

**Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNESP Campus Jaboticabal**

Eduardo Fernandes Júnior

**Pegada de carbono e uso da terra da produção de bovinos em
sistemas produtivos extensivo, intensivo e orgânico**

Jaboticabal

2019

Eduardo Fernandes Júnior

**Pegada de carbono e uso da terra da produção de bovinos em
sistemas produtivos extensivo, intensivo e orgânico**

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
como exigência parcial para obtenção do
grau de Mestre em Administração.

Área de Concentração: Gestão de
Organizações Agroindustriais

Orientadora: Profa. Dra. Andreia Marize Rodrigues Rodrigues

Cooorientador: Prof. Dr. Abmael da Silva Cardoso

Jaboticabal

2019

F363p

Fernandes Júnior, Eduardo

Pegada de carbono e uso da terra da produção de bovinos em sistemas produtivos extensivo, intensivo e orgânico / Eduardo Fernandes Júnior. -- Jaboticabal, 2019

107 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Andreia Marize Rodrigues

Coorientador: Abmael da Silva Cardoso

1. Avaliação do ciclo de vida. 2. Criação orgânica. 3. Sistema Extensivo. 4. Sistema Intensivo. 5. bovinocultura. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PEGADA DE CARBONO E USO DA TERRA DA PRODUÇÃO DE BOVINOS
EM SISTEMAS PRODUTIVOS EXTENSIVO, INTENSIVO E ORGÂNICO

AUTOR: EDUARDO FERNANDES JÚNIOR

ORIENTADORA: ANDREIA MARIZE RODRIGUES

COORDENADOR: ABMAEL DA SILVA CARDOSO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ADMINISTRAÇÃO,
especialidade: Gestão de Organizações Agroindustriais pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. ANDREIA MARIZE RODRIGUES

Departamento de Economia, Administração e Educação / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. RONDINELI PAVEZZI BARBERO (Videoconferência)

Departamento de Produção Animal / Universidade Federal Rural - Rio de Janeiro/RJ

Prof. Dr. OTAVIO JOSE DE OLIVEIRA (Videoconferência)

Departamento de Engenharia de Produção / FEG / UNESP - Guaratinguetá

Jaboticabal, 19 de agosto de 2019

Dedicatória

Dedico esse trabalho a minha família que sempre esteve ao meu lado, me dando todo suporte, pessoal, psicológico, as vezes financeiro, minha capacitação de base social e cultural que permitiram entrar na Faculdade de que tanto tenho orgulho, a FCAV, e posteriormente retornar em busca do título de Mestre, lhes devo a vida, o caráter, e tudo que tenho conquistado apoiado nessa grande base que são vocês, Família, amo vocês.

Agradeço ao maior de todos, Deus, inigualável e fonte de toda minha fé, fé na vida, no aprendizado, no amor e de que penso que seguindo e zelando por ter sempre você junto de mim, me guiando, sendo onisciente e onipresente, sentido da vida.

Ofereço a minha gratidão também a minha noiva, Amanda Cerqueira, pelas ajudas nos momentos difíceis, pelo reconhecimento, por estar ao longo dessa jornada de formação que tem tantos altos e baixos, não permitindo que eu perdesse o foco e continuasse sempre em busca desse sonho, por estar ao meu lado nas conquistas, nas quedas e nos auxílios na volta por cima, te amo.

A minha Orientadora, Dra. Andréia Marize, pela parceria, pela atenção, pelo zelo, apesar da relação aluno e professor, as vezes esbarrar em discussões, nós resolvemos, e além de uma excelente professora, uma amiga, uma pessoa ímpar, que permitiu meu desenvolvimento na graduação e que pude reencontrar na pós, sempre pronta a ajudar, serei eternamente grato, de coração meu muito obrigado, lhe devo muito, e cresci após esse contato com a Dra, tanto no lado pessoal, humano, quanto no profissional, me fez entender que nem tudo é como eu quero, espero, que tudo tem sua hora, administrar a vida, os anseios, ansiedades, por isso, vai além da gratidão, é uma dívida como pessoa, a você Dra., meu muito, muito, muito obrigado.

Agradeço também ao Prof. Dr Abmael da Silva Cardoso, grande especialista na área, que dedicou seu tempo e conhecimento em minha co-orientação, e encima da hora, serei eternamente grato, por nos ajudar ao norte dessa dissertação, em busca de um título que vai além do papel, um título de vida que carregarei para sempre, meu muito obrigado e eterna gratidão.

Agradecimentos

Agradeço à minha empresa pela disponibilidade de me liberar a essa jornada de capacitação que foi o programa de Mestrado de 2 anos, no qual permitiram livre acesso a idas e vindas desse processo, e saibam que esse título vai além do papel e tentarei usar de todo conhecimento adquirido ao longo do curso para meu dia-a-dia, e meu crescimento pessoal e profissional, ser usado a Modertech Assistência Técnica e Reforma CNC Ltda., leva-la ao seu crescimento exponencial e torna-la com a magnitude que ela deve ter.

Meus sinceros agradecimentos a todos os professores doutores do programa de pós graduação da FCAV Unesp Jaboticabal, por todas as aulas, palestras, e por tudo que fizeram por mim e nós como turma, em termos de capacitação pessoal e profissional, meu muito obrigado.

Agradeço ao Governo Estadual pela manutenção da integridade e da imagem da Unesp que tanto tenho orgulho de ser graduado e agora vislumbrando a título de Mestre em Administração, por esse ensino de primeiro mundo.

Epígrafe

“A persistência é o caminho do êxito”. Charles Chaplin

“Minha energia é o desafio,
minha motivação é o impossível,
e é por isso que eu preciso
ser, à força e a esmo, inabalável”

Augusto Branco

“O Homem é do tamanho dos seus sonhos” T. Hobbes

Resumo

Objetivo: O objetivo geral deste trabalho consiste em realizar um estudo comparativo dos impactos ambientais em sistemas intensivo, extensivo, orgânico da produção de bovinos de corte no Brasil Central a partir da ferramenta de Análise do Ciclo de Vida (ACV).

Metodologia/Procedimentos de Pesquisa: A pesquisa classifica-se como de abordagem quantitativa, utilizando de ferramentas padronizadas, e baseada em cálculos mediante planilha eletrônica. Quanto à sua natureza pode ser descrita como de natureza aplicada, com objetivos definidos que remetem à pesquisa exploratória e descritiva. O procedimento aplicado foi de pesquisa de referencial bibliográfico e posterior aplicação em cenários prototípicos. A ACV segue as normas preconizadas pela ISO 14040 e os cálculos através das equações propostas, pelo IPCC, sendo posteriormente calculados em planilha eletrônica.

Resultados e Discussões: Mensurar os impactos ambientais nos diferentes sistemas produtivos da bovinocultura: extensivo, intensivo e orgânico, quantificando os gases do GEE e uso da terra mediante os resultados alcançados, e verificar quais dos sistemas é o menos impactante ao meio ambiente, em termos de produtividade comparativamente.

Implicações Gerenciais: Os resultados a serem obtidos com a pesquisa podem auxiliar na tomada de decisão no processo de escolha do sistema a ser escolhido levando em consideração o aspecto da gestão ambiental, e possíveis diretrizes e normas futuras com relação a leis ambientais que possam atingir o setor.

Conclusões e Limitações da Pesquisa: O sistema de produção de bovinos de forma orgânica resulta em menor impacto ambiental considerando a categoria de impacto pegada de carbono. Porém, necessita de maior área para produção. A baixa disponibilidade de dados realísticos dos sistemas de produção constitui-se em uma limitação da pesquisa.

Originalidade: A originalidade da pesquisa está relacionada a baixa presença de estudos de ACV que tenham explorado a criação de gado orgânica no Brasil, comparando com as emissões de sistemas mais comuns, extensivo e intensivo.

Palavras-chaves: ACV, Pegada de carbono, uso da terra, gado, sistema intensivo, sistema extensivo, criação orgânico.

Abstract

Purpose: The general objective of this work is to perform a comparative study of environmental impacts in intensive, extensive, organic systems using the Life Cycle Analysis (LCA) tool.

Design/methodology: The research is classified as a quantitative approach, using standardized tools, and based on spreadsheet calculations. Its nature can be described as applied nature, with defined objectives that refer to the exploratory and descriptive research. The procedure applied was to search for bibliographic references and later to place them in prototypical scenarios. The ACV follows the standards recommended by ISO 14040 and the quantum application of the proposed formulas, by the IPCC, and are then calculated in a spreadsheet.

Findings and Discussions: Measure the environmental impacts in the different productive systems of cattle breeding: extensive, intensive and organic, quantifying GHG and land use using the results achieved, and verify which of the systems is the least impacting the environment in terms of productivity comparatively.

Management Implication: The results to be obtained with the research can help in decision to making in the process of choosing the system to be chosen taking into consideration the aspect of environmental management, and possible future guidelines and norms regarding environmental laws that can reach the sector.

Conclusion and Research limitations: The organic production system of cattle results in a lower environmental impact considering the category of carbon footprint. However, it needs more area for production. The low availability of realistic production system data is a limitation of the research.**Originality:** The originality of the research is related to the low presence of LCA studies that have explored organic cattle breeding in Brazil, comparing with the most common, extensive and intensive systems emissions.

Keywords: LCA, Carbon footprint, land scape, livestock, intensive system, extensive system, organic farming.

Lista de Abreviaturas

- ABCV**- Associação Brasileira de Ciclo de Vida
- ABNT**-Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABPO**- Associação Brasileira de Pecuária Orgânica
- ACV**- Análise do ciclo de Vida
- APP**- Área de Preservação Permanente
- ASPRANOR**-Associação Brasileira de Produtores de Animais Orgânicos
- CH₄**- Gás Metano
- CO₂**- Dióxido de Carbono
- GA**- Gestão Ambiental
- GCSV**-Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde
- GRI**- Global Reporting Initiative
- ISO**- International Organization for standardization
- IBD**- Instituto Biodinâmico
- IBGE**-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IFOAM**- Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica
- INPE**- Instituto Nacional de Pesquisa e Estatística
- MAPA**-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- NDC**- Contribuições Nacionalmente Determinadas
- N₂O**-Óxido nitroso
- OAC**-Organismos de Avaliação da Conformidade
- P&D**- Pesquisa e Desenvolvimento
- SGA**- Sistema de Gestão Ambiental
- SIOSRG**- Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica
- USDA/NPO**- Departamento de Agricultura dos Estados Unidos/Programa Nacional Orgânico

Lista de Figuras

Figura 1 - Representação de uma ACV do berço ao túmulo.....	44
Figura 2 - Etapas de um estudo de Análise de Ciclo de vida	45
Figura 3 – Etapas da pesquisa.	61
Figura 4 - Entradas e Saídas do processo produtivo.....	68
Figura 5 - Produção Arrobas por hectare.....	74

Lista de Quadros

Quadro 1 - Pontos fortes e fracos do sistema orgânico	34
Quadro 2 - Características da Pecuária Orgânica	36
Quadro 3 - Relação entre emissões diretas e indiretas de GEE durante a pecuária	48
Quadro 4 - Mitigações dos GEE - Pegada de Carbono	59

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Entradas e Saídas Anuais dos Sistemas de produção Extensivo, Intensivo e Orgânico	65
Tabela 2 - Ciclo de vida de produção de bovinos de corte	67
Tabela 3 - Fatores de emissões diretas de CH ₄ e N ₂ O	70
Tabela 4 - Fatores de emissão de CO ₂ para os insumos utilizados na fazenda desde a produção até a entrega	70
Tabela 5 - Fatores de Emissão para insumos utilizados dentro de uma fazenda de produção de bovinos de corte.....	71
Tabela 6 - Insumos utilizados dentro de uma fazenda de produção de bovinos de corte	71
Tabela 7 - Número de animais abatidos, peso de carcaças e produção de carcaças para os Sistemas EXT, INT e ORG	72
Tabela 8 - Área útil e uso da terra para a produção animal dos sistemas avaliados	73
Tabela 9 - Emissão de CO ₂ (kg CO ₂ /rebanho/ano).....	76
Tabela 10 - Emissões de CH ₄ por cenário e fase	78
Tabela 11 - Emissão de N ₂ O em cada fase (kg de N ₂ O) e kg de CO ₂ eq.	80
Tabela 12 - Emissão de CO ₂ por cenário.....	81
Tabela 13 - CO ₂ eq. total por cenário	82
Tabela 14 - Pegada de Carbono	82
Tabela 15 - Área ocupada por cada rebanho nos três cenários.....	85
Tabela 16 - Uso da Terra para cada sistema	85
Tabela 17 - Composição de Rebanho e Produção Carcaça por cenários.....	88

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	16
1.2 Justificativas.....	16
1.3 Estrutura do trabalho	20
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 Pecuária de corte no Brasil.....	21
2.2 Pecuária Orgânica	25
2.2.1 Carne Orgânica	28
2.3 Produção de bovinos de corte	29
2.3.1 Gado de corte	29
2.4 Sistema de produção de bovinos de corte	31
2.4.1 Sistema Extensivo.....	32
2.4.2 Sistema Intensivo	33
2.4.3 Sistema Orgânico	33
2.5 Gestão Ambiental na pecuária	38
2.5.1 SGA (Sistema de Gestão Ambiental)	40
2.6 ACV: Análise do Ciclo de Vida	42
2.6.1 Nascimento ao abate (Cradle-to-grave)	46
2.6.2 Berço a porteira (Cradle-to-gate)	46
2.6.3 Portão ao portão (Gate-to-gate)	46
2.7 Análise de Ciclo de vida na Pecuária.....	47
2.8 Gases do Efeito Estufa provenientes da Pecuária e uso da terra.....	48
2.8.1 Metano (CH ₄).....	51
2.8.2 Óxido Nitroso (N ₂ O).....	52
2.8.3 Dióxido de Carbono (CO ₂)	52
2.9 Mitigação dos Gases do GEE e Pegada de Carbono.....	53

3. MATERIAS E MÉTODOS	61
3.1 Definição do objetivo e escopo.....	62
3.2 Unidade funcional e alocação	66
3.3 Limites do sistema	66
3.4 Inventário do ciclo de vida.....	68
3.4.1 Cálculo das emissões	69
3.4.2 Cálculo da produção de carcaça.....	72
3.4.3 Cálculo do uso da terra	72
3.5 Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV)	73
4. RESULTADOS.....	75
4.1 Pegada de Carbono.....	75
4.1.1 Emissões de CO ₂	75
4.2 Emissões de CH ₄	77
4.3 Emissões de N ₂ O	79
4.4 Emissão de CO ₂ fóssil.....	81
4.5 Total de CO ₂ eq. por cenário e Resultado da Pegada de Carbono	82
4.1.7 Uso da Terra.....	84
4.6 Produção de Carcaça.....	86
4.7 Implicações praticas do trabalho.....	89
4.7.1 Implicações Gerenciais	89
4.7.2 Âmbito Ambiental	90
4.7.3 Âmbito Produtivo	90
4.7.4 Âmbito da Gestão Ambiental	91
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
REFERÊNCIAS	94
GLOSSÁRIO	105

1. INTRODUÇÃO

A expressão econômica da pecuária é mundialmente reconhecida. Embora nas últimas décadas outras atividades tenham contribuído com maiores percentuais na economia, a produção animal se destaca pela expressiva participação social e política, sobretudo em países em desenvolvimento (EMBRAPA, 2009; FAO, 2011, RUGGIERI; CARDOSO, 2017). Esta relevância econômica se deve principalmente à crescente necessidade de maior produção de alimentos, fruto do crescimento acelerado da população mundial, sendo que a Organização das Nações Unidas estima que até o ano de 2050 a população chegue a 9,6 bilhões de habitantes, torna-se necessário o aumento da produção de alimentos e, mais especificamente, de carne, principal fonte de proteína para a humanidade (ONU, 2015; BORDONAL et al., 2018).

Pesquisas realizadas trimestralmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) geram dados para realização das estatísticas relacionadas à produção de bovinos de corte com abrangência geográfica nacional. Neste sentido, estima-se o total de cabeças abatidas e o peso total das carcaças. Segundo relatório disponibilizado no segundo semestre de 2018 pelo órgão de pesquisa e estatística, no mês de junho o total de carcaças de bovinos abatidas, em toneladas, foi de 698.554, uma variação 9,5% maior quando comparado com o mesmo mês do ano de 2017. A porcentagem de aumento entre os trimestres de 2017 e 2018 foi sempre positiva no primeiro semestre, com exceção ao mês de maio. Tal fato demonstra o potencial de produção de gado de corte em campos brasileiros, ressaltando a importância dessa atividade na economia no país (IBGE, 2018).

O sistema de produção na bovinocultura de corte é organizado de acordo com o ciclo de vida do animal, dos ciclos vegetais e das estratégias de criação do produtor. As principais fases podem ser divididas em cria, recria e engorda, estando envolvidos os períodos de cobertura, desmama, fase entre desmama e terminação e engorda dos animais. A última fase, relacionada à engorda, pode ser realizada com os animais confinados ou a pasto (QUADROS, 2005; EMBRAPA, 2007), dependendo da estação do ano, da disponibilidade de pasto (intensivo, extensivo e semiextensivo) e do tempo pretendido para o abate. Entretanto, faz-se relevante destacar que o manejo aplicado pelo produtor é capaz de surtir maiores efeitos e variáveis do que o tipo de sistema de produção (ALVES, 2007; YAN et al., 2011).

Dentre os sistemas de produção, a pecuária é dita extensiva quando o gado é criado solto e se alimenta somente de pastagens, sendo tal sistema praticado em todo o país (EMBRAPA, 2005; REVISTA AGROPECUÁRIA, 2018). Neste sistema de produção o

bovino pode ser terminado em confinamento ou utilizando suplementos, o que pode auferir uma maior produtividade (CARDOSO, 2012, CARDOSO et al., 2016).

Já a pecuária dita intensiva caracteriza-se pelo uso de insumos tais como suplementos, minerais, adubação de pastagens e controle zootécnico do rebanho. No sistema intensivo o bovino pode ser terminado em confinamento ou utilizando suplementos. No entanto, neste caso a maior produtividade pode ser alcançada pelo uso de mão de obra especializada, seja para controle ou monitoramento constante do gado (CARDOSO, 2012).

O sistema orgânico, por sua vez, é semelhante ao extensivo, onde o gado alimenta-se da pastagem. No entanto, neste sistema não é permitido o uso de agrotóxicos no solo, medicamentos químicos e hormônios sintéticos. Além disso, prioriza-se a utilização dos recursos naturais e considera aspectos éticos nas relações sociais internas da propriedade e no trato com os animais, este sistema também pode ser utilizado o método intensivo de produção em alguma das fases do ciclo de vida (FIGUEIREDO; SOARES, 2012).

Por outro lado, têm-se a dualidade entre produção pecuária e meio ambiente, visto que toda atividade humana é potencial geradora de impactos ambientais (IPCC, 2007). Dentre os principais impactos ambientais associados a esta atividade estão a alteração da biodiversidade, o desmatamento e a intensidade de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) expressa em CO₂ equivalentes (pegada de carbono) (EMBRAPA, 2018). Balbino et al. (2011) cita que os efeitos em sinergia entre a pecuária e o meio ambiente compreendem a adequação às normas ambientais e à viabilidade econômica da atividade. As interferências antrópicas mediante potencialização por necessidade de alimento acabam acelerando impactos ambientais, como as mudanças climáticas, por exemplo. No longo prazo, as consequências destes impactos poderão afetar cadeias produtivas do agronegócio, sendo importantes soluções para minimizá-los com vistas à redução dos efeitos em cadeias produtivas, como a da carne, por exemplo (MATIAS; AZEVEDO; MALAFAIA, 2014)

No entanto, os impactos ambientais da produção pecuária são distintos de acordo com o sistema de produção adotado. O sistema de produção extensivo, por exemplo, demanda uma maior quantidade de terra para a produção de carne, gerando pressão sobre a biodiversidade e áreas de floresta. Já no sistema intensivo, nota-se a utilização de elevadas quantidades de combustíveis fósseis que, por conseguinte, contribui para uma maior emissão de GEE. No sistema orgânico, por sua vez, o abate de animais com idade avançada leva a um aumento na produção de metano (CH₄) (RUGGIERI, CARDOSO, 2017; SEEG, 2018).

Neste sentido, algumas pesquisas têm sido realizadas visando avaliar os impactos ambientais e a sustentabilidade de atividades agropecuárias em diferentes países, mediante a

utilização de diferentes ferramentas (HAAS; WETTERICH; KÖPKE, 2001; OGINO et al., 2004; CASEY; HOLDEN, 2006; MONTEIRO, 2009; NEMECEK et al., 2016; NGUYEN et al., 2010; PRIMAVESI et al., 2012; SÉO et al., 2016). Uma das possíveis ferramentas de análise ambiental têm-se a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), desenvolvida e aprimorada desde o início da década de 1990 para avaliação de sistemas industriais e, mais recentemente, tem sido aplicada para sistemas agrícolas e agroalimentares, incluindo a pecuária tanto a de corte quanto a leiteira (ARSENAULT et al., 2009; BAUMANN; TILLMAN, 2004; MILÀ; De BAAN, 2015; NEMECEK et al., 2016; SÉO et al., 2016).

A metodologia de ACV, regulamentada pelas normas ISO 14040 e 14044, trata-se de ferramenta que auxilia na análise para compilação de dados de um produto, cujo seu resultado de desempenho ambiental será avaliado posteriormente. No contexto agrícola, mais especificamente no sistema agroalimentar pecuarista, a ACV é uma ferramenta em potencial para a avaliação de várias categorias de impacto, dentre as quais pegada de carbono e uso da terra, mediante uso dos métodos mundialmente aceitos, como CML2002 e *Impact World+* (MENDES, 2013). RUGGIERI e CARDOSO (2017) salientam que a ACV se constitui na ferramenta mais conhecida e utilizada para cálculo do balanço de carbono, permitindo a avaliação da pegada de carbono de um produto da agropecuária.

Para o cálculo da pegada de carbono é necessária a estimativa dos três GEE, a saber: dióxido de carbono (CO_2), gás metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) que, através de seu potencial de aquecimento global, são convertidos a CO_2 equivalente, unidade funcional desta categoria de impacto. Todos estes três gases são emitidos na produção pecuária (PEREZ, 2008; BRONDANI, 2014; CRUZ, 2015; CARDOSO et al, 2016).

Já o uso da terra, expresso em kg de carcaça por hectare, na atividade pecuária é diretamente afetado pela idade ao abate dos animais e pela taxa de lotação, variáveis estas dependentes do manejo das pastagens (VENTURIERI, 2010; CARDOSO, 2012, SEEG, 2018).

Conforme SEEG (2018), para o cálculo das categorias de impactos pegada de carbono e uso da terra são necessários incluir métodos oficiais e confiáveis para a estimativa de todos os recursos do sistema de produção necessários para o cálculo, quais sejam: i) manejo da pastagem, ii) a lotação animal, iii) relação animal/ha, iv) genética animal, v) tempo de cria, recria e engorda, vi) idade ao abate, vii) tipos de pastagem e sua qualidade e viii) o carbono depositado no solo. Estas variáveis, no entanto, dependem do sistema de produção de gado adotado sendo, assim, diferentes para os sistemas extensivo, intensivo e orgânico.

Haja vista os diferentes impactos ambientais causados pelos três sistemas produtivos e a relevância econômica da pecuária de corte, este trabalho possui a seguinte questão de pesquisa: dentre os sistemas produtivos extensivo, intensivo e orgânico, qual o mais impactante do ponto de vista ambiental à luz das categorias de impacto pegada de carbono e uso da terra?

A hipótese da presente pesquisa foi que o sistema de criação baseado em maior uso de insumos e suplementos (intensivo) é ambientalmente mais impactante. Da mesma forma, supôs-se que o sistema orgânico de pecuária de corte seja potencialmente mais poluente, devido à elevada idade ao abate, ou menos sustentável quando comparado aos sistemas intensivos e extensivos.

1.1 Objetivos

Perante o contexto apresentado, o objetivo geral deste trabalho foi calcular a pegada de carbono e o uso da terra na produção de bovinos de corte entre sistemas extensivo, intensivo e orgânico.

Para atender a este fim, teve-se como objetivos específicos:

- a) Realizar levantamento bibliográfico sobre os temas ACV, caracterização dos sistemas produtivos nos sistemas extensivo, intensivo e orgânico de produção de bovina e relação pecuária e meio ambiente;
- b) Descrever os três sistemas de produção: extensivo, intensivo e orgânico;
- c) Mapear as atividades e resíduos relacionados com a produção de gado nos três sistemas considerados;
- d) Levantar os índices zootécnicos dos sistemas estudados;
- e) Estimar os GEE dos 3 sistemas de produção bovina;
- f) Realizar inventário dos três processos produtivos;
- g) Calcular o uso da terra para cada sistema de produção avaliado.

1.2 Justificativas

Este trabalho se justifica pela importância do setor de bovinocultura de corte no mundo. Esta relevância, por sua vez, pode ser explicada pelos números representativos do

Produto Interno Bruto (PIB) dos países que sediam sua produção e por ser um setor intimamente ligado à alimentação humana, uma necessidade fisiológica básica.

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), no ano de 2017 a exportação de carne bovina mundial movimentou o equivalente a US\$ 44,4 bilhões. O Brasil, por sua vez, se constitui no maior exportador mundial de carne bovina sendo que, em 2018, o país exportou 2.025.000 toneladas métricas de carne bovina, seguido pelos países Índia (1.900.000 toneladas), Austrália (1.610.000) e Estados Unidos (1.372.000). Estes quatro países são responsáveis por mais da metade da carne exportada no mundo e somente o Brasil é responsável por 19,33% do total exportado. Dentre os líderes no ranking de exportações, o Brasil e a Índia são os únicos países com alto potencial de incrementar a produção; porém, os números indianos levam em consideração também a carne de búfala (*carabeef*). Deste modo, a exportação de bovino de corte é altamente relevante para o Brasil, representando cerca de 3% das exportações e um faturamento de aproximadamente 6,28 bilhões de dólares e, em termos de produto interno bruto, representa 6% do PIB brasileiro e, em termos do agronegócio, esse número significa 30%, com faturamento crescente em moeda de 500 bilhões de reais (EMBRAPA, 2017).

Segundo dados do USDA (2017), em 2018 o rebanho mundial esteve em torno de 998,3 milhões de animais e o rebanho brasileiro foi estimado em 225 milhões de cabeças. No entanto, ao realizar o Censo Agropecuário 2017, o número de animais declarados pelos agropecuaristas foi de 172 milhões de animais, o que significa que a taxa de desfruto do rebanho brasileiro é maior.

Aliado a isso, dados do CNA, em relatório de setembro de 2018, previam para o ano crescimento anual de 2% o crescimento da produção global na bovinocultura, chegando a 63 milhões de toneladas, isso em decorrência do aumento da produção principalmente nos EUA, Brasil, Austrália e Argentina, certificando que esta expressiva produção encontra-se em constante crescimento (REVISTA CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2018). Explicando esta estimativa de aumento de produção está a previsão do aumento da demanda por alimentos no mundo dada à maior procura por mantimentos em virtude do crescimento e enriquecimento da população (TILMAN et al, 2011).

Entre os principais fatores que vêm proporcionando o crescimento do setor destaca-se a profissionalização do homem do campo através da busca por consultorias especializadas e o acompanhamento diário dos fatores que envolvem o setor do agronegócio no Brasil e no mundo. O agricultor está se profissionalizando e a grande maioria já consegue cuidar de seu negócio como uma empresa (CEPEA, 2005; EMBRAPA, 2014).

Tal segmento, no entanto, tem representativa importância na emissão de gases de efeito estufa (DICK; DA SILVA; DEWES, 2015; CERRI et al., 2016). Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018), o Brasil tem o potencial a se tornar o maior produtor de alimentos no mundo até 2040, com a capacidade de produzir o dobro de carne e o quádruplo de grãos e fibras. No entanto, visto que a pecuária é considerada um dos principais fatores de emissão de GEE, atrás apenas do setor de energia, a produção desses gases coloca o setor em observação e busca de melhores práticas visando à mitigação dessas emissões. Segundo o MCTI (2018) a pecuária corresponde a 33% desse total, tornando imprescindível a mensuração dos impactos ambientais com vistas à diminuição e, consequentemente, à uma produção mais sustentável.

Segundo De Zen et al. (2008), além das emissões de gases efeito estufa, os principais problemas ambientais relativos à esta produção são a degradação dos *habitats* animais e sistemas ambientais, a degradação do solo, a poluição dos recursos hídricos, a subutilização dos recursos naturais (baixa concentração animal), sendo esta última considerada uma das principais externalidades negativas do setor.

Assim, para o aumento de demanda há um aumento da necessidade de produção e o consequente aumento no uso de recursos, água, terra, energia e outros insumos, atrelado à necessidade da conservação dos ecossistemas globais (TEDESCHI et al, 2015). A busca cada vez mais por alimentos pautados no tripé da sustentabilidade tende a voltar a atenção dos consumidores sobre formas de produção de alimentos mais sustentáveis (BENAVIDES; TRINDADE, 2008).

Desta maneira, analisar o ciclo de vida da pecuária de corte brasileira em diferentes sistemas produtivos faz-se relevante não só para qualificar e quantificar os potenciais impactos ambientais gerados (REBITZER et al., 2004), mas também para gerar informações e atender as necessidades dos consumidores. Desta forma, o ACV constitui-se de uma importante ferramenta no que tange ao conhecimento e à mensuração dos potenciais impactos causados na produção de um determinado produto. Sendo assim, a relevância desta pesquisa se pautava ainda na contribuição para geração de dados científicos ambientais na pecuária de corte em campo brasileiro, uma vez que os estudos de ACV nesta área ainda são escassos (RUVIARO et al., 2012, 2015). Corroborando com isso, Oliveira et al. (2014) e Tsang et al. (2016) destacam a importância de considerar que as emissões de GEE ainda foram pouco avaliadas no Brasil, enquanto pode-se notar que representa uma das prioridades em pesquisas internacionais.

Além disso, mediante pesquisa em bases de dados como *Web of Science e Scopus* entre os anos de 2007 a 2018 revelou a pequena quantidade de trabalhos que tenham o objetivo aqui proposto, quer seja o uso da ferramenta ACV na produção orgânica comparativo a outros tipos de sistemas de produção (HAAS et al., 2001).

Por fim, para este estudo a escolha das categorias de impacto pegada de carbono e uso da terra se justifica por serem estas as categorias as consideradas em estudos anteriores as de maior impactos ambiental para o setor (CARDOSO, et al 2016).

A pegada de carbono é uma metodologia que permite calcular as emissões de gases estufa mais adequadamente, pois todos os gases são convertidos em carbono equivalente, sendo que esses gases são emitidos na atmosfera durante o ciclo de vida de um produto, de processos ou de serviços, validando o uso da ferramenta de ACV. De acordo com Tsang et al. (2016) ela permite analisar os impactos na atmosfera e as mudanças climáticas provocadas pelo lançamento de gases de efeito estufa, sendo compatível com normas e protocolos como o *GHG protocol*, PAS2050, ISO14064 e principalmente o ISO14067 que especifica os princípios, dá orientações, requisitos a serem apurados, para comunicação da pegada de carbono (BURNS et al., 2016).

O processo de uso do solo, ou também chamado de uso da terra, por sua vez, traz consequências para o aquecimento global e a biodiversidade. Este termo se refere a como a terra está sendo aproveitada. A demanda pelo uso da terra provocou a necessidade de órgãos de estudo a fim de obter informações mais precisas sobre a destinação da cobertura terrestre (IBGE, 2006; IBGE, 2016; SEEG, 2018). Neste sentido, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), permitiu que aumentasse o conhecimento sobre a real condição do país em termos de ocupação e verificar os impactos, posteriormente veio a surgir a terminologia *hotspots*, que são áreas em que a vegetação nativa está em processo de degradação intensificado, e estudos intensificados como áreas de geoprocessamento (DAVISON, 1986; VENTURIERI et al., 2010, IBGE, 2016; SEEG, 2018).

Para Venturieri et al. (2010) tal geoprocessamento, permite quantificar, medir, e adaptar as mudanças do clima, a perda de biodiversidade, e outras consequências pelas alterações do uso da terra e a ocupação de sua cobertura. O geoprocessamento permite também verificarmos impactos que as mudanças do uso da terra afetam nas mudanças climáticas e divide as fontes de emissão dos GEE, inclui desmatamentos, queimadas como causadores de emissão resultados da variação do carbono do solo.

A hipótese da presente pesquisa foi que o sistema de criação baseado em maior uso de insumos e suplementos (intensivo) é ambientalmente mais impactante. Da mesma forma,

supõe-se que o sistema orgânico de pecuária de corte seja potencialmente mais poluente, devido à elevada idade ao abate, ou menos sustentável quando comparado aos sistemas intensivos e extensivos.

Por fim, justifica-se o estudo destes três sistemas considerados dada à inexistência de trabalhos comparativos entre estes sistemas produtivos no Brasil e ainda que evidenciem a pecuária orgânica como mais sustentável (ADEWALE et al., 2018).

1.3 Estrutura do trabalho

Tendo em vista os objetivos propostos, o presente trabalho estrutura-se em 5 capítulos, a contar em esta introdução.

O segundo capítulo consiste na apresentação de uma revisão teórica sobre os principais temas que darão suporte aos resultados e discussões, quais sejam: Pecuária, pecuária de corte, sistemas de produção, Gestão ambiental e sistemas, Análise do ciclo de Vida, Gases do Efeito estufa, Mitigação dos gases do GEE, descrevendo os principais, Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) e Dióxido de Carbono (CO_2), Pegada de Carbono e uso da terra.

O terceiro capítulo descreve os materiais e métodos utilizados na pesquisa e as etapas metodológicas adotadas no trabalho. No quarto capítulo são apresentados os resultados e discussões traçadas e, por fim, no quinto que são realizadas as considerações finais permitidas pela análise dos dados levantados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico levantou-se referencial bibliográfico em bases de dados como *Scopus*, *Web of Science*, revistas científicas, órgãos governamentais, e sites especializados para dar base ao estudo.

Decidiu-se pela linha do macro ao micro, com a ideia de dar um panorama geral sobre a Pecuária mundial e, posteriormente nacional, o Gado de corte sendo estudado inicialmente de forma ampla, para posterior recorte na metodologia para a raça Nelore e suas respectivas cruzas; definição dos sistemas de produção divididos em três cenários prototípicos: intensivo, extensivo e orgânico, que são onde o gado passa por suas fases de vida dentro do seu ciclo até o Abate, o que justifica a ACV, pois tal processo engloba, cria, cria e engorda, para posterior abate, tendo esse o escopo do trabalho; trouxe a Gestão ambiental para tratar a questão de impactos gerados pelos sistemas, definiu-se a ferramenta utilizada, a ACV, fora e dentro da pecuária de corte, os GEE, o uso da terra e pegada de carbono e como mitigar os GEE na cadeia da pecuária de corte.

2.1 Pecuária de corte no Brasil

A pecuária é uma das atividades de maior expressão econômica, política e social do país, seja na criação de animais para a comercialização ou na obtenção de matérias-primas, como carne, leite, couro, lã, entre outros IBGE (2006). Refere-a à arte e à indústria do tratamento e criação do gado IBGE (1999).

A pecuária brasileira sempre teve como base a produção de carne bovina, em diferentes sistemas de produção, por isso é considerada como extremamente dinâmica (OLIVEIRA et al., 2008). A escolha sobre o tipo de sistema a ser escolhido vem envolvendo nos dias atuais a inovação através de pesquisa, ciência e tecnologia para aumento dos índices produtivos, e assim quantificar e chegar a maior sustentabilidade da cadeia (THORNTON, 2010)

Os sistemas de produção de bovinos são predominantemente conduzido em sistemas agropastoris extensivos, com taxa de lotação e desempenho animal muito abaixo do potencial (IBGE, 2006) desta forma, implicam-se na possibilidade de redução das emissões de gases do efeito estufa pelo uso de sistemas de produção intensivos, mais tecnificados e

profissionalizados (ex. sistema com alta suplementação, integração lavoura-pecuária e confinamento) (CARDOSO et al., 2016).

Segundo Relatório Anual publicado pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne, em 2017 o Brasil possuía cerca de 164,96 milhões de hectares destinados para pastagens (ABIEC, 2018).

O rebanho brasileiro em 2017 era de aproximadamente 222 milhões de cabeças de gado de acordo com a ABIEC, com um abate de 39,2 milhões cabeças. No entanto, o censo agropecuário contou 172 milhões de animais (IBGE, 2018). Sendo que desse rebanho aproximadamente 90% é destinado a pecuária de corte para produção de carne (AMARAL et al., 2012).

O Brasil em 2018 importou 240 cabeças de animais vivos e exportou 407.365 mil cabeças de animais vivos, desse total de rebanho de 222 milhões, segundo relatório da ABIEC, o peso médio de carcaça era de 247.66 kg, com desfrute real de 19.4%, desfrute aparente de 17.7% o rendimento médio de carcaça em números percentuais foi de 52.3 a 55% para 2018, tais números dentro de um cenário de 164.96 milhões de há de pasto, a uma taxa de ocupação de 1.34 cabeça por há, uma lotação de 0.94 UA/ha (ABIEC, 2018)

Desse total apresentado no relatório da ABIEC, o percentual de 77.41% é *in natura*, 11.04% na forma industrializada, e 11.54% na forma de miúdos e outros, sendo que apresenta números como 93 países para *in natura*, 92 países industrializados e 78 países para miúdos. Desse montante a maior parte da exportação *in natura* se dá para Hong Kong, 20%, China, 18%, Egito, 12% e Rússia 11% (ABIEC, 2018).

Em 2017 o agronegócio representou 22% do PIB total nacional, sendo que dessa porcentagem 31% correspondeu a pecuária (CEPEA, 2018; ABIEC, 2018), é notável a importância da pecuária no PIB brasileiro.

O PIB brasileiro total no ano de 2017 foi de 6.56 trilhões, deste total 1.42 trilhões é oriundo do PIB da agricultura, e 0.43 trilhões correspondem ao PIB da agropecuária, ou seja, cerca de 31% do valor do PIB da agropecuária total, e mostra um crescimento constante dos números segundo relatório da ABIEC, onde em 2014 o PIB da pecuária era de 0.34 trilhões, ajudando a balança comercial brasileira (ABIEC, 2018).

Segundo a Embrapa em um parecer técnico emitido em 2017, cita que em 2015 o Brasil se posicionou como o segundo maior consumidor (38,6 kg/habitante/ano) e o também segundo maior exportador (1,9 milhões toneladas equivalente carcaça) de carne bovina no mundo, tendo números de abate na ordem de 39 milhões de cabeça, o parecer técnico ainda aponta que cerca de 80% do consumo interno, e que o Brasil possui um parque industrial dos

mais capacitados do mundo, com capacidade de processamento de abate de quase 200 mil bovinos/dia (EMBRAPA, 2017).

Dentro da economia brasileira, com relação a balança comercial, a exportação de carne bovina tem representado cerca de 3% das exportações, e uma receita de 6,28 bilhões de dólares e, representando 6% do PIB brasileiro ou 30% do PIB se pegarmos o Agronegócio, movimentando cifras de 500 bilhões de reais, que cresceu 45% nos últimos 5 anos (EMBRAPA, 2017). e gera aproximadamente sete milhões de empregos (IBGE, 2013)

Segundo Cerri et al., (2009) e definições do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), a agropecuária é um dos principais responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, destarte metano (CH_4) proveniente da fermentação entérica dos ruminantes e óxido nitroso (N_2O) de sua adubação nitrogenada. Segundo dados de estimativas nacionais de 2017, realizadas pelo Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), a emissão de gases pela agropecuária nos anos de 2014 e 2015 foi a maior desde 1990. Contudo, a agropecuária foi superada pelo setor de energia como maior contribuinte para emissões brasileiras.

O aumento no total emitido dos GEE, especialmente o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), refere-se ao balanço desses gases, ou seja, balanço de entradas e saídas dos mesmos, e influenciando na energia proveniente da radiação solar do sistema terra-atmosfera, podendo gerar aumento da temperatura planetária, afetando o degelo glacial, aumento do nível dos mares, e outros fatores ambientais, como ilha de calor, regime das chuvas, influenciando assim diretamente na fauna e flora (CHAVES et al, 2017)

Estima-se que a participação da agropecuária no total de CH_4 emitido seja de 270.267,5 (63,1%) CO_2 equivalentes GWP 1995 (Gg), enquanto a de N_2O seja de 158.267,4 (36,9%). A medida em GWP foi determinada como a métrica usual do Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential* – GWP), onde cada gás possui seu valor correspondente. Tais dados tornam-se ainda mais relevantes considerando o compromisso voluntário firmado pelo Brasil para a redução das emissões (Art. 12 da Lei no 12.187/2009) até o ano de 2020.

Os gases acima mencionados são considerados no cálculo das emissões de GEE pela determinação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC). Isso porque, em atividades agropecuárias, o dióxido de carbono (CO_2) é emitido através do cultivo dos solos e pela utilização de energia fóssil em processos agrícolas, incluindo-se a associada aos insumos, rações, fertilizantes, inseticidas entre outros, segundo Cardoso (2012). O gás metano (CH_4) é emitido através da fermentação entérica dos ruminantes e em menor escala pelas fezes dos

animais e é considerado o gás de maior potencial de impacto ambiental. Finalmente, o óxido nitroso (N_2O) é emitido, em sua maior parte, pelo processo de adubação nitrogenada e através das fezes e excreção metabólica dos animais como a urina, além de ser liberado pela aplicação de fertilizantes sintéticos e esterco nas lavouras ou pastagens (IPCC, 2006, 2018; MODERNE et al., 2013)

Segundo o SEEG (2018) a bovinocultura de corte no Brasil é uma das principais responsáveis pelo crescimento da fronteira agropecuária, e considerado a principal fonte de emissão de GEE do segmento, correspondendo a 69% das suas emissões totais.

As pastagens produtivas podem manter altos estoques de C no solo (MAIA et al., 2009 *apud* CARDOSO, 2012) quando produtivas ou diminuir os estoques quando estas áreas estão em situação de degradadas, e que a oferta de forragem de melhor qualidade faz com que haja uma redução do tempo do bovino para atingir peso para o seu abate, implicando assim em reduções de emissões do gás metano (CH_4) por unidade de produto (PEDREIRA et al., 2004).

Contudo, uma alimentação com dieta mais rica em proteínas implica em maior excreção de nitrogênio, que tem efeito nas emissões de (N_2O) (CERRI et al., 2009). Segundo Cardoso (2012) deve-se levar em consideração que a manutenção da produtividade de um sistema requer maiores entradas de energia de origem fóssil utilizadas em insumos, máquinas, implementos e instalações que são os *inputs* do processo.

Em função das muitas variáveis envolvidas, o ajuste do sistema de produção para maior eficiência ambiental tem sido feito por modelagem e análise de cenários (p. ex. GOUVELLO, 2010) *apud* CARDOSO (2012).

Como resultado da necessidade de produção de alimento, e em consonância a sustentabilidade da produção de áreas agrícolas, vem sendo exigido o aumento da eficiência dos sistemas de produção visando diminuir o conflito entre, a expansão da produção agrícola e a conservação de biodiversidade (STRASSBURG, et al., 2014).

Uma das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (iNDC) para permitir o desenvolvimento da pecuária brasileira com mitigação de gases de efeito estufa é a recuperação de pastagens (BRASIL, 2010). Desta forma, o processo de mitigação dos gases do efeito estufa está relacionado com a recuperação das áreas usadas no processo de pastagem, mediante intensificação dos sistemas de produção, possibilitando maior eficiência, que quer dizer em aumentar o número de produção por unidade de área, acompanhado da diminuição dos impactos ambientais, ambos atrelados ao melhor ganho financeiro decorrente destes, chegando no contexto global de sustentabilidade e preocupação com o *triple bottom line*, econômico, social e ambiental.

2.2 Pecuária Orgânica

A nomenclatura “agricultura e pecuária orgânica” foi um termo encontrado pelos precursores da *Soil Association*, criada em 1946, para não utilização do termo biológico-dinâmico traduzido da língua alemã, ou “biodinâmico” na língua inglesa, por motivos culturais/linguísticos, e também devido ao estigma do nazismo naquela época (SCOFIELD, 1986; RAUPP, 2000).

A produção orgânica no Brasil iniciou-se na década de 1970, porém seu aumento se deu somente na década de 1980, e a partir desse momento em 1999, a Instrução Normativa (IN) nº 7 (Anexo A), do Ministério da Agricultura estabeleceu algumas normas de produção, processos de certificação e orientação aos órgãos colegiados (CAMARGO, 2004).

Com mercados cada vez mais competitivos a busca pela eficiência da produtividade, e pelos movimentos sociais em torno de bem estar animal, mas também de alimentação mais saudável, se busca as melhores práticas de gestão da cadeia pecuária, objetivando um produto que seja ao mesmo tempo competitivo em termos de qualidade e preço, custo-benefício, melhorando a gestão dos recursos e assim uma produção mais sustentável (OLIVEIRA et al., 2014).

Conforme Matias, Azevedo e Malafaia (2014), citam que a busca pela sustentabilidade, é alcançada quando se ultrapassa barreiras negativas resultantes do ônus de uma produção da bovinocultura, ainda que a maior parte extensiva, e tradicional e através da bovinocultura de corte orgânica, uma eficiência econômica, avaliadas em termos socioambientais e não somente em termos de produção animal em número de cabeças.

Para Ferber e colaboradores (2009) a escolha do gado para a propriedade é de fundamental importância, pois neste momento será determinando o sucesso ou insucesso do empreendimento. A relação genética do rebanho, manejo adotado e ambiente do local de criação, deve ser a mais harmônica possível.

Conforme Santos (2005), os sistemas de produção da pecuária de corte orgânico, está baseado em uma visão holística, dentro de princípios e parâmetros de sistemas agro sustentáveis, cujo preocupação central esta: o ambiental e o social, sendo o objetivo uma produção que mantenha o equilíbrio ecológico, com a satisfação e atendimento de necessidades humanas de maneira direta ou indireta.

Segundo Torres e demais pesquisadores (2011) produtos orgânicos vêm criando lugar de destaque no mercado nacional e internacional, em especial nos Estados Unidos e na Europa e, em um crescimento moderado, no Brasil.

O sistema de produção orgânica no Brasil segue as diretrizes e normas da IFOAM (Federação 1512, PRODUÇÃO DE CARNE ORGÂNICA, Artigo 137, Volume 08 Número 03. p.1509-1508, Maio/Junho 2011, Internacional de Movimentos da Agricultura Orgânica) e pelo regulamento da Comunidade Europeia (CE) (TORRE, et al., 2011).

Os sistemas de produção de carne orgânica brasileira, é mundialmente reconhecido pela sua boa origem, credibilidade no processo, desde o campo, ao processamento e posterior distribuição, ao longo da cadeia, seja para o mercado interno ou externo (CARRIJO, ROCHA, 2002)

Sendo na biotecnologia onde teve o seu momento de ruptura, pois, a produção de alimentos foi elevada e inovada, e o processo aplicado ao cultivo no campo e na criação de animais de maneira a melhorar a eficiência, agregando valores sociais, éticos e econômicos, além de ajudar combater a escassez de alimentos (MORO, GUIVANT, 2006)

Segundo a WWF *Brazil*, o manejo orgânico visa a produção, atrelada a economia e seu desenvolvimento e produtivo que não polua, não impacte o meio ambiente e que seja viável ao homem. A pecuária bovina de corte orgânica tem como objetivo uma produção que vise o balanço positivo ecológico englobando os componentes produtivos, social e ambientalmente responsável, a partir do seguimento de normas estabelecidas pelas instituições certificadoras desse processo (WWF, 2019).

Para Pila (2013) a criação do boi orgânico está baseada em pastos que produzam sem defensivos agrícolas esses sem (herbicidas e inseticidas) ou adubos químicos e o tratamento de doenças são feitos com homeopatia e fitoterapia, exceto no caso da vacinação contra febre aftosa e brucelose, que são obrigatórias pelas entidades regulamentadoras fitossanitárias (onde há incidência de raiva, a vacinação é aceita).

Conforme Ferber e colaboradores (2009) os cuidados com a alimentação do gado orgânico, devem atender às necessidades nutricionais em suas várias fases de desenvolvimento, ao invés de explorar somente a maximização da produção e sua alimentação mediante força, para engorda mais rápida é proibida. Sendo pastagem, nativa ou cultivada, base alimentar de sistemas de produção de carne orgânica.

A alimentação dos bovinos deve ser de alimentos produzidos organicamente, de preferência na própria unidade de produtiva, caso haja necessidade de outras fazendas que sigam a mesma diretriz orgânica. Sendo a alimentação dos mamíferos jovens deverá ser

baseada somente no leite natural, e de preferência o leite materno, por um período mínimo estipulado. Os sistemas de criação para os animais herbívoros devem ser baseados no máximo do uso de pastagem, de acordo com a disponibilidade de pastagem nos diferentes períodos do ano (FIGUEIREDO, 2002).

Segundo o Instituto Biodinâmico são 26 fazendas no final de 2018, aproximadamente 131 mil hectares em pastagens e cerca de 99 mil cabeças de gado, que seguem a diretriz e podem ser chamados de sistemas orgânicos registrados. Os projetos são certificados e acompanhados pelo Instituto Biodinâmico (IBD), que segundo eles, somente Mato grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS) produzem atualmente.

Para Pila (2013) o Instituto de Certificação Biodinâmico (IBD) é o certificador do Brasil em processos de credenciamento validados pela Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM), e ISO 65, sendo o selo Demeter que identifica os produtos biodinâmicos mundialmente e q USDA/NOP (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos/Programa Nacional Orgânico, sigla em inglês), que valida esse certificado.

Segundo a WWF *Brazil*, desde julho de 2003 o programa “Pantanal para Sempre” vem fomentando a pecuária orgânica certificada como alternativa de produção sustentável para a região, de MT e MS. Sendo que essas ações são realizadas em parcerias com órgãos nesses dois estados, Associação Brasileira de Pecuária Orgânica (ABPO) no MS, e Associação Brasileira de Produtores de Animais Orgânicos (ASPRANOR) no MT.

Conforme a Associação Brasileira de Pecuária Orgânica - ABPO (ABPO, 2010) os animais devem ser colocados em grandes extensões de pastagens nativas, preconizando a saúde e bem estar do animal, e devem ser tratados somente com medicamentos homeopáticos e fitoterápicos, pautando-se nas seguintes orientações: para que consigam obter o Selo “ORGÂNICO INSTITUTO BIODINÂMICO” a ingestão máxima de alimentos convencionais, não ultrapassar 10% do total da matéria seca durante todo o ano. O fornecimento de alimentos não orgânicos em alguns períodos pode ser concentrado, haja visto não ultrapassem 25% do total ingerido no dia, e 10%, em média, ao ano.

Segundo Torres et al., (2011) a utilização de tortas de oleaginosas, farelos, polpas de cacau ou citros, só será permitido desde que seja certa a origem e respeite as diretrizes da regulamentação (sem contaminação com agrotóxicos e resíduos de solventes) e de que não sejam alimentos transgênicos.

Nesse tipo de criação, o gado orgânico é rastreado desde seu nascimento até o abate, um dos tipos de recorte do sistema de Avaliação ou Análise do ciclo de vida, fazendo uso de:

registros de peso, alimentação sem agrotóxicos, vacinas, entre outras informações, em fichas por gado individualmente, segundo a *WWF Brazil*. Sendo que o cuidado principal está na alimentação dos animais que é observada com especial atenção. Além do sistema de pastagem, outros insumos que compõem o cardápio do gado orgânico como suplementação alimentar com grãos e rações isentas de organismos transgênicos.

De acordo com a *WWF Brazil*, a parceria entre eles e o segmento da pecuária orgânica do Mato Grosso do Sul, ABPO, deu um grande passo para a criação do protocolo interno de processos produtivos orgânicos e responsabilidade socioambiental, lançado em 2009. Sendo suas principais inovações: criação de auditorias internas para fiscalizar e controlar de maneira periódicas as fazendas orgânicas, além das visitas anuais para validação do segmentos das normas e diretrizes, proibido de se desenvolver qualquer atividade de carvoaria interno a essas propriedades, o aporte e apoio no auxílio à criação de um corredor ecológico das fazendas orgânicas, através da conectividade de Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente (APPs), e do incentivo ao P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) de novas técnicas complementares, homeopáticas e fitoterápicas, em busca de um manejo sanitário sustentável.

2.2.1 Carne Orgânica

Segundo Carrijo e Rocha (2002) os alimentos orgânicos vêm apresentando crescimento de demanda por uma série de considerações, como o fato de agregar qualidade aos produtos e oferecerem maior segurança alimentar. Tal procura está relacionada ao maior controle fitossanitário no sistema produtivo, reduzindo a incerteza sobre contaminações por substâncias tóxicas, provenientes do campo em sistemas convencionais pautados na utilização de agrotóxicos. O potencial cancerígeno de certas substâncias atrai cada vez mais a atenção dos consumidores preocupados com os impactos a saúde humana e animal.

A carne orgânica é um tipo de carne, produzida a partir de um sistema produtivo ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável, ou seja, chamado desenvolvimento sustentável (WWF, 2017). Ainda segundo esse, esse tipo de sistema produtivo passa por auditorias e processos de certificação o que garante que a carne é produzida da maneira mais natural, isenta de resíduos químicos e com preocupação socioambiental.

Segundo (PILA, 2013), a definição de carne orgânica é: uma carne cuja produção é feita a partir de um sistema produtivo ambientalmente correto, socialmente interessante e economicamente viável.

De acordo com a WWF *Brazil* (2017), em termos de aparência, ou aspecto físico e visual, as carnes são idênticas, o que as diferencia são o sistema produtivo que lhe darão a origem. Isso traz a questão tão em alta ultimamente da não utilização de produtos químicos potenciais prejudiciais à saúde, já que a mesma usa medicamentos naturais, homeopáticos e fitoterápicos, são vacinados e criados em pastos sem uso de defensivos agrícolas. Para Pila (2013) a principal diferença entre a carne tradicional e a orgânica é o modo de produção.

Conforme com Luchiari Filho (2006), em se tratar de carne bovina, o termo qualidade, que é subjetivo, é definido através: a) de rendimento de carcaça e composição: proporção de carne magra e gordura e o tamanho e a forma dos músculos; b) aparência e características tecnológicas empregadas: a cor e textura da gordura da carne, quantidade de marmorização do seu tecido magro, cor e capacidade de retenção de água e composição química do músculo; c) palatabilidade: textura, maciez, sabor, suculência e aroma; d) integridade do produto: qualidade nutricional, segurança química e biológica; e) qualidade ética: questões de saúde animal.

Por serem criadas com alto grau de certificação, esse tipo de sistema, do ponto de vista de impactos ambientais torna-se muito interessante, mas ainda sem levar em conta, a questão produtividade, mas sim aspectos legais e sócio responsáveis. Essa certificação se dá: todo alimento orgânico comercializado no Brasil deve ser reconhecido pelo Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SisOrg), gerido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo o MAPA também credencia os Organismos de Avaliação da Conformidade (OAC), que são responsáveis pela fiscalização e certificação agropecuária, de processamento, de produtos extrativistas, orgânicos e biodinâmicos (PILA, 2013).

Segundo a WWF *Brazil* (2017), ela ainda é pouco consumida, em sua maior parte vem sendo produzida nos últimos 10 anos, e além disso, em decorrência do cuidado maior, processos de certificação, e quantidades de animais por há, fazem com que o custo de produção dentro desse sistema seja mais caro que nos outros sistemas mais tradicionais, e assim o repasse de custo o consumidor fica dificultoso.

2.3 Produção de bovinos de corte

2.3.1 Gado de corte

O Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina do mundo, cerca de 23% do total mundial, se isolar os números de *carebeef*, carne de búfala, indiano, e contabilizar somente gado, torna-se o maior produtor de carne bovina do mundo, e o maior exportador da categoria, com 16% do total, em termos de rebanho, seguido de Índia, China, EUA respectivamente. (ABIEC,2018). No Brasil as espécies mais comuns de gado de corte são: Nelore, Angus, Brahman, Brangus e Tabapuã (COIMMA, 2018).

De acordo com levantamento realizado pelo CAGED (Cadastro Geral dos Empregados e Desempregados) a pecuária gerou 353.725 vagas de trabalho com carteira assinada em 2017, representando também um aumento de 0,4% em relação aos postos de trabalhos criados em 2016, tendo assim um saldo de empregos positivo, ou seja, a quantidade de vagas abertas superou as vagas encerradas.

Somente em 2017 a pecuária de corte movimentou cerca de 523,25 bilhões de reais. Tal valor representa um crescimento de 3,6% comparado ao faturamento do ano anterior (ABIEC, 2018). Desse valor total movimentado, temos: 48.67 bilhões de reais oriundos de serviços e insumos, incluindo: embalagem, energia elétrica, EPI's insumos para operação, serviços prestados, fretes, administrativo, atividade indiretas da pecuária, 124.68 bilhões de reais do faturamento de frigoríficos, que incluem venda de carne no mercado interno, exportações de carne, cerca de 19396.9 milhões de reais couro no mercado interno, cerca de 3192.20 milhões de reais, sebo e outros subprodutos, já 15.93 bilhões de reais são frutos de insumos e serviços de varejo e 175.93 bilhões de Receitas do Varejo total, que incluem a venda de carne no varejo e outros (ABIEC,2018).

Estima-se que o valor total de impostos e contribuições do setor no ano de 2017 tenha sido de 81416.9 milhões de reais e tenha totalizado um valor de 29264.1 milhões de reais em salários externos criados (ABIEC,2018).

Segundo relatório da ABIEC de 2017, o faturamento total da pecuária brasileira foi de R\$ 96.04 bilhões de reais, e R\$ 61.12 bilhões de reais de insumos e serviços para a produção pecuária. Destes números temos: Nutrição R\$ 10357.6 milhões de reais, protocolos, matérias e sêmen R\$ 525 milhões, Sanidade animal cerca de R\$ 2 milhões, Combustíveis e energia, um total de R\$ 6857.9 milhões, R\$ 10410.50 milhões de reais com fertilizantes, defensivos e sementes, dentre outros, como maquinários e equipamentos para trabalho, benfeitorias, salários e encargos também contribuem com esse número, chegando a um total de 61.12 bilhões de insumos e serviços para produção pecuária, números indiretos.(ABIEC,2018).

Com relação ao número de R\$ 96.04 bilhões do faturamento total da pecuária, temos: Gado abatido: R\$ 75041.7 milhões, Machos: R\$ 49451.8 milhões, Fêmeas: R\$ 25590.0 milhões, com relação a Animais de reposição: 17582.6 milhões, as exportações de gado em pé, totalizaram R\$ 883.8 milhões de reais, animais para melhoramento R\$ 2378.1 milhões de reais, e exportação de sêmen cerca de R\$ 7.3 milhões de reais, são alguns dos números apresentados (ABIEC, 2018)

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017 foram abatidas cerca de 39 milhões de cabeças de gado em todo o território nacional, onde 8 estados brasileiros (MT, MS, GO, SP, MG, PA, RO e RS) representam 77,6% dos abates nacionais (IBGE, 2018).

Estima-se que o Brasil em 2018 possuía mais de 220,0 milhões de cabeças de gado (MAPA, 2018). No segundo trimestre houve um aumento de 4% do abate comparado ao mesmo trimestre de 2017. Logo, acredita-se que o abate seja maior que o registrado em 2017 (IBGE, 2018).

De acordo com projeções realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) acredita-se que a produção de carne bovina em 2018 seja de aproximadamente 10 milhões toneladas, onde o Brasil pode consumir até 8 milhões toneladas e o restante será destinado às exportações (MAPA, 2018).

Entre uma das principais atividades da economia brasileira, o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo. No final de 2017, o rebanho brasileiro era de mais de 218 milhões de cabeças de gado. Esse número é maior do que contingente populacional brasileiro, que passou para 207 milhões de habitantes, segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

2.4 Sistema de produção de bovinos de corte

Existem diferentes métodos de realização da atividade pecuária, onde a pecuária extensiva (pasto) e a intensiva (confinamento) são os de maior destaque e utilização.

Atualmente a pecuária orgânica apresenta grande destaque, devido à preocupação dos consumidores em adquirir produtos sustentáveis, com menor adição de produtos químicos em sua obtenção.

A seguir serão apresentados os três tipos de sistemas produtivos de gado de corte, extensivo, intensivo e orgânico.

2.4.1 Sistema Extensivo

A pecuária é dita extensiva quando o gado é criado solto e se alimenta somente de pastagens, tais sistemas são praticados em todo o país (EMBRAPA, 2005; REVISTA AGROPECUÁRIA, 2018).

Estima-se que 90% da produção nacional da pecuária de corte é realizada através dos sistemas do tipo extensivo, entretanto, nesse tipo de sistema os produtores muitas vezes possuem gastos com suplementação animal, já que muitas vezes são necessárias uma suplementação mineral no pasto para que o gado tenha uma boa nutrição e os impactos não atingem somente a pecuária bovina mas também o setor agrícola como um todo, este envolvido na produção de biocombustíveis, fibras, alimentos e outros produtos de interesse do ser humano, que são usados na bovinocultura direta ou indiretamente (EMBRAPA, 2005; GUIMARÃES JÚNIOR, INACIO et al., 2018).

Esse tipo de sistema de produção de gado muitas vezes acarreta a degradação do solo, visto que o animal se alimenta da pastagem natural da terra. Estima-se que 80% do solo do Brasil Central estão em algum estado de degradação (Peron e Evangelista, 2003).

As pastagens quando degradadas não fornecem forragem suficiente para o ganho de peso do gado, o que afeta sua produtividade e prejudica os estoques de carbono (C) acima e abaixo do solo (BRAZ et al., 2013). Os solos degradados ainda apresentam compactação, erosão, acidez e menor disponibilidade de água (CERRI et al., 2004; BERCHIELLI, MESSANA, CANESIN, 2012).

Inicialmente o gado era abatido em torno de quatro anos e meio, porém com os avanços na pecuária e na genética animal (BECKER, 1996 *apud* INACIO et al., 2018), esse tempo diminuiu para cerca de três anos (450 kg de peso vivo). Já na pecuária de confinamento o abate ocorre após 100 dias depois da recria (cerca de 1,5 a 2 anos) (GOMES et al., 2015).

Uma das desvantagens do sistema extensivo é a baixa produtividade durante as épocas de seca, visto que ocorre limitações nas produções de forragens que seriam o alimento do gado, assim a idade para o abate torna-se acima dos 3 anos e o gado apresenta um menor peso (ALENCAR, 2003).

Diversão forragens são adotadas no território nacional, onde a *Brachiaria* é a mais utilizada, uma vez que apresenta boa adaptabilidade, possui bons níveis de matéria-seca e valor nutricional e boa taxa de crescimento mesmo nos períodos de maiores secas (SOUZA, DUTRA, 1991 *apud* INACIO et al., 2018).

2.4.2 Sistema Intensivo

É dito sistema intensivo quando o gado é criado em confinamento, entretanto para maior produtividade, torna-se necessário o uso de mão de obra especializada, seja para controle ou monitoramento constante do gado.

Neste modelo, estão os maiores investimentos e avanços tecnológicos do setor, como os programas genéticos e boas práticas de manejo.

A vantagem da pecuária em confinamento é que não são necessárias grandes áreas de pastagens para sua execução. Além disso, estudos indicam que as emissões dos gases do efeito estufa são menores quando comparadas ao método extensivo (PETERS et al., 2010; PELLETIER et al., 2010; NGUYEN et al., 2010).

Diferente da pecuária extensiva onde o gado alimenta-se da pastagem do solo, na pecuária em confinamento o gado se alimenta no cocho, assim há uma dieta própria para ganho de peso vivo (INÁCIO et al., 2018).

Dois métodos são adotados na pecuária intensiva, são eles: *baby beef* (confinamento de recria e engorda) e confinamento de acabamento e terminação.

No sistema de confinamento de recria e engorda o gado é confinado logo após a desmama, nesse tipo de produção o animal apresenta um ganho de peso médio diário de 800 a 1000g, estando apto para o abate dentro de 18 a 20 meses (MARTIN, 1999 *apud* INACIO et al., 2018).

Segundo a Embrapa o peso mínimo para o animal ser levado a confinamento deve ser de 320 kg independente de sua idade, já que quanto mais tempo o gado leva em confinamento para atingir o peso ideal (em torno de 450 kg) há maiores gastos com energia e alimentação.

No sistema de confinamento de acabamento e terminação o gado é confinado já com 300 a 400 kg de peso vivo, ou seja, somente nos meses finais, tendo uma idade de abate de aproximadamente três anos, semelhante ao sistema extensivo (MARTIN, 1999 *apud* INACIO et al., 2018).

2.4.3 Sistema Orgânico

A pecuária em meio orgânico é semelhante à extensiva, nela o gado alimenta-se da pastagem, entretanto não é permitido o uso de agrotóxicos no solo, medicamentos químicos e hormônios sintéticos. Além disso, prioriza-se a utilização dos recursos naturais e considera aspectos éticos nas relações sociais internas da propriedade e no trato com os animais (FIGUEIREDO, SOARES, 2012).

Segundo estudo realizado por pesquisadores da Embrapa somente 13,8 mil cabeças de gado são abatidas anualmente em sistema orgânico (FIGUEIREDO, SOARES, 2012).

A carne produzida em sistema orgânico é vendida por um preço maior que os modos convencionais de produção (extensivo e intensivo), porém há uma redução nos custos, devido os menores gastos com medicamentos, ração e suplementação do solo, logo pode acarretar maior lucro (SOARES, NEVES, CARVALHO, 2012).

Segundo Carrijo e Rocha (2002) os alimentos orgânicos vêm tendo crescimento de procura mundialmente, por uma série de fatores, como agregar qualidade aos produtos, e por oferecerem maior segurança alimentar pelos maiores controle fitossanitários aos seus consumidores, reduzindo-lhes a incerteza sobre contaminações por substâncias tóxicas, pelo não uso de agrotóxicos ou também chamados defensivos agrícolas por outros, por fatores de ordem cancerígenas ou que possam por provocar qualquer tipo de impacto a saúde, seja do animal, ou do consumidor. Através do **Quadro 1** serão expostos pontos fortes e fracos do sistema orgânico.

Quadro 1 - Pontos fortes e fracos do sistema orgânico

Pontos Fortes	Pontos Fracos
A pastagem orgânica é a base da alimentação dos bovinos. É utilizado o pastejo diferido e não é permitida a lotação e nem a degradação do meio ambiente para a formação das pastagens. A alimentação dos animais é livre de produtos químicos.	As propriedades devem dispor de infraestrutura mínima para ser convertida ao manejo orgânico. Análises devem ser realizadas, e muitas delas impossibilitam a implantação do projeto orgânico, o que restringe o número de propriedades que poderiam atender o mercado consumidor.
O tratamento de doenças e parasitas é realizado de forma preventiva. Medicamentos alopáticos e antibióticos	A falta de excedente agrícola orgânico no país, que serve de suplementação alimentar no período da seca, é um problema sério

Quadro 1 - Continuação. Pontos fortes e fracos do sistema orgânico

Pontos Fortes	Pontos Fracos
sintetizados são utilizados em último caso, sob a responsabilidade dos veterinários. As vacinas de calendário são realizadas regularmente, como a da febre aftosa.	para os bovinos em manejo orgânico, pois os referidos animais não podem consumir suplementos alimentares vindos de lavouras convencionais.
A rastreabilidade dos animais é um acompanhamento que tem seu início desde o nascimento do animal, ou de sua entrada na unidade certificada, até o consumidor final.	A falta de informações claras enfraquece os conceitos de produtos orgânicos junto aos consumidores, e muitos deles ainda não sabem o que é a carne orgânica.
A certificação é um selo de qualidade que oferece procedimentos e padrões básicos aos criadores, que devem ser rigorosamente respeitados e seguidos e que permitem ao consumidor a segurança de estar consumindo uma carne certificada por uma empresa séria e conceituada.	O mercado para o boi orgânico é muito restrito. Seu preço é mais caro em função da menor produtividade; devido à proibição de insumos modernos (que agredem o meio ambiente) e o custo da certificação, que onera ainda mais a produção.

Fonte: Adaptado de PINEYRUA (2006); LUCATI (2009)

A carne orgânica é um tipo de carne, produzida a partir de um sistema produtivo ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável, ou seja, chamado desenvolvimento sustentável (WWF *Brazil*, 2017). Ainda segundo esse, esse tipo de sistema produtivo passa por auditorias e processos de certificação o que garante que a carne é produzida da maneira mais natural, isenta de resíduos químicos e com preocupação socioambiental.

Segundo Pila (2013) a definição de carne orgânica é: uma carne cuja produção é feita a partir de um sistema produtivo ambientalmente correto, socialmente interessante e economicamente viável.

De acordo com a WWF *Brazil* (2017), em termos de aparência, ou aspecto físico e visual, as carnes são idênticas, o que as diferencia são o sistema produtivo que lhe darão a origem. As características desse sistema estão prontadas no **Quadro 2** que segue.

Quadro 2 - Características da Pecuária Orgânica

Características	Pecuária Orgânica
Manejo	O bem-estar do animal e a preservação do meio ambiente são prioridade. Atenção especial às pessoas envolvidas no processo.
Reprodução	Monta natural. Inseminação artificial. Transferência de embriