



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
GOIANO
Campus Rio Verde - GO

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

SÉRGIO WEVERTON SOUZA DA SILVA

Rio Verde, GO

2023

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
CURSO DE AGRONOMIA**

**QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

SÉRGIO WEVERTON SOUZA DA SILVA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano - Câmpus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Paula Cardoso Gomide

Rio Verde – GO

Abril, 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S586q Silva, Sergio Weverton Souza da
Qualidade do solo em Sistema de Integração Lavoura-
Pecuária-Floresta / Sergio Weverton Souza da Silva;
orientadora Ana Paula Cardoso Gomide. -- Rio Verde,
2023.
22 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. Agrossilvipastoril. 2. Atributos do solo. 3.
Matéria orgânica . I. Gomide, Ana Paula Cardoso,
orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Sergio Weverton Souza da Silva

Matrícula:

2018102200240257

Título do trabalho:

Qualidade do solo em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - Goiás

Local

20 / 04 / 2023

Data

Sergio Weverton Souza da Silva

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Ana Paula Cardoso Faria

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 40/2023 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) **19** dia(s) do mês de abril de 2023, às 16 horas e 30 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pela docente: Ana Paula Cardoso Gomide (orientadora), e pelos agrônomos Pablo Henrique Alves Rosa (membro), Pedro Bonifácio Barbosa (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Qualidade do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta” do(a) estudante Sérgio Weverton Souza da Silva, Matrícula nº 2018102200240257 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pela orientadora, professora Ana Paula Cardoso Gomide em nome e concordância dos demais membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Ana Paula Cardoso Gomide

Orientador(a)

Pablo Henrique Alves Rosa

Membro

Pedro Bonifácio Barbosa

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Ana Paula Cardoso Gomide**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/05/2023 09:34:17.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/05/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 493698

Código de Autenticação: 08e414d078



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha família e amigos que sempre me apoiaram e me incentivaram mesmo nos momentos de dificuldade. Sem vocês eu nada seria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me iluminar e dar saúde para correr atrás dos meus sonhos.

Aos meus pais por sempre acreditar em minhas escolhas, me incentivar, dar força e sustentabilidade financeira para chegar a esse momento.

A todos familiares e amigos que de alguma forma participou dessa caminhada, apoiando e compartilhando momentos que ficaram na memória. A todos vocês deixo aqui o meu muito obrigado.

RESUMO

SILVA, Sérgio Weverton Souza. **Qualidade do Solo em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 2023. 22 p. Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023.

O crescimento da demanda por alimentos acarretou aumento da conversão de áreas nativas em agricultura e pastagem. Assim, a exploração dos recursos naturais e as mudanças no uso da terra causaram perda de biodiversidade e degradação dos solos, prejudicando a atividade agropecuária. Logo, o objetivo deste trabalho é descrever as características do sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF), e demonstrar a importância desse sistema para a melhoria nas propriedades do solo, evidenciando a eficiência do ILPF nos atributos do solo. Este trabalho é uma revisão bibliográfica, qualitativa e exploratória sobre o sistema de ILPF, e seus benefícios para os atributos do solo e para o meio ambiente. Realizou-se um levantamento bibliográfico em artigos científicos, livros, dissertações e teses de bases como Google Acadêmico e Scielo. O ILPF consiste na combinação de árvores, cultivos agrícolas e criação de animais, simultâneo ou na sequência. Devido a suas características de aumentar a produção sem a conversão de novas áreas, o ILPF é considerado bom para ampliação sustentável do agronegócio no Brasil. O ILPF melhora a fertilidade, o acúmulo de biomassa, e as variáveis químicas e físicas do solo, aumentando os teores de matéria orgânica, cálcio, magnésio e fósforo. A ILPF faz parte do Plano ABC (Programa de Agricultura de Baixa emissão de Carbono), contudo ainda existem entraves na adoção desse sistema pelos agricultores. É necessário que haja estudos sobre a implantação e escolha das espécies, garantindo maior eficiência e produtividade, além das melhorias na qualidade do solo.

Palavras-chave: agrossilvipastoril; atributos do solo; matéria orgânica; produtividade.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais características e configurações de sistemas produtivos integrados	12
Tabela 2. Tabela 1. Principais espécies vegetais implantadas no Sistema Lavoura-pecuária-floresta	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO GERAL	9
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. METODOLOGIA	9
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
5.1 Os desafios da atividade agropecuária na atualidade	10
5.2 Sistemas de integração	11
5.3 ILPF e os benefícios para o solo	13
5.4 Dificuldades e perspectivas do ILPF	16
6. CONCLUSÃO	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

As ações antrópicas têm impactado cada vez mais os recursos naturais. Com o aumento da população humana e a conseqüente demanda pela produção de alimentos, houve um aumento na poluição e no uso de recursos não-renováveis (LIMA, 2010). A alta demanda por alimentos acarretou aumento da conversão de áreas nativas em agricultura e pastagem. Com o passar dos anos, a exploração dos recursos naturais e as mudanças no uso da terra se mantiveram em níveis crescentes, o que causa preocupação pois, há um aumento na perda de biodiversidade e na degradação dos solos, prejudicando a atividade agropecuária (GARCIA; ROSOLEM, 2010; LIMA; RIBEIRO, 2020).

