

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS POSSE - GO
BACHARELADO EM AGRONOMIA

KRYSTIAN FONSECA SILVA

**CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIOS DE SORGO, PASTOS E GUANDU-
ANÃO PARA SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP) NO
CERRADO DO DISTRITO FEDERAL**

POSSE - GO
2026

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS POSSE - GO
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

KRYSTIAN FONSECA SILVA

**CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIOS DE SORGO, PASTOS E GUANDU-
ANÃO PARA SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP) NO
CERRADO DO DISTRITO FEDERAL**

Trabalho Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal
Goiano – Campus Posse, como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Ribeiro Bomfim

Coorientador: Dr. Roberto Guimarães Junior

**POSSE - GO
2026**

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

S586c Silva, Krystian Fonse
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIOS DE SORGO,
PASTOS E GUANDU-ANÃO PARA SISTEMAS DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP) NO CERRADO
DO DISTRITO FEDERAL / Krystian Fonse Silva. Posse 2026.
30f.
Orientador: Prof. Dr. Antônio Ribeiro Bomfim.
Coorientador: Prof. Dr. Roberto Guimarães Junior.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0720024 -
Bacharelado em Agronomia - Posse (Campus Posse).
1. ILP. 2. Capim Sarandi. 3. Custo de implantação. I. 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

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☐ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☒ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Krystian Fonseca Silva

Matrícula:

2018107200240266

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 06 / 08 / 2026

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 incluídos 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.



Documento assinado digitalmente
KRYSTIAN FONSECA SILVA
Data: 06/08/2026 23:27:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Posse

Local

06 / 08 / 2026

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente
ANTONIO RIBEIRO BOMFIM
Data: 08/08/2026 10:03:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



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

Ata nº 9/2026 - CCTADM-POS/CE-POS/GE-POS/CMPPOS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO - BACHARELADO EM AGRONOMIA, CAMPUS POSSE

No dia 01 de junho de 2026, às 14 horas, foi realizada a banca de defesa do Trabalho de Curso (TC) do discente: KRYSTIAN FONSECA SILVA (matricula nº [\(2018107200240266\)](#); com trabalho intitulado: "CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIOS DE SORGO, PASTOS E GUANDU ANÃO PARA SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP) NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL" como requisito indispensável à integralização do curso de Bacharelado em Agronomia oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Posse (GO).

A Banca Examinadora, composta por:

Dr. Antônio Ribeiro Bomfim (Orientador), Dr^a. Fernanda Soares Oliveira (1º membro),

Dr. Elson Barbosa da Silva Júnior (2º membro) deliberou e decidiu, pela:

☐ Aprovação;

☒ Aprovação condicionada aos seguintes reparos, sob fiscalização do Prof. Orientador;

☐ Reprovação do trabalho com nota final: seis vírgula cinco (6,5).

Eu, presidente da banca, lavrei a presente ata que segue assinada por mim, e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Antônio Ribeiro Bomfim

(Assinado eletronicamente)

Fernanda Soares Oliveira

(Assinado eletronicamente)

Elson Barbosa da Silva Júnior

(Assinado eletronicamente)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Antonio Ribeiro Bomfim, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 01/06/2026 17:21:08.
- **Fernanda Soares Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 01/06/2026 21:14:25.
- **Elson Barbosa da Silva Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 02/06/2026 08:14:38.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/06/2026. 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: 825470

Código de Autenticação: 41336f5140



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 9390-5391, (62) 3605-3698

Deus e a Nossa Senhora, que têm me conduzido segundo suas boas, perfeitas e agradáveis vontades;
à minha família, representada por minha mãe, Cleia, e meu pai, Neocleison. Ao pesquisador Roberto Guimarães Júnior, por toda a orientação durante o estágio e pelos ensinamentos transmitidos, juntamente com toda a equipe da Embrapa Cerrados.

“Não desejo suscitar convicções, o que desejo é estimular o pensamento e derrubar preconceitos.”

(Sigmund Freud)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que é o criador dos céus e da terra, e a Santíssima Virgem Maria sua mais fiel serva e senhora nossa, que têm me conduzido durante toda a minha vida em uma jornada de aprendizados e conquistas os quais possuem um único propósito, render toda honra e glória a Ele.

Aos meus pais Cleia e Neocleison, por todos os ensinamentos, lições, conselhos e por me guiarem e incentivarem até aqui. Obrigado por sempre cuidarem de mim gostaria de dizer que sem vocês, eu não conseguiria fazer nada. Dedico a vocês não só este trabalho, mas esse curso por inteiro e todos os seus méritos.

Aos professores ao longo do curso e à banca examinadora, pelas valiosas contribuições, de modo especial o meu orientado o Prof. Dr. Antônio Ribeiro e ao pesquisador Dr. Roberto Guimarães Junior, meu coorientador, sou profundamente grato pela paciência e orientação na construção desse trabalho. Além de serem profissionais admiráveis, a paixão que possuem pela educação e algo que enche os olhos.

À Embrapa Cerrados e a todos os funcionários dessa empresa renomada e de grade importância para a agricultura brasileira, deixo o meu mais profundo agradecimento pelos ensinamentos e valores transmitidos, bem como todo auxílio durante minha curta estadia durante o estágio na empresa.

Agradeço também aos meus amigos Carlos, Wellington, Pedro, Débora, Érika e Mylena, e a tantos outros que me deram ânimo e me motivaram nos momentos difíceis, ajudando-me a perseverar nesta etapa da graduação.

Não poderia deixar de agradecer a minha namorada, Luana, que é a pessoa que mais me incentivou e animou nessa reta final.

Por fim, agradeço todo o corpo docente do Instituto Federal Goiano – Campus Posse e a todos os servidores dessa renomada instituição. Alegro-me por saber que serei certificado por uma instituição pública de ensino que é referência em qualidade de educação nesse nosso amado país.

“Deus Pai ajuntou todas as águas e denominou-as mar;
reuniu todas as graças e chamou-as Maria”
(São Luís Maria Grignon de Montfort).

RESUMO

A redução dos custos de produção é uma das principais alternativas para que o pecuarista aumente seus lucros. Esses custos se dividem em diretos, relacionados à produção, e indiretos, como depreciações, manutenção de benfeitorias e assistência técnica. O presente trabalho tem como objetivo analisar o custo de implantação de consórcios duplos e triplos, utilizando cultivares de sorgo forrageiro, guandu-anão, capim-Piatã e capim-Sarandi em área de Cerrado. O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, em Planaltina (DF), entre novembro de 2021 e março de 2022, em Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, o tratamento realizado foi o sorgo + sarandi + guandu. Foram realizadas correções de solo, adubações de base e cobertura, além de monitoramento da precipitação. A produtividade do sorgo foi avaliada aos 103 dias após o plantio, no ponto de ensilagem. A análise de viabilidade econômica considerou os custos de implantação, manutenção e receitas geradas. Os resultados foram comparados com sistemas convencionais de recuperação de pastagens descritos na literatura, evidenciando a viabilidade técnica e econômica do uso da Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. Os resultados evidenciaram que o método tradicional de recuperação de pastagens proporciona um retorno financeiro lento, enquanto o método consorciado, além de garantir um retorno financeiro em um curto período, ainda garante ao final do ciclo, a formação de uma pastagem. Conclui-se que o consórcio triplo resultou em um custo operacional efetivo de R\$ 7.591,93/ha, com predominância dos gastos em fertilizantes e corretivos (58,32%). A silagem de sorgo alcançou uma produtividade de 16,6 t/ha, gerando um retorno estimado em R\$ 11.288,00. É economicamente viável e ambientalmente sustentável, apresentando retorno financeiro mais rápido e favorecendo a recuperação de pastagens degradadas em comparação ao método convencional.

