



Faculdade da Amazônia

CURSO DE AGRONOMIA

THIAGO WADIIH MANSUR

PLANTIO DIRETO NO CERRADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**Vilhena-RO
2020**

THIAGO WADIIH MANSUR

PLANTIO DIRETO NO CERRADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia da Faculdade da Amazônia (FAMA), como para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Me. Priscila Fonseca Costa.

**Vilhena-RO
2020**

Mantenedor: INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR DA AMAZÔNIA S/C LTDA-ME - IESA.
Rua: Walisson Junior Arrigo, nº 2043 - Cristo Rei - Cep: 76.983-496
Vilhena/RO (69) 2101-0850 Site: www.fama-ro.com
CNPJ: 04.398.722/0001-05

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos dezessete dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte, na sala virtual da plataforma Google Meet, às 18h00min, a(o) acadêmica(o) **Thiago Wadih Mansur** do Curso de **Agronomia** dessa instituição, realizou a defesa de seu TCC - Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado **PLANTIO DIRETO NO CERRADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** na presença da Banca Examinadora formada pela (o) professor(a) mestre **Priscila Fonseca Costa** (Orientador(a) e Presidente da banca), professor(a) mestre **Cássya Fonseca Santos** (1º membro) e professora especialista **Mayra Martins de Barcelos** (2º membro).

O trabalho foi julgado **aprovado**, com nota: 10.

Alterações ou observações: (). Sim (x). Não

E por não haver nada mais a tratar, foi lavrada esta ata que será assinada pelos presentes.

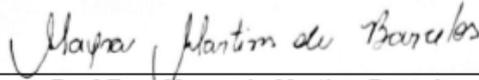
BANCA EXAMINADORA



Prof Me Priscila Fonseca Costa
(Presidente - orientadora)



Prof Esp. Cássya Fonseca Santos
(1º membro)



Prof Esp. Mayra de Martins Barcelos
(2º membro)



Thiago Wadih Mansur
(Acadêmico)

DEDICATÓRIA

Com gratidão, dedico este trabalho a Deus. Devo a Ele tudo o que sou.

Aos meus pais, Wadih e Cynthia, sem eles nada disso seria possível.

Meus irmãos, Rayssa e Fauzi Neto, que sempre acreditaram no meu potencial e contribuíram com essa conquista.

A minha noiva, Juliana Goulart, que sempre me apoiou e me deu força para vencer as dificuldades durante o curso e minha mudança, essa conquista também é sua.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria forças para essa jornada, foi uma mudança muito grande na minha vida, surgiram algumas dificuldades e hoje estou aqui colhendo o fruto do meu esforço.

Agradecer também ao Rafael Bonatto e Mariana Moises, que contribuíram na minha formação, transmitindo-me os seus conhecimentos e motivando-me em sempre fazer o melhor.

Agradecer aos meus colegas, que sempre me apoiaram e permaneceram ao meu lado, nos bons e maus momentos.

Agradecer aos bons profissionais e coordenadores da faculdade Fama que também fizeram parte e contribuíram com essa caminhada.

E nada disso teria sido alcançado sem a ajuda de meus amáveis pais, Wadih e Cynthia, que no decorrer da minha vida me proporcionaram, além de carinho e amor, também o conhecimento da garra, perseverança e de procurar sempre a Deus como força maior de meu crescimento como ser humano. Por essa razão, gostaria de deixar para vocês minha gratidão e amor sempre.

Um agradecimento especial a meus irmãos Fauzi Neto e Rayssa, que sempre estiveram ao meu lado apoiando. Ao meu grande amor Juliana Goulart, que além de me fazer feliz, ajudou-me durante toda caminhada até aqui, compreendendo-me na minha busca de meu sucesso profissional; às minhas maravilhosas avós Maria Ribeiro e Odete Mansour, que sempre me deram atenção, carinho e preciosos conselhos e a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para esta imensa felicidade que estou vivendo nesse momento.

“O aprendizado é o significado mais límpido da vida, pois jamais se termina uma existência sem que se aprenda algo.”

Maria Clara Fraga Lopes

RESUMO

O intuito desta revisão bibliográfica foi identificar como se desenvolveu o processo de plantio direto no bioma do cerrado, enfatizando as causas e os impactos ocasionados. O presente trabalho se trata do desenvolvimento de uma monografia, no qual estudou os efeitos e impactos do plantio direto no solo do cerrado de mato grosso. O presente estudo apresentou como objetivo geral o seguinte ponto: Analisar os impactos do processo de plantio direto no cerrado. O plantio direto pode ser considerado como uma modalidade do cultivo mínimo, visto que o preparo do solo se limita ao sulco de semeadura, procedendo-se a semeadura, a adubação e, eventualmente, a aplicação de herbicidas em uma operação. O Plantio Direto é um dos melhores meios para ajudar na agricultura, mas se não for feito da maneira correta pode acarretar sérios danos para o solo tendo vários problemas na lavoura. A palhada pode propagar doenças no solo. Por isso precisa ter um cuidado para que tenha uma ótima proteção sem ter doenças e pragas no solo. De acordo com a pesquisa, a principal causa da compactação do solo é o tráfego de máquinas agrícolas, que é intensificado com a modernização da agricultura, com o aumento demasiados de equipamentos e da intensidade de uso do solo. Esse processo não é acompanhado por um aumento proporcional do tamanho e largura dos pneus, resultando em significativas alterações nas propriedades físicas do solo.

Palavras Chave: Plantio Direto. Cerrado; Impacto do Plantio Direto no Cerrado.

ABSTRACT

The purpose of the work was to identify how the no-tillage process developed in the Cerrado biome, emphasizing the causes and impacts caused. The present work deals with the development of a monograph, in which he studied the effects and impacts of no-tillage on the soil of the cerrado of Mato Grosso. The present study presented as a general objective the following point: To analyze the impacts of the no-tillage process in the cerrado. The study is still characterized as a bibliographic search. No-till can be considered as a minimum cultivation modality, since the soil preparation is limited to the sowing furrow, proceeding with sowing, fertilization and, eventually, the application of herbicides in an operation. No-till is one of the best ways to help in agriculture, but if not done in the right way it can cause serious damage to the soil with several problems in the field. Straw can spread disease in the soil. Soy needs to be careful so that you have an excellent protection without having diseases and pests in the soil. According to the research, the main cause of soil compaction is the traffic of agricultural machinery, which is intensified with the modernization of agriculture, with the increase in equipment and the intensity of land use. This process is not accompanied by a proportional increase in the size and width of the tires, resulting in significant changes in the physical properties of the soil.

