

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL-PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA –
SAPC CURSO DE AGRONOMIA

**ESTUDO DOS IMPACTOS DOS SISTEMAS ILPF NO BRASIL: COMPARAÇÃO
COM MONOCULTIVOS E PECUÁRIA**

DISCENTE: LUCAS RODRIGO DE OLIVEIRA SILVA
ORIENTADOR: Prof Dr. JOÃO ANTÔNIO GONÇALVES E SILVA

GOIÂNIA – GOIÁS
JUNHO - 2026

LUCAS RODRIGO DE OLIVEIRA SILVA

**ESTUDO DOS IMPACTOS DOS SISTEMAS ILPF NO BRASIL:
COMPARAÇÃO COM MONOCULTIVOS E PECUÁRIA**

Trabalho final apresentado e julgado como requisito para a obtenção do grau de bacharelado no curso de Agronomia do centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS.

Orientador: Prof Dr. João Antônio Gonçalves e Silva.

GOIÂNIA – GO
JUNHO - 2026

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me dar força e sabedoria ao longo dessa jornada. Ao meu professor orientador, João Antônio Gonçalves e Silva, expresso minha profunda gratidão pela dedicação, paciência e por todo o conhecimento compartilhado, sendo essencial para a realização deste trabalho.

À minha mãe, Alice de Oliveira Duro, e à minha esposa, Juliana Morais Faria, deixo um agradecimento mais que especial. Obrigado por nunca deixarem que eu desistisse, por acreditarem em mim, mesmo nos momentos mais difíceis e por sempre apoiarem meus sonhos. Essa conquista também é de vocês. A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este momento se tornasse realidade, o meu muito obrigado.

RESUMO

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a necessidade de conciliar produtividade agropecuária com sustentabilidade ambiental impulsionam a adoção de sistemas produtivos de baixa emissão de carbono. Nesse contexto, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) destaca-se como uma alternativa capaz de promover maior eficiência no uso da terra, recuperação de áreas degradadas e mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE). O presente trabalho teve como objetivo analisar os impactos dos sistemas ILPF no Brasil, comparando seu desempenho ambiental em relação aos sistemas de monocultivo e à pecuária convencional, com ênfase nas emissões de gases de efeito estufa e no sequestro de carbono. A pesquisa caracterizou-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de natureza exploratória e descritiva, realizada por meio da análise de artigos científicos, documentos técnicos, publicações da Embrapa, relatórios institucionais e materiais relacionados ao Plano ABC+. Foram considerados estudos publicados entre 2015 e 2025 que abordassem sistemas integrados de produção, sustentabilidade agropecuária e mitigação das mudanças climáticas. Os estudos analisados indicaram que os sistemas ILPF apresentam melhor desempenho ambiental quando comparados aos sistemas convencionais, favorecendo o aumento dos estoques de carbono no solo e na biomassa, além de contribuir para a redução das emissões líquidas de gases de efeito estufa. Também foram observados benefícios relacionados à recuperação de áreas degradadas, melhoria da qualidade do solo, maior eficiência no uso dos recursos naturais e diversificação da produção. Conclui-se que a ILPF representa uma estratégia sustentável para a agropecuária brasileira, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais eficientes e ambientalmente equilibrados.

Palavras-chave: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta; Gases de efeito estufa; Sequestro de carbono; Sustentabilidade agropecuária; Mudanças climáticas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Evidência e Atribuição do Aquecimento Global	2
2.2 Perfil das Emissões Brasileiras e Relevância da Agropecuária	3
2.3 Política Pública e Tecnologias de Baixa Emissão (Plano ABC+)	4
2.4 Métricas Climáticas: CO ₂ e, GWP e Comparabilidade entre Estudos	5
2.5 Potenciais de Aquecimento Global (GWP) e Horizonte Temporal	6
2.6 CO ₂ Equivalente (CO ₂ e): Utilidade e Limitações	7
2.7 Alternativas para SLCP: Warming-Equivalent / GWP	8
2.8 Fontes e Sumidouros de GEE na Agricultura: Processos-Chave	9
2.9 Óxido Nitroso (N ₂ O): Fertilização, Solo e Variabilidade	10
2.10 Sequestro/Estoque de Carbono: Conceitos e Mecanismos no Solo	11
2.11 Sequestro em Sistemas Agrícolas no Cerrado	12
2.12 Sistemas Integrados (ILP/ILPF): Definição, Desenho e Funcionamento Biofísico	13
2.13 Arranjos e Componentes (Lavoura–Pasto–Árvore)	14
2.14 Microclima e Água em Sistemas com Árvores	14
2.15 Dinâmica do Carbono em Integração Lavoura-Pecuária	15
2.16 Estoques de C e N em ILPF no Cerrado (Frações Lábeis e Estáveis)	15
2.17 Estoque de Carbono do Solo em ILPF (Evidência Regional)	16
2.18 Nitrogênio no Sistema: Fixação Biológica e Implicações para Emissões	16
2.19 Carne Carbono Neutro (CCN) como Caso Aplicado de Integração e Contabilidade	17
2.20 Comparação entre ILPF, Monocultivo e Pecuária Convencional	17
2.21 Potencial de Mitigação Climática dos Sistemas ILPF	18
2.22 Diretrizes de Acompanhamento e Certificação	18
2.23 Comunicação Técnica e Compreensão Pública	19
2.24 Regras de Padronização para a Revisão Comparativa (2015–2025)	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
4 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas tem sido associada ao aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), resultando em impactos como elevação da temperatura global, eventos climáticos extremos, secas prolongadas, enchentes e alterações nos ecossistemas. Entre as atividades que contribuem para essas emissões, destaca-se a agropecuária, especialmente em sistemas produtivos convencionais que podem favorecer a degradação do solo e o aumento da emissão de gases como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).

Nesse contexto, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) surge como uma alternativa sustentável, promovendo a integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais em uma mesma área. Esse sistema busca aumentar a eficiência do uso da terra, recuperar áreas degradadas, melhorar a produtividade e contribuir para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

No Brasil, a ILPF é considerada uma das principais tecnologias incentivadas pelo Plano ABC+, programa voltado à agricultura de baixa emissão de carbono. Além dos benefícios produtivos, a presença do componente florestal favorece o sequestro de carbono na biomassa, enquanto o manejo integrado contribui para o aumento do estoque de carbono no solo.

Para comparar os impactos ambientais entre diferentes sistemas produtivos, as emissões de CH_4 e N_2O são frequentemente convertidas em dióxido de carbono equivalente (CO_2e), permitindo a padronização dos resultados e a avaliação do balanço de carbono. Dessa forma, torna-se possível analisar de maneira mais precisa a contribuição dos sistemas integrados para a mitigação das mudanças climáticas.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos dos sistemas ILPF no Brasil, comparando-os aos sistemas de monocultivo e pecuária convencional, com foco na redução das emissões de gases de efeito estufa e na promoção da sustentabilidade agropecuária.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EVIDÊNCIA E ATRIBUIÇÃO DO AQUECIMENTO GLOBAL

As mudanças climáticas correspondem a alterações de longo prazo nos padrões climáticos da Terra, influenciando variáveis como temperatura, precipitação e ocorrência de eventos extremos. Embora variações climáticas naturais tenham ocorrido ao longo da história do planeta, estudos científicos demonstram que o aquecimento observado nas últimas décadas está diretamente relacionado às atividades humanas, principalmente à emissão de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, agropecuária e processos industriais (IPCC, 2023).

O aumento da concentração desses gases na atmosfera intensifica o efeito estufa natural, resultando na elevação da temperatura média global. Entre as principais consequências das mudanças climáticas destacam-se o aumento da frequência e intensidade de secas, enchentes, ondas de calor, tempestades severas, perda de biodiversidade e alterações nos ecossistemas terrestres e aquáticos (IPCC, 2023).

Nesse contexto, a agropecuária apresenta papel duplo, atuando tanto como fonte emissora quanto como potencial mitigadora das emissões de gases de efeito estufa. Por meio da adoção de práticas sustentáveis, é possível reduzir emissões e aumentar o sequestro de carbono, contribuindo para o enfrentamento dos desafios climáticos atuais.

2.2 PERFIL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS E RELEVÂNCIA DA AGROPECUÁRIA

No Brasil, as emissões de gases de efeito estufa apresentam características distintas das observadas em países altamente industrializados. Enquanto em diversas nações desenvolvidas as emissões estão concentradas no setor energético, no Brasil parcela significativa está relacionada às mudanças de uso da terra e às atividades agropecuárias (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2023).

Entre os principais gases emitidos pelo setor agropecuário destacam-se o metano (CH_4), proveniente principalmente da fermentação entérica dos ruminantes, e o óxido nitroso (N_2O), associado ao manejo do solo e à utilização de fertilizantes nitrogenados. Essas emissões tornam a agropecuária um setor estratégico para o cumprimento das metas climáticas nacionais e internacionais.

2.3 POLÍTICA PÚBLICA E TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO (PLANO ABC+)

Com o objetivo de promover uma agropecuária mais sustentável e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, foi criado o Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária, conhecido como Plano ABC+.

O programa incentiva a adoção de tecnologias capazes de aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais da produção agropecuária. Entre as principais práticas incentivadas estão a recuperação de pastagens degradadas, o sistema de plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio, os sistemas agroflorestais, os bioinsumos e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Além da redução das emissões, essas tecnologias contribuem para a conservação dos recursos naturais, o aumento da eficiência produtiva e a adaptação da agropecuária aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

2.4 MÉTRICAS CLIMÁTICAS: CO₂ E, GWP E COMPARABILIDADE ENTRE ESTUDOS

A avaliação dos impactos climáticos dos sistemas produtivos exige a utilização de métricas que permitam comparar diferentes gases de efeito estufa em uma mesma unidade. Para isso, utiliza-se o conceito de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), que converte os efeitos de diferentes gases em uma base comum.

Essa conversão é realizada por meio do Potencial de Aquecimento Global (GWP), indicador que mede a capacidade de cada gás em reter calor na atmosfera ao longo de determinado período. Dessa forma, torna-se possível comparar e consolidar as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

A utilização dessas métricas é fundamental para estudos ambientais, inventários de emissões e análises comparativas entre diferentes sistemas de produção, permitindo uma avaliação mais padronizada dos impactos climáticos.

2.5 POTENCIAIS DE AQUECIMENTO GLOBAL (GWP) E HORIZONTE TEMPORAL

Os gases de efeito estufa apresentam diferentes capacidades de retenção de calor na atmosfera e diferentes tempos de permanência no ambiente. Por esse motivo, foi desenvolvido o conceito de Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential – GWP), utilizado para comparar o impacto climático de diferentes gases em relação ao dióxido de carbono (CO₂).

O GWP expressa quanto calor uma determinada quantidade de gás é capaz de reter na

atmosfera durante um período específico, quando comparado ao CO₂. Essa comparação permite avaliar o efeito climático de gases como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), amplamente associados às atividades agropecuárias.

A determinação do GWP depende do horizonte temporal adotado. Os períodos mais utilizados são 20 e 100 anos, sendo o GWP100 o padrão empregado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e pela maioria dos inventários de emissões. A escolha desse horizonte influencia diretamente os resultados, uma vez que gases com menor tempo de permanência na atmosfera, como o metano, apresentam comportamento diferente dos gases de longa duração, como o dióxido de carbono.

Dessa forma, o uso do GWP permite padronizar a avaliação das emissões de gases de efeito estufa e serve como base para a conversão das emissões em dióxido de carbono equivalente (CO₂e), facilitando comparações entre diferentes sistemas produtivos e estudos científicos.

2.6 CO₂ EQUIVALENTE (CO₂e): UTILIDADE E LIMITAÇÕES

O dióxido de carbono equivalente (CO₂e) é uma unidade utilizada para comparar diferentes gases de efeito estufa em uma mesma base. Essa métrica transforma gases como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) em valores equivalentes ao dióxido de carbono (CO₂), facilitando a análise do impacto climático de cada sistema produtivo.

A principal utilidade do CO₂e é permitir a comparação entre estudos, atividades e sistemas de produção que emitem gases diferentes. Dessa forma, torna-se possível avaliar, em uma mesma unidade, as emissões provenientes da pecuária, do uso de fertilizantes, do manejo do solo e também as remoções de carbono pela vegetação e pela matéria orgânica do solo.

Apesar de sua importância, o uso do CO₂e apresenta limitações. A conversão dos gases depende da métrica adotada, como o Potencial de Aquecimento Global em 100 anos (GWP100). Essa metodologia é amplamente utilizada, mas pode simplificar o comportamento de gases de vida curta, como o metano (CH₄), que permanece menos tempo na atmosfera do que o CO₂.

Assim, embora o CO₂e seja uma ferramenta útil para padronizar resultados e facilitar comparações, sua interpretação deve ser feita com cuidado. Em estudos sobre agropecuária, especialmente envolvendo bovinos e sistemas integrados, é importante considerar que diferentes métricas podem alterar a avaliação do impacto climático real do sistema.

2.7 ALTERNATIVAS PARA SLCP: WARMING-EQUIVALENT / GWP

Devido às limitações da métrica tradicional de CO₂ equivalente para gases de vida curta,

como o metano (CH_4), foram desenvolvidas metodologias alternativas para estimar seu impacto climático. Entre elas destaca-se o GWP (Global Warming Potential Star), que busca representar de forma mais fiel os efeitos desses gases sobre a temperatura global.

Diferentemente do GWP100, que considera apenas a quantidade emitida, o GWP leva em conta a variação das emissões ao longo do tempo. Dessa forma, sistemas que reduzem suas emissões de metano podem apresentar benefícios climáticos mais expressivos do que aqueles observados pelo método convencional.

Essa abordagem tem sido utilizada principalmente em estudos relacionados à pecuária, contribuindo para avaliações mais precisas sobre o impacto climático da atividade e sobre o potencial de mitigação dos sistemas produtivos (ALLEN *et al.*, 2018; CAIN *et al.*, 2019).

2.8 FONTES E SUMIDOUROS DE GEE NA AGRICULTURA: PROCESSOS-CHAVE

A agricultura pode atuar tanto como fonte emissora quanto como sumidouro de gases de efeito estufa. As emissões estão relacionadas principalmente à fermentação entérica dos ruminantes, ao uso de fertilizantes nitrogenados, ao manejo dos dejetos animais e às alterações no uso do solo.

Por outro lado, os sistemas agrícolas também possuem capacidade de remover dióxido de carbono da atmosfera por meio da fotossíntese e armazená-lo na biomassa vegetal e na matéria orgânica do solo. Esse processo é conhecido como sequestro de carbono.

O balanço entre emissões e remoções determina o desempenho climático de cada sistema produtivo. Quanto maior a capacidade de armazenar carbono e menor a emissão de gases, mais sustentável tende a ser o sistema analisado (ASSAD *et al.*, 2019; OLIVEIRA, 2021).

2.9 ÓXIDO NITROSO (N_2O): FERTILIZAÇÃO, SOLO E VARIABILIDADE

O óxido nitroso (N_2O) é um dos gases de efeito estufa mais importantes na agricultura. Sua emissão ocorre principalmente devido aos processos microbiológicos de nitrificação e desnitrificação presentes no solo.

A quantidade emitida depende de diversos fatores, como tipo de fertilizante utilizado, dose aplicada, umidade do solo, temperatura e manejo da cultura. Por esse motivo, as emissões de N_2O podem variar significativamente entre regiões e sistemas produtivos.

Práticas como o uso racional de fertilizantes, o parcelamento das aplicações e o manejo adequado do nitrogênio contribuem para reduzir essas emissões e aumentar a eficiência

produtiva (CARVALHO *et al.*, 2018).

2.9 SEQUESTRO/ESTOQUE DE CARBONO: CONCEITOS E MECANISMOS NO SOLO

O solo é um dos maiores reservatórios de carbono do planeta. A matéria orgânica presente nele funciona como um importante estoque de carbono, contribuindo para a regulação do clima.

Quando o solo é manejado de forma inadequada, parte desse carbono é liberada para a atmosfera. Em contrapartida, práticas conservacionistas podem aumentar os estoques de carbono e melhorar a qualidade do solo. Além da contribuição para a mitigação das mudanças climáticas, o aumento da matéria orgânica favorece a retenção de água, a disponibilidade de nutrientes e a produtividade agrícola (ASSAD *et al.*, 2019; PULROLNIK *et al.*, 2020).

2.11 SEQUESTRO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS NO CERRADO

O Cerrado possui grande importância para a produção agropecuária brasileira e apresenta elevado potencial para o sequestro de carbono quando manejado adequadamente. A adoção do Sistema Plantio Direto, da rotação de culturas e do uso de plantas de cobertura contribui para aumentar o aporte de resíduos vegetais ao solo, favorecendo o acúmulo de carbono.

Estudos realizados na região demonstram que sistemas agrícolas bem manejados podem recuperar parte dos estoques de carbono perdidos ao longo do processo de ocupação agrícola, contribuindo para a sustentabilidade da produção (CARVALHO *et al.*, 2014).

2.12 SISTEMAS INTEGRADOS (ILP/ILPF): DEFINIÇÃO, DESENHO E FUNCIONAMENTO BIOFÍSICO

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) consistem na combinação planejada de atividades agrícolas, pecuárias e florestais em uma mesma área.

Esses sistemas buscam otimizar o uso dos recursos naturais, aumentar a produtividade e promover maior sustentabilidade ambiental. A interação entre culturas, pastagens e árvores favorece a ciclagem de nutrientes, melhora a qualidade do solo e contribui para o sequestro de carbono.

Além disso, os sistemas integrados apresentam maior capacidade de recuperação de áreas degradadas e melhor aproveitamento da propriedade rural (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

2.13 ARRANJOS E COMPONENTES (LAVOURA–PASTO–ÁRVORE)

Os sistemas integrados podem ser organizados em diferentes arranjos produtivos, combinando lavoura, pecuária e floresta de acordo com os objetivos da propriedade.

A escolha dos componentes depende das características da região, do sistema produtivo e dos resultados esperados pelo produtor. O planejamento adequado é fundamental para evitar competição excessiva entre as espécies e potencializar os benefícios da integração.

A diversificação proporcionada por esses arranjos favorece a estabilidade econômica e ambiental da atividade agropecuária (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

2.14 MICROCLIMA E ÁGUA EM SISTEMAS COM ÁRVORES

A presença de árvores nos sistemas integrados promove alterações positivas no microclima local. O sombreamento reduz a incidência direta da radiação solar, diminuindo a temperatura do ambiente e aumentando o conforto térmico dos animais.

Além disso, as árvores auxiliam na conservação da umidade do solo e na redução das perdas de água por evaporação. Esses efeitos tornam-se especialmente importantes em períodos de seca ou de altas temperaturas.

Dessa forma, o componente arbóreo contribui tanto para a produtividade quanto para a sustentabilidade dos sistemas integrados (PEZZOPANE *et al.*, 2015).

2.15 DINÂMICA DO CARBONO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Nos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, o carbono é constantemente incorporado ao solo por meio das raízes, resíduos vegetais e matéria orgânica produzida pelas atividades agrícolas e pecuárias.

O uso do plantio direto e da cobertura permanente do solo reduz as perdas de carbono e favorece seu armazenamento por períodos mais longos. Como resultado, esses sistemas apresentam potencial superior de conservação e recuperação da matéria orgânica quando comparados a sistemas convencionais.

Esse processo contribui para a melhoria da qualidade do solo e para a redução das

emissões líquidas de gases de efeito estufa (DENARDIN *et al.*, 2020).

2.16 ESTOQUES DE C E N EM ILPF NO CERRADO (FRAÇÕES LÁBEIS E ESTÁVEIS)

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) têm demonstrado grande potencial para aumentar os estoques de carbono e nitrogênio no solo. Esse resultado ocorre devido à maior diversidade de espécies vegetais e ao constante aporte de resíduos orgânicos provenientes das culturas agrícolas, das pastagens e das árvores.

No bioma Cerrado, onde grande parte dos solos apresenta baixa fertilidade natural, o aumento desses estoques contribui para a melhoria da qualidade do solo e para a manutenção da produtividade agrícola. Além disso, o armazenamento de carbono no sistema auxilia na mitigação das mudanças climáticas por meio da redução da concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera.

Estudos realizados na região demonstram que sistemas integrados tendem a apresentar maiores estoques de carbono e nitrogênio quando comparados a sistemas convencionais de monocultivo ou pecuária extensiva.

2.17 ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM ILPF (EVIDÊNCIA REGIONAL)

O estoque de carbono do solo é um dos principais indicadores utilizados para avaliar a sustentabilidade de sistemas agrícolas. Quanto maior a quantidade de carbono armazenada, melhor tende a ser a qualidade física, química e biológica do solo. Nos sistemas ILPF, a presença simultânea de culturas agrícolas, pastagens e árvores favorece o acúmulo de matéria orgânica, aumentando gradualmente os estoques de carbono. Esse processo ocorre devido ao maior desenvolvimento radicular das plantas e ao constante aporte de resíduos vegetais.

Além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, o aumento do carbono no solo favorece a retenção de água, reduz processos erosivos e melhora a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

2.18 NITROGÊNIO NO SISTEMA: FIXAÇÃO BIOLÓGICA E IMPLICAÇÕES PARA EMISSÕES

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento das plantas e para a produtividade agrícola. Nos sistemas integrados, sua dinâmica é influenciada pela interação entre culturas agrícolas, pastagens, árvores e atividade biológica do solo.

A presença de espécies capazes de realizar fixação biológica de nitrogênio contribui para aumentar a disponibilidade desse nutriente, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos. Além disso, a ciclagem de nutrientes promovida pelos diferentes componentes do sistema favorece uma utilização mais eficiente do nitrogênio disponível.

O manejo adequado desse nutriente é fundamental para aumentar a produtividade e reduzir as perdas para o ambiente, especialmente na forma de óxido nitroso (N₂O), um importante gás de efeito estufa

2.19 CARNE CARBONO NEUTRO (CCN)" COMO CASO APLICADO DE INTEGRAÇÃO E CONTABILIDADE

A Carne Carbono Neutro (CCN) é um protocolo desenvolvido pela Embrapa com o objetivo de certificar sistemas de produção pecuária capazes de compensar as emissões de gases de efeito estufa por meio do sequestro de carbono realizado pelas árvores presentes no sistema.

Nesse modelo, a emissão de gases gerada pelos animais é compensada pelo carbono capturado e armazenado na biomassa florestal, resultando em um balanço climático mais favorável. Dessa forma, a produção pecuária pode reduzir significativamente seu impacto ambiental sem comprometer a produtividade.

Além dos benefícios relacionados à mitigação das mudanças climáticas, os sistemas certificados como Carne Carbono Neutro também proporcionam melhorias no bem-estar animal, na conservação do solo e na diversificação da renda do produtor rural.

2.20 COMPARAÇÃO ENTRE ILPF, MONOCULTIVO E PECUÁRIA CONVENCIONAL

A comparação entre sistemas produtivos permite avaliar de forma mais clara os benefícios ambientais proporcionados pela Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Em sistemas convencionais de monocultivo, a baixa diversidade de espécies reduz a ciclagem de nutrientes e limita o potencial de sequestro de carbono.

Na pecuária convencional, especialmente quando conduzida em áreas degradadas, observa-se menor eficiência no uso dos recursos naturais e menor capacidade de armazenamento de carbono. Em contrapartida, os sistemas ILPF promovem maior equilíbrio entre produção e conservação ambiental.

A integração entre lavoura, pecuária e floresta contribui para aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do solo e ampliar o potencial de mitigação das emissões de gases de efeito

estufa, tornando-se uma alternativa sustentável para a agropecuária brasileira.

2.21 POTENCIAL DE MITIGAÇÃO CLIMÁTICA DOS SISTEMAS ILPF

A mitigação das mudanças climáticas consiste na adoção de práticas capazes de reduzir as emissões de gases de efeito estufa ou aumentar sua remoção da atmosfera. Nesse contexto, os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) destacam-se por combinar produção agropecuária com conservação ambiental.

A presença do componente arbóreo favorece o sequestro de carbono na biomassa, enquanto o manejo integrado contribui para a recuperação de áreas degradadas e para o aumento dos estoques de carbono no solo. Além disso, a diversificação produtiva proporciona maior eficiência no uso da terra e reduz a necessidade de expansão agrícola sobre áreas naturais.

Diversos estudos demonstram que os sistemas ILPF apresentam potencial para reduzir as emissões líquidas de gases de efeito estufa quando comparados aos sistemas convencionais de monocultivo e pecuária extensiva. Dessa forma, a ILPF é considerada uma das principais tecnologias de agricultura de baixa emissão de carbono incentivadas pelo Plano ABC+.

2.22 DIRETRIZES DE ACOMPANHAMENTO E CERTIFICAÇÃO

Apesar dos benefícios ambientais e produtivos, a adoção dos sistemas ILPF ainda enfrenta desafios relacionados ao custo inicial de implantação, à necessidade de assistência técnica especializada e ao acesso a crédito rural.

Outro fator importante é a necessidade de capacitação dos produtores para o manejo adequado dos diferentes componentes do sistema. Como a integração envolve atividades agrícolas, pecuárias e florestais, seu planejamento exige maior conhecimento técnico quando comparado aos sistemas convencionais.

Entretanto, o crescente interesse por práticas sustentáveis, aliado às políticas públicas de incentivo à agricultura de baixa emissão de carbono, tem favorecido a expansão desses sistemas em diversas regiões do Brasil.

2.23 COMUNICAÇÃO TÉCNICA E COMPREENSÃO PÚBLICA

A divulgação de informações relacionadas à sustentabilidade na agropecuária tem se tornado cada vez mais importante diante das discussões sobre mudanças climáticas e segurança alimentar. Nesse contexto, conceitos como sequestro de carbono, emissões de gases de efeito

estufa e neutralidade de carbono precisam ser apresentados de forma clara para produtores rurais, consumidores e formuladores de políticas públicas.

No caso dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), a comunicação técnica busca demonstrar como a integração entre atividades agrícolas, pecuárias e florestais pode contribuir para a redução dos impactos ambientais da produção agropecuária. A presença do componente arbóreo favorece o armazenamento de carbono na biomassa e no solo, além de proporcionar benefícios relacionados à conservação dos recursos naturais.

Além dos aspectos climáticos, a literatura destaca outras vantagens associadas aos sistemas integrados, como a melhoria do bem-estar animal, o aumento da produtividade e a diversificação das fontes de renda do produtor. Dessa forma, a comunicação adequada dessas informações contribui para ampliar a compreensão pública sobre o potencial dos sistemas ILPF como estratégia de desenvolvimento sustentável para a agropecuária brasileira.

2.24 REGRAS DE PADRONIZAÇÃO PARA A REVISÃO COMPARATIVA (2015–2025)

Os estudos sobre emissões de gases de efeito estufa e sequestro de carbono em sistemas agropecuários apresentam diferenças metodológicas relacionadas às condições ambientais, aos sistemas produtivos avaliados e às formas de mensuração utilizadas pelos pesquisadores. Essas variações podem dificultar a comparação direta dos resultados encontrados na literatura.

Diante disso, nesta revisão bibliográfica, buscou-se analisar os resultados apresentados pelos autores considerando suas principais conclusões e tendências observadas. A comparação entre os trabalhos foi realizada de forma qualitativa, destacando os aspectos relacionados às emissões de gases de efeito estufa, ao potencial de sequestro de carbono e aos benefícios ambientais dos sistemas estudados.

A adoção dessa abordagem permitiu identificar padrões recorrentes na literatura científica, especialmente quanto ao desempenho dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em comparação aos monocultivos e à pecuária convencional. Dessa forma, foi possível reunir evidências que auxiliam na compreensão do papel dos sistemas integrados na mitigação das mudanças climáticas e na promoção de uma produção agropecuária mais sustentável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa. O estudo teve como objetivo reunir, analisar e discutir informações científicas relacionadas aos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), com foco em seus impactos ambientais e em sua contribuição para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa no contexto da agropecuária brasileira.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio da consulta a artigos científicos, livros, documentos técnicos, relatórios institucionais e publicações oficiais disponíveis em bases de dados e repositórios de referência. Entre as principais fontes consultadas destacam-se Google Acadêmico, SciELO, Portal de Periódicos CAPES, publicações da Embrapa, documentos do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), além de relatórios do Observatório do Clima e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Para a busca dos materiais foram utilizados descritores relacionados ao tema, tais como: “Integração Lavoura-Pecuária-Floresta”, “ILPF”, “mudanças climáticas”, “gases de efeito estufa”, “sequestro de carbono”, “sustentabilidade”, “pecuária de baixa emissão de carbono”, “Plano ABC+” e “Carne Carbono Neutro”. Os termos foram empregados de forma isolada e combinada, buscando ampliar a abrangência e a relevância dos resultados encontrados.

Foram priorizadas publicações nacionais e internacionais disponibilizadas entre os anos de 2015 e 2025, período marcado pela ampliação das pesquisas relacionadas à agricultura de baixa emissão de carbono e pela consolidação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade no setor agropecuário. Também foram incluídos estudos clássicos considerados relevantes para a compreensão dos conceitos fundamentais abordados no trabalho.

Após a seleção dos materiais, realizou-se a leitura e análise crítica do conteúdo, buscando identificar informações relacionadas às emissões de gases de efeito estufa, ao potencial de sequestro de carbono, aos benefícios ambientais dos sistemas integrados e às diferenças observadas em comparação aos sistemas de monocultivo e pecuária convencional.

A organização dos dados permitiu a construção de uma análise comparativa baseada nas evidências disponíveis na literatura científica, possibilitando compreender as contribuições dos sistemas ILPF para a sustentabilidade da produção agropecuária e para o enfrentamento das mudanças climáticas.

4 CONCLUSÃO

Com base na literatura analisada, conclui-se que os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) apresentam vantagens ambientais em relação aos sistemas de monocultivo e à pecuária convencional. Os estudos revisados demonstram que a integração entre lavoura, pecuária e floresta contribui para o aumento do sequestro de carbono, melhoria da qualidade do solo, uso mais eficiente dos recursos naturais e redução dos impactos ambientais da atividade agropecuária.

Também foi observado que a presença do componente arbóreo desempenha papel importante na mitigação das emissões de gases de efeito estufa, além de proporcionar benefícios adicionais, como conforto térmico para os animais e diversificação da produção rural.

Embora existam diferenças metodológicas entre os estudos analisados, as evidências apontam que os sistemas ILPF representam uma alternativa sustentável para a agropecuária brasileira, alinhando produtividade e conservação ambiental.

Dessa forma, conclui-se que a adoção dos sistemas ILPF pode contribuir significativamente para a redução dos impactos das mudanças climáticas e para o desenvolvimento de uma produção agropecuária mais sustentável, especialmente no contexto das metas estabelecidas pelo Plano ABC+.

REFERÊNCIAS

ALLEN, M. R. *et al.* A solution to the misrepresentation of CO₂-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation. **Nature Climate Change**, v. 8, p. 546–551, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325552323_A_solution_to_the_misrepresentation_of_CO2-equivalent_emissions_of_short-lived_climate_pollutants_under_ambitious_mitigation. Acesso em: 24 nov. 2025.

ALMEIDA, R. G. de *et al.* **Carne Carbono Neutro**: diretrizes para acompanhamento e certificação. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2020. (Documentos, 276). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1123566>. Acesso em: 24 nov. 2025.

ALVES, B. J. R. *et al.* **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2015. 28 p. (Documentos, 210). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1056155/1/Carnecarbononeutro1.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2025.

ASSAD, E. D. *et al.* Sequestro de carbono e mitigação de gases de efeito estufa. In: PIRES, F. R. (Ed.). **Sistemas de produção agropecuária e mudanças climáticas**. Brasília: Embrapa, 2019. Cap. 11. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1112696/1/PLSequestroCarbonoAssad.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030**: Plano ABC+. Brasília: MAPA/DEPROS, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/publicacoes/final-isbn-plano-setorial-para-adaptacao-a-mudanca-do-clima-e-baixa-emissao-de-carbono-na-agropecuaria-compactado.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CAIN, M. *et al.* Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. **npj Climate and Atmospheric Science**, v. 2, n. 29, 2019. Disponível

em: <https://www.nature.com/articles/s41612-019-0086-4>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CARVALHO, A. M. de *et al.* **Sequestro de carbono em sistemas de produção de grãos no Cerrado da Bahia**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2014. (Comunicado Técnico, 182).

Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124377/1/5316.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2026.

CARVALHO, M. da C. S. *et al.* **Impacto do manejo da adubação nitrogenada sobre a emissão de óxido nitroso em sistemas agrícolas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 52). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1090610/1/CNPAF2018bpd52.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2025.

DENARDIN, J. E. *et al.* **Dinâmica do carbono em sistemas de integração lavoura-pecuária**.

Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/254690/1/29675.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2025.

EMBRAPA. **Carne Carbono Neutro**: o que é, como funciona e por que é importante.

Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2021. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1123567/1/Gibi-CCN-1a-tiragem-final-em-alta.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2025.

GHG PROTOCOL. **Global Warming Potential Values**. [S.l.]: Greenhouse Gas Protocol, 2024. Disponível em: https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf. Acesso em: 08 dez. 2025.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C. Nitrogen fixation with soybean: the perfect symbiosis? In: BRUIJN, F. J. de (Ed.). **Biological Nitrogen Fixation**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015. v. 2, cap. 100, p. 1009-1023.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/294394909_Nitrogen_Fixation_with_Soybean_The_Perfect_Symbiosis. Acesso em: 05 dez. 2025.

IPCC. **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 18 dez. 2025.

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Para apoio na elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), foi utilizada a ferramenta de inteligência artificial ChatGPT, desenvolvida pela OpenAI. O recurso foi empregado como apoio na organização de ideias, esclarecimento de conceitos, revisão textual e estruturação do trabalho. Todo o conteúdo foi analisado, revisado e adaptado pelo autor, sendo de sua exclusiva responsabilidade e em conformidade com as normas da UniGoiás