Palavras-chave: ILP; Capim Sarandi; Custo de Implantação.

ABSTRACT

Reducing production costs is one of the main strategies for livestock farmers to increase their income. These costs are divided into direct costs, related to production, and indirect costs, such as depreciation, maintenance of facilities, and technical assistance. The present study aimed to analyze the establishment costs of double and triple intercropping systems using forage sorghum, dwarf pigeon pea, and Sarandi grass in Cerrado areas. The experiment was conducted at Embrapa Cerrados, in Planaltina (DF), between November 2021 and March 2022, on a clay-textured dystrophic Red Latosol. The experimental design was a randomized block with four replications and six treatment sorghum + Sarandi + pigeon pea. Soil corrections, base, and topdressing fertilizations were applied, and precipitation was monitored. Sorghum productivity was evaluated 103 days after planting, at the ensiling stage. Economic feasibility analysis considered establishment and maintenance costs and generated revenues, allowing the construction of a cash flow. Results were compared with conventional pasture recovery systems described in the literature, highlighting the technical and economic viability of using the Crop-Livestock Integration system in the Cerrado. The results showed that the traditional pasture recovery method has high costs and slower financial returns. In contrast, the triple intercropping system resulted in an effective operational cost of R\$ 7.591,93/ha, with the majority of expenses allocated to fertilizers and soil amendments (58,32%). Sorghum silage achieved a productivity of 16.6 t/ha, generating an estimated return of R\$ 11,288.00, providing an average monthly return of R\$ 3.287,77 and ensuring, at the end of the cycle, the establishment of a consolidated pasture. It is concluded that intercropping forage sorghum with tropical forage species in Cerrado areas is an economically viable and environmentally sustainable alternative, providing faster financial returns and promoting the recovery of degraded pastures compared to the conventional method.

Keywords: ILP; Sarandi Grass; Implementation Cost.

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Área total de pastagem no Brasil e no Cerrado, com percentagem de ocupação em relação a sua área total.....	10
Tabela 02: Investimento Inicial no Método de Recuperação de Pastagem Tradicional.....	20
Tabela 03: Investimento Inicial no Método de Recuperação de Pastagem pelo Consórcio Triplo.....	21
Tabela 04: Média mensal de despesas de cada forma.....	23
Tabela 05: Fluxo de caixa mensal do sorgo consorciado e da formação de pastagem tradicional.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1 DEGRADAÇÃO E REFORMA DAS PASTAGENS.....	11
2.2 IMPLANTAÇÃO DA ILP.....	12
2.3 ESPÉCIES UTILIZADAS.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.....	18
4.2 ANÁLISE DE CUSTO.....	22
5 CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é um conjunto de práticas e manejos voltados para a intensificação do uso da terra, com uma série de benefícios econômicos e ambientais, como melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, maior eficiência na utilização de insumos, redução da erosão e da pressão pela abertura de novas áreas, melhor aproveitamento dos recursos naturais, além da possibilidade de aplicação em diferentes sistemas e unidades de produção (Balbino *et al.*, 2012). A ILPF consiste em utilizar a mesma área, em um mesmo ano agrícola, por meio de consórcio, sucessão ou rotação entre grãos, árvores e pastagens para criação de ruminantes.

Dentro do sistema ILPF, existe subdivisões como a Integração Lavoura-Floresta (ILF), Integração Pecuária-Floresta (IPF) e Integração Lavoura-Pecuária (ILP), também chamada de sistema agropastoril, integra as atividades agropecuárias em uma mesma área, no mesmo ano agrícola ou em múltiplos anos, fazendo uso de rotação, consórcio ou sucessão (Balbino *et al.*, 2012). As vantagens da ILP destacam-se por representam uma solução viável que auxilia na restauração de áreas degradadas, na implementação de práticas agrícolas saudáveis e no aprimoramento da eficiência por meio da utilização de maquinário, equipamentos e mão de obra, a recuperação da fertilidade do solo ao cultivar em áreas de pastagens degradadas, a diminuição dos custos de produção, tanto na agricultura quanto na pecuária, a produção de pasto, forragem conservada e grãos para a alimentação de animais e o aumento da estabilidade da renda para o produtor (Rodrigues *et al.*, 2022).

Apesar dos benefícios ambientais, sustentável e produtivo, a viabilidade financeira da implantação da ILP pode ser um fator limitante, especialmente para o produtor pecuarista. Enquanto o agricultor pode adaptar alguns maquinários já existentes, como acoplar um lançador de sementes ao trator, reduzindo as entradas na área. O pecuarista precisa adquirir novos equipamentos, como semeadoras, colhedoras e pulverizadores, além de construir benfeitorias, como galpões para armazenamento de grãos e máquinas.

Analisar o custo de implantação é uma ferramenta essencial para torna a produção economicamente viável. Estudos de caráter econômico nessa área, fornece ao técnico responsável e ao produtor os pontos que mais geram custos, permitindo que ambos formulem alternativas para contornar e baratear os custos (Carvalho *et al.*, 2026).

A redução dos custos de produção é uma das principais alternativas para que o pecuarista reduza seus custos. Esses custos se dividem em diretos, relacionados diretamente à produção, como insumos de plantio (adubos, sementes, defensivos químicos ou biológicos) e gastos com

maquinário, e indiretos, que não têm relação direta com o processo produtivo, mas ainda impacta a atividade, como depreciações, manutenção de benfeitorias e assistência técnica (Moraes *et al.*, 2014).

Nesse contexto, a ILP surge como estratégia promissora para reverter o quadro de degradação das pastagens e promover a sustentabilidade da produção agropecuária. Por meio da integração de diferentes sistemas produtivos, oferece a oportunidade de aperfeiçoar o uso dos recursos naturais, diversificar a produção e aumentar a rentabilidade das propriedades. A superação do desafio da degradação exige esforço conjunto de produtores, pesquisadores, técnicos e formuladores de políticas públicas. Assim, a ILP representa um caminho consistente para a construção de um futuro mais sustentável da agropecuária brasileira.