Key words: No-till. Cerrado. Impact of no-tillage in the Cerrado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. SISTEMAS DE CULTIVO	12
2.1.1. Sistema de Plantio Direto.....	14
2.1.2. Plantio direto no cerrado brasileiro.....	19
2.2. PROCESSO DE COMPACTAÇÃO DO SOLO	21
2.2.1. Compactação do Solo do Cerrado.....	25
2.3. Impactos no Processo de Plantio Direto no Cerrado.....	25
3. MATERIAL E MÉTODO	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Conforme Altmann (2010), o plantio direto é uma técnica de cultivo conservacionista em que o plantio é efetuado sem as etapas do preparo convencional da aração e da gradagem. Nessa técnica, é necessário manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. Essa cobertura tem por finalidade proteger o solo do impacto direto das gotas de chuva, do escoamento superficial das erosões hídrica e eólica.

Segundo Barbosa et. al. (2016), a compactação é uma mudança estrutural do solo, que altera suas partículas e seus nutrientes que podem reduzir sua porosidade, diminuindo a capacidade de infiltração de água ocorrendo um aumento do escoamento superficial no solo podendo ocorrer erosão ou poluições de mananciais.

O plantio direto pode ser considerado como uma modalidade do cultivo mínimo, visto que o preparo do solo se limita ao sulco de semeadura, procedendo-se a semeadura, a adubação e, eventualmente, a aplicação de herbicidas em uma operação.

A erosão vem causando vários problemas para a agricultura desde a sua descoberta, sempre estando associada ao uso de maneiras incorretas de exploração e manejo do solo. A chuva e os ventos podem mover as partículas de solo, nutrientes das camadas superficiais para outros lugares que causam danos que são muito graves para o meio ambiente, que podem cobrir nascentes de água que podem tornar áreas de rios e lagos áreas ou desertas (ALTMANN, 2010).

Ainda de acordo com autor anteriormente citado, o sistema de plantio direto na palhada é um sistema que foi descoberto para ajudar a agricultura que pode ser um sistema ecologicamente correto, que pode copiar a natureza que vem fazendo nas florestas a muitos anos. Esse sistema pode plantar sem preocupar com as erosões, pois a palhada que fica no solo pode proteger da chuva fazendo que se torne uma camada que absorve os impactos da chuva e do vento no solo, no qual atua como grande aliada para proteção contra a umidade.

Segundo a pesquisa de Carvalho, et al. (2004), na região do cerrado, onde os solos ficam expostos à intensa radiação solar e à erosão eólica durante a entressafra, e à erosão causada pelas chuvas intensas, comuns no início da estação chuvosa, a utilização de plantas para adubação verde e cobertura do solo assume importância significativa.

O presente trabalho se trata do desenvolvimento de uma monografia, no qual estudou os efeitos e impactos do plantio direto no solo do cerrado de mato grosso. O presente estudo apresentou como objetivo geral o seguinte ponto: **Analisar os impactos do processo de plantio direto no cerrado.** Apresentando com objetivos específicos: a) revisar a literatura científica relativo a evolução dos sistemas de cultivo, com ênfase no sistema de plantio direto; b) compreender o processo de compactação do solo do cerrado; c) definir os impactos já percebidos no processo de plantio direto.

Para o desenvolvimento dessa monografia, foi levantando o seguinte questionamento: **Quais são os impactos do processo de plantio direto no solo do cerrado?**

O Plantio Direto é um dos melhores meios para ajudar na agricultura, mas se não fazer da maneira correta pode acarretar sérios danos para o solo tendo vários problemas na lavoura. A palhada pode propagar doenças no solo. Por isso precisa ter um cuidado para que tenha uma ótima proteção sem ter doenças e pragas no solo.

Sem a rotação de cultura o sistema de plantio direto pode ter várias limitações que pode afetar a sanidade das plantas e os rendimentos das culturas, tendo inúmeros impactos ambientais.

O cerrado brasileiro é uma das regiões mais produtoras do Brasil, mas no final da década 1980 passou por vários problemas de compactação de solo, provocando várias erosões de formação de voçoroca, que gerou enormes crateras no solo, que obstruiu córregos e rios. Através da descoberta do plantio direto, poderão ocorrer mudanças no plantio ajudando o desenvolvimento dos sistemas de plantio e não causando problemas como a erosão (ALTMANN, 2010).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.SISTEMAS DE CULTIVO

A teoria geral de sistemas (TGS) tem por objetivo a formulação de teorias e a construção de conceitos para aplicação em estudos empíricos de diversas ciências (HIRAKURI, et al. 2012).

Com uma tipologia baseada em escala geográfica, padronizou-se as seguintes definições de sistemas no cenário agropecuário:

- a) Sistema de cultivo, que indica o subsistema;
- b) Sistema de produção, que representa o sistema propriamente dito;
- c) Sistema agrícola, que diz respeito ao supersistema;
- d) Bioma, referente ao hipersistema.

Conforme Carvalho, et al. (2014), o preparo do solo dos primeiros tempos da agricultura não passava de uma operação bem rústica, muito trabalhosa e demorada. Sistemas mais aperfeiçoados teriam suas origens quando o arado de aiveca de metal foi inventado em 1760, na Escócia. A função do arado foi a de enterrar e eliminar as ervas daninhas e os restos culturais, deixando o solo vem evoluindo, com implementos cada vez maiores e tratores cada vez mais pesados e possantes, possibilitando o preparo de grandes extensões com menor esforço físico.

O sistema de cultivo refere-se às práticas comuns de manejo associadas a uma determinada espécie vegetal, visando sua produção a partir da combinação lógica e ordenada de um conjunto de atividades e operações (HIRAKURI, et al. 2012).

De acordo com Andrade et. al. (2018), o manejo do solo se constitui de práticas simples e indispensáveis ao bom desenvolvimento das culturas e compreende um conjunto de técnicas que, utilizadas racionalmente, proporcionam alta produtividade, mas, se mal utilizadas, podem levar à destruição dos solos a curto prazo.

O manejo do solo, sendo no SPC (sistema de preparo convencional), onde acontece o revolvimento do solo, tanto para o SPD (sistema de plantio direto), onde não se faz o revolvimento do solo, tem que ser levado em consideração o intervalo hídrico ótimo. Esse critério tem como objetivo mostrar a quantidade de água no solo, determinada no limite superior pela umidade no solo, conjunta a capacidade de campo, ou na capacidade de água que se torna limitante pela aeração, também pelo ponto de murcha

permanente devido ao limite inferior de conteúdo de água, ou na capacidade em que a água se torna limitante, pelo fato que o solo fique mais resistente dificultando sua penetração (MANSANO, 2020).

