

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E A**  
**NEUTRALIZAÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA**

Acadêmico: Débora Caixeta de Souza  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Viana Filho

**Goiânia – Goiás**  
**2021**



**DÉBORA CAIXETA DE SOUZA**



**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E A  
NEUTRALIZAÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Zootecnista, junto Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Viana Filho

**Goiânia – GO**

**2021**



**DÉBORA CAIXETA DE SOUZA**



## **SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA- FLORESTA E A NEUTRALIZAÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca avaliadora em 13/12/2021 para conclusão da disciplina de ZOO1017 TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

Conceito final obtido pelo aluno: \_\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Antônio Viana Filho  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhaes  
PUC-GO

---

Prof. Dr. Roberto de Camargo Wascheck  
PUC-GO

Dedico este trabalho de conclusão de curso aos meus pais, pois sem eles meu sonho de ser zootecnista não se concretizaria. Dedico também a meu namorado, que desde o primeiro dia de graduação foi o meu melhor amigo e parceiro. Por fim, dedico aos meus amigos, familiares e os colegas de graduação pelo apoio e auxílios durante esses anos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por atender as minhas preces em todas as vezes que pedi forças para continuar nessa caminhada.

Agradeço aos meus pais Paulo Francisco de Souza e Kátia Caixeta de Faria por sempre me guiarem pelo caminho da bondade e do respeito.

Agradeço aos meus irmãos João Paulo, Sara e Thais pelo companheirismo e amizade.

Agradeço ao meu namorado, Danilo Cândido Rodrigues, por ser a minha calma nos momentos mais difíceis e por nunca desistir de mim.

Agradeço a minha amiga Itala Luana, por me ajudar com tudo que ela podia desde que nos conhecemos.

Agradeço ao professor orientador Antônio Viana Filho, por ter sido muito compreensivo com as situações enfrentadas e por sempre me ajudar com tudo que pôde.

“Tecnologia que gera ganho de produtividade, bem-estar animal e desenvolvimento sustentável. Isso é trabalho do zootecnista.”

Sistema CFMV/CRMVs, 2018

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>x</b>
<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Importância dos Sistemas de integração para sustentabilidade da agropecuária .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Gases de efeito estufa .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 O sistema de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Neutralização dos GEEs pelo ILPF ao meio ambiente .....</b>	<b>12</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>16</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>17</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>21</b>

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1- Novilhas nelore desfrutam da sombra de eucaliptos em experimento de ILPF na Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop-MT. ....	4
Figura 2- Início da implantação do ILPF com o plantio de soja. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO .....	8
Figura 3- Eucalipto em fase de crescimento. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO .....	9
Figura 4- Colheita da soja e plantio do milho e braquiária, em consórcio. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO .....	9
Figura 5- Milho em consórcio com a braquiária. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO .....	10
Figura 6- Pastagem e componente florestal prontos para a inserção da pecuária. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO .....	11
Figura 7- Esquema do ciclo de etapas realizado na Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO .....	11



**LISTA DE TABELA**

Tabela 1- Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Agropecuária em relação aos subsetores, no Brasil em 2020.....	7
---	---

## RESUMO

O presente estudo tem como principal foco o sistema de integração-lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e as principais tecnologias que são utilizadas para a neutralização de gases de efeito estufa (GEEs). O objetivo geral é de fato identificar as principais tecnologias desenvolvidas que podem reduzir a emissão dos GEEs ao serem aplicadas nos sistemas de integração da agricultura. Para tanto, define-se a importância dos sistemas integrados para a sustentabilidade da agropecuária; conceitua-se os sistemas de integração desenvolvidos pela Embrapa; conceitua-se o sistema ILPF, como ocorre a implantação e cita-se os principais benefícios; por último para responder o problema de pesquisa relaciona-se a neutralização ou redução dos gases de efeito estufa ao ILPF e outras tecnologias. Abordar o ILPF, sobretudo o benefício de neutralizar os GEEs, é relevante por serem uma temática muito discutida por ambientalistas e por conferências em preocupação com as mudanças climáticas. O presente estudo consiste em pesquisa aplicada de caráter descritivo e os resultados são apresentados de forma qualitativa, a partir de coleta de informações em periódicos, revistas e livros. E, a partir da condução do processo de pesquisa, foi possível concluir que o sequestro de carbono, fixação de nitrogênio, pastagens mais nutritivas, redução da formação de metano, suplementação com carboidratos não-fibrosos e antecipação do ciclo de produção nos sistemas produtivos são capazes de neutralizar ou reduzir os gases de efeito estufa.

Palavras-chave: fixação de nitrogênio, GEE, ILPF, sequestro de carbono.

## 1. INTRODUÇÃO

A agropecuária é a atividade econômica que ocupa a maior extensão territorial do país, equivale a 30,9% da área total brasileira (MAPBIOMAS,2021). No âmbito pecuarista, em 2020, o Brasil se tornou o maior exportador de carne bovina, com 2,2 milhões de toneladas e teve o maior rebanho do mundo, com 217 milhões de cabeças (ARAGÃO; CONTINI, 2021). Atualmente esses dados são positivos, mas durante muitos anos, a pecuária extensiva brasileira desmatou as florestas, degradou as pastagens, teve baixos índices produtivos e emitiu gases poluentes.

Durante a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26) que ocorreu em novembro de 2021 na Escócia, pesquisadores da Embrapa mostraram estudos do sistema de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), armazenadores de toneladas de carbono, auxiliando na mitigação de gases de efeito estufa. Além disso, o Brasil e outros 30 países assinaram o Compromisso Global de Metano que visa reduzir as emissões do potente gás de efeito estufa metano em 30% até 2030 (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL,2021).

Diante do cenário de pressão para evitar as mudanças climáticas, se fez necessário a implantação de sistemas mais sustentáveis. BALBINO *et al.* (2011a) afirmam que por mais que os sistemas de produção atuais mostrem avanços positivos no agronegócio e na economia do País, ainda enfrentam muitos desafios para atingir o desenvolvimento sustentável.

BALBINO *et al.* (2011a) descreveram ainda que o desenvolvimento agrícola sustentável deve presar pela conservação de biodiversidade e serviços ambientais, conservar e melhorar a qualidade do solo e da água, reduzir a contaminação do meio ambiente e do homem, controle ecológico de insetos-pragas, doenças e ervas daninhas, manejo dos recursos e ecossistemas afim de reduzir a pressão do ser humano, e por fim se adequar às exigências do mercado. Além desses fatores, o desenvolvimento sustentável ajuda a reduzir a emissão de gases poluentes ao meio ambiente.

Por ainda não ser totalmente sustentável, em 2020, a agropecuária contribuiu com 26% das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e ao considerar as outras emissões do país, como mudança do uso da terra, o país passou a ser o quinto maior emissor de GEEs do mundo (MAPBIOMAS,2021). Esses dados demonstram a

necessidade da ampliação de sistemas sustentáveis e tecnologias que promovam a melhoria do meio ambiente. Dessa forma, os sistemas de integração vêm ganhando popularidade no agronegócio.

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura, que visa identificar as principais tecnologias de redução ou neutralização dos Gases de Efeito Estufa e sua relação com a ILPF ao meio ambiente.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância dos sistemas de integração para sustentabilidade da agropecuária

Na década de 1980, a Embrapa desenvolveu as seguintes tecnologias para a produção sustentável: os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril, Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola, Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril.

Segundo BALBINO *et al.* (2011a) os sistemas de integração podem ser classificados e definidos em quatro grandes grupos distintos de produção:

a – Integração lavoura- pecuária (ILP) ou Agropastoril: sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos;

b- Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou silvipastoril: sistema de produção que integra o componente pecuário (pastagem e animal) e o componente floresta em consórcio;

c- Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou silviagrícola: sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes);

d – Integração Lavoura-Pecuária- Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril: sistema de produção que integra os componentes agrícolas, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão na mesma área.

Discutir sobre o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e a neutralização dos Gases de Efeito Estufa (GEE) é justificado pelo fato de que, nos últimos 20 anos, os sistemas ILPF ganharam visibilidade e reconhecimento por serem capazes de promover, de forma sustentável, a intensificação do uso do solo e a diversificação da produção em uma mesma área, atendendo a demanda internacional e nacional por alimentos e produtos advindos da silvicultura. Ocasionalmente um notável incremento da área Agrossilvipastoril saltando de menos de 2 milhões para cerca 16 milhões de hectare, afirma SKORUPA (2021).

Além disso, de acordo com o REDEILPF ([s.d.]), alguns dos benefícios e consequências do sistema ILPF é a possibilidade de reduzir os impactos negativos ao meio ambiente, através da utilização eficiente dos recursos (água, luz, nutrientes e capital), ciclagem dos nutrientes no solo como o acúmulo de carbono e biomassa, e sequestro dos gases poluentes, também conhecido por neutralização dos gases de efeito estufa (GEEs). A figura 1 ilustra os animais no sistema de ILPF.



Figura 1- Novilhas nelore desfrutam da sombra de eucaliptos em experimento de ILPF na Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop-MT.

Fonte: Imagem por FARIA, Gabriel Rezende,2020.

## 2.2 Gases de efeito estufa

Atualmente as temáticas acerca do efeito estufa e os gases de efeito estufa são discutidos como causadores diretos das mudanças climáticas mundiais. No entanto, nos primórdios de sua função, o efeito estufa se refere à retenção de parte da radiação solar e pelo controle de temperatura do ambiente.

Para ASSAD *et al.* (2015), o efeito estufa é um fenômeno natural que inicia quando a radiação solar incidente aquece a superfície terrestre e parte dela é refletida em calor para a atmosfera. A radiação transformada em calor é bloqueada pelos gases de efeito estufa (GEEs), proporcionando a manutenção da temperatura ideal para a vida na Terra. Porém, quando há um desequilíbrio nesse processo, pelo crescimento da quantidade de gases de efeito estufa, a retenção de calor aumenta e podem surgir consequências negativas ao planeta (ASSAD *et al.*,2015).

Efeito estufa de acordo com a definição feita pelo DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS (2020, [s.p.]) “é o aumento da temperatura do ar provocada pelo acúmulo de cristais de dióxido de carbono e de vapor de água na alta atmosfera, esse acúmulo de cristais na atmosfera impede que o calor da Terra saia e se propague”.

Já a organização WWF ([s.d.]) define o Efeito estufa como uma camada que retém parte da radiação solar incidente e cobre a superfície terrestre, composta principalmente por gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e vapor d'água. “É um fenômeno natural fundamental para manutenção da vida na Terra, pois sem ela o planeta poderia se tornar muito frio, inviabilizando a sobrevivência de diversas espécies” finaliza WWF ([s.d]).

Mesmo sendo um fenômeno natural e totalmente benéfico à vida terrestre, o efeito estufa é intensificado pela crescente liberação e retenção de gases poluentes, levando ao aumento da temperatura média global. Também definido por aquecimento global, é responsável por eventos climáticos extremos como secas e chuvas intensas, inundações, furacões, derretimento de geleiras e aumento do nível do mar (ASSAD *et al.*,2015). O aumento desses fenômenos climáticos traz grandes impactos para nações subdesenvolvidas e comunidades.

Dessa forma, o WWF, ([s.d]) cita quais são “as principais atividades humanas que causam o aquecimento global e conseqüentemente as mudanças climáticas são: a queima de combustíveis fósseis (derivados do petróleo, carvão mineral e gás natural) para geração de energia, atividades industriais e transportes; conversão do uso do solo; agropecuária; descarte de resíduos sólidos (lixo) e desmatamento.”

Depois de identificadas as atividades que mais produzem os gases de efeito estufa, é necessário conhecê-los e quantificá-los. Os principais GEEs presentes na atmosfera são o gás carbônico ou dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ). Geralmente, as fontes de dados apresentam os inventários de emissão em carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ ), na métrica GWP (potencial de aquecimento global) e segundo os fatores do mais recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o AR5, sendo representados por  $\text{CO}_2\text{e}$  GWP-AR5.

Para melhor definir, o dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ ) é referente ao potencial de aquecimento global de cada gás. Além disso, é a equivalência do quanto de  $\text{CO}_2$  seria emitido se todos os GEEs fossem emitidos como esse gás. Por exemplo,

o potencial de aquecimento global do gás metano ( $\text{CH}_4$ ) é 21 vezes maior do que o potencial do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Então, dizemos que o dióxido de carbono equivalente do metano é igual a 21 (IPAM AMAZÔNIA, 2015).

“O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) é uma iniciativa do Observatório do Clima que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil” (SEEG,2019). O SEEG Brasil é um sistema que disponibiliza, para consulta pública, os dados dos cinco setores mais produtores de GEE: agropecuária, mudanças de uso da terra, energia, processos industriais e resíduos.

Em 2020, o Brasil se tornou o quinto maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) do mundo ao atingir 2,16 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ( $\text{Gt CO}_2\text{e}$ ). Sendo 998 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ( $\text{Mt CO}_2\text{e}$ ) advindos das mudanças de uso do solo e 577  $\text{Mt CO}_2\text{e}$  da agropecuária (SEEG,2021).

As emissões por mudança de uso do solo e o desmatamento possuem maior contribuição nesse valor, pois o corte das árvores, queimadas e a oxidação da matéria orgânica, liberam o carbono estocados durante o processo de fotossíntese (REIS,2018).

Já as emissões da agropecuária são advindas da fermentação entérica, que é a emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ) pelos herbívoros ruminantes; solos manejados, provenientes do incremento de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ) por fertilizantes e pelas excretas dos animais em pastagem; manejo de dejetos de animais; cultivo de arroz; queima de resíduos agrícolas (SEEG,2021). Os dados de emissões do ano de 2020 são representados na Tabela 1.

Diante disso, o foco de pesquisa desse trabalho está no agronegócio e especificamente na criação de tecnologias para produção animal e vegetal que possam reduzir ou neutralizar parte dos gases de efeito estufa. O sistema de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta é considerada uma dessas tecnologias por ser um sistema sustentável que proporciona benefícios físicos, químicos e biológicos ao solo, além de melhorar a biodiversidade e sustentabilidade da agropecuária (DE SOUSA JÚNIOR *et al.*, 2021).



Tabela 1- Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Agropecuária em relação aos subsetores, no Brasil em 2020.

AGROPECUÁRIA	Mt CO <sub>2</sub> e GWP-AR5	PERCENTUAL
Fermentação entérica	373	64,6
Solos manejados	166	28,8
Manejo dejetos animais	27	4,7
Cultivo do arroz	10	1,8
Queima de resíduos	0,4	0,1
<b>TOTAL</b>	<b>577</b>	<b>100</b>

Fonte: SEEG/OC, Coleção 9.0- Nov/2021.

### 2.3 O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

“O cenário de degradação dos solos induziu o meio científico a buscar sistemas produtivos sustentáveis, para harmonizar o aumento de produtividade vegetal e animal, com a preservação de recursos naturais” (BALBINO *et al.*, 2011b). Desse modo, ao incluir o componente arbóreo na integração lavoura-pecuária (IPL), foi criada a Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) que é uma estratégia de produção sustentável integradora da agricultura, pecuária e floresta dentro de uma mesma área. Pode ser feita em cultivo consorciado, em sucessão ou em rotação, de forma que haja sinergia entre todas as atividades, ou seja, benefício mútuo entre si (BALBINO *et al.*, 2011a).

Dentre os sistemas de integração, o ILPF por meio do componente florestal apresenta a possibilidade de plantio de árvores nativas, recuperação de áreas ambientais e produção comercial de madeira, fibras, alimentos, bioenergia e produtos florestais não madeireiros tais como látex e resinas (GOVERNO DO BRASIL, 2021).

Para adotar o projeto ILPF, deve-se atentar á alguns requisitos básicos, aos objetivos e infraestrutura disponíveis pelo produtor, ou seja, as características da propriedade como bioma, relevo, clima, solo com boa drenagem e favoráveis à produção de grão, localização adequada para facilitar o escoamento da safra e chegada de insumos, disponibilidade de assistência técnica e mão-de-obra na região e, por fim, recursos financeiros próprios ou acesso a crédito (REDE ILPF, [s.d.]). Nesse projeto é definido o que será realizado em cada etapa do ciclo produtivo.

A primeira etapa geralmente é o plantio de leguminosas, pois produzem grande quantidade de biomassa (matéria orgânica), promovem ciclagem de

nutrientes, sequestram carbono e fixam nitrogênio no solo através do sistema radicular servindo como adubação verde após a colheita (ESPINDOLA *et al.*,2004). Dessa forma, o processo de recuperação do solo se inicia.

A palhada advinda da colheita da lavoura de grãos funciona como proteção da matéria orgânica do solo, para a implantação da cultura adjacente, em sistema de plantio direto (SPD) (BUNGENSTAB, 2012). O componente lavoura pode restringir-se à fase inicial de implantação do componente florestal ou fazer parte do sistema por vários anos (BALBINO *et al.*, 2011b).

PACHECO *et al.* (2016) descreveram como ocorre a implantação do ILPF na Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO. O processo se inicia com o plantio e colheita da soja de ciclo curto (Figura 2).



Figura 2- Início da implantação do ILPF com o plantio de soja. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO.

Fonte: PACHECO *et al.* (2016).

A próxima etapa é a implantação do componente florestal, o mais usado em ILPF é o eucalipto por seu crescimento rápido e facilidade de comercialização. As mudas devem ser plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos para facilitar o trânsito de máquinas e para que, no futuro, o sombreamento não atrapalhe o crescimento da pastagem ou lavoura (figura 3) (PACHECO *et al.*, 2016).



Figura 3- Eucalipto em fase de crescimento. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO.

Fonte: PACHECO *et al.* (2016).

Enquanto o componente florestal cresce, é iniciado o segundo plantio de soja de ciclo curto e a sua colheita (Figura 4).



Figura 4- Colheita da soja e plantio do milho e braquiária, em consórcio. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO.

Fonte: PACHECO *et al.* (2016).

Logo após a colheita da segunda safra da soja é a inserção da pastagem, as mais utilizadas são as braquiárias, nesse caso em consórcio com milho (Figura 5) (PACHECO *et al.*, 2016).



Figura 5- Milho em consórcio com a braquiária. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO.

Fonte: PACHECO *et al.* (2016).

Próxima etapa é a colheita do milho e em 2 meses o pasto estará pronto para a inclusão do rebanho, já que nesse momento as árvores já estarão com 8 metros de altura (Figura 6), de modo que o rebanho não apresente risco às árvores (PACHECO *et al.*, 2016).



Figura 6- Pastagem e componente florestal prontos para a inserção da pecuária. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO.  
Fonte: PACHECO *et al.* (2016).

A figura 7 esquematiza o Ciclo de ILPF realizado na Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO.



Figura 7- Esquema do ciclo de etapas realizado na Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada-GO.  
Fonte: PACHECO *et al.* (2016).

Enfim, a execução perfeita do projeto de ILPF causam ótimos benefícios e vantagens ao produtor e meio ambiente. REDE ILPF ([s.d]) cita alguns dos principais benefícios do sistema ILPF:

Possibilidade de aplicação em propriedades rurais de todos os tamanhos e perfis; melhoria das características produtivas do solo por agregar matéria orgânica, melhorar a cobertura e ciclagem de nutrientes do solo; aumento da produção de grãos, carne, leite, produtos madeireiros e não madeireiros em uma mesma área causando estabilidade econômica ao produtor e redução da sazonalidade; maior eficiência de utilização de recursos naturais como água, luz, nutrientes e capital; melhoria do bem-estar animal em decorrência do conforto térmico e melhor ambiência; mitigação das emissões de gases causadores do efeito estufa pelo sequestro de gás carbônico.

Dentre os benefícios citados anteriormente, a mitigação das emissões dos gases de efeito estufa é um fator crucial para o meio ambiente e para a melhoria do aquecimento global.

Os ILPFs com manejo adequado das culturas e pastagens, podem proporcionar substanciais aumentos na produção, principalmente quando ocorre recuperação de áreas degradadas ou pouco produtivas. Igualmente, esses sistemas permitem reduzir a idade de abate dos animais, que com dietas apropriadas, reduzem a emissão de metano por unidade de produto, contribuindo dessa forma, para mitigar a emissão de gases de efeito estufa na agropecuária, afirma NUSSIO *et al.* (2013).

#### **2. 4 Neutralização dos GEE pelo ILPF ao meio ambiente**

De acordo com ASSAD *et al.* (2015), mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) se refere a toda ação humana com objetivo de reduzir as emissões, aumentar os sumidouros (sequestro, neutralização, remoções) e, por fim, minimizar os efeitos dos GEEs no sistema climático e meio ambiente.

Em 2020, 639 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalentes (Mt CO<sub>2</sub>e) foram removidos da emissão total de 2,16 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Gt CO<sub>2</sub>e), no Brasil (SEEG,2021). Parte desse valor de remoções de GEEs advém de práticas mitigadoras do agronegócio.

O Plano ABC e ABC+ (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) fazem parte do compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), assumido pelo Brasil na 15ª Conferência das Partes (COP15), em 2009. Esse plano tem o foco em sete programas, dentre esses a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta tem ligação direta e indireta na conclusão de cinco programas. São eles: recuperação de pastagens degradadas, Sistema Plantio Direto (SPD), fixação biológica de nitrogênio, florestas plantadas e o ILPF em si (MAPA, 2012).

No sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, o componente vegetal (pastagem, cultura de leguminosas e árvores), no processo de fotossíntese, são capazes de capturar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), transformar em oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e fixar o carbono nas folhas, raízes e caule. O sequestro de carbono pelo acúmulo de biomassa florestal, forrageira e matéria orgânica é compensada pela emissão de metano dos bovinos, resultando na neutralização dos Gases de Efeito Estufa (ASSAD *et al.*, 2015).

Um recente estudo realizado pela Minerva Foods e Imaflora, monitorou 25 fazendas fornecedoras de gado à Minerva, entre elas uma fazenda colombiana obteve as “emissões 45% abaixo da média mundial como resultado de estratégias que visam a melhorar as pastagens com sistemas rotacionados e com suplementação estratégica”, destacam Minerva e Imaflora, em nota. “Além disso, espécies de árvores nativas da área têm sido conservadas para contribuir com o equilíbrio dentro da fazenda (PIVA,2021)”. Esses dados provam que é possível reduzir os gases de efeito estufa a partir do manejo correto das pastagens, suplementação e utilização de árvores na propriedade.

Ademais, de acordo com RODRIGUES *et al.* (2017), o acúmulo de matéria orgânica no solo e o crescimento da quantidade de biomassa, possibilita maior produtividade de pastagem, nutrição e eficiência para a pecuária, auxiliando no efeito mitigador das emissões de metano entérico pelo rebanho.

Sabe-se que a principal fonte de metano ( $\text{CH}_4$ ) da bovinocultura brasileira é a fermentação entérica dos animais. A produção do gás metano ( $\text{CH}_4$ ) é um processo natural da fermentação dos carboidratos fibrosos (hemicelulose e celulose) e auxilia na remoção do excesso de hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) do rúmen. Sem a remoção do hidrogênio o processo de fermentação seria inibido levando ao colapso do processo de digestão. Desta forma, quanto maior for a quantidade de fibra na dieta e pior a sua qualidade, maior será a produção de  $\text{CH}_4$  (COTTLE *et al.*, 2011).

“Estudos com ruminantes demonstram que a emissão de metano depende da quantidade de alimento ingerido e da qualidade da dieta, sendo que, geralmente, dietas com elevada digestibilidade proporcionam maior consumo com menor emissão de metano por unidade de alimento ingerido do que dietas de baixa qualidade” (PEDREIRA *et al.*,2004; OLIVEIRA *et al.*, 2007 *apud* ALMEIDA; MEDEIROS,2013). Carboidratos não-fibrosos como amido e açúcares, contidos em altas concentrações nos alimentos energéticos provocam a queda de metano devido a redução de H<sub>2</sub> no rúmen (utilizados pelos microrganismos produtores de metano) (MACHADO *et al.* 2011).

Além disso, estudos estão sendo realizados com o uso de aditivos como ionóforos, probióticos, óleos e gorduras (FRANCO; RIBEIRO,2009) a fim de demonstrar se esses modificadores ruminais podem reduzir a emissão de metano a partir da melhora do padrão de fermentação ruminal (ALMEIDA; MEDEIROS, 2013).

A empresa holandesa DSM desenvolveu um aditivo a base de 3-nitrooxipropanol que foi capaz de reduzir 20% a 35% das emissões de metano advindas do gado leiteiro. “A agência também revelou que o produto é seguro para os animais e para os consumidores” (LOPES, 2021).

São inúmeras estratégias de redução de GEE via manipulação dietéticas, mas algumas podem trazer custos extras e uma diminuição de GEE baixa, o que dificulta a inclusão na dieta dos ruminantes, dessa forma deve-se considerar outras formas de mitigação como o aumento da efetividade produtiva, seleção de animais mais eficientes e a mudança no uso do solo (CHIZZOTTI *et al.* 2011).

Outro fator importante é o tempo de vida do bovino em sistemas de produção, quanto mais ele viver se alimentando de dietas pobres, mais ele emitirá metano. Então, se a pastagem e a suplementação forem de qualidade e nutritiva, mais rápido o bovino chegará ao peso de abate, aumentando a eficiência de produção e reduzindo a emissão de metano por animal (BERNDT,2012). BERNDT,2012 complementa que também é importante “adotar um manejo adequado para os dejetos, reduzindo a emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, utilizando, por exemplo, biodigestores”.

Sistemas pastoris com 250 a 350 árvores de eucalipto/ha, para corte aos oito a doze anos de idade, são capazes de produzir 25 m<sup>3</sup> /ha/ano de madeira (OFUGI *et al.*, 2008), o que corresponde a um sequestro anual de cerca de 18 t/ha de CO<sub>2</sub> eq. Este valor equivaleria à neutralização da emissão de GEEs de cerca de 12 bovinos



adultos/ha/ ano. Considerando que a taxa de lotação média das pastagens brasileiras é de 1,2 animal/ha, fica evidente a relevância desses sistemas na remoção de GEEs da atmosfera e na melhoria das condições ambientais de sistemas pecuários (ALMEIDA; MEDEIROS,2013).

A neutralização dos gases de efeito estufa acontece quando as emissões de GEEs são compensadas por algum fator presente no sistema de produção.

Diante de todas as informações apresentadas até aqui, é possível notar que o manejo de pastagem, manejo nutricional suplementar, efetividade produtiva dos animais e o componente florestal são tecnologias que no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta podem se completar e intensificar a neutralização dos gases de efeito estufa.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado ao longo do artigo, pode-se reafirmar a importância do Sistema de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta para o meio ambiente, visto que um dos principais benefícios destacados na produção sustentável é a redução dos gases de efeito estufa.

Os sistemas de ILPF são capazes de reduzir os GEE a partir do componente vegetal, manejo correto das pastagens e manejo alimentar com suplementação de dietas que auxiliam na redução de metano.

O componente vegetal (plantação de leguminosas, pastagens produtivas e florestas) são responsáveis pelo sequestro de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), fixação de nitrogênio e aumento da matéria orgânica no solo. Dessa forma, as pastagens ficam mais nutritivas e ao acrescentar, na dieta dos bovinos, nutrientes que reduzem a metanogênese (formação de  $\text{CH}_4$ ) acontece a redução da liberação de metano pelos ruminantes.

Além disso, a melhoria da eficiência do rebanho pelo encurtamento da cadeia produtiva, resulta na redução de GEEs por unidade de produto.

Dessa forma, para futuras pesquisas acerca do tema, sugerem-se abordagens que considerem todas as tecnologias mitigadoras em apenas um sistema de produção, dessa forma será possível manter a produção de alimentos e reduzir as emissões de gases poluentes advindos da agropecuária.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G. de; MEDEIROS, S. R. de. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 10 ANOS DE PESQUISA, 2013, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande, MS: SAF's : Embrapa Gado de Corte, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1011100>. Acesso em: 17 de nov. 2021.

ARAGÃO, Adalberto; CONTINI, Elisio. O agro no Brasil e no mundo: Uma síntese do período de 2000 a 2020. Embrapa. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf/41e20155-5cd9-f4ad-7119-945e147396cb>. Acesso em: 15 nov. 2021.

ASSAD, Eduardo Delgado et al. Potencial de mitigação da emissão de gases de efeito estufa por meio da adoção da estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta. Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1023603/1/9000033ebookpdf.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2021.

BALBINO, Luiz Carlos et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, 2011b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>. Acesso em: 19 out. 2021.

BALBINO, Luiz Carlos et al. Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta: Reference document crop-livestock-forestry integration. 2 ed. Brasília, DF, 2011a. 127 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/923530/1/balbino01.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.

BERNDT, Alexandre. Mitigação da produção de metano em ruminantes por meio da alimentação. Embrapa Pecuária Sudeste, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71257/1/PROCI-2012.00179.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.

BUNGENSTAB, Davi José. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2 ed. Brasília, DF. Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/938814/sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-a-producao-sustentavel>. Acesso em: 22 out. 2021.

COTTLE, D. J.; NOLAN, J. V.; WIEDEMANN, S. G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. Animal Production Science, v. 51, n. 6, p. 491-514, 2011.

DE SOUSA JÚNIOR, José Carlos et al. Sistemas Integrados de Produção Agropecuária: análise descritiva das ações desenvolvidas por instituições

governamentais no Estado de Goiás. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 11, p. e228101119414-e228101119414, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19414>. Acesso em: 21 nov. 2021.

DICIO: dicionário online de português. [s.p.]. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/efeito-estufa/>. Acesso em: 18 nov. 2021.

EFICIÊNCIA da produção de bovinos e o impacto ambiental da pecuária de corte: Estratégias de Mitigação de GEE na produção de bovinos. In: CHIZZOTTI, Mário Luiz et al. VII SIMPEC: VII Simpósio de Pecuária de Corte. 14 p. 2011.

ESPINDOLA, J A.A Azevedo; ALMEIDA, D. L; GUERRA, J. G.M. Documentos 174: Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica. Embrapa, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/32095/1/doc174.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2021.

FRANCO, G. L.; RIBEIRO, S. S. Redução da emissão dos gases de efeito estufa pelos ruminantes. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 6, 2009, Campo Grande. Anais... Campo Grande: UFMS, 2009. p.1-20. 1 CD-ROM.

GOVERNO DO BRASIL. Agropecuária: Plano ABC+ tem metas para reduzir a emissão de gases de efeito estufa na agropecuária. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/10/plano-abc-tem-metas-para-reduzir-a-emissao-de-gases-de-efeito-estufa-na-agropecuaria>. Acesso em: 29 nov. 2021.

IPAM AMAZÔNIA. CO2 equivalente (CO2e). IPAM Amazônia, 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/glossario/co2-equivalente-co2e/>. Acesso em: 4 nov. 2021.

LOPES, Guilherme. Ração que reduz emissões de metano do gado é aprovada na Europa: O aditivo pode ser o primeiro a chegar ao mercado. *Revista Oeste*, 19 nov. 2021. Disponível em: <https://revistaoeste.com/agronegocio/racao-que-reduz-emissoes-de-metano-do-gado-e-aprovada-na-europa/>. Acesso em: 17 dez. 2021.

MACHADO, F.S. et al. Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Embrapa Gado de Leite Documentos, 147. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. 92p. Disponível em: Livro físico.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília- DF. 1ed 173p. 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2021.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Observatório para impulsionar redução nas emissões de metano é lançado. Nações Unidas Brasil. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/156667-observatorio-para-impulsionar-reducao-nas-emissoes-de-metano-e-lancado>. Acesso em: 26 nov. 2021.

OFUGI, C.; MAGALHÃES, L. L.; MELIDO, R. C. N.; SILVEIRA, V. P. Integração lavoura-pecuária (ILPF), sistemas agroflorestais (SAFs). In: TRECENTI, R. et al. (Ed.). Integração lavoura-pecuária-silvicultura: boletim técnico. Brasília: MAPA/SDC, 2008. p.20-25.

PACHECO, A. R. et al. Uma década de inovação tecnológica em integração lavoura-pecuária-floresta na Fazenda Boa Vereda. Embrapa Florestas-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1063936>. Acesso em: 20 nov. 2021.

PIVA, Artur. Estudo mostra que fazendas de gado podem sequestrar carbono: As reduções de emissões ficaram entre 11% e 69%, em comparação com a média global. Revista Oeste, 08 nov. 2021. Disponível em: <https://revistaoeste.com/agronegocio/estudo-mostra-que-fazendas-de-gado-podem-sequestrar-carbono/>. Acesso em: 17 dez. 2021.

PROJETO MAPBIOMAS. Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Coleção 6. 2021. Disponível em: [https://mapbiomas.org/infograficos-1?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/infograficos-1?cama_set_language=pt-BR). Acesso em: 10 nov. 2021.

PROJETO MAPBIOMAS. Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Coleção 6. 2021. Disponível em: Opção Qualidade de Pastagem da plataforma da coleção 6 do MapBiomass. Acesso em: 10 nov. 2021.

REDE ILPF. Benefícios do ILPF. Rede ILPF. [s.d.]. Disponível em: <https://www.redeilpf.org.br/index.php/rede-ilpf/beneficios-da-ilpf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

REDE ILPF. Como adotar ILPF. Rede ILPF. [s.d.]. Disponível em: <https://www.redeilpf.org.br/index.php/como-adotar/produtor>. Acesso em: 15 nov. 2021.

REIS, R.A., CARDOSO, A.S., DELEVATTI, L.M., LEITE, R.G., SINISCALCHI, D., RUGGIERI, A.C. Eficiência na produção de bovinos e o impacto ambiental da atividade pecuária. pp. 7-15. In: Anais das Palestras/ IV Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado: Eficiência produtiva e impacto ambiental na produção de ruminantes. Gilberto de Lima Macedo Júnior, Simone Pedro da Silva (Coordenadores). Uberlândia: UFU, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325793516>. Acesso em: 29 nov. 2021.

RODRIGUES, Geraldo Stachetti et al. Documentos 110: Avaliação de Impactos Ambientais de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta Conforme Contexto de Adoção. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP, 2017. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160581/1/2017DC01.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.


SEEG. O que é o SEEG? SEEG Brasil. 2019. Disponível em: <https://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg#>. Acesso em: 22 out. 2021.

SEEG/OC. Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (CO<sub>2</sub>e GWP) no Brasil em 2020. Coleção 9.0, 2021. Disponível em: <http://seeg.eco.br/infografico>. Acesso em: 22 out. 2021.

SKORUPA, Ladislau. A integração lavoura-pecuária-floresta está revolucionando a agropecuária do Brasil. Revista Globo Rural. 2021. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Opiniao/Vozes-do-Agro/noticia/2021/06/integracao-lavoura-pecuaria-floresta-esta-revolucionando-agropecuaria-do-brasil.html>. Acesso em: 10 nov. 2021.

WWF. As Mudanças Climáticas. WWF Brasil, [s.d.]. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/clima/mudancas\\_climaticas2/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/). Acesso em: 11 nov. 2021.

## APÊNDICE



**PUC  
GOIÁS**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO  
INSTITUCIONAL  
Av. Universitária, 1069 | Setor Universitário  
Caixa Postal 86 | CEP 74605-010  
Goiânia | Goiás | Brasil  
Fone: (62) 3946.3081 ou 3089 | Fax: (62) 3946.3080  
www.pucgoias.edu.br | prodin@pucgoias.edu.br

**RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE**

**ANEXO I**

APÊNDICE ao TCC

**Termo de autorização de publicação de produção acadêmica**

O(A) estudante: Débora Caixeta de Souza do Curso de Zootecnia, matrícula 20171002700110, telefone: (62) 981790371 e-mail: deboracaixetas@outlook.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e a neutralização de Gases de Efeito Estufa, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 16/12/2021.

Assinatura do(s) autor(es): *Débora Caixeta de Souza*

Nome completo do autor: Débora Caixeta de Souza

Assinatura do professor-orientador: *Antonio Viana Filho*

Nome completo do professor-orientador: ANTONIO VIANA FILHO

1