Os impactos da atividade agropecuária tem sido um sinal de alerta para a sociedade de que é necessário e urgente a adoção de medidas mais sustentáveis. Uma vez que, os sistemas de produção anteriormente adotados geraram um grande impacto ao meio ambiente, como desgaste do solo, assoreamento de cursos de água, degradação de pastagens, desmatamentos, queimadas sem controle, dentre outros (SILVA, 2014).

Apesar de, atualmente, ainda existirem essas práticas, observa-se que um número maior de medidas vem sendo adotadas, visando reverter essa situação, e se adequar à legislação vigente. É necessário que a produção agropecuária se reinvente, adotando soluções tecnológicas que aumentem o número de alimentos produzidos sem abertura de novas áreas, além do planejamento de recuperação de áreas degradadas. De modo que haja harmonia entre o aumento de produtividade vegetal e animal, com a preservação de recursos naturais (BALBINO et al., 2011a).

Uma nova possibilidade para o desenvolvimento da agropecuária sustentável é a aplicação de sistemas integrados de produção, que favorecem a sustentabilidade da produção agropecuária e diminuem a pressão pela abertura de novas áreas, o que contribui para maior oferta na produção de alimentos (KICHEL et al., 2014). Esses sistemas de produção integrados (que podem ser com ou sem a parte florestal) objetivam intensificar o uso do solo de modo mais sustentável, uma vez que são baseados na integração do espaço e do tempo dos componentes do sistema produtivo. Proporcionando assim benefícios para a agronomia, economia, sociedade e meio ambiente (CORDEIRO et al., 2015).

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou sistema agrossilvipastoril consiste em uma produção sustentável estratégica que integra a agricultura, pecuária e a floresta, realizados na mesma área concomitantemente, em rotação, consórcio ou sucessão

(BRASIL, 2012; BALBINO et al., 2012), visando recuperar áreas degradadas, possibilitar a viabilidade econômica e produtiva e, também a sustentabilidade ambiental.

Além disso, sistemas de manejo conservacionistas do solo, como a ILPF, são uma alternativa viável para diminuir os processos erosivos e a lixiviação dos nutrientes em áreas com algum grau de degradação do solo (JOVANOVIĆ, 2017; BARROS et al., 2018). Dentre os aspectos positivos da ILPF sobre os atributos do solo cita-se a melhora na ciclagem de nutrientes, aumento dos teores de carbono, além da melhora das condições de agregação e porosidade do solo (LOSS et al., 2014; SILVA et al., 2016). Em áreas onde há a prática de manejo do sistema ILPF apresentam aumento dos níveis de matéria orgânica e a melhora da qualidade física do solo na recuperação de áreas degradadas (ASSIS et al., 2015; LOPES et al., 2009), o que demonstra o potencial deste tipo de manejo.

Neste contexto, este trabalho de revisão bibliográfica tem como objetivo descrever as principais características do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), e demonstrar a importância desse sistema para a melhoria nas propriedades do solo, evidenciando a eficiência do ILPF na melhoria dos atributos do solo.

2. OBJETIVO GERAL

Descrever as principais características do sistema de integração lavoura pecuária floresta, e demonstrar a importância desse sistema para a melhoria nas propriedades do solo, evidenciando a eficiência do ILPF na melhoria dos atributos do solo.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as principais características do sistema de lavoura-pecuária-floresta.
- Demonstrar a importância do sistema ILPF para a agricultura atualmente.
- Identificar os desafios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.
- Demonstrar a eficiência do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na melhoria do solo.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso (TCC) corresponde a uma revisão bibliográfica, fundamentada com natureza qualitativa e exploratória com intuito descritivo das informações pesquisadas (PEREIRA et al., 2018), consistindo principalmente na análise de informações sobre o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, e os benefícios desse sistema para os atributos do solo e para o meio ambiente. Para obter as informações, realizou-se um levantamento bibliográfico e consulta dos dados em artigos científicos, livros, dissertações e teses de diferentes bases como Google Acadêmico e Scielo.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Os desafios da atividade agropecuária na atualidade

As ações antrópicas seguem impactando o meio ambiente. A crescente demanda por alimentos, energia e bens de consumo culminou no aumento na poluição e no uso de recursos não-renováveis (LIMA, 2010), e na conversão de áreas nativas em agricultura e pastagem.