Segundo uma pesquisa da Embrapa (2003) de maneira geral deve-se considerar os seguintes tipos de manejo do solo:

Quadro 1 - Tipos de Manejo

TIPOS DE MANEJO	
Preparo Mínimo	Intermediário, que consiste no uso de implementos sobre os resíduos da cultura anterior, com o revolvimento mínimo necessário para o cultivo seguinte.
Preparo convencional	Provoca inversão da camada arável do solo, mediante o uso de arado; a esta operação segue outras, secundárias, com grade ou cultivador, para triturar os torrões; 100% da superfície são revolvidas por implementos. Este tipo de preparo só deve ser utilizado quando da correção de algumas características na subsuperfície do solo, onde necessite de incorporação de corretivos ou rompimento de camadas compactadas.
Plantio semidireto	Semelhante ao Plantio Direto; semeadura direta sobre a superfície, com semeadora especial, diferindo deste sistema apenas por haver poucos resíduos na superfície do solo.
Plantio direto	As sementes são semeadas através de semeadora especial sobre a palhada de culturais do cultivo anterior ou de culturas de cobertura palha produzidas no local para este fim.

Fonte: Adaptado de Embrapa (2003).

Segundo Mansano (2020), no sistema convencional de preparo de solo, o implemento agrícola mais utilizado é a grade aradora. Geralmente a grade trabalha no solo em camadas mais superficiais, mostrando um alto rendimento na sua utilização em campo, no entanto o uso frequente da grade aradora pode causar a reorganização de partículas do solo, levando a formação de camadas compactadas, designada pelo nome de “pé-de-grade”.

O sistema convencional de preparo do solo proporcionou a obtenção de maior número de vagens por planta e aumentou o número médio de grãos por vagem no primeiro ano agrícola (CARVALHO, et al. 2004).

No SPD, geralmente os solos, após três a quatro anos, retratam valores maiores de micro porosidade e densidade na camada superficial, assim reduzindo a quantidade de macro poros e porosidade total, se comparado ao SPC. Deste modo, isto ocorre pelo arranjo natural de solo não mobilizado, também pela pressão em que máquinas agrícolas fazem quando transitam juntamente com implementos, atividades essas que realizadas

em solos mais argilosos, com elevados teores de umidade, acontecem com mais facilidade (MANSANO, 2020).

Os diferentes sistemas de manejo do solo têm uma alta interferência nas propriedades físicas do solo, que são associados com a compactação. O tópico a seguir enfatizará o sistema de plantio direto.

2.1.1. Sistema de Plantio Direto

Segundo Darolt e Skora Neto (2010), o processo de mudança do manejo convencional para o orgânico é conhecido como conversão. Segundo as normas brasileiras, para que um produto receba a denominação de orgânico, deverá ser proveniente de um sistema onde tenham sido aplicados os princípios estabelecidos pelas normas orgânicas por um período variável de acordo com a utilização anterior da unidade de produção e a situação ecológica atual, mediante as análises e avaliações das respectivas instituições certificadoras.

Uma boa possibilidade para emprego do SPD é em áreas de plantio convencional (PC), nas quais ocorre a mecanizada frequentemente, não possui cobertura vegetal nem a rotação de culturas. Apesar dessas áreas terem diminuído muito no Brasil devido ao sucesso do plantio direto, ainda há diversas regiões que empregam esse sistema de produção, seja por necessidade, falta de conhecimento ou de recursos para a conversão para o SPD (DAROLT; SKORA NETO, 2010).

Darolt e Skora Neto (2010), o principal entrave técnico do período de conversão é, sem dúvida, o controle das infestantes. O que deve ser compreendido é que as infestantes devem ser manejadas como parte integrante do sistema. Nesta perspectiva, a tarefa não é eliminá-las indistintamente, mas definir o limiar econômico da infestação e compreender os fatores que afetam o equilíbrio entre infestantes e culturas comerciais. Vale lembrar que em agricultura orgânica evita-se o termo “planta daninha”, pois todas as plantas teriam uma função na natureza.

Conforme o autor Rodrigues (2005), o plantio direto (PD) foi introduzido no país, em 1969, na região conhecida como Não-Me-Toque – RS, com um plantio experimental de sorgo. Em relação às técnicas convencionais de preparo e cultivo do solo, o PD apresenta práticas agrônômicas inovadoras, que movimentam menos o solo e permitem um eficiente controle da erosão, pela manutenção de uma cobertura morta (palha) sobre o solo. A adoção do PD foi uma reação espontânea de agricultores que sentiram a falta de

sustentabilidade econômica e física do sistema de plantio convencional, intensivamente mecanizado, e em função dos efeitos da erosão e do alto investimento em maquinário.

A sucessão de cultivos distintos contribui para a manutenção do equilíbrio dos nutrientes no solo e para o aumento da sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas (CARVALHO, et al. 2004).

As razões para a acentuada adoção deste sistema são: controle da erosão, ganho de tempo para a semeadura; economia de combustível; melhor estabelecimento da cultura; maior retenção de água no solo; economia de mão-de-obra de máquinas e implementos agrícolas (ANDRADE, et al. 2018).

Mansano (2020), diz que com o manejo de solo utilizando o SPD o solo passa por reorganizações e transformações morfoestruturais, reduzindo sua porosidade, o que retrata uma diferença da colonização da quantidade de raízes que exploram o solo, assemelhado ao preparo com arados ou SPC.

O sistema de plantio direto na palha é dividido em quatro fases, conforme a ilustração a seguir:

Figura 1- Fases do Plantio Direto

Fase inicial	Fase de transição	Fase de consolidação	Fase de manutenção
<ul style="list-style-type: none"> entre os primeiros 0-5 anos; pertencem a fase preliminar do sistema do plantio direto que está em evolução, com produtividade instável, sujeita a adaptação. 	<ul style="list-style-type: none"> entre 5-10 anos; é a fase de estabilidade do sistema. regregação do solo; 	<ul style="list-style-type: none"> entre 10-20 anos; caracteriza-se pela acumulação de palhada de carbono, pelo aumento de CTC, do armazenamento de água e da ciclagem de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> acima de 20 anos. caracteriza-se pelo fluxo contínuo de carbono e nitrogênio, pelo elevado acúmulo de rastrojo, pelo aumento de ciclagem de nutrientes e do armazenamento de água.

Fonte: Adaptado de Altmann (2010).

No cerrado o plantio direto ainda é recente, não tendo atingido, ainda na maioria dos casos, a fase de manutenção (quarta fase), de acordo com a evolução sugerida na figura 1.

O sistema de plantio direto, é um sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido, sobre a palha, usando-se máquinas especiais. Somente é aberto um pequeno sulco, de profundidade e largura suficiente para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo. O sistema prepara no máximo 25 a 30 % da superfície do solo. O extermínio de ervas daninhas, antes e depois do plantio, é geralmente feito com herbicidas (ANDRADE, et al. 2018).

Altmann (2010) retrata que são três operações fundamentais neste sistema:

- a) Colher e esparramar os restos de cultura (picador de palha nas colheitadeiras);
- b) Pulverizar herbicidas;
- c) Plantar com equipamento especial.

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Sistema de Plantio Direto

VANTAGENS E DESVANTAGEM DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Evita o impacto direto da gota da chuva; • Regula a temperatura do solo • Conserva a umidade do solo; • Produção de ácido poliúrico (auxilia na estruturação do solo); • Melhoramento da estrutura do solo; • Reduz a compactação do solo; • Fonte de energia para os microrganismos do solo; • Aumenta a atividade microbiológica do solo; • Diminui a lixiviação aumentando a CTC; • Aumenta o teor de N no solo; • Diminui a infestação de ervas daninhas; • Aumenta a disponibilidade de P no solo; • Diminui as taxas de perdas por erosão e da água disponível às plantas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da relação C/N, pelo excesso de matéria orgânica (principalmente após gramíneas); • Aumento da umidade pode prejudicar as culturas em locais de clima úmido ou em solos de pouca permeabilidade; • Facilita a formação de geada pelo aumento de N pode causar acamamento da cultura; • Aumento da incidência de pragas e doenças; • Alto custo de herbicidas; • Uso de máquinas específicas para o sistema; • Enraizamento superficial das plantas; • Diminuição da produção caso a infestação de ervas daninhas aumente e com ela a concorrência da cultura; • Pessoal técnico especializado em conhecimento sobre herbicidas, ervas daninhas, equipamentos, etc.

Fonte: Adaptado de Altmann (2010).

De acordo com os dados do quadro 2, o plantio direto, por tratar-se de um sistema, demanda de uma série de condições para que seja empregado, como mão de obra qualificada, assistência técnica, investimento inicial em corretivos e máquinas e implementos, entre outras.

Conforme Andrade et. al. (2018), com base nos preceitos da agricultura conservacionista, plantio direto e Sistema Plantio Direto (SPD) têm aplicações diferentes. Enquanto plantio direto é adequado para a adoção em regiões de clima temperado, SPD é um complexo sistema apropriado às regiões de clima subtropical e tropical, com base em um aglomerado de tecnologias para a viabilização da agricultura de forma sustentável, sem degradação do solo, podendo minimizar perdas de corretivos, fertilizantes e material orgânico.

Vários desafios foram enfrentados para introduzir o SPD no país, o autor anterior elenca os seguintes:

- O primeiro foi a desconfiança associada ao ceticismo dos produtores da região do Paraná, que não acreditavam que aquela técnica, que estava sendo introduzida por Bartz, pudesse resolver o problema crescente da erosão que assolava as áreas agrícolas.
- O segundo desafio enfrentado foi a falta de equipamentos apropriados para fazer o plantio sem fazer o revolvimento do solo.
- O terceiro desafio imediato que surgiu estava relacionado com o controle das plantas daninhas, que era difícil, por causa da baixa eficiência dos herbicidas, quando havia palha na superfície do solo, a qual neutraliza o princípio ativo.

Conforme a pesquisa de Mansano (2020), o SPD é um método que ajuda no controle de erosão do solo, quando comparado ao SPC, todavia, estudos indicam que no sistema de plantio direto o solo sofre maior compactação, gerada pelo intenso tráfego de máquinas, fazendo com que ocorra a acomodação natural de partículas sólidas do solo.

A eficácia do SPD está relacionada, dentre outros fatores, com a quantidade e a qualidade dos resíduos produzidos pelas plantas de cobertura e com a persistência destes sobre o solo. Tais resíduos, em regiões de clima tropical, têm a decomposição mais acelerada que as regiões de clima temperado. A rotação de culturas é um princípio fundamental do SPD, contudo, no cerrado vem sendo substituída gradativamente pela sucessão de culturas, principalmente pelo pequeno número de culturas econômicas a ser utilizado no outono/inverno ou a aspectos de manejo e logística, pois preferem investir

na sucessão milho/soja ou soja/milheto. Essas sucessões podem acarretar uma cobertura inadequada e insuficiente do solo, não garantindo uma boa cobertura com resíduos culturais, com adição de MO insuficiente para manter ou melhorar os atributos químicos ou físicos do solo (ANDRADE, et al. 2018).

Ainda Andrade, et. al. (2018), no SPD é comum a ocorrência da compactação na superfície do solo, o que, dependendo do grau, poderá prejudicar as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas. Geralmente as máquinas utilizadas no SPD são mais pesadas, o que causa alterações na estrutura física do solo, formando uma compactação superficial, que tem sido apontada como um dos principais problemas observados em áreas de SPD. Na maioria das semeadoras de plantio direto existem dois sistemas de rompedor de solo para a distribuição de sementes e de adubos, ou seja, facão e disco duplo de corte. Em solo com boa cobertura de resíduos vegetais, o facão provoca um rastelamento dos resíduos e também aumenta o revolvimento do solo, e já com o disco duplo de corte ocorre distribuição superficial das sementes.

Darolt e Skora Neto (2010), fazer plantio direto sem o uso de herbicidas é um dos grandes desafios da atualidade para a pesquisa, assistência técnica e agricultores. Uma das principais críticas de quem defende o plantio direto é a de que os agricultores orgânicos costumam revolver demasiadamente o solo. Em nosso trabalho de pesquisa com produtores orgânicos, verificamos que ainda é grande o uso de implementos como a rotativa que movimentam excessivamente o solo, o que não está totalmente de acordo com os princípios orgânicos.

Conforme De Oliveira, et al. (2009), retrará que o resultado da conversão do PD para SPD será a longo prazo, especialmente pelo efeito das diferentes culturas no solo, que serão bem mais marcantes do que aquelas do sistema soja/milho. A alternância das culturas subsequentes, com seus diferentes sistemas radiculares, propicia diferentes horizontes de exploração do solo: há algumas raízes com grande volume superficial (até 20cm) e outras com exploração das camadas profundas (até 1,5m no solo), contribuindo com a ciclagem e com o reaproveitamento de nutrientes que, porventura, foram lixiviados. Além da rotação de culturas, no SPD necessita-se de cobertura no solo ao longo de todo o ano, fator que o binômio soja/milho não é capaz de fornecer no cerrado.

Segundo Carvalho (2019), por mais que todo o resto cultural da segunda cultura seja mantido na área, sua decomposição é rápida, de forma que, no plantio subsequente, a área estará descoberta, ou pior, coberta por plantas daninhas. Assim, é fundamental que

uma terceira cultura seja inserida no sistema, seja em consórcio com a segunda ou plantada na sequência. Um bom exemplo de cultura que fornece cobertura para o solo e muitos outros benefícios são as braquiárias, que podem, inclusive, ser implantadas em consórcio com o milho, quando este é a segunda cultura.

2.1.2. Plantio direto no cerrado brasileiro

Conforme De Oliveira, et al. (2009), o SPD é considerado um sistema complexo, que inclui práticas específicas de plantio; gestão dos resíduos dos cultivos; controle de plantas daninhas, pragas e doenças; e colheita e rotação de culturas. Nos Cerrados, existem diversas pesquisas sobre a aplicação do SPD, que foram desenvolvidas nas condições de grandes produtores localizados nos latossolos das chapadas.