Entretanto, a utilização dessas técnicas pelo produtor pecuarista pode tornar-se demasiadamente onerosa e, muitas vezes, inviável. Nesse sentido, a realização de estudos de caráter econômico da implantação de sistemas de ILP pode oferecer ao produtor ferramentas para melhorar sua produção, considerando as melhorias proporcionadas ao solo, à produtividade e à rentabilidade. Diante da ausência de estudos recentes de caráter econômico aplicado à ILP, o presente trabalho tem como objetivo analisar o custo de implantação de consórcio triplo, utilizando cultivares de sorgo forrageiro, guandu-anão e capim-Sarandi em área de Cerrado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DEGRADAÇÃO E REFORMA DAS PASTAGENS

Estudos realizados pelo Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélite (LAPIG, 2023), revelam que a maioria das pastagens no Brasil se encontra em diferentes estágios de degradação, variando de níveis intermediários a avançados. Essa condição compromete a capacidade produtiva das propriedades, resultando em perdas financeiras para os produtores. A degradação não apenas reduz a produção, mas também eleva os custos, seja pela necessidade de recuperação ou reforma das áreas, seja pela busca de alternativas para mitigar os impactos na rentabilidade da pecuária.

De acordo com Lapig (2023), a área de pastagem no Brasil é de aproximadamente 158,96 milhões de hectares (18,72% da área total do país), das quais apenas 36,59% não apresentam qualquer tipo de degradação, 41,41% apresentam grau intermediário de degradação e 22% apresentam grau severo de degradação. Na região do Cerrado, a área ocupada com pastagem é de 49,87 milhões de hectares, correspondendo a 25,13% da área total do bioma. Dessas pastagens, 33,37% não apresentam nenhum grau de degradação, 39,75% apresentam grau intermediário e 26,88% apresentam grau severo de degradação (Tabela 1).

Tabela 1. Área total de pastagem no Brasil e no Cerrado, com percentagem de ocupação em relação a sua área total.

Nível de degradação	Brasil (milhões de ha / %)	Cerrado (milhões de ha / %)
Pastagem Total	158,9 (18,72%)	49,8 (25,13%)
Ausente	58,1 (36,59%)	16,6 (33,37%)
Intermediário	65,8 (41,41%)	19,8 (39,75%)
Severo	34,9 (22%)	13,4 (26,88%)

Fonte: Silva, K. F. (2023).

Os dados mostram a relevância das ações de recuperação e de melhoria de pastagens, já que mais da metade delas apresenta algum grau de degradação. A recuperação dessas áreas também favorece sistemas de manejo mais adequados para a manutenção do Cerrado brasileiro, evitando a abertura de novas áreas. Em alguns casos, a simples mudança no manejo é suficiente para tornar a pastagem vigorosa novamente. Uma correta adubação, associada ao descanso e à

correção da taxa de lotação da pastagem, pode ser suficiente para recuperar áreas em estágio inicial de degradação.

De acordo com Macedo e Araujo (2019), entre os impactos mais comuns que causam a degradação de pastagens, estão: Escolha inadequada de cultivares inapropriadas para a região; Má formação inicial, decorrente de práticas inadequadas de conservação do solo, sistemas de plantio e manejo dos animais; Falta ou o excesso de adubação e a má correção da acidez; Manejo animal inadequado, especialmente o excesso de carga animal; Ausência ou o uso incorreto das práticas de conservação do solo; Ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras, fatores mais evidentes nos estágios iniciais do processo de degradação.

A falta de adubação é um dos principais fatores de degradação, opções viáveis abrangem a utilização de dejetos produzidos pelos animais, como a cama de frango e a aplicação de dejetos líquidos de suínos, que podem ser analisados como potenciais substitutos da adubação química. Dessa forma, a adubação das pastagens torna-se mais acessível e, ao mesmo tempo, melhora a microbiota do solo, gerando diversos benefícios ambientais (Konzen e Alvarenga, 2008).

Macedo e Araujo (2019) também ressaltam o uso ILP como alternativa para auxiliar no processo de recuperação e implantação de pastagens. Os autores destacam benefícios relacionados à melhoria da parte física do solo, como maior estabilidade dos agregados e maior capacidade de retenção de água; aos aspectos químicos e biológicos, como maior concentração de fósforo (P), maior densidade e biodiversidade da microbiota do solo, além de maior presença de larvas de artrópodes e anelídeos, como as minhocas, em decorrência do aumento da matéria orgânica. Ressaltam, ainda, que a técnica pode ser economicamente viável para as propriedades rurais, visto que apresenta custo inferior em relação à adubação química.

2.2 IMPLANTAÇÃO DA ILP

A utilização das técnicas de ILP é fortemente recomendada para a recuperação de pastagens (Carvalho *et al.*, 2014; Júnior *et al.*, 2023). Segundo os autores, a aplicação dessa técnica proporciona um uso mais intensivo da terra, melhorias físicas no solo, como o aumento da matéria orgânica e da porosidade, além da produção de culturas anuais, o que resulta na redução de custos na recuperação dessas áreas.

A ILP está presente em diversas regiões do Cerrado, sendo utilizada por pecuaristas na reforma de pastagens de baixa produtividade e por agricultores que semeiam forrageiras na entressafra, visando a proteção do solo, a formação de palhada para o Sistema de Plantio Direto (SPD) e a engorda do “boi safrinha” (Balbino *et al.*, 2012; Vilela *et al.*, 2018).

Segundo Vilela *et al.*, (2011), três modalidades de integração se destacam como as mais adotadas nas propriedades rurais da região do Cerrado. A primeira é praticada por pecuaristas, que incorporam culturas de grãos com o objetivo de recuperar áreas de pastagens. A segunda envolve produtores de grãos, que utilizam espécies forrageiras tanto para a formação de cobertura do solo em sistemas de plantio direto quanto para a alimentação de bovinos no período de entressafra, prática conhecida como “boi safrinha” ou “safrinha de boi”. A terceira modalidade corresponde às fazendas que realizam a rotação entre pasto-lavoura, promovendo um uso mais intensivo da terra.0 A recuperação de pastagens com baixa produtividade pode se tornar mais rentável com a utilização da ILP, pois os custos são diluídos com a inserção do componente agrícola no sistema. Yokoyama *et al.*, (1999) demonstraram que a pastagem teve 95% do seu custo de recuperação pago pelo arroz no consórcio triplo entre arroz, *Calopogonium mucunoides* e *Brachiaria brizantha*. A utilização de uma terceira cultura no sistema de integração pode trazer uma série de benefícios econômicos e ambientais.

A introdução de uma nova cultura no processo de integração, como uma leguminosa ou uma planta de cobertura, amplia os ganhos econômicos, agrônômicos e ambientais, ajudando a aumentar a fertilidade do solo, elevar a matéria orgânica e promover a fixação biológica de nitrogênio. Além disso, isso auxilia no controle de ervas daninhas e pragas (Balbino *et al.*, 2011).