A crescente demanda por alimentos e o desenvolvimento da tecnologia na cadeia produtiva, fez com que a agricultura moderna passasse a se caracterizar por sistemas padronizados de monocultura (BALBINO et al., 2011a). Adicionalmente, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de modo intensificado e dissociado um do outro devido a fatores como a expansão da fronteira agrícola, o manejo mecanizado do solo, uso de defensivos agrícolas e da irrigação (BALBINO et al., 2012; CORDEIRO et al., 2015).

Esse modelo de atividade agropecuária ainda se mantém predominante nas propriedades, apesar da elevada demanda dos recursos naturais. Contudo, esse tipo de atividade agropecuária já vem apresentando fortes indícios de sua fragilidade em relação ao desenvolvimento sustentável. No Brasil, a degradação de pastagens causada pelo manejo inadequado do rebanho reflete a baixa sustentabilidade da pecuária em diferentes regiões do país (BALBINO et al., 2011b). Assim, a partir da demanda crescente de alimentos, madeira e diversos insumos é de extrema relevância que seja difundida a concepção de “Agricultura Sustentável”.

Para Balbino et al., (2011b), os agroecossistemas atuais devem apresentar a capacidade de aumentar a quantidade e a qualidade dos produtos agrícolas produzidos ao mesmo tempo em que conserva os recursos não-renováveis do sistema. O desenvolvimento da agricultura conservacionista depende da preocupação com vários fatores do sistema, tais

como: conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos; redução da poluição ambiental; melhoria da qualidade do solo e da água; manejo integrado de insetos-praga, doenças e plantas daninhas; e adequação às novas exigências do mercado (BALBINO et al., 2011b; 2012).

A degradação das pastagens e dos solos, a baixa reposição dos nutrientes do solo e o pouco investimento em tecnologias acarretam consequências negativas para o desenvolvimento sustentável da agropecuária, o que reduz o retorno econômico e coloca em risco a produtividade do setor (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). É estimado que aproximadamente 80% das pastagens cultivadas no centro do Brasil, o qual é responsável por cerca de 50% da produção nacional de carne bovina, esteja em algum nível de degradação. Sendo que, uma pastagem degradada pode ter a produção reduzida em até seis vezes quando comparada a uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção (BALBINO et al., 2012; MACEDO et al., 2000), além de indicar que essas áreas apresentem fertilidade insuficientes para sustentar a vegetação (ZIMMER, 2012).

Essas práticas de produção usados há tempos produziram um grande impacto ambiental. Contudo, atualmente têm-se notado um aumento nas medidas adotadas que visam reverter esses impactos, adequando-se ao que é exigido pela legislação atual (SILVA, 2014). Assim, dentre os sistemas de produção aqueles que integram diferentes culturas na mesma área tem sido adotado, uma vez que possibilitam a rotação no uso de sistemas de produção agropecuários, o que concilia qualidade do produto e a preservação ambiental, principalmente em áreas degradadas (ALVARENGA et al., 2010).

5.2 Sistemas de integração

Diante da problemática ambiental relacionada a produção agropecuária e a crescente demanda por alimentos e bens de consumo, os sistemas de integração surgem como uma alternativa viável e sustentável para o setor agrícola, proporcionando benefícios físicos, químicos e biológicos ao solo, principalmente onde cerca de 2 bilhões de hectares de terras apresentam algum nível de degradação (FAO, 2010).

O Sistema de Integração Lavoura-pecuária (ILP) tem como definição a diversificação, rotação ou sucessão da agropecuária, dentro de uma propriedade rural, conciliando de forma harmônica sistemas produtivos agrícolas e pecuários dentro de uma mesma área onde haja benefícios para todas as atividades. O ILP reduz o impacto ao meio ambiente, otimiza o uso da terra, a diversificação dos produtos e melhora a qualidade do solo, permitindo assim aumento

da produtividade e maior segurança para o produtor. O ILP auxilia na exploração economicamente viável durante o ano todo, e com isso há um aumento da produtividade, com contínua oferta de grãos, carne e leite (ALVARENGA; NOCE, 2005). Este modelo de produção aumenta a produtividade e reduz a emissão dos gases do efeito estufa, principais causadores das mudanças climáticas (MAPA, 2013).

Historicamente, no Brasil a ILP teve início na década de 60, com ações desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), voltadas principalmente para a recuperação de áreas degradadas (JUNIOR et al., 2021).

