentabilidade aumentou nos últimos anos, há também “os compradores, beneficiadores, os vendedores de produtos agrícolas, ou melhor, para todos os elos da cadeia a questão da sustentabilidade passa ser algo da maior relevância e em algumas situações até questão de sobrevivência” (Lamas, 2020).

Embora haja esforços neste caminho sustentável, grande parte dos agricultores brasileiros ainda desrespeitam o meio ambiente e não são responsáveis do ponto de vista social e trabalhista (Cardoso et al, 2019). Nesse aspecto, ainda de acordo com os autores há alguns problemas quando se refere à sustentabilidade no campo, como por exemplo: o desmatamento de florestas e matas para abrir espaço para a prática da agricultura.

Apesar dos problemas existentes já mencionado no campo, há perspectivas para o Brasil quanto ao desenvolvimento sustentável, já existem boas iniciativas no campo da agricultura sustentável. Conforme Cardoso et al. (2019), um dos aspectos para atingir cadeias produtivas sustentáveis é a capacidade financeira de proprietários rurais e empresas do agronegócio de promover a regularização de seus passivos ambientais e introduzir melhores prática agrícolas (incentivos econômicos).

Para regularização desses passivos ambientais e atingir cadeias produtivas, é necessário restaurar áreas degradadas e comprar áreas naturais para a compensação ambiental, isso “são atividades complexas e que envolvem alto investimento financeiro e identificar mecanismos econômicos que incentivem os produtores rurais a proteger suas áreas naturais”.

Apesar dos desafios quanto a agricultura sustentável, o Brasil tem avançado na produtividade no campo, como por exemplo, na Fazenda Rio do Pedro, a propriedade de 1.385 hectares, que fica em Santa Maria do Oeste/PR, venceu no final de 2017 o Prêmio Fazenda Sustentável, superando outros 46 produtores de todo o Brasil. O prêmio foi conquistado graças à integração de três atividades – agricultura, pecuária e floresta – e um sistema de rotação de culturas. O resultado foram produções de soja e milho que superam em mais que o dobro da média nacional (Cardoso et al. 2019).

O mundo e o Brasil estão a caminho da agricultura sustentável apresentando resultados satisfatórios na produtividade no campo. Um excelente aliado para o desenvolvimento de práticas sustentáveis no campo, nos últimos anos, é o uso da tecnologia e seus artefatos que visam gerenciar meios para se produzir mais respeitando a natureza.

Há empresas especializadas no agronegócio que promovem a utilização de equipamentos com alta performance tecnológica com sensores remotos para gerir máquinas e até mesmo otimizar a semente, como as Agtech⁴. Além disso, o uso de drones para mapear áreas, para aplicação de defensivos e de fertilizantes.

⁴ O termo agtech surgiu nos Estados Unidos para denominar empresas que promovem inovação no setor do agronegócio por meio de novas tecnologias aplicadas no campo, e passou também a ser adotado pelo ecossistema de startups, para definir o

A sustentabilidade dos sistemas agrícolas tem como pilar fundamental o conhecimento. O sucesso dos produtores rurais depende diretamente de pesquisas públicas e da difusão de conhecimentos gerados (Magalhães et al., 2021). E segundo os autores, a geração desses conhecimentos conduzem para a sustentabilidade em todos os aspectos, principalmente a ambiental, com o conhecimento das questões climáticas e mudança de pensamento “poderão auxiliar por consequência na busca pelo aumento da produtividade e consequentemente gerar mais alimentos”.

A agricultura sustentável demanda o enfoque no entendimento integral dos sistemas agropecuários para a gestão dos recursos naturais. Desta forma, os esforços se concentram em gerar conhecimento para desenvolver os espaços produtivos existentes e auxiliar em situações econômicas, sociais e desafios ambientais da sustentabilidade agrícola (Magalhães et al., 2021).

Nesse entendimento integral dos sistemas e geração de conhecimento para auxiliar os agricultores, entram os profissionais habilitados na agricultura que podem contribuir com os agricultores com técnicas de manejo e tecnologias avançadas e, juntamente, com a sociedade civil e órgãos públicos desenvolver um trabalho de conscientização para sustentabilidade em grandes culturas.

Assim, com o avanço da tecnologia agrícola, nos últimos anos, o cultivo de grãos nas grandes culturas tem buscado, embora não de forma tão expressiva, meios de cultivar e preservar o meio ambiente. Por exemplo, o emprego do plantio direto para cultivo de grãos.

De acordo com o Atlas do Espaço Rural Brasileiro do IBGE, no Brasil atualmente é “comum intercalar, sazonalmente, a soja com outras culturas, a fim de manter as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além disso “tem sido empregado o sistema de plantio direto na palha, em substituição às antigas práticas de revolvimento do solo”. Nessa abordagem, são mantidos, basicamente, os restos das colheitas, sejam da própria soja, sejam da cultura de rotação” (IBGE, 2020).

SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (SPD)

O sistema plantio direto (SPD) é o principal sistema de produção adotado pela maioria dos produtores de grãos (soja/milho) no Brasil e é considerado uma revolução na forma de fazer agricultura, sem degradar o solo (Altmann, 2010).

De acordo com Cruz et al. (2021), o SPD é um procedimento de cultivo com características conservacionistas, nesse processo o plantio é feito sem as etapas de preparo convencional envolvendo aração e gradagem. Para isso é preciso manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por sobras vegetais. Assim, os principais fundamentos do SPD são:

- Redução das operações de preparo do solo (mínimo revolvimento do solo)
- Formação e manutenção da cobertura morta sobre o solo.

segmento. Mapeamento Agtech 2021. Estudo das agtechs no Brasil e suas tecnologias. 2021. Disponível <https://abstartups.com.br/wp-content/uploads/2021/06/M2021-Agtech.pdf>

- Rotação de culturas

Nesse sentido, de acordo com Gassen (2010), o SPD, em relação à sustentabilidade, apresenta grandes similaridades, pois o plantio aprimora a eficiência da produtividade, é de baixo custo e recupera cursos de águas/outras recursos naturais. Pesquisadores que realizam pesquisa nessa área entendem que essa atividade agrícola é indispensável para a sustentabilidade na produção agrícola.

O SPD representa a visão conservacionista ou agricultura durável, no entanto se forem realizadas de forma individualizadas, os desafios para se chegar aos objetivos da sustentabilidade serão maiores (Gassen, 2010).

Nesse sentido, de acordo com o Conselho Científico Agro Sustentável - CCAS (2022), as vantagens dos sistemas de produção conduzidos em SPD são constituídos por ações que envolvem inúmeros benefícios (Figura 1):



- Favorecem o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas
- Demanda menos infraestrutura e força de trabalho humano
- Consome menos energia fóssil
- Reduz a erosão
- Melhoram a qualidade do solo, da água e do ar
- Permite produzir mais e de forma sustentável, com segurança alimentar e descarbonização

Figura 1. Vantagens da produção em SPD. Fonte: Conselho Científico Agro Sustentável (CCAS, 2022).

Além das vantagens do Plantio Direto, na tabela 1, são descritos os requisitos para a implantação do SPD, de acordo com Cruz et al. (2021):

- Qualificação do Agricultor (conhecimento e domínio das fases do sistema), predisposto para manejar de forma consciente o ambiente;
- Gerenciamento e treinamento de mão de obra;
- Melhoria da qualidade física do solo, como a eliminação de compactação;
- Melhoria da qualidade química do solo, como correção da acidez e fertilização do perfil do solo;
- Manter o solo coberto (os restos culturais devem cobrir, pelo menos, 80% da superfície do solo ou manter a matéria seca nessa superfície) e controle de plantas daninhas

CONTROLE BIOLÓGICO NAS LAVOURAS

Estudos realizados sobre controle biológico, que constitui um manejo fundamental para a proteção das plantas, enfatiza a importância do encontro entre o patógeno⁵-antagonista⁶ ou presa-predador para a preservação das plantas. Esse método é apropriado a “predadores relativamente agressivos e específicos, mas tem menor valor em situações mais complexas”. Segundo Diniz (2016), o princípio básico do controle biológico é monitorar as pragas agrícolas e os insetos transmissores de doenças com a utilização de seus inimigos naturais, que podem ser outros insetos benéficos, predadores, parasitoides, e microrganismos, como fungos, vírus e bactérias.

No controle biológico dos cultivos anuais, como a soja, insetos considerados benéficos, são os primeiros a ser lembrados pelos especialistas, eles controlam pragas patogênicas. Ainda não há estudos científicos comprovados quanto à eficiência desses grupos de indivíduos no controle desses cultivos. Por conta disso, ainda há pouco conhecimento sobre os efeitos deles nas pragas (Cruz, 2015).

Segundo Fontes e Inglis-Valadares (2020), os sistemas biotecnológicos do controle biológico com os baculovírus, apresenta uma ação lenta comparado aos inseticidas químicos, por esse motivo demoram na eliminação do inseto-alvo. Por exemplo, se a lagarta contamina com esse vírus, automaticamente, perde parte do apetite e, somente, após 4 dias paralisa sua alimentação. Por conta disso, os agricultores entendem que o controle biológico não tem efeito imediato, por isso não incorporam esse manejo no controle integrado de pragas.

Na agricultura, o controle de artrópodes-praga com fungos entomopatogênicos não é tão eficiente pelos seguintes fatos (Fontes; Inglis-Valadares, 2020):

- Eles demoram remover o hospedeiro alvo da lavoura.
- Antes de destruí-los, modificam suas fisiologias na alimentação e reprodução. Essa ação favorece a redução do potencial destrutivo dos organismos infectados.
- Altas umidade relativa e vulnerabilidade à radiação solar limitam os micoinseticidas.

Devido a isso, o controle biológico ainda não apresenta efeitos totalmente eficazes nas culturas. Porém, há vantagens de sua utilização, pois a utilização de organismos componentes do ambiente é benéfico e apresenta bons níveis de especificidade ao hospedeiro, os fungos trazem segurança aos organismos vertebrados e o meio ambiente, e contribuem para o menor emprego de produtos químicos nas lavouras.

Portanto, o controle biológico quando conserva os inimigos naturais nas culturas com manejos ecológicos é considerado conservacionista.

⁵ É qualquer organismo que causa doença que depende de um outro organismo com uma dependência obrigatória e o hospedeiro, sendo prejudicial a ele.

⁶ O termo antagonista são organismos que geralmente estão presentes no mesmo ambiente dos patógenos, como populações não virulentas ou outras espécies de bactérias e fungos, que irão impedir o desenvolvimento do patógeno e/ou reduzir o progresso da doença. Laboratório de Fitopatologia do Rio Grande do Sul (S/D) <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/11153518-1443527551-folder-lab-fito.pdf>

PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS DE MANEJO DE SOLO

Ao conservar o solo, os nutrientes presentes ali precisam ser mantidos em equilíbrio que constituem práticas sustentáveis. Para Pes e Giacomini (2017), Borges e Silva (2019) a utilização de práticas conservacionistas são métodos que auxiliam a conservação do solo e aumentam a produtividade do solo.

É possível perceber que a utilização de práticas conservacionistas possibilita a recuperação da biodiversidade do ecossistema tanto do solo como do ambiente. Dentre as práticas conservacionistas, destacam-se:

- a) **Adubação orgânica:** Os adubos orgânicos melhoram as propriedades do solo, como desenvolvimento de microrganismos, melhor agregação de partículas, maior porosidade e arejamento, além de ceder elementos nutritivos para as plantas.
- b) **Cobertura morta:** É uma das práticas mais simples e benéficas que se pode usar na plantação. Cobertura morta é simplesmente uma camada protetora do material que está espalhado em cima do solo, como recortes de grama, palha, casca de árvores e materiais similares. Protege o solo da erosão, reduz o impacto das chuvas, conserva a umidade, mantém a temperatura e impede o crescimento de plantas daninhas. Também pode melhorar a condição do solo. Como essas coberturas decompõem-se lentamente, fornecem matéria orgânica, que ajuda a manter a qualidade do solo, o que melhora o crescimento das raízes, aumenta a infiltração de água e, também, melhora a capacidade de retenção de água do solo.
- c) **Cultivo em Contorno ou em nível:** O cultivo de contorno é uma atividade conservacionista que delimita que o sentido do plantio seja transversal à declividade do terreno embasado na curva de nível e nas linhas de contorno.
- d) **Cultivo em Faixas:** O cultivo em faixas é um manejo de preservação do solo que planta de forma alternada cultivares com diferenças de características. Ou seja, em uma parte da área, plantio de vegetais que apresenta maior cobertura no solo é na outra parte, cultivar de menor cobertura gerando no ambiente várias faixas de tecidos vegetais.
- e) **Plantas de cobertura:** Nesse manejo agrícola, são utilizadas plantas em rotação ou consórcio com as comerciais, que depois serão fragmentadas, servindo de cobertura até serem decompostas e mantidas sobre o solo, objetivando melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. As culturas de cobertura diminuem as variações de temperatura do solo, reduzem as perdas por erosão, retêm maior quantidade de água, diminuem a evaporação e o escoamento superficial, evitam processos erosivos e promovem maiores rendimentos dos cultivos agrícolas. As principais plantas utilizadas como cobertura do solo são as leguminosas e as gramíneas cultivadas e também as plantas nativas.

- f) **Reflorestamento:** É uma atividade de conservação do solo em propriedades que apresentam solos com baixa capacidade reprodutiva ou susceptíveis a erosão, através de cobertura permanente de florestamento ou reflorestamento com o intuito de proteger, conservar e ter uma fonte de renda.
- g) **Terraceamento:** Esse manejo é eficiente para o controle da erosão hídrica, onde são construídas estruturas hidráulicas através de revolvimento de solo, contendo um canal e um camalhão transversal à declividade. Essa estrutura é chamada de terraços.
- h) **Bacião ou bacia de contenção:** É um manejo com fins de conservação do solo da propriedade construindo mini açudes ao lado da lavoura para evitar enxurrada, reter água, armazenar e filtrar a água para os lençóis freáticos.
- i) **Rotação de Culturas:** É uma atividade rural com o objetivo de alternar culturas diferentes na mesma área agrícola. Para Kamiyama (2011), a rotação de culturas é uma prática agrícola de fundamental importância nos programas de conservação do solo e no manejo ecológico de pragas, doenças e plantas daninhas. Os benefícios da rotação de cultura são inúmeros e contribuem para a recuperação de nutrientes do solo e controle de organismos relacionados às pragas e às doenças
- j) **Cordões de Vegetação Permanente:** São práticas que utilizam espécies perenes em contorno ou faixa, cultivadas em nível, formando barreiras naturais.

A realização dessas práticas conservacionistas é um dos caminhos para a sustentabilidade nas grandes culturas, à medida em que ocorre preparo do solo, frequentemente, ou seja, quanto mais se revolve o solo e se utiliza implementos agrícolas pesados na propriedade, mais se compacta o solo.

Além disso, aplicação indiscriminada de fertilizantes químicos também influencia de forma negativa tanto o solo como nos lençóis freáticos. E de acordo Pereira et al. (2022), um dos países que mais aplica agrotóxico no mundo é o Brasil com 500 ingredientes ativos autorizados pelo governo. Os autores mencionados acima também se referem aos estudos de (Oliveira; Brighenti, 2007) quanto as consequências devastadoras dos agrotóxicos.

Através da aplicação propositada, os agrotóxicos podem atingir os ambientes aquáticos, deriva e escoamento superficial a partir de áreas onde ocorreram as aplicações. A lixiviação dos agrotóxicos pode ocasionar contaminação de lençóis freáticos através do perfil dos solos. Portanto, além de afetar os próprios cursos de água superficiais, os agrotóxicos podem alcançar os lençóis freáticos cuja descontaminação apresenta grande dificuldade. Outros fatores são responsáveis por grande parte dos problemas com recursos hídricos, como as práticas agrícolas ligadas ao modelo de produção, o uso excessivo e inadequado de agrotóxicos, a destruição da cobertura vegetal dos solos para plantio (Oliveira; Brighenti, 2007).

Os agrotóxicos, ao alcançar os lençóis freáticos, traz graves consequências para região, pois a descontaminação das camadas de águas subterrâneas é um trabalho que exige equipamentos de alta tecnologia. Além disso, eles também promovem a destruição da cobertura vegetal dos solos quando usados de forma inadequada e excessiva.

Outro princípio da sustentabilidade ambiental, para preservar curso de águas e as plantas é não utilizar os pesticidas de forma desordenada, como já foi mencionado. De acordo com Bettiol e Ghini

(2001) esses produtos agrícolas impedem o desenvolvimento ambiental da região, “como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de patógenos, de pragas e de plantas invasoras a certos pesticidas”.

Esse desequilíbrio biológico promove uma alteração dos nutrientes e da matéria orgânica e ainda contribui para o desaparecimento de organismos benéficos e a redução da biodiversidade, segundo os autores. Entretanto de acordo com a sustentabilidade, os pesticidas de maneira geral são fabricados artificialmente e dependendo da intensidade da aplicação interfere em toda cadeia produtiva da planta.

Porém, pesquisas realizadas no Cerrado, de acordo com Ferreira et al (2016) *apud* Oliveira et al (2013) ressaltam “estudos conduzidos no sudoeste de Goiás têm demonstrado o efeito benéfico das plantas de cobertura antecedendo as culturas comerciais, que após serem manejadas com herbicidas, tem influenciado positivamente o rendimento das culturas cultivadas em sucessão”.

Nesses estudos realizados em Jataí e Rio Verde/GO, avaliando a produção de biomassa das culturas de safrinha (milho, sorgo, milheto, girassol, trigo ou feijão), a dinâmica de sua decomposição e o efeito na produtividade das culturas da soja e milho, cultivadas em sucessão (Ferreira et al., 2016), os autores observaram que “a palhada contribui para a redução da erosão do solo, aumento da infiltração e retenção de água, redução da oscilação térmica, supressão de plantas invasoras e outros, tendo sido importante para a consolidação do sistema plantio direto (SPD) no Brasil”.

Assim o uso de palhada nessas regiões é uma prática sustentável que protege o solo e o Cerrado que se destaca como um bioma “com uma das mais ricas formações savânicas do mundo, principalmente pela sua diversidade faunística e florística e pelo alto grau de endemismo da sua flora” (Pereira et al., 2022).

Nesse sentido, além da palhada, é importante adotar mais práticas conservacionistas com o intuito de proteger o solo e lençóis freáticos, como criar “um programa de manejo dos solos nesta região intimamente relacionado ao planejamento do uso adequado das terras. Isso possibilitará o reconhecimento e proteção dos ecossistemas mais frágeis, bem como um eficiente monitoramento regionalizado das formas de ocupações antrópicas de suas terras” (Pereira et al., 2022).

A sustentabilidade nas plantas de acordo com Michereff e Barros (2001) está relacionada com o tipo de manejo que o produtor realiza com a cultura, ou seja, se o agricultor aduba da maneira correta seguindo as orientações da análise solo, realiza a calagem e, quando necessário, a gessagem facilita e equilibra o ambiente da planta reduzindo o manejo de pragas e doenças.

A PRODUÇÃO AGRÍCOLA X MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A manutenção da vida no planeta está diretamente relacionada às questões climáticas e a preservação da atmosfera, entre outros fatores. Dessa maneira, a produção agrícola no Brasil, com o cultivo de grãos nas grandes culturas como, por exemplo, a soja e o milho, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ao longo da história, a expansão da fronteira agrícola foi

responsável por danos em diversos ecossistemas. Em pouco mais de 40 anos, as emissões de GEE⁷ do setor agropecuário aumentaram 165% e avançaram sobre a Amazônia” (IBGE, 2020).

A soja é a lavoura do tipo anual mais plantada no País e ocupa, predominantemente, as áreas de planaltos e de chapadas sobre bacias sedimentares, em que há grandes estabelecimentos agropecuários distribuídos, notadamente, nos Biomas Amazônia e Cerrado. São cultivos altamente mecanizados, que aproveitam o relevo plano dessas áreas para a utilização de máquinas agrícolas. Entre 2006 e 2017, a área colhida desse grão aumentou 71,8%, elevando o Brasil a segundo maior produtor mundial da oleaginosa (IBGE, 2020).

Segundo Almeida et al. (2019), com o advento da evolução do agronegócio, as atividades com fins agrícolas estão vinculadas aos fatores climáticos. Por isso, se houver uma alteração deles pode afetar diretamente a produção agrícola.

Outros fatores que estão relacionados às mudanças climáticas, como o aumento da temperatura, das inundações e do nível do mar promoveram aumento das temperaturas, desequilíbrios climáticos, houve alteração no período das chuvas com volumes forte de águas, nos últimos anos, provocando inundações e enchentes tanto no Brasil como no mundo, enquanto em outros lugares há seca. Essas alterações podem influenciar e acarretar perdas produtivas nas safras dos grãos. De acordo com a (tabela 1) a seguir, serão apresentadas as consequências das mudanças do clima na agricultura.

Tabela 1. Os efeitos das mudanças do clima na agricultura. Fonte: Almeida et al. (2019).

Mudanças climáticas	Efeitos nas atividades agrícolas
Aumento da temperatura na Terra.	Os graus/ dias do crescimento das cultivares serão modificados. Infestação de pragas e doenças mudarão consideravelmente sua intensidade para um aumento severo.
Alteração no período das chuvas com um volume muito forte de águas, provocando inundações e outros lugares com seca.	Essas alterações podem influenciar e acarretar estimativas produtivas negativas nas safras dos grãos, alterando a economia agrícola e colocando a alimentação do país em risco.
Eventos considerados extremos, como as ondas de calor que são temperaturas de 32°C.	Estimula a queda de produção das culturas, afetando o ciclo fenológico e em seus órgãos vitais.
Veranicos que consiste por um período de estiagem com um calor insuportável, resultado da forte radiação solar com a umidade baixa na estação das chuvas ou no inverno.	São situações em que a planta exige maior manejo de irrigação.

E por fim, de acordo com Assad et al. (2020), um fator muito preocupante com relação ao Cerrado, e, as mudanças climáticas, está na deficiência hídrica. Conforme os autores, o aumento da

⁷ GEE (gases de efeito estufa). <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogasferrt/gee/gases-de-efeito-estufa>

temperatura resulta em elevação da evapotranspiração potencial. Verificou-se com esse estudo que “como não ocorre aumento da precipitação para compensar a maior demanda atmosférica, como consequência, tem-se um aumento significativo da deficiência hídrica. Portanto, existe elevada concordância entre os modelos de que haverá aumento da deficiência hídrica no bioma Cerrado ao longo do presente século.

Dado o fato de que no bioma Cerrado encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), e de que nele estão localizados três grandes aquíferos (Guarani, Bambuí e Urucuia), tem-se que a região apresenta papel estratégico na reserva de água e na conservação da biodiversidade. Dessa forma, os resultados aqui apresentados são preocupantes, pois apontam para um provável aumento da deficiência hídrica no bioma ao longo do presente século, podendo resultar em restrições aos diversos usos e conflitos pelo uso da água (Assad et al., 2020).

Boas práticas sustentáveis quanto à mudança climática e a agricultura

Cultivo mínimo, manejo integrado do solo e da água, irrigação, plantio direto.

Necessidade de fomento e fortalecimento de práticas sustentáveis de agricultura e pecuária em áreas de pastagem e áreas com alta e média aptidão agrícola.

Melhoria do manejo de pastagem (manejo rotacionado ou racional), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), melhoramento genético.

Incrementar a produção e produtividade da agropecuária de forma sustentável nas áreas de pastagem e de cultivo existentes.



Todas essas práticas preservam o solo e mitigam os efeitos do aquecimento global.

Figura 3. Boas práticas sustentáveis. Fonte: Assad et al. (2020)

Portanto, ao longo desse século, em vista das mudanças climáticas, como a região apresenta papel estratégico na reserva de água e na conservação da biodiversidade, é fundamental que os agricultores no cultivo de grãos caminhem de maneira que preservem as nascentes e a biodiversidade.

Ainda conforme Assad et al. (2020) é “necessário também promover a recuperação das áreas de preservação permanente (APPs) nas bordas de cursos d’água, as APPs hídricas na região do Cerrado. Isso

porque um dos maiores problemas que tem sido enfrentados na região e, em algumas áreas, a restrição ao uso da água, e, em outros, o uso descontrolado da água”.

A RELAÇÃO HÍDRICA NA AGRICULTURA

Atualmente na produção agrícola, a relação hídrica na agricultura é muito importante seja para o processo de irrigação ou para proteger o curso de água nas propriedades, de uma forma ou outra é necessário preservar a água como fontes sustentáveis na agricultura moderna. Nesse contexto, a preservação da água é um outro fator para a produtividade dos cultivos.

Quando se pensa na sustentabilidade na água, logo se imagina a preservação dos lençóis freáticos livre de poluentes e também o uso racional de água nas grandes culturas com métodos de irrigação que economize água.

[...] devem ser considerados quando se pensa em irrigação, uso de agroquímicos e ação sobre o solo, tais como: a eficiência em termos do uso da água/solo; a existência de eficiência econômica; os custos ambientais desta prática, entre outras. Se houver um plano de irrigação, ou seja, um manejo totalmente racional da mesma, ao aplicar a quantidade de água necessária às plantas no momento certo, controle de pragas de modo efetivo e menos devastador que o tradicional, é necessário que haja, deste modo, várias análises ambientais como topografia, taxas de transpiração das plantas, taxas pluviométricas, etc., assim é possível atingir uma grande produção e ao mesmo tempo respeitar o ambiente (Deus; Bakonyi, 2012).

Atualmente na produção agrícola das grandes culturas, a água precisa ser utilizada de forma sustentável para se ter equilíbrio dela na planta e na produção de alimentos. De acordo Testezlaf (2017), quando se faz a irrigação, principalmente nos períodos chuvosos, se aproveita melhor os recursos hídricos e “aumenta a eficiência do uso da água aplicada pela chuva” e assim gera produtividade.

Não basta somente irrigar, deve se considerar um manejo hídrico sustentável em que, ao mesmo tempo, que utiliza essa água na cultura, também deve preservar as nascentes ou rios onde é captado para agricultura. De acordo com as pesquisas, há vários meios de irrigação, porém nem todas são consideradas sustentáveis e ainda de acordo com esses estudos, a irrigação por gotejamento é mais favorável para a sustentabilidade, porém é de difícil adoção em grandes áreas de lavoura de grãos.

“Para um melhor uso da água, as pesquisas mostram que a irrigação por gotejamento é altamente vantajosa em relação aos métodos tradicionais, pois tem como aplicar diretamente a água na planta e no momento certo, a operação é ágil, não necessita de tanta mão-de-obra e, principalmente, economiza água pelo uso racional” (Deus; Bakonyi, 2012).

Além da irrigação por gotejamento, como uma prática conservacionista para preservar recursos hídricos de forma sustentável, é o reuso da água de irrigação e captação de águas da chuva nas próprias propriedades.

A escassez de recursos hídricos, que já é característica de algumas bacias hidrográficas brasileiras, vai requer a exploração de novas fontes hídricas ou a utilização eficiente dos recursos disponíveis na

propriedade, tornando os sistemas de reuso uma alternativa para permitir o uso racional dos recursos hídricos envolvidos no processo de produção agrícola (Testezlaf, 2017).

Nesse sentido, a escassez de recursos hídricos do momento presente para o futuro vai requer a exploração de novas fontes, a utilização eficiente dos recursos disponíveis na propriedade com medidas de racionalidade em relação à água e as nascentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, D. C., Faber, I., & Dantas Junior, L. C. J. (2019). ODS 13 Ações contra a mudança global do clima. São Paulo/SP: Editora Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Altmann, N. (2010). Plantio Direto no Cerrado: 25 anos acreditando no sistema. Passo Fundo/RS: Ed. Aldeia Norte.
- Assad, E. D., Victoria, D. C., Cuandra, S. V., Pugliero, V. S., & Zanetti, M. R. (2022). Efeito das mudanças climáticas na agricultura do Cerrado. In: Bolfe, E. L., SANO, E. E., Campos, S. K (Orgs.). Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções. Brasília, DF: Embrapa.
- Bettiol, W., & Ghini, R. (2001). Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: Michereff, S. J., Barros, R. B. (Orgs.). Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife/PE: Editora Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).
- Borges, A. C. L., & Silva, P. R. (2019). Conservação do solo - Práticas Conservacionistas. Brasília/DF: Editora Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal - EMATER.
- Cardoso, A. A., Rodrigues Jr, A. F., & Gaspar, M. P. (2019). Sustentabilidade ODS 2: Agricultura sustentável - um estudo. São Paulo/SP. Editora Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Conselho Científico Agro Sustentável – CCAS. (2022). Plantio Direto: 50 anos do início do sistema que alavancou o Agro Brasileiro. Editora: Federação Brasileira do Sistema de Plantio Direto.
- Cruz, I. (2015). Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho. Anais do XIII Seminário Nacional Milho Safrinha. Maringá/PR: UFPR.
- Cruz, J. C., Alvarenga, R. C., Viana, J. H. M., Pereira Filho, I. A., Albuquerque Filho, M. R., & Santana, D. P. (2021). Plantio Direto. Editora Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/manejo-do-solo-e-adubacao/sistema-de-manejo-do-solo/plantio-direto>.
- Darolt, M. (2015). Guia do produtor orgânico-como produzir alimentos de forma ecológica. Rio de Janeiro/RJ: Editora Sociedade Nacional de Agricultura, serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas, centro de inteligência em orgânicos.
- Deus, R. M., & Bakonyi, S. M. C. (2012). O impacto da agricultura sobre o meio ambiente. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 7, 1306-1315.
- Diniz, F. (2016). Controle biológico: ciência a serviço da sustentabilidade. Brasília/DF: Editora Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

- Drugowich, M. I. (2015). A agropecuária, a degradação ambiental e a crise da água. In: Drugowich, M. I. Casa da Agricultura: Uso Racional da Água na agricultura. Campinas/SP: CATI.
- Feldens, L. (2018). *O homem, a agricultura e a história*. Lajeado/RS: Editora Univates, 1ª Edição.
- Ferreira, W. S., Braz, A. J. B. P., Costa, K. A. P., Silva, A. G., & Torres, J. L. R. (2016). Cultivo do milho e da soja em sucessão as culturas de safrinha em Rio Verde-Goiás. *Revista Energia na Agricultura*, 31, 291-297.
- Fontes, E. M. G., & Inglis-Valadares, M. C. (2020). Controle Biológico de pragas na agricultura. Brasília/DF: Editora Embrapa.
- Gassen, D. (2010). Adubação verde e o plantio direto. *Revista Plantio Direto*.
- Iaquinto, B. O. (2018). A sustentabilidade e suas dimensões. *Revista da Escola Superior da Magistratura do Estado de Santa Catarina (ESMESC)* v.25, 157-178.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020). Atlas do Espaço Rural Brasileiro. Rio de Janeiro/RJ: Editora IBGE.
- Kamiyama, A. (2011). Cadernos de Educação Ambiental: Agricultura sustentável. São Paulo/SP: Editora Secretaria do Meio Ambiente - SMA / Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais.
- Lamas, F. M. (2020). *Sustentabilidade na agricultura*. Brasília/DF: Editora Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).
- Leroy, J. P. (2021). Manual de Boas Práticas Ambientais no Trabalho. Lafaiete/MG: Editora Faculdade Presidente Antônio Carlos de Conselheiro Lafaiete (UNIPAC).
- Magalhães, G. O., Duarte, E. R., Zawadzki, F., Bertolini, E., Paduan, F. N., Lajús, C. R., Miyashiro, C. F., & Sauer, A. V. (2021). Agricultura e sustentabilidade: mudanças climáticas e modificações no desenvolvimento agropecuário. *Divers@ Revista Eletrônica Interdisciplinar*, 14, 100-112.
- Michereff, S. J., & Barros, R. (2001). Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife/PE: Editora UFRPE.
- Motta, R. S. (2002). Padrão de Consumo, distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil. Rio de Janeiro/RJ: IPEA. Texto para discussão nº 856.
- Oliveira, M. F., & Brighenti, A. M. (2007). Métodos de controle de planta daninhas. Controle de Plantas Daninhas Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Brasília/DF: Editora Embrapa.
- Oliveira, P., Nascente, A.S., Kluthcouski, J., & Portes, T. A. (2013). Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. *Pesquisa Agropecuária tropical*, 43, 239-246.
- Pereira, B. F. M., Alves, B. M., Medeiros, M. P., & Maria Pereira, R. (2022). Contaminação no lençol freático, rios, lagos e lagoas do Brasil por agrotóxicos. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 8, 863–874.
- Pereira, B. F. M., Alves, B. M., Medeiros, M. P., & Maria Pereira, R. (2022). Contaminação no lençol freático, rios, lagos e lagoas do Brasil por agrotóxicos. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 8, 863–874.

- Pes, L. Z., & Giacomini, D. A. (2017). Conservação do solo. Santa Maria/RS: Editora Universidade Federal de Santa Maria.
- Testezlaf, R. (2017). Irrigação: métodos, sistemas e aplicações. Campinas/SP: Editora Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas.
- Zasso, M. A. C., Ferreira, F., Attuati, M. A., Fernandes, S. B. V., & Uhde, L. T. (2014). Meio ambiente e sustentabilidade. Ijuí/RS: Editora Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – (UNIJUÍ).

Índice Remissivo

A

abelhas, 95, 96, 97, 98, 99
abelhas sem ferrão, 96, 97

B

Barragem, 12

C

carbon-nitrogen, 104
complete randomized blocks, 104
conservação do solo, 23, 24, 30, 31
controle biológico, 29
coriander, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110
coriander productivity, 104, 108, 109

D

Dengue, 39, 45, 47
dry mass of coriander, 110

E

Essential oil production, 120
estressores, 77, 78, 79, 81, 83, 84
Estrutura, 57
experimental design, 104, 115

G

green manure, 103, 104, 110

H

height of the coriander, 107

I

insetos, 95, 96, 97, 98, 99

J

jitirana, 104, 105, 107, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121
Jitirana, 114
jitirana (*Merremia aegyptia* L.), 104, 105
jitirana (*Merremia aegyptia* L.), 105, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 120

Jitirana (*Merremia aegyptia* L.), 116

M

mata-pasto, 104, 105, 107
mata-pasto (*Senna uniflora* L.), 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 114, 116, 118
mata-pasto (*Senna uniflora* L.), 117, 118, 120
meliponídeos, 81
Mentha, 113, 115, 117, 119, 120
Mentha piperita, 113, 115, 117, 119
Merremia aegyptia L., 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121
mint, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121
mint biomass, 117, 118, 119
mint crop, 116
Mint dry mass, 119
Mint plant height, 117

N

Number of bunches, 118
number of coriander bunches, 109
number of stems of coriander, 108

P

palhada, 32
Peppermint essential oil, 120
plantio direto, 27
polinizadores, 95, 96, 97, 98, 99
Production of mint, 118

Q

Qualidade, 6, 9
quiabo, 94, 97, 98

R

research group, 103, 110
Restauração florestal, 127, 144

S

semiarid region, 103, 104, 105, 106, 107, 110
Senna uniflora L., 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120
Statistical analysis, 117

sustentabilidade, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28,
31, 32, 35

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-

books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 88 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 54 organizações de e-books, 39 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br