Os sistemas integrados proporcionam maior estabilidade de produção ao longo do tempo, diminuem a dependência de insumos externos e melhoram a resiliência do sistema diante de estresses climáticos (Carvalho *et al.*, 2014). Outra vantagem é que a variedade de espécies vegetais com diferentes tipos de raízes aprimora a estrutura física do solo, beneficiando sua capacidade de infiltração e retenção de água (Moraes *et al.*, 2014).

Além disso, um aspecto importante na adoção da ILP em áreas degradadas maximiza a utilização da terra e eleva a eficiência no uso dos recursos naturais, contribuindo para a sustentabilidade da produção agropecuária (Vilela *et al.*, 2011). Portanto, além de ser uma abordagem para a recuperação de pastagens, a ILP se estabelece como um meio de intensificação sustentável dos sistemas de produção.

2.3 ESPÉCIES UTILIZADAS

2.3.1 SORGO [*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH]

O sorgo vem se tornando uma cultura cada vez mais relevante no agronegócio, principalmente devido à sua versatilidade no sistema de produção. Pode ser utilizado como planta de cobertura em sistemas de plantio direto, para grãos que serão utilizados na fabricação de ração e como forragem para pastagens e silagem (Fernandes *et al.*, 2020). No que se refere ao sorgo forrageiro, a planta inteira é utilizada, sendo cortada para a confecção de silagem, a qual possui excelente qualidade nutricional e um custo de produção reduzido (Costa *et al.*, 2015; Theodoro *et al.*, 2021).

O sorgo faz parte da família Poaceae, com o gênero *Sorghum* e a espécie cultivada o *Sorghum bicolor* (L.) Moench. O local de origem está ligado a regiões tropicais, provavelmente na África, embora existam indícios de centros de distribuição independentes, como na África e na Índia. É uma planta que se autopoliniza, apresentando uma taxa baixa de fecundação cruzada. Seu processo de fotossíntese é do tipo C4, caracterizado pela resposta a períodos curtos de luz e altas taxas de fotossíntese (Costa *et al.*, 2015).

As sementes conseguem permanecer dormentes durante a estação seca e, com a volta das chuvas, retomam um crescimento saudável, mostrando resistência moderada à secagem (Sans *et al.*, 2003). Entre os principais benefícios do sorgo em comparação a outras plantas, destacam-se sua resistência à falta de água e à baixa fertilidade do solo, permitindo o cultivo em regiões com chuvas irregulares e em sucessão a culturas de inverno (Filho *et al.*, 2006).

Quando analisado em relação ao milho, o sorgo possui características que lhe conferem uma maior resistência ao ambiente com deficiência hídrica, como um sistema radicular desenvolvido e fibroso que permite uma melhor exploração do solo em busca de umidade, uma taxa de transpiração reduzida que favorece uma regulação estomática mais eficaz, uma área foliar menor e uma camada cerosa que cobre os colmos e folhas (Fornasier Filho e Fornasier, 2009).

2.3.2 CULTIVAR BRS SARANDI (*ANDROPODON GAYANUS* KUNTH)

A gramínea forrageira da espécie *Andropogon gayanus* Kunth possui grande potencial de utilização em pastagens no bioma Cerrado (Carvalho *et al.*, 2021). A capacidade de resistir a solos ácidos que possuem altos níveis de alumínio (Al) e a baixa necessidade de nutrientes são algumas das características que a tornam adaptável (Thomas *et al.*, 1981). Entretanto, o

rápido crescimento de colmos espessos e de difícil digestão torna seu manejo complicado, resultando em perdas durante o pastejo, especialmente na transição entre a estação chuvosa e a seca (abril e maio), período em que ocorre sua floração (Toledo *et al.*, 1990).

No ano de 2020, a Embrapa apresentou uma nova variedade de *A. gayanus* ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), chamada BRS Sarandi, que se destaca por ter uma quantidade maior de lâminas foliares (+14%) e uma quantidade menor de colmos (-21%) em relação a cultivar Planaltina. A variedade BRS Sarandi possui um crescimento que é semi-ereto e uma altura elevada, destacando-se pelo seu elevado número de brotações. A produção anual de matéria seca alcança 11 toneladas por hectare, com a maior parte ocorrendo durante a estação chuvosa (90%). Do total de matéria seca gerada, 60% consistem em folhas (Carvalho *et al.*, 2021)

Pesquisas sobre crescimento e análise bromatológica mostram que a BRS Sarandi mantém uma qualidade adequada do pasto, mesmo em estágios avançados do ciclo, sendo recomendada para sistemas de criação de animais a pasto em áreas de clima tropical, principalmente no Cerrado no Brasil (Braga *et al.*, 2022). Além disso, essa cultivar demonstra alta capacidade de rebrota, o que a torna uma opção viável e sustentável para a agricultura em regiões com baixo uso de insumos.

Dessa forma, a BRS Sarandi se estabelece como uma cultivar forrageira essencial, reunindo atributos agronômicos e nutricionais que aumentam a eficiência nos sistemas de produção animal nos trópicos (Carvalho *et al.*, 2021; Braga *et al.*, 2022).

2.3.3 FEIJÃO GUANDU (*CAJANUS CAJAN* L.)

O feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) é um arbusto que se naturalizou no Brasil, tendo sua origem na Índia, e pertence à família Fabaceae (Dutra, 2020; Moreira *et al.*, 2022). Este arbusto é anual ou semiperene e pode viver de dois a três anos, caso seja podado anualmente. Sua altura varia entre três e quatro metros dependendo da sua variedade (Silva *et al.*, 2023). O *Cajanus cajan* cv. Iapar 43 é uma variedade anã de feijão guandu, ereta, com uma altura média entre 1,00 e 1,20 metros, e possui um ciclo que pode durar entre 150 a 360 dias, com o pleno florescimento ocorrendo entre 90 e 120 dias. Uma de suas características mais notáveis é a resistência à seca, ao frio e ao sombreamento, além de ter um potencial de proteína bruta na massa seca que varia de 16 a 20%. Essa planta se destaca como uma das leguminosas forrageiras predominantes em áreas tropicais e subtropicais (Moura Neto, 2020)

A prática de introduzir o *Cajanus cajan* através da sobressemeadura em pastagens é uma estratégia efetiva para a recuperação de áreas que estão degradadas (Oliveira *et al.*, 2017). Tal abordagem possibilita a formação de consórcios com gramíneas, especialmente com espécies do gênero *Urochloa* e *Panicum*, como as variedades de braquiária BRS Piatã e BRS Zuri, trazendo vários benefícios agronômicos, zootécnicos e ambientais. Entre esses benefícios estão à melhoria da fertilidade do solo, a fixação biológica de nitrogênio e o aumento da biomassa disponível para o pastejo (Oliveira *et al.*, 2024).

O feijão guandu possui diversas utilidades, como o uso ambiental em recuperação de terra e melhoramento do solo, uso animal, como renovação de pastagem e forragem, e consumo humano como fito-medicação e consumo de seus grãos (Moura Neto, 2020). É uma alternativa para alimentação animal durante a estação seca, oferecendo forragem rica em proteínas, sendo que sua palatabilidade aparece somente após o florescimento na mesma época. Ao final da estação, o material não consumido é cortado e permanece na área, atuando como adubo verde, liberando cerca de 200 kg de N por hectare para as gramíneas (Oliveira *et al.*, 2017).

Uma ótima opção para a recuperação de áreas degradadas, devido ao seu sistema radicular profundo e ramificado, que permite sua resistência à falta de água. Esse sistema favorece a fissuração de camadas compactas do solo, eleva o nível de matéria orgânica, promove a ciclagem de nutrientes e garante a cobertura do solo, o que ajuda a prevenir a erosão (Cândido 2024). Além disso, é uma planta que resiste às condições adversas clima e solo, como as que se encontram no cerrado brasileiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, Distrito Federal (15°36'14" S; 47°42'49" W), no período de 26 de novembro de 2021 a 9 de março de 2022. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa. As parcelas experimentais apresentaram dimensões de 2,5 m de largura por 5 m de comprimento, e o delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. O tratamento utilizado foi o consórcio triplo com sorgo, capim BRS Sarandi e feijão-guandu.

A sementes de BRS Sarandi foi distribuída manualmente a lanço, utilizando-se 4 kg de sementes puras viáveis (SPV/ha), sendo posteriormente incorporadas pela semeadora durante o processo de plantio. As sementes de sorgo forrageiro foram semeadas na densidade de 9 sementes/m, e as de guandu-anão na densidade de 15 sementes/m, estas últimas distribuídas pela terceira caixa da semeadora, na mesma linha de plantio (cinco linhas por parcela).

Para a correção do solo, utilizou-se 4 t/ha de calcário dolomítico, 2 t/ha de gesso agrícola e 200 kg/ha de fosfato monoamônico (MAP). A adubação de base no plantio foi realizada com 400 kg/ha da fórmula 04-30-16. A adubação de cobertura do sorgo ocorreu aos 19 dias após a emergência, com aplicação de 150 kg/ha de ureia a lanço. A precipitação pluvial registrada durante o período experimental foi de 777 mm.

A produtividade do sorgo foi avaliada aos 103 dias após o plantio, no estágio de grãos leitoso-pastosos (ponto de ensilagem), realizando-se corte a 20 cm de altura em relação ao nível do solo.

A análise do custo de implantação foi realizada avaliando e classificando os custos gerados pela implantação e condução do projeto, até a sua colheita. Foram contabilizados separadamente os custos de implantação das culturas, incluindo manejo de preparo do solo (gradagem, calagem e adubação corretiva), implantação (semeadura do sorgo, guandu e sarandi) e manutenção (adubações de cobertura e aplicação de defensivos). Os dados do consórcio triplo foram comprados com uma recuperação de pastagem de forma tradicional que foi realizada na mesma região pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater) no mesmo ano de execução do projeto. Todos os dados foram corrigidos para um hectare, facilitando a compreensão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

As recuperações de pastagens de baixa produtividade podem apresentar custos elevados, cujos valores estão descritos na Tabela 2. Os dados fornecidos pelo pesquisador responsável do projeto correspondem ao mesmo ano agrícola da condução experimental, o que possibilitou a comparação direta entre eles.

Tabela 2: Investimento Inicial no Método de Recuperação de Pastagem Tradicional.

INSUMOS				
DESCRIÇÃO DO INSUMO	*UNIDADE DO INSUMO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	**QUANTIDADE	VALOR TOTAL (R\$)
Adubo mineral (Cloreto de potássio)	T	R\$ 2.656,43	0,1	R\$ 265,64
Adubo mineral (Superfosfato Simples)	T	R\$ 1.773,30	0,35	R\$ 620,66
Adubo mineral (Ureia)	T	R\$ 4.266,40	0,1	R\$ 426,64
Calcário Dolomítico (Corretivo p/ forrageiras) + frete	T	R\$ 170,00	2	R\$ 340,00
Sementes de Capim	Kg	R\$ 26,50	10	R\$ 265,00
SUBTOTAL INSUMOS				R\$ 1.917,94
SERVIÇOS				
DESCRIÇÃO DO INSUMO	*UNIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	QUANTIDADE	VALOR TOTAL (R\$)
Adubos (Distribuição manual)	d/h	R\$ 80,00	2	R\$ 160,00
Análise de solo	Ud	R\$ 144,50	1	R\$ 144,50
Adubos (Distribuição mecânica)	h/m	R\$ 110,00	1	R\$ 110,00
Preparo do solo (Aração)	h/m	R\$ 135,00	3	R\$ 405,00
Preparo do solo (Gradagem)	h/m	R\$ 135,00	2	R\$ 270,00
Preparo do solo (Grade niveladora)	h/m	R\$ 135,00	2	R\$ 270,00
SUBTOTAL SERVIÇOS				R\$ 1.359,50

*Unidades: (tonelada (T), quilograma (kg), diária de trabalho por pessoa (d/h), unidade (ud) e hora de máquina (h/m)). **Quantidades: (valores referentes a quantidade de insumos utilizados na parcela).

A Tabela 2 apresenta os custos totais que um produtor enfrentaria para implantar ou recuperar uma pastagem pelo método tradicional, no qual o objetivo é apenas a implantação da forrageira como cultura única. Embora esse método seja eficaz, ele pode se tornar oneroso para o produtor, tornando a produção pouco lucrativa e, conseqüentemente, desestimulando a continuidade da atividade.

Esses custos podem ser divididos em duas categorias, as despesas com insumos e as despesas com serviços. As despesas com insumos concentram a maior parte dos gastos e

incluem todos os materiais necessários para a implantação do projeto, como adubos e sementes. Essa categoria é a que mais apresenta variações de preço, uma vez que alguns insumos têm valores cotados em bolsas de *commodities* e podem oscilar em curtos períodos devido a fatores externos, como a pandemia de COVID-19. Entre os insumos de maior custo no esquema apresentado destacam-se o Superfosfato Simples (SFS) e a ureia.

A segunda categoria, as despesas com serviços abrangem atividades essenciais à produção, como preparo do solo e distribuição dos insumos. Embora esses gastos não atinjam o mesmo patamar financeiro das despesas com insumos, eles representam uma parcela significativa do projeto. Ademais, apresentam menor variabilidade de preço, sendo o combustível o principal fator sujeito a flutuações.

É importante observar que os insumos e os tratos iniciais necessários para a recuperação total de uma pastagem são similares aos requeridos para a implantação de grandes culturas, como soja e milho. A diferença reside principalmente na correção da adubação, as grandes culturas exigem adubação mais intensa e um ajuste mais refinado na aplicação dos fertilizantes. No entanto, esse investimento adicional permite não apenas a produção de uma cultura de alta qualidade, mas também a implantação de forrageiras de excelente qualidade, sem aumentar significativamente os custos, como evidenciado na (Tabela 3).

Tabela 03. Investimento Inicial no Método de Recuperação de Pastagem pelo Consórcio Triplo.

*COE por etapa	R\$ 7.528,92	100%
Pré-plantio	R\$ 728,05	9,59%
Plantio	R\$ 2.784,91	36,68%
Condução da lavoura	R\$ 2.711,98	35,72%
Colheita	R\$ 418,91	6,35%
Pós-Colheita	R\$ 527,03	6,94%
Despesas Financeiras	R\$ 358,04	4,72%
COE por tipo de custo	R\$ 7.528,92	100%
Mão-de-obra	R\$ 13,38	0,18%
Operações com Máquinas	R\$ 1.374,37	18,1%
Sementes	R\$ 652,62	8,6%
Fertilizantes e Corretivo	R\$ 4.427,25	58,32%
Defensivos	R\$ 667,46	8,79%
Outros insumos	R\$ 98,8	1,3%
Financeiro e Administrativo	R\$ 358,04	4,72%

*Custo Operacional Efetivo (COE).

O Custo Operacional Efetivo (COE) total para a implementação da cultura em questão foi de R\$ 7.591,93/ha, distribuído entre as várias fases do processo produtivo e os tipos de despesas (Tabela 3). Ao avaliar o COE, notou-se que os custos do pré-plantio representavam 9,59% do total (R\$ 728,05), enquanto os maiores valores estavam no plantio e no manejo da lavoura, com 36,68% (R\$ 2.784,91) e 35,72% (R\$ 2.711,98), respectivamente (Tabela 3). A colheita teve a menor participação relativa, somando apenas 6,35% (R\$ 418,91), enquanto o pós-colheita foi responsável por 6,94% (R\$ 527,03) e as despesas administrativas e financeiras, que são despesas como custo de oportunidade, encargos sociais e tributos pagos ao FUNRUAL/FAT/SENAR, correspondem a 4,72% (R\$ 358,0) (Tabela 3). Essa atribuição sugere que as fases de plantio e manejo são fundamentais na formação do custo total, refletindo a quantidade de insumos e atividades necessárias nessas etapas. A menor participação da colheita pode estar relacionada à utilização de métodos mecanizados ou à simplificação das operações nessa fase.

A análise segunda parte da Tabela 3, o COE por tipo de custo, que separa os tipos de custos obtidos em cada etapa do processo, indicou que fertilizantes e corretivos superaram a metade do COE (58,32%, R\$ 4.427,25), valor próximo ao encontrado por Barbieri *et al.* (2022),

mostrando a alta dependência da cultura em relação a insumos químicos para obter um desempenho produtivo satisfatório (Tabela 3). As atividades com máquinas corresponderam a 18,1% (R\$ 1374,37) e as sementes contribuíram com 8,6% (R\$ 652,62), o que confirma a relevância do investimento em maquinário e insumos genéticos durante a implantação. Os defensivos agrícolas foram responsáveis por 8,79% do custo total (R\$ 667,46), enquanto a mão-de-obra teve uma participação mínima de 0,18% (R\$ 13,38) (Tabela 3). As despesas administrativas e financeiras ficaram em 4,72% (R\$ 358,04), valor que condiz com práticas gerenciais eficientes (Tabela 3).

A predominância dos fertilizantes e corretivos em relação aos outros custos sugere que táticas de manejo nutricional podem ser decisivas para a viabilidade econômica da produção. Além disso, a pequena participação da mão-de-obra indica uma possível mecanização significativa, enfatizando a importância de investimentos em insumos e maquinário para a viabilidade econômica da lavoura.

As pesquisas realizadas demonstram que a composição de custos da cultura é fortemente afetada pelos insumos químicos e pelas operações de manejo, corroborando estudos que ressaltam a importância do manejo nutricional e mecanizado para a sustentabilidade econômica de cultivos na região do Cerrado.

O baixo custo relativo da colheita sugere que existem oportunidades de otimização nas fases de pré-plantio e manejo, onde a maior parte dos recursos é alocada. Estratégias como a utilização eficiente de fertilizantes, correção do solo fundamentada em análises detalhadas e a adoção de tecnologias de plantio e manejo podem reduzir o COE total sem prejudicar a produtividade. A análise revela que as decisões sobre o manejo da lavoura e a aplicação de insumos químicos são essenciais para a eficiência econômica, e qualquer medida que busque reduzir custos deve focalizar essas fases e tipos de despesas.

/4.2 ANÁLISES DE CUSTO

O projeto foi executado no período de 26/11/2021 a 09/03/2022, totalizando 103 dias, data em que ocorreu o primeiro corte do sorgo para silagem. Considerando que a silagem de sorgo apresentou custo médio de R\$ 680,00 por tonelada ensacada e que o experimento atingiu uma produtividade de 16,6 t ha⁻¹, quantidade inferior ao potencial de produção da cultura (Resende *et al.*, 2016). O valor estimado da produção, em caso de comercialização da silagem, foi de R\$ 11.288,00 (Tabela 05).

Tabela 05. Comparação do custo implantação de Brachiaria consorciada e da formação de pastagem tradicional.

Modelo de produção	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Lucro Líquido (R\$)
Brachiaria consorciada	11.288,00	7.528,92	3.759,08
Brachiaria convencional	-	3.277,44	- 3.277,44

Fonte: Silva, K. F. (2024).

Com a comercialização da silagem, os custos de produção são quitados, proporcionando retorno financeiro mais rápido e disponibilidade de recursos para investimentos na pastagem, seja na aquisição de insumos adicionais ou na adoção de práticas de manejo que garantam boa produtividade da forrageira já estabelecida. Estudos semelhantes corroboram esses resultados, como o de Paziani *et al.*, (2009) e Fernandes *et al.*, (2016), que mostram que o sucesso econômico na produção de silagem está diretamente relacionado à elevada produtividade de massa verde, o que maximiza o retorno financeiro ao produtor. Além disso, análises de custo operacional apontam que a colheita e ensilagem representam a maior parcela dos custos, reforçando a importância da eficiência nesses processos para garantir a lucratividade (Schwingel *et al.*, 2014; Paziani *et al.*, 2009; Fernandes *et al.*, 2016).

Durante o mesmo intervalo, não há recebimento de dinheiro para a implementação da braquiária de maneira tradicional. Isso acontece porque, nesse cenário específico, o lucro está associado à comercialização dos animais que se alimentariam dessa pastagem. Por exemplo, em uma propriedade voltada para de recria de bovinos, o retorno financeiro só seria alcançado após um período mínimo de três a quatro meses, tempo necessário para que os animais estejam pastando e apresentem ganho de peso suficiente para venda.

Estudos indicam que a engorda de bovinos a pasto com braquiária, após a implantação, demanda esse intervalo para que o retorno da venda dos animais seja efetivo, destacando que a

rentabilidade está atrelada ao ganho de peso dos animais, e não ao manejo direto da pastagem (Schwingel *et al.*, 2014). Esse tempo de retorno é fundamental para o planejamento financeiro da propriedade, pois o investimento inicial na pastagem não gera retorno financeiro de imediato, mas o lucro deriva do processo produtivo de recria ou engorda, que depende do pasto como suporte alimentar.

No caso do sorgo em consórcio, o retorno financeiro se dá de forma muito mais rápida, além de assegurar a formação de uma pastagem bem consolidada ao final do ciclo do sorgo. A integração do sorgo com forrageiras, como a braquiária, permite múltiplos cortes para silagem e proporciona ganho contínuo de biomassa para o pastejo, otimizando o ciclo produtivo e reduzindo o tempo até o retorno financeiro. Além disso, a rebrota do sorgo contribui para a recuperação e consolidação da pastagem, como destacado por Retoré e Oliveira (2021), que evidenciaram que esse sistema possibilita maior produtividade e oferta alimentar para o gado, gerando uma produção mais eficiente e sustentável. O consórcio também contribui para a melhoria da fertilidade do solo, oferecendo ganhos ambientais e econômicos aos produtores (Sementes Santa Fé, 2024).

Os dados encontrados corroboram com pesquisas recentes que apontam a Integração Lavoura-Pecuária como alternativa economicamente viável e ambientalmente sustentável, ao mesmo tempo em que promove a recuperação das áreas degradadas a custos mais baixos. Como é o caso de produtores paulista que adotaram a técnica de ILP para melhorar a qualidade das pastagens e aumentar a taxa de lotação dos pastos, tanto em 2017 quanto em 2024 e obtiveram bons resultados (Vinholis *et al.*, 2026). Esse é um exemplo de que pastagens que são bem manejadas são mais produtivas e necessitam menores investimentos de manutenção, além de não ser necessárias medidas de reformas e recuperação de pastagens (Reis *et al.*, 2023). Assim, a técnica se mostra recomendável não apenas pelos benefícios produtivos e financeiros, mas também pela sua convergência com estudos que indicam maior eficiência no uso de recursos e menor impacto ambiental em comparação a sistemas convencionais.

5 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, conclui-se que as técnicas de ILP teve um gasto total de R\$ 7.528,92 por hectare para sua implantação. Apesar do alto custo de investimento, a técnica se pagou com a venda dos produtos gerados pelo componente agrícola, dando ao produtor uma entrada de capital mais rápida do que o método convencional. A literatura estudada também comprova seus benefícios ambientais e o presente estudo mostra que é economicamente viável apesar de ter um custo inicial considerável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. O.; ALVES, M. O.; BARBIERI, R. S. **Diagnóstico de degradação de uma pastagem por meio de geotecnologias e recomendações**. ANAIS DO XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2025, Salvador. Anais eletrônicos..., Galoá, 2025. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2025/trabalhos/diagnostico-de-degradacao-de-uma-pastagem-por-meio-de-geotecnologias-e-recomenda?lang=pt-br>> Acesso em: 12 jul. 2026.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. **Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Informações Agronômicas, n. 138, junho 2012.

BARBIERI, R. S.; TROLEIS, M. J. B.; SOUZA, P. T. de; RODRIGUES, B. H. V.; SABBAG, O. J.; MONTANARI, R. Análise técnico-econômica de sistemas de recuperação de pastagens de *Urochloa brizantha* CV. Marandu. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 41–54, 2022. DOI: 10.17765/2176-9168.2022v15n1e8380. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/8380>. Acesso em: 1 jul. 2026.

BRAGA, G. J.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A.; FERNANDES, F. D.; FONSECA, C. E. L. da; KARIA, C. T. Crescimento e valor nutritivo da cultivar forrageira BRS Sarandi (*Andropogon gayanus* Kunth). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2022. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 402, dez. 2022. ISSN 1676-918X; ISSN on-line 2176-509X.

CÂNDIDO, G. de P. **Uso da cultura do feijão guandu na produção animal: uma revisão da literatura**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Zootecnia). Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4576>. Acesso em: 26 de abril de 2026.

CARVALHO, K. R. de; GURGEL, A. L. C.; FREITAS, I. O. M. A.; VIEIRA, J. V. B.; NOVA, W. G. V.; SANTOS, J. M. dos; MARTINS, E. V. F.; SANTOS, T. A. dos; MARINHO, G. da S.; ARAÚJO, M. J. de; DIAS-SILVA, T. P. Custo de implantação de um sistema de produção de ovinos de corte à pasto no sul do Piauí. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, volume28, nº1, ano 2026. ISSN 2525-6912

CARVALHO, M. A.; FONSECA, C. E. L. da; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J.; FERNANDES, F. D.; PINHO PESSOA FILHO, M. A. de C.; MACIEL, G. A.; VERZIGNASSI, J. R.; GUSMÃO, M. R.; ANDRADE, C. M. S. **BRS Sarandi: nova cultivar de *Andropogon gayanus* para pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. Circular Técnica, 52. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/354076772_BRS_Sarandi_nova_cultivar_de_Andropogon_gayanus_para_pastagens. Acesso em: 16 set. 2025.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; KUNRATH, T. R.; FRANZLUEBBERS, A. J. **Pastagens, integração lavoura-pecuária e produção animal**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 12, p. 763–777, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; LOPES, K. S. M.; LIMA, A. E. da S. Custo da produção de silagens em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. *Revista Ceres*, v. 62, n. 1, p. 9–19, jan./fev. 2015. DOI: 10.1590/0034-737X201562010002.

DUTRA, V. F. Cajanus in. **Flora e Funga do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB82708>. Acesso em: 10 set. 2025.

FERNANDES, I. M. D. M.; CRUZ, S. S. da; PASCOALOTO, I. M.; ANDREOTTI, M.; SABBAG, O. J.; GARCIA, C. M. de P. **Análise econômica da produção de silagem de sorgo consorciado em cerrado de baixa altitude**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO (CNMS), 31., 2016. Anais [...]. Associação Brasileira de Milho e Sorgo (ABMS), 2016. Disponível em: https://www.abms.org.br/cnms2016/anais/trabalhos_por_area/cnms2016_economia.pdf. Acesso em: 27 abr. 2026.

FERNANDES, R. H.; ALMEIDA, D. P.; LIMA, D. T.; FURTINI NETO, A. E. Controle químico de doenças foliares no sorgo (*Sorghum bicolor* L.). **Anuário de Pesquisa Agricultura-Resultados**, v. 3, p. 143-153, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/H-Nascimento/publication/360365314_ANUARIO_DE_PESQUISAS_AGRICULTURA_-_RESULTADOS_2020/links/62728e16b1ad9f66c8a11a6e/ANUARIO-DE-PESQUISAS-AGRICULTURA-RESULTADOS-2020.pdf#page=143. Acesso em: 31 de mar. 2026.

FILHO, O. R.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, jan./mar. 2006.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: FUNEP, 2009.

JÚNIOR, J. G. O.; WERNER, J. P. S.; TORO, A. P. S. G.; BUENO, I. T.; ESQUERDO, L. C. D. M.; ANTUNES, J. F. G.; COUTINHO, A. C.; LAMPARELLI, R. A. C.; MAGALHÃES, P. S. G.; SHIBUYA, D. H.; JOAQUIN, L. F.; FIQUEIREDO G. K. D. A. **Verificação do potencial de sistemas de integração lavoura-pecuária na recuperação de áreas de pastagens degradadas**. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Florianópolis, 2023. p. 1858-1861. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1152988/1/PC-Verificacao-potencial-SBSR-2023.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2025.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Fertilidade de solos: adubação orgânica**. In: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 137-165. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/491728>. Acesso em: 17 set. 2025.

LAPIG. **Atlas da Pastagem**. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>. Acesso em: 03 set. 2023.

MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R. de. **Sistemas de produção em integração: alternativa para recuperação de pastagens degradadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112923>. Acesso em: 16 jul. 2025.

MOURA NETO, L. de. **Eficiência simbiótica de rizóbios em feijão guandu em casa de vegetação**. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2020. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1130593>.

MORAES, M. C. M. M.; CHEN, R. F. F.; ROSSONI, A. L.; PRADO, W. P. B. S.; REIS, J. C.; FERREIRA, D. L. **Nova perspectiva de custo de produção na agropecuária: proposta de avaliação para sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)**. XXI Congresso Brasileiro de Custos – Natal, RN, Brasil, 2014.

MOREIRA, C. D.; SALES, N. L. P.; ALVES, G. O. **Desempenho do feijão guandu (Cajanus cajan) em pastagem degradada**. In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA – CoBICET, 3., 2022, Online. Anais, 2022.

OLIVEIRA, P. P. A.; FURTADO, A. J.; ABDALLA FILHO, A. L.; BRUNO, J. F.; PERNA JÚNIOR, F.; BERNARDI, A. C. de C.; RODRIGUES, P. H. M.; NOGUEIRA, A. R. de A. **Estratégias de recuperação de pastagens degradadas para aumento do sequestro de carbono no solo, incluindo o consórcio com o feijão-guandu: resultados parciais**. EMBRAPA Pecuária Sudoeste, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1164736/estrategias-de-recuperacao-de-pastagens-degradadas-para-aumento-do-sequestro-de-carbono-no-solo-incluindo-o-consorcio-com-o-feijao-guanduresultados-parciais>. Acesso em: 10 set. 2025.

OLIVEIRA, P. P. A.; MATTA, F. P.; GODOY, R. **Consortiação com guandu na recuperação de pastagens degradadas, uma tecnologia de duplo propósito: adubação verde e pastejo consorciado diferido**. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, 2017. ISSN 1981-2086.

PAZIANI, S. D. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009, 38, 411-417. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300002>. Acesso em: 12 jul. 2025.

RESENDE, H.; RODRIGUES, J. A. S.; OLIVEIRA, J. S. e; MIRANDA, J. E. C. de; LEITE, J. L. B. **Tecnologia e custo de produção de silagem de sorgo**. Juiz de Fora : Embrapa Gado

de Leite, 2016. 13 p. (Comunicado Técnico, 81). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155446/1/Tecnologia-custo-COT-81.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2026.

REIS, J. C. dos; KAMOI, M. Y. T.; MICHETTI, M.; CORDEIRO, L. A. M. **Aspectos econômicos da recuperação de pastagens degradadas no bioma Cerrado**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 61, e263018, 2023. DOI: 10.1590/1806-9479.2022.263018. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1169351>. Acesso em: 08 jul. 2026.

RETORÉ, M.; OLIVEIRA, H. N. de. **Pesquisa sobre sorgo gigante boliviano em consórcio com braquiária e panicum visando produção de silagem e renovação de pastagens**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2021. Disponível em: <https://www.germipasto.agr.br/materias/ver/2355/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

RODRIGUES, L. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2022. 370 p.

SANS, L. M. A.; MORAIS, A. V. de C. de; GUIMARÃES, D. P. **Época de plantio de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. Comunicado Técnico, 80. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/487523>. Acesso em: 16 out. 2025.

SCHWINGEL, Marno Miguel; RICHETTI, Alceu; CECCON, Gessi. **Análise da rentabilidade de animais em pastagem de Brachiaria no outono-inverno**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/999646/1/04analisemarlon.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SEMENTES SANTA FÉ. **Plantação em consórcio: Sorgo e Braquiária conheçam seus benefícios**. 2024. Disponível em: <https://www.sementessantafe.com.br/informacoes-tecnicas/plantacao-em-consorcio-sorgo-e-brachiaria-conheca-seus-beneficios>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SILVA, P. H. da; LIMA, R. A. Fabaceae: importância ecológica do feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). **EDUCamazônia - Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, Humaitá, v. XVI, n. 1, p. 172-180, jan./jun. 2023. ISSN 2318-8766 (CD-ROM); ISSN 2358-1468.

THEODORO, G. de F.; RIBEIRO, M. M.; PACHECO, F. B. de S.; MIYAKE, A. W. Produtividade de sorgo forrageiro em função de doses de nitrogênio e manejo de corte. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, pág. e109101119401, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19401. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/19401>. Acesso em: 30 mar. 2025.

THOMAS, D.; ANDRADE, R. P.; COUTO, W.; ROCHA, C. M. C.; MOORE, P. *Andropogon gayanus* var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina: principal forage characteristics. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, p. 347-355, 1981.

TOLEDO, J. M.; OLIVEIRA, R. R.; LASCANO, C. E.; LENNÉ, J. M. **Andropogon gayanus Kunth: Uma grama para solos ácidos tropicais**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO, 1990. 381 p. (Publicação CIAT nº 90).

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; 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. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000003.

VILELA, L.; MANJABOSCO, E. A.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Integrated crop-livestock in western Bahia state: the off-season cattle model**. Circular Técnica, n. 37, Planaltina, DF, ISSN 1517-0187, março 2018.

VINHOLIS, M. de M. B.; SOUZA FILHO, H. M. de; CARRER, M. J.; SOUZA, L. A. L. de; DAVID, L. C. da S.; PAGLIUCA, L. G.; DAMASCENO, R. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em São Paulo**. In: BERNARDI, A. C. de C.; GARCIA, A. R.; PORTUGAL, J. A. B.; PEZZOPANE, J. R. M. (ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Cultivando o Futuro**. 1. ed. São Carlos, SP: Cubo Multimídia, 2026. p. 57-72. DOI: 10.4322/9786586819427-2. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1186757>. Acesso em: 08 de julho de 2026.

YOKOYAMA, L. P.; FILHO, A. V.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, I. P. e BARCELLOS, A. O. **Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, ago. 1999.