A ILP pode conter diferentes modelos de integração produtiva dependendo de quais componentes compõem cada arranjo (EMBRAPA, 2016; CARVALHO et al., 2014; BALBINO et al., 2011b), podendo ser: integração lavoura-pecuária-floresta, lavoura-floresta, lavoura-pecuária e pecuária e floresta (mais detalhes consultar Tabela 1).

Tabela 2. Principais características e configurações de sistemas produtivos integrados.

Componente	Sigla	Sistema	Característica
Lavoura-pecuária	ILP	Agropastoril	Em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola.
Lavoura-floresta	ILF	Silviagrícola	Consortiação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes).
Pecuária-floresta	IPF	Silvipastoril	Integra pastagem e animal com floresta em consórcio.
Lavoura-pecuária-floresta	ILPF	Agrossilvipastoril	Integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

Fonte: Adaptado EMBRAPA (2016) e Balbino et al. (2011b).

Atualmente, as principais configurações de sistema adotados no Centro-Oeste, mais especificamente nos estados de Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal, são o modelo ILP, seguido por ILPF, IPF e ILF. Onde a ILP corresponde a 83% do total adotado, enquanto ILPF, IPF e ILF representam 9%, 7% e 1% das configurações adotadas pelos produtores, respectivamente (EMBRAPA, 2016; JÚNIOR et al., 2021).

Dessa forma, as configurações dos sistemas de ILPF variam de acordo com o perfil e os objetivos do produtor e da propriedade em questão. As variações nos sistemas podem ocorrer dependendo das particularidades da região e do imóvel, fatores como condições climática e edáficas, infraestrutura, experiência do produtor e acesso à tecnologia (JÚNIOR et al., 2021). Segundo Vilela et al., (2011), três configurações de integração se destacam nas propriedades rurais: 1. Fazendas de pecuária, onde são introduzidas ou consorciadas culturas de grãos (como arroz, soja, milho e/ou sorgo) em áreas de pastagens visando recuperar a produtividade do pasto; 2. Fazendas de lavouras de grãos, que usam as gramíneas forrageiras objetivando a melhoria da cobertura de solo e, na entressafra, para uso da forragem na alimentação de bovinos; e 3. Fazendas que adotam a rotação de pasto e lavoura para otimizar o uso do solo.

Quanto à implantação são citadas na literatura três situações: 1. a agricultura é introduzida em áreas de pastos; 2. a pastagem é inserida em áreas de lavouras de grãos; e 3. o componente florestal é inserido em áreas de pastagens ou lavouras. O tempo de utilização da lavoura, da pecuária ou do ambiente florestal impacta diretamente no agroecossistema e no retorno dos investimentos realizados. A duração de cada um desses sistemas é variável, dependendo de fatores como clima, qualidade do solo, infraestrutura, dentre outros. A pecuária pode ser utilizada por períodos curtos (entre meses até cinco anos), e posteriormente retornam com lavouras, que ocupam a área por períodos que variam entre poucos meses ou até mesmo anos. Enquanto o componente florestal pode ser utilizado por longos períodos dependendo da espécie escolhida (KICHEL et al., 2014).

Assim, o modelo de produção integrada vem sendo aos poucos inseridos em ações que fomentam o desenvolvimento da agricultura mais sustentável, com baixa emissão de carbono e de gases do efeito estufa (JUNIOR et al., 2021; CARVALHO et al., 2014). Adicionalmente, os produtores brasileiros vêm buscando modernizar a produção de modo a se encaixar nas exigências ambientais do mercado internacional, e aumentar a produtividade (GLÉRIA et al., 2017).

5.3 ILPF e os benefícios para o solo

O sistema agrossilvipastoril ou ILPF consiste na combinação de árvores com cultivos agrícolas e criação de animais, simultaneamente ou sequencialmente (SILVA et al., 2014). O ILPF é o mais complexo dentre os sistemas integrados, uma vez que é resultante da sinergia de vários fatores, que são de difícil separação (BALBINO et al., 2012). Apesar da complexidade, o ILPF possui uma boa viabilidade econômica, já que gera renda a médio e longo prazo e os

produtos da lavoura tendem a amortizar o custo com a implantação dos componentes florestal e pecuário (BALBINO et al., 2011b).

Devido as suas características de aumentar a produção agropecuária sem a conversão de novas áreas para a agricultura, os sistemas de ILPF são considerados bons modelos para ampliação sustentável do agronegócio no Brasil. Atualmente, é estimado que cerca 11,5 milhões de hectares foram implementados utilizando esse sistema (TOLEDO et al., 2017; RODRIGUES et al., 2019). Dentre os estados brasileiros, Mato Grosso do Sul é o que possui maior área em ILPF (18,1% do total), seguido por Mato Grosso (13%), Rio Grande do Sul (12,7%), Minas Gerais (9,1%) e Goiás e DF que juntos ocupam aproximadamente 8,2% (EMBRAPA, 2017).

Cordeiro et al., (2015) citam os inúmeros benefícios prestados por esse sistema, como: recuperação de pastagens e áreas degradadas; maior conforto térmico para o gado; manutenção e reconstituição da cobertura florestal; valorização de serviços ecossistêmicos prestados pelos agroecossistemas (preservação dos recursos hídricos, abrigo para polinizadores, controle natural de insetos-praga). Em relação a questão ambiental, estimativas revelam que cerca de 11,0 milhões de hectares implantados no modelo ILPF foram responsáveis pela fixação de mais de 35,0 milhões de toneladas de CO₂ e pelo aumento de 12 a 13% nos teores de matéria orgânica do solo (REDE ILPF, 2016).

Além desses benefícios, o ILPF também propicia melhora na qualidade do solo. De modo geral, tem-se notado que em locais com sistemas integrados de cultivo a qualidade do solo é superior do que àqueles com monocultivo (LOSS et al., 2012).

Diversos estudos têm analisado os efeitos do ILPF sobre os atributos do solo (BONINI et al., 2011; MARTINS et al., 2009; SILVA et al., 2016). Bonini et al., (2011) avaliaram as variáveis químicas e físicas do solo em diferentes sistemas integrados (integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta). Os autores encontraram que a infiltração de água no solo foi menor nos sistemas ILPF quando comparados a sistemas de Eucalipto e de lavoura-pecuária. Tais resultados podem estar relacionados à maior compactação do solo no ILPF. Também encontraram aumento nos teores de matéria orgânica, cálcio, magnésio e fósforo (na camada 0-20cm) dois anos após a implantação dos sistemas.

O sistema ILPF também favorece maior incremento de substâncias húmicas com pronunciada diferença quando comparada a outros sistemas de uso (Floresta nativa, agroflorestal e pastagem) no norte de Mato Grosso (MARTINS et al., 2009). Os autores encontraram maior concentração de húmina e ácidos fúlvicos livres no sistema ILPF, o que

contribui para melhor estruturação química e física do solo, além de maior resistência à perda de carbono orgânico (MARTINS et al., 2009).

Ressalta-se também o efeito positivo do sistema de ILPF na recuperação de áreas degradadas, uma vez que esse sistema demonstrou melhorias no teor de carbono orgânico, nas condições físicas de densidade e porosidade do solo, o que proporciona melhores condições para a atividade dos microrganismos e eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas (SILVA et al., 2016).

Souza et al. (2019) analisaram diferentes sistemas de integração em relação a umidade do solo. Os autores compararam a umidade do solo em ILP; sistema agrossilvipastoril com uma linha de eucalipto; sistema agrossilvipastoril com três linhas de eucalipto e plantio exclusivo de eucalipto, e encontraram valores maiores de umidade do solo (camada de 0,05-0,10 m), e de resistência a penetração em duas camadas (camadas 0,05-0,10 m e 0,10- 0,20 m) em sistema de ILPF com três linhas de eucalipto. A macroporosidade encontrada por Souza et al., (2019) foi maior no plantio de eucalipto (camadas 0,05-0,10m e 0,10-0,20m), e os demais sistemas de integração apresentaram macroporosidade abaixo do considerado ideal, o que pode ser um indicativo da influência do manejo adotado.

Jovanovic (2017) avaliou as frações lábeis e estáveis do carbono em quatro épocas distintas da implantação do sistema ILPF, onde T0: pasto degradado no ano de 2012; T1 e T2: ILP com consórcio de milho (*Zea mays*) e capim (*Panicum maximum* cv. Massai) e T3: ILPF, onde o componente arbóreo é a gliricídia (*Gliricidia sepium*). O autor encontrou diferenças nas médias de carbono e no índice de labilidade, com valores maiores no sistema ILPF. A produtividade do milho também foi maior com a implantação do sistema ILPF, variando de 2.300 kg ha⁻¹ no sistema ILP para 8.000 kg ha⁻¹ no ILPF.

Além da melhoria em atributos físicos e químicos do solo Balbino et al., (2011b) e Padovan e Pereira (2012) citam os benefícios significativos da fertilidade e do acúmulo de biomassa no solo, já que no sistema ILPF a diversidade de plantas e a presença dos dejetos animais ofertam uma quantidade contínua de matéria orgânica no solo.

O sistema ILPF é considerado complexo, uma vez que nele estão contidos três componentes distintos (arbóreo, agrícola e animal/forrageiro), onde a configuração pode variar de acordo com as características do solo e da propriedade rural em questão (LIMA; GAMA, 2018). Assim, cada componente tem suas exigências, manejos e funções que devem ser complementares, e por isso o planejamento quanto a escolha das espécies e a configuração de plantio são fundamentais para a produtividade (RODRIGUES et al., 2019).

A escolha das espécies a serem implantadas em cada um desses componentes é relevante e variável (Tabela 2), sendo dependente da finalidade do plantio, das condições edáficas e climáticas do local, das expectativas de produtividade e rentabilidade e a disponibilidade de sementes melhoradas devem ser consideradas (WRUCK, 2017), principalmente para a escolha do componente florestal que permanecerá mais tempo na área de produção. Ainda, o arranjo a ser adotado também afeta o sucesso da produção, visto que pode influenciar o desenvolvimento dos demais componentes vegetais (RODRIGUES et al., 2019; SILVA et al., 2020).

Tabela 3. Principais espécies vegetais implantadas no Sistema de integração Lavoura-pecuária-floresta.

Componente vegetal	Espécies
Arbóreo	<i>Eucalyptus</i> spp, <i>Tectona grandis</i> e <i>Hevea brasiliensis</i>
Gramíneas	gênero <i>Brachiaria</i> , Xaraés, <i>Panicum maximum</i>
FORAGEIRAS	<i>Calopogonium mucunoides</i> , Amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>), Estilosantes (<i>Stylosanthes</i> ssp)
Culturas	Milho (<i>Zea mays</i>), Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)

Fonte: Adaptada Rodrigues et al., (2019).

Avaliações acerca do perfil e da qualidade do solo devem ser realizadas antes da implantação do sistema ILPF, para que se conheça as condições químicas do solo e faça a correção antes do plantio, caso haja necessidade. As escolhas e cuidados anteriores à implantação do sistema quanto ao diagnóstico da área, à escolha das cultivares para produção de grãos e forragens e da espécie do componente arbóreo são importantes para garantir o sucesso do plantio (GONTIJO et al., 2018).

5.4 Dificuldades e perspectivas do ILPF

O Brasil vem enfrentando diversos problemas em relação a degradação ambiental e o uso excessivo dos recursos naturais. Aliado a isto, o histórico manejo inadequado do solo segue afetando as taxas de produtividade. Nesse contexto, há uma pressão da sociedade para o desenvolvimento da agricultura sustentável, isto é, produção associada a maiores eficiências tecnológicas e ampliação da produtividade sem conversão de novas áreas (MACHADO et al., 2017). Assim, a adoção de sistemas mais conservacionistas, como a ILPF destaca-se pelo

potencial de diversificar a renda, elevar a produtividade, melhorar a qualidade do solo, recuperar áreas degradadas, além do baixo impacto ambiental (RODRIGUES et al., 2019).

Devido a esses benefícios, a ILPF faz parte do Plano ABC (Programa de Agricultura de Baixa emissão de Carbono – EMBRAPA, 2016), que faz parte de uma iniciativa do governo federal brasileiro (Plano Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC) que visa estabelecer medidas mitigadoras em diferentes setores da economia para reduzir a emissão de gases do efeito estufa (BRASIL, 2008). Esse plano ABC oferece empréstimos com boas condições de pagamento para agricultores que se interessam em implementar sistemas sustentáveis em sua propriedade (CORDEIRO et al., 2015; ASSIS et al., 2019).

Apesar de todo esse estímulo a implantação do ILPF, ainda existem alguns entraves quanto a adoção do sistema. Wruck et al., (2019) citam a dificuldade de acessar as linhas de financiamento do plano ABC devido as dívidas dos produtores rurais, baixo espírito empreendedor, dificuldade de mão de obra qualificada e excessiva burocracia nas instituições de fomento. Os produtores de Mato Grosso também citam a falta de capital para investimento e de mão-de-obra qualificada como entraves para adoção do ILPF, além disso relatam dificuldades de acesso a informações sobre a tecnologia, implantação e manutenção do sistema (GIL et al., 2015)

As dificuldades decorrentes da complexidade do sistema, uma vez que falta de mão de obra qualificada para o manejo da diversidade de produtos em uma propriedade (BALBINO et al., 2011a). A alta demanda por capital financeiro e humano acaba dificultando a implantação e o desenvolvimento desse sistema com eficiência (VILELA; MARTHA JUNIOR; MARCHÃO, 2012).

Aliado a esses problemas, a temática ainda carece de estudos que analisem a combinação de diferentes espécies, bem como as melhores configurações quanto a densidade de árvores para obter maior produtividade (VILELA et al., 2011). A escolha do componente arbóreo é de fundamental importância, pois pode influenciar no desenvolvimento e na produtividade dos demais componentes, uma vez que permanecem mais tempo no sistema (RODRIGUES et al., 2019).

Ainda permanecem dúvidas sobre o manejo e pastejo dos animais no sistema ILPF, principalmente quanto a degradação física dos solos (SALES, et al., 2018). Apesar destes sistemas serem conhecidos, ainda são necessários estudos que analisem o efeito do pastejo, a configuração e a escolha das espécies que compõem o sistema. Assim, as informações técnicas

sobre a implantação e a condução do plantio auxiliarão nas decisões durante a implantação do sistema ILPF.

6. CONCLUSÃO

O sistema ILPF representa uma iniciativa de produção sustentável onde os componentes agrícola, pecuário e florestal são realizados na mesma área em rotação, consórcio ou sucessão, visando recuperar áreas degradadas, auxiliar na viabilidade econômica e produtiva e, também na sustentabilidade ambiental.

Esse sistema possibilita inúmeros benefícios para a agricultura moderna, tais como: recuperação de pastagens e áreas degradadas; maior conforto térmico para o gado; aumento da produtividade; manutenção da cobertura florestal e valorização de serviços ecossistêmicos prestados pelos agroecossistemas.

Além disso, o ILPF também propicia diversas melhorias nos atributos do solo. O ILPF aumenta os teores de carbono orgânico, matéria orgânica, cálcio, magnésio e fósforo no solo. Além de incrementos na concentração de húmina e ácidos fúlvicos livres. Esse sistema ILPF também possui efeitos positivos na umidade, porosidade e densidade do solo.

Apesar dos benefícios do ILPF ainda há a necessidade de estudos quanto a implantação e escolha das espécies do sistema, especialmente a combinação das espécies arbóreas, para escolher espécies mais contribuem para a produtividade dos componentes do sistema, garantindo maior eficiência e índices de produtividade do plantio, assim como a melhoria da qualidade do solo e na produção das demais culturas do sistema.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. **Integração lavoura-pecuária. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.** Embrapa Milho e Sorgo. 2005.

ALVARENGA, R.C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, M.C. M.; VILELA, L. **Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras.** Informe Agropecuário, v. 31, n. 257, p. 1-9, 2010.

ASSIS, P.C.R.; STONE, L.F.; MEDEIROS, J.C.; MADARI, B.E.; OLIVEIRA, J.M.; WRUCK, F. J. **Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 4, p. 309-316, 2015.

ASSIS, P.C.R.; STONE, L.F.; OLIVEIRA, J.M.; WRUCK, F.J.; MADARI, B.E.; HEINEMANN, A.B. **Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.** Revista Agrarian, v.12, n.43, p.57-70, 2019.

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G.B.; ALVARENGA, R.C.; KICHEL, A.N.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FRANCHINI, J.C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1-12, 2011a.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. **Marco referencial: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF).** 1ª ed., Brasília: Embrapa, 2011b.

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J; GALERANI, P.R.; VILELA, L. Agricultura Sustentável por meio da Integração-Lavoura-Floresta (ILPF). **International Plant Nutrition Institute**, n.38, p.1-18, 2012.

BARROS, L. R.; RIBON, A. A.; FERNANDES, K. L.; SOUZA, J. L. O.; CARRECHEL, V.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; ALVES, A, R. Integrated managements systems for the improvement of the physical quality of a Cerrado Oxisol. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 5, p. 711-716, 2018.

BRASIL. **Plano nacional sobre mudança do clima. Comitê Interministerial Sobre Mudança do Clima**, 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/169/_arquivos/169_29092008073244.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)** (173 p.). Brasília: MAPA/ACS. 2012.

CARVALHO, R. P.; DANIEL, O.; DAVIDE, A. C.; SOUZA, F. R. Atributos físicos e químicos de um neossolo quartzarênico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 148-159, 2014.

CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R.L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2015.

EMBRAPA. **Sistema integração lavoura-pecuária (ILP) para a região Agreste do Nordeste.** Autores: João Henrique Zonta et al. – Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016.

EMBRAPA. **ILPF em números.** 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064859/ilpf-em-numeros>>. Acesso em: 04 jan. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development. **Integrated Crop Management**. 13, 1-63. 2010.

GARCIA, R.A.; ROSOLEM, C.A. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p.1489-1498, 2010.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. **Adoption and development of integrated crop livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil**. Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 199, p. 361 - 366, 2015.

GLÉRIA, A.A.; SILVA, R.M.; SANTOS, A.P.P.; SANTOS, K.J.G.; PAIM, T.P. Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária. **Archivos de Zootecnia**, vol. 66, no. 253, pp. 141-150. 2017.

GONTIJO, M.M.; VIANA, M.C.M.; ALVARENGA, R.C.; SANTOS, E.A; SIMÃO, E.P.; CAMPANHA, M.M. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. **Boletim de Indústria Animal**, vol. 71, no. 2, pp. 183-191. 2018.

JOVANOVIC, B. **Dinâmica da matéria orgânica na fase inicial de implementação de um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília. Dissertação Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, 2017, 68 páginas.

KICHEL, A.; COSTA, J.; ALMEIDA, R.; PAULINO, V. Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) – Experiências no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, n.1, p.94 -105, 2014.

KLUTHCOUSKI, J., AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: Kluthcouski J, Stone LF, Aidar H (eds). **Integração lavoura-pecuária**, 1 ed. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, pp 185–223. 2003.

LIMA, A.K.F.G. Consumo e Sustentabilidade: Em busca de novos paradigmas numa sociedade pós-industrial. In: XX ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI/FUMEC. 2010, Fortaleza. **ANAIS DO XIX ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI**, p.1686-1698. 2010.

LIMA, M.C.D.; GAMA, D.C. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: conceitos, desafios e novas perspectivas. **Agroforestalis News**, v.3, n.1, 2018.

LIMA, E.M.B.A.; RIBEIRO, A.R.B. Sustentabilidade e estratégia: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.4. 324-334, 2020.

LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, A.S.; AGUINAGA, A.A.Q.; FLORES, J.P.C.; MORAES, A. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 39, n.5, p.1499-1506, 2009.

LOSS, A.; RIBEIRO, E. C.; PEREIRA, M. G.; COSTA, E. M. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consórcio e sucessão de lavoura, pastagem e silvipastoril em Santa Teresa, ES. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1347-1357, 2014.

MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA CNPDC, 2000.

MACHADO, L.N.; LOSS, A.; BACIC, I. L. Z.; DORTZBACH, D.; LALANE, H. C. Avaliação do potencial agrícola e conflitos de uso das terras na microbacia Lajeado Pessegueiro, Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.16, n.3, p.308-323, 2017.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC)**. Porto Alegre, 2013.

MARTINS, E.L.; CORINGA, J.E.S.; WEBER, O.L.S. Carbono orgânico nas frações granulométricas e substâncias húmicas de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico – LVAd sob diferentes grossistemas. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 3, p. 655-660, 2009.

PADOVAN, M.P.; PEREIRA, Z.V. Integração lavoura-pecuária-floresta. **A Lavoura**, n. 690, p. 15-18, 2012.

PEREIRA, A.S. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria, RS: UFSM, 2018.

REDE FOMENTO ILPF. **Integração Lavoura-Pecuária-floresta**. 2016. Disponível em: <<http://redeilpf.com.br>>. Acesso em: 04 jan. 2023.

RODRIGUES, L.; TEODORO, A.G.; SANTOS, A.J.M.; BACKES, C.1; ROCHA, J.H.T.; GIONGO, P.R.; SANTOS, Y.L.A. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Interação entre Componentes e Sustentabilidade do Sistema. **Archivos de Zootecnia**, v. 68, n. 263, p. 448-455. 2019.

SALES, A.; SILVA, A. R.; VELOZO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; MIRANDA, B. M. Carbono orgânico e atributos físicos do solo sob manejo agropecuário sustentável na Amazônia legal. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2018.

SILVA, A.R.; SALES, A.; VELOSO, C.A.C. Atributos físicos e disponibilidade de carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Agropecuária Técnica**, v. 37, n. 1, p. 96-104, 2016.

SILVA, F.D.; AMADO, T.J.C.; FERREIRA, A.O.; ASSMANN, J.M.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. F. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop-livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.190, p.60-68, 2014.

SILVA, J.W.T.; SOUZA, B.M.L; SILVA, C.M. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). **Ciência Animal**, v.30, n.3, p.71-84, 2020.

TOLEDO, M.M.; COSTA, J.B.; NETO, R.B.A.; TEIXEIRA, M.L. **Desempenho socioambiental da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no Maranhão - Estudo Caso**. São Luís, MA: Embrapa Cocais, 2017.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138. 2011.

WRUCK, F.J. **Sistemas de iLPF no bioma Cerrado**. 2017. Acesso em: 05 de fevereiro de 2023. Disponível em: http://ead.senar.org.br/wpcontent/uploads/capacitacoes_conteudos/ilpf/CURSO_6/Aula3_-_Principais_Estrtg_Esp_Florestais_iLPF_Bioma_Cerrado.pdf

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ALMEIDA, R.G. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Embrapa. Brasília, DF. 42p. 2012.