Altmann (2010) diz que, os solos de cerrado apresentam, em condições naturais, saturação por alumínio tóxico superior a 10% em 84% da área com potencial agrícola. Além da acidez excessiva, os solos do cerrado, em condições naturais são pobres em macro e micronutrientes. A calagem é o primeiro pré-requisito para a implantação do sistema de plantio direto, visando a correção da acidez na camada arável do solo fundamental para o crescimento do sistema radicular e o desenvolvimento das plantas. Nos cerrados, o terraceamento é imprescindível em áreas com declives superiores a 2%, em função das longas pendentes, podendo-se usar terraços de base larga com declives de até 6%.

Os principais fatores que motivaram seu uso pelos produtores foram a facilidade de execução, independência do trator alugado, economia de tempo e mão-de-obra e recuperação do potencial produtivo do solo. Por outro lado, os principais obstáculos encontrados relacionaram-se às limitações financeiras para aquisição de equipamentos, dificuldade no controle eficiente de plantas daninhas e falta de assistência técnica (DE OLIVEIRA, 2009).

Segundo Carvalho (2019), no início da década de 1980, essa prática começou a ser adotada também pelos produtores do cerrado. No entanto, o uso de plantas de cobertura praticamente não fazia parte dos agros ecossistemas em plantio direto, exceto em algumas áreas onde se cultivava o milheto em sucessão à soja (safrinha). Essa situação se mantém até hoje, já que as condições edafoclimáticas do Cerrado dificultam bastante o cultivo na entressafra, no longo período de seca.

Conforme Altmann (2010), nas regiões do bioma cerrado, o plantio direto iniciou-se em 1981, com uma área de 200 hectares de soja em palha de soja. Em 1992, a área plantada em sistemas de plantio direto na região dos cerrados era de aproximadamente 270.000ha e atualmente ultrapassa os 5.000.000ha.

Atualmente a área total cultivada em plantio direto no Brasil é de aproximadamente 18 milhões de hectares, sendo 28% (5 milhões de hectares), localizadas no Cerrado. Porém, as condições edafoclimáticas do Cerrado dificultam muito o cultivo na entressafra ou safrinha (período de seca) e o estabelecimento de cobertura eficiente do solo. Isso ocorre porque há restrições à produção de biomassa e também uma decomposição acelerada dos resíduos vegetais. Assim, o sistema plantio direto no Cerrado é caracterizado pela baixa adoção de plantas de cobertura e rotação de culturas, consequentemente, pouca palhada na superfície do solo. Porém, mesmo com uma baixa manutenção de cobertura do solo, se houver rotação adequada de cultivos, a ciclagem de nutrientes irá favorecer a produtividade das culturas e a produção de biomassa dos agros ecossistemas (CARVALHO, 2019).

O sistema plantio direto para atingir seu potencial de benefícios deverá ser acompanhado de rotação de cultivos, incluindo espécies vegetais melhoradoras/condicionadoras do solo, e que, além de proporcionarem cobertura, promovam a ciclagem de nutrientes, consequentemente, incrementos dos estoques de carbono e nitrogênio, mitigação de gases de efeito estufa, melhoria das propriedades físico-hídricas, químicas e biológicas do solo em geral, controle de plantas invasoras, pragas e doenças. Destaca-se que o sequestro de carbono está diretamente associado a um bom suprimento de nitrogênio no solo (CARVALHO, 2019).

Conforme De Oliveira, et al. (2009), como sistema de produção, o Plantio Direto evoluiu consideravelmente desde sua concepção no cerrado, conservando solo, água e melhorando índices produtivos de diversas culturas agrícolas. Além disso, seus princípios possibilitaram o aperfeiçoamento do sistema iLPF e outros de agricultura conservacionista.

De Oliveira (2009) diz que a rotação de culturas, limitada muitas vezes pela falta de planejamento, tem sido substituída pela sucessão de componentes, em especial soja e milho, com algodão em algumas regiões do cerrado. Embora a rotação de culturas seja tecnicamente recomendada pelos seus benefícios no controle da propagação de pragas e doenças e na ciclagem de nutrientes, a decisão final fica por conta do agricultor. Ele se

preocupa muito mais com a questão econômica do que com o aspecto da sustentabilidade do sistema como um todo, comprometendo sua longevidade e rentabilidade futuras.

2.2.PROCESSO DE COMPACTAÇÃO DO SOLO

Segundo Bertollo e Levien (2019), o solo é um recurso natural de fundamental importância para a produção de alimentos e matérias-primas. Por ser um sistema trifásico (sólido, líquido e gasoso) e dinâmico, é essencial que suas características químicas, físicas e biológicas sejam preservadas. Para isto, se faz necessário o uso de técnicas de manejo conservacionistas, que incrementem na qualidade do sistema.

Richart et al. (2005), o termo compactação do solo refere-se ao processo que descreve o decréscimo de volume de solos não saturados do plantio quando uma determinada pressão externa é aplicada, a qual pode ser causada pelo tráfego de máquinas agrícolas, equipamentos de transporte ou animais.

A qualidade do solo é geralmente considerada levando-se em conta aspectos físicos, químicos e biológicos. É uma forma de avaliação do grau de degradação do solo e, também, para distinção entre práticas de manejo. A estrutura do solo é o resultado de um arranjo sistematizado entre seus componentes sólidos, minerais e orgânicos (BERTOLLO; LEVIEN, 2019).

Entende-se por compactação de um solo o processo manual ou mecânico que visa reduzir o volume de seus vazios, e assim, aumentar sua resistência, tornando-o mais estável. A compactação de um solo visa melhorar suas características, não só quanto à resistência, mas também aos aspectos de permeabilidade, compressibilidade e absorção de água (MANSANO, 2020).

Em geral, existem cinco fatores para a compactação de um solo:

- a. Aumentar resistência à carga;
- b. Eliminar recalque do solo ou qualquer outro dano;
- c. Aumentar sua estabilidade ou dar a ele estabilidade;
- d. Redução do teor de umidade ou água com filtragem ou drenagem;
- e. Expulsão de ar.

A compactação do solo é a redução do volume de uma massa de solo, reduzindo o volume de poros. No entanto, Bertollo e Levien (2019), retrata que nem todos os poros são reduzidos de forma semelhante. Esta diminuição do tamanho e da distribuição dos maiores poros altera a característica de retenção e fluxo de água e ar. A estrutura do solo

e o estado de compactação são fatores importantes que influenciam o crescimento radicular das plantas. A estrutura do solo é heterogênea, tanto espacial como temporariamente, devido aos efeitos do meio ambiente, manejo do solo e crescimento da planta. A compactação de solo em camadas geralmente limita o crescimento das raízes e a eficiência do uso dos recursos.

Conforme Carvalho et. al. (2004), a sucessão de cultivos distintos contribui para a manutenção do equilíbrio dos nutrientes no solo e para o aumento da sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas.

Quando o solo apresenta uma camada compactada em superfície, ocorrem limitações no desenvolvimento inicial da maioria das plantas, restringindo a germinação das sementes e a implantação das culturas. Na condição de presença de camada compactada em subsuperfície, há limitações no desenvolvimento do sistema radicular das culturas e, conseqüentemente, na absorção de água e nutrientes (BERTOLLO; LEVIEN, 2019).

Richart et. al. (2005), aponta a compactação dos solos como sendo um dos principais causadores da degradação dos solos agrícolas. Em solos compactados, o desenvolvimento das plantas é menor e isto tem sido atribuído ao impedimento mecânico ao crescimento radicular, o qual resulta em menor volume de solo explorado, menor absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, menor produção das culturas.

Os autores anteriormente citados ainda categorizam as causas da compactação do solo como as seguintes:

- a) Impactos das gotas de chuva - A gota de chuva é considerada uma fonte natural de compactação, pois quando cai sobre o solo descoberto, poderão compactá-lo e desagregá-lo aos poucos.
- b) Operações de preparo de solo - O preparo tem por objetivo melhorar as condições do solo para favorecer a germinação das sementes e o crescimento e desenvolvimento das plantas, facilitar o movimento de água e ar, controlar plantas indesejáveis e, em alguns casos, auxiliar no manejo dos resíduos culturais.
- c) Tráfego de máquinas agrícolas - Esta é a principal causa da compactação do solo, que foi intensificada pela modernização da agricultura, com o aumento do peso das máquinas e equipamentos e da intensidade de uso do solo. Esse processo não foi acompanhado por um aumento

proporcional do tamanho e largura dos pneus, resultando em significativas alterações nas propriedades físicas do solo.

- d) Fatores envolvidos na compactação do solo - A magnitude dos efeitos do manejo sobre as propriedades físicas do solo é determinada por condições climáticas, classe de solo, sistemas de rotação de culturas utilizados, tempo de uso dos diferentes sistemas de manejo e condição de umidade do solo em que são realizadas as operações de campo.
- e) Textura do solo - A textura do solo apresenta grande importância no processo de compactação. Quando determinada pressão externa é aplicada ao solo por máquinas, equipamentos de transporte ou animais ocorre um novo acomodamento e/ou arranjo das partículas, diminuindo o espaço aéreo do solo, incrementando a densidade e a resistência à penetração e conseqüentemente, aumentando a compactação.
- f) Umidade do solo - quando os solos estão mais secos, sua capacidade de suporte de carga pode ser suficiente para aguentar as pressões aplicadas e a compactação do solo pode não ser significativa. Entretanto, sob condições de alta umidade, o solo deforma-se mais facilmente, ocorrendo a formação de camadas compactadas
- g) Matéria Orgânica - O teor de matéria orgânica (M.O.) é caracterizado como um dos fatores responsáveis pela manutenção das condições físicas do solo e também influencia a resposta dos solos à compactação. O uso de coberturas mortas ou fertilizantes orgânicos que venham a promover a manutenção e o aumento de M.O. no solo são um importante aliado contra o processo de compactação.
- h) Densidade do solo - A presença de uma estrutura maciça e adensada nas camadas superficial e subsuperfície são comuns na maioria dos solos cultivados intensivamente, com valores de densidade do solo mais elevados e, aeração, penetração e a proliferação de raízes também são prejudicadas. Assim, a densidade pode variar consideravelmente, dependendo da textura, dos teores de matéria orgânica do solo e da frequência de cultivo.
- i) Porosidade do solo - A porosidade do solo é uma propriedade física do solo que sofre grandes alterações com a compactação. Pesquisas

realizadas em várias regiões apontam alterações significativas com a compactação no decréscimo da porosidade, da continuidade do número e tamanho dos poros e da difusão de gases, com reduções significativas principalmente no volume dos macros poros.

- j) Estrutura do solo - a estrutura do solo pode ser definida como sendo o arranjo das partículas, ou seja, das frações argila, silte e areia.
- k) Compreensibilidade do solo - O termo compressibilidade indica a resistência do solo ao decréscimo de volume quando submetido a uma carga mecânica, sendo definido como a facilidade com que o solo diminui o volume quando uma determinada pressão é aplicada. Esta propriedade é uma das maneiras utilizadas para avaliar a compactação do solo.

Conforme Bertollo e Levien (2019), uma das práticas mais utilizadas para remediar a compactação do solo é a escarificação mecânica. No entanto, a eficiência desta prática para a produtividade das culturas tem sido controversa. A estrutura do solo pode ser definida como “a forma, o tamanho e a disposição espacial de partículas individuais do solo e grupos de partículas (agregados)”, ou como “a combinação de diferentes tipos de poros com partículas sólidas (agregados)”.

A compactação dos solos é um dos principais fatores que causam a degradação dos solos agrícolas. A compactação pode ser caracterizada quando se tem a redução de espaço poroso em meio aos agregados, sucedendo uma reorganização dos mesmos na matriz do solo, desta forma se tem a ruptura e perda desses agregados ocasionando uma reorganização e orientação das partículas, trazendo como consequência uma camada mais coesa (MANSANO, 2020).

Entre as consequências diretas da compactação do solo estão as reduções da porosidade e da infiltração de água e o aumento da resistência à penetração de raízes com efeitos sobre sua distribuição e morfologia. Uma das estratégias para amenizar os efeitos da compactação é o cultivo de espécies com sistema radicular vigoroso, as quais estabelecem canais que favorecem o desenvolvimento de raízes da cultura subsequente (CARVALHO, et al. 2004).

Quando a compactação do solo é constatada em áreas sob SPD, algumas práticas podem ser realizadas para amenizar o problema. Contudo, a ação mais comum é a implantação de sistemas de rotação de culturas que envolvem espécies com sistema radicular vigoroso e profundo, as quais auxiliam na redução da compactação do solo.

Caso esta rotação não resolva o problema, existem alternativas mecânicas. O uso pode gerar compactação no solo, expresso pelo aumento da densidade devido ao pisoteio animal, tráfego de máquinas e implementos agrícolas, cultivo intensivo e sistema de manejo inadequado (CARVALHO, et al. 2004).

Conforme Scopel et al. (2005), outro ponto que merece atenção são as possíveis ações para a redução da compactação. Nem sempre é necessário revolver o solo para que o problema seja solucionado. Vale salientar que, nos primórdios da agricultura, o revolvimento era necessário para o controle de invasoras, e não por motivos ligados à compactação. Como opções, têm-se a rotação de culturas e a utilização de espécies com sistema radicular profundo, como as braquiárias, o milho ou as leguminosas como o feijão guandu e a crotalária.

2.2.1. Compactação do Solo do Cerrado

O cerrado brasileiro é caracterizado por duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa, com excesso hídrico climático, e outra seca, com déficit hídrico acentuado.

Em função das características dos solos do Cerrado (predomínio de solos ácidos e baixa fertilidade) é importante melhorar suas condições para aumentar a produtividade da cana-de-açúcar. De acordo com os pesquisadores Thomaz Rein e Djalma Martinhão, da área da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) específica para os estudos do Cerrado (Embrapa Cerrados), algumas práticas de manejo da adubação fosfatada, que ainda são pouco adotadas na região, podem aumentar a produtividade (MANSANO, 2020).

De acordo com Altmann (2010), o cerrado brasileiro estava no auge do preparo convencional, com sérios problemas de erosão e compactação do solo. Enquanto se apostava no sucesso do arado de aiveca, eis que surgiram novas maneiras de pensar.

O Centro-Oeste brasileiro vem sofrendo continuamente com problemas ocasionados pela compactação do solo, o manejo convencional causou dissociação nas camadas onde foi revolvido o solo além de formar camadas coesas e compactadas (MANSANO, 2020).

2.3. Impactos no Processo de Plantio Direto no Cerrado

Conforme Scopel et al. (2005), historicamente, os cerrados brasileiros, com a expansão da fronteira agrícola na região a partir da década de 1970, passaram a ser sistematicamente ocupados pela produção agropecuária em larga escala. A partir da década de 80, na região de cerrados, principalmente devido aos problemas relacionados com a erosão dos solos e a vinda de agricultores do Sul do país, os produtores passaram a procurar outras alternativas tecnológicas, dentre as quais se destaca o plantio direto. Porém, neste período histórico o plantio direto era considerado inviável economicamente para os cerrados, a não ser em uma situação de muito longo prazo. Os custos internos do processo de erosão devem ser calculados utilizando-se as perdas de solo por cultura transformadas em perdas de nutrientes conforme a composição do solo.

Conforma Rodrigues (2005), o plantio direto é uma tecnologia em plena expansão nos Cerrados brasileiros. Nos últimos anos, a partir da década de 1970, o plantio direto vem tendo grandes evoluções em termos de eficiência econômica através do esforço dos institutos de pesquisa do governo, de grandes empresas multinacionais à montante e das associações dos produtores, onde os herbicidas dessecantes vem tendo seus preços reduzidos e as técnicas de manejo estão sendo difundidas em larga escala. Em termos ambientais a técnica do plantio direto apresenta várias vantagens, principalmente, associadas com a redução do processo de erosão dos solos e assoreamento dos recursos hídricos.

De acordo com autor anterior, nas condições tropicais e úmidas do cerrado, os SPDCVs demonstraram ser mais eficientes tanto no controle da erosão do solo quanto na diminuição dos custos de produção, razão pela qual foram adotados pela grande maioria dos produtores. Além do mais, eles permitem uma melhor valorização dos recursos disponíveis durante todo o ano.

3. MATERIAL E MÉTODO

O procedimento metodológico, corresponde as etapas a qual examinou, descreveu e avaliou os métodos e técnicas de pesquisa que possibilitaram coletar e processar informações, com o objetivo de resolução de problemas ou questões de investigação. Portanto a Metodologia é a etapa que evidencia a construção de conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade (PRADANOV; FREITAS, 2013).

O intuito do trabalho foi identificar como se desenvolveu o processo de plantio direto no bioma do cerrado, enfatizando as causas e os impactos ocasionados.

A revisão bibliográfica é uma importante ferramenta que se aproxima de pesquisas e estudos da mesma área ou do mesmo tema, considerando-se uma determinada perspectiva científica. Expandida com fundamento em material já elaborado como teses, livros e artigos, a exploração com a utilização da pesquisa bibliográfica permite maior vinculação com o problema, aperfeiçoamento de idéias ou evidenciação de intuições (GIL, 2008).

A presente pesquisa correspondeu uma revisão literária, que segundo Pradanov e Freitas (2013), é quando o pesquisador situa sua grande área de pesquisa e contextualiza o seu tema. Ainda permite abrir novos caminhos em seu campo de atuação, utilizando como base estudos prévios que serão o ponto de partida. E tem como finalidade demonstrar que o autor estará atualizado nas ultimas discussões discorridas sobre o tema escolhido.

O estudo ainda é caracterizado como uma pesquisa bibliográfica, que segundo Gil (2011), para seu desenvolvimento é utilizado meios como livros, sites, artigos científicos, dissertações e teses, no qual contém dados muitos dispersos, que podem ser aproveitados pelos pesquisadores. Na pesquisa bibliográfica é essencial a análise sistemática dos dados obtidos, observando a veracidade e as contradições que possam ser encontradas (PRADANOV; FREITAS, 2013).

O objetivo da análise de dados foi identificar os procedimentos metodológicos que o pesquisador utilizou na coleta de dados (PRADANOV; FREITAS, 2013).

A literatura foi consultada em artigos científicos, sites nas bases de dados do Google acadêmico, Capes, Scielo, Researchgate e Embrapa sendo artigos em língua portuguesa. A pesquisa bibliográfica considera a importância do tema para o

desenvolvimento da agricultura, no qual é possível conhecer, sob o olhar de vários autores o tema abordado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para revisão bibliográfica foram utilizados inúmeros autores que conceituaram os principais tópicos em relação ao tema, conforme no quadro o quadro 3 retrata, comparando e apresentando os objetivos dos autores mais relevantes na pesquisa.

Quadro 3 - PRINCIPAIS AUTORES E SEUS CONCEITOS

AUTOR/ANO	ASSUNTO ABORDADO PELO AUTOR	CONCLUSÃO DO AUTOR
EMBRAPA (2013)	Tipos de manejo	A Embrapa divide os tipos de manejo em quatro, no quais são eles: preparo mínimo, plantio convencional, plantio semidireto e plantio direto.
ALTMANN (2010)	Plantio direto no cerrado	A Embrapa divide os tipos de manejo em quatro, no quais são eles: preparo mínimo, plantio convencional, plantio semidireto e plantio direto. O plantio direto é uma tecnologia em plena expansão nos Cerrados brasileiros
RODRIGUES (2005)	Sistemas de Plantio Direto (SPD) Impactos causados pelo Plantio Direto	A Embrapa divide os tipos de manejo em quatro, no quais são eles: preparo mínimo, plantio convencional, plantio semidireto e plantio direto. O plantio direto é uma tecnologia em plena expansão nos Cerrados brasileiros.
MANSANO (2020)	Sistemas de cultivo Compactação do solo Compactação do solo no cerrado	O plantio direto é uma tecnologia em plena expansão nos Cerrados brasileiros. SPD é um método que ajuda no controle de erosão do solo, quando comparado ao SPC, todavia, estudos indicam que no sistema de plantio direto o solo sofre maior compactação, gerada pelo intenso tráfego de máquinas, fazendo com que ocorra a acomodação natural de partículas solidas do solo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O quadro 3 apresenta os principais autores utilizados para o embasamento teórico.

O plantio direto é um sistema diferenciado de manejo do solo, visando diminuir o impacto da agricultura e das máquinas agrícolas sobre o mesmo. A utilização do plantio direto no lugar dos métodos convencionais tem aumentado significativamente nos últimos anos.

Mansano (2020) expõe que, com o surgimento do SPD no Brasil houve uma evolução na agricultura brasileira, principalmente em relação à conservação do solo. E para que o SPD seja sustentável e não haja a descontinuidade, o agricultor precisa conscientizar-se do uso dos princípios básicos, principalmente a rotação de culturas e a manutenção de uma cobertura permanente sobre a superfície do solo com resíduos culturais.

Estudos recentes estimam que existem cerca de 111 milhões de hectares de terras cultivadas em plantio direto em todo o mundo; isso é cerca de 8% da área de cultivo global.

O plantio direto é praticado em fazendas de todos os tamanhos e usando métodos mecanizados, alimentados por animais e / ou manuais - engloba sistemas agrícolas diversos em condições temperadas, subtropicais e tropicais. No entanto, a precisão dos dados é limitada, pois apenas alguns países ao redor do mundo conduzem levantamentos regulares sobre o uso de práticas agrícolas de plantio direto e conservação.

O plantio direto traz diversos benefícios que irão diminuir os custos de produção e o impacto ambiental, tais como a maior retenção de água no solo, facilidade de infiltração da água no solo, motivando a redução da erosão e perda de nutrientes por arrasto para as partes mais baixas do terreno, evita assoreamento de rios, enriquece o solo por manter matéria orgânica na superfície do solo por mais tempo, menor compactação do solo, economia de combustíveis e menor número de operações. Incluindo aí a aração e a gradagem, resultando em um menor uso dos tratores e um conseqüente menor desgaste.

Em relação aos benefícios o autor Altmann (2010) afirma que, nos últimos anos, o plantio direto vem tendo grandes evoluções em termos de eficiência econômica através do esforço dos institutos de pesquisa do governo, de grandes empresas multinacionais à montante e das associações dos produtores, onde os herbicidas dessecantes vem tendo seus preços reduzidos e as técnicas de manejo estão sendo difundidas em larga escala.

Em termos ambientais a técnica do plantio direto apresenta várias vantagens, principalmente, associadas com a redução do processo de erosão dos solos e assoreamento dos recursos hídricos.

Um dos principais problemas enfrentados nas lavouras brasileiras limitando a produção de muitos agricultores é a compactação do solo, o que torna necessário saber as melhores formas para solucionar este problema, e assim obter um solo propício que irá garantir uma melhor produção.

O sistema de plantio convencional é especialmente um dos fatores que acarretou a atual situação de compactação dos solos cultiváveis, esse sistema degrada o solo e atinge suas estruturas químicas, físicas e biológicas.

A compactação pode ser revertida de duas maneiras, por meio da escarificação mecânica e da escarificação biológica. A mecânica é realizada com uso de implementos agrícolas como o escarificador com hastes. Esse sistema permite a melhoria do aspecto

físico do solo, porém, é um método somente temporário, desta forma, adotando este método, a cada safra terá que ser realizada uma escarificação (BARBOSA, et al. 2016).

De acordo com a pesquisa, a principal causa da compactação do solo é o tráfego de máquinas agrícolas, que é intensificado com a modernização da agricultura, com o aumento demasiados de equipamentos e da intensidade de uso do solo. Esse processo não é acompanhado por um aumento proporcional do tamanho e largura dos pneus, resultando em significativas alterações nas propriedades físicas do solo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema estudado foi o plantio direto no cerrado, desde o surgimento, até vantagens, desvantagens e impactos que deixa no solo. Este sistema vem cada vez mais crescendo, pois vem cada vez mais ajudando os produtores rurais a ter boa produtividade, tendo o manejo adequando. Para o desenvolvimento foi usado um rico embasamento teórico, no qual existem inúmeras pesquisas científicas e livros para contribuir na elaboração do texto.

Com o desenvolvimento deste estudo bibliográfico, foi perceptível que o uso do sistema plantio direto e o constante tráfego de máquinas na área favoreceram ao aparecimento de valores intermediários e críticos de resistência à penetração, em grande parte da área.

No entanto, é importante ressaltar que, para atingir seu potencial de benefícios, o sistema plantio direto deve ser acompanhado de rotação de cultivos, incluindo espécies vegetais melhoradoras/condicionadoras do solo.

Portanto, o sistema plantio direto para atingir seu potencial de benefícios deverá ser acompanhado de rotação de cultivos, incluindo espécies vegetais melhoradoras/condicionadoras do solo, e que, além de proporcionarem cobertura, promovam a ciclagem de nutrientes, conseqüentemente, incrementos dos estoques de carbono e nitrogênio, mitigação de gases de efeito estufa, melhoria das propriedades físico-hídricas, químicas e biológicas do solo em geral, controle de plantas invasoras, pragas e doenças. Destaca-se que o sequestro de carbono está diretamente associado a um bom suprimento de nitrogênio no solo.

O estudo não apresentou limitações físicas e cronológicas para seu desenvolvimento. Apresentou apenas limitação conceitual sobre os impactos do plantio direto no cerrado, no qual era o foco da monografia.

REFERÊNCIAS

ALTMANN, Nilvo. **Plantio direto no Cerrado: 25 anos acreditando no sistema**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 21-72, 2010.

ANDRADE, Alex Teixeira et al. **Desafios do Sistema Plantio Direto no Cerrado**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 39, n. 302, p. 18-26, 2018.

BARBOSA, Carlos Thiago Mercado Moreno et al. **Compactação do solo: variabilidade espacial em sistema plantio direto**. 2016.

BERTOLLO, Altamir Mateus; LEVIEN, Renato. **Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 25, n. 3, p. 208-218, 2019.

CARVALHO, Arminda Moreira de. **Plantio direto com qualidade no Cerrado**. 2019. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/plantio-direto-com-qualidade-no-cerrado>. Acesso em: 21 out. 2020.

CARVALHO, Marco Antônio Camillo de et al. **Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.

DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**. 2010.

DE OLIVEIRA, Marcelo Nascimento et al. **Efeitos da introdução do sistema de plantio direto de milho por agricultores familiares do município de Unaí, MG (Cerrado Brasileiro)**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 39, n. 1, p. 51-60, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi et al. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina: Embrapa Soja, v. 14, 2012.

MANSANO, Pedro Henrique Prieto. **Plantas De Cobertura E Sua Influência Na Compactação Do Solo**. 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

RICHART, Alfredo et al. **Compactação do solo: causas e efeitos**. Semina: Ciências Agrárias, v. 26, n. 3, p. 321-343, 2005.

RODRIGUES, Waldecy. **Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de Cerrados.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 43, n. 1, p. 135-153, 2005.

SCOPEL, Éric et al. **Impactos do sistema de plantio direto com cobertura vegetal (spdcv) sobre a dinâmica da água, do nitrogênio mineral e do carbono do solo do cerrado brasileiro.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 22, n. 1, p. 169-183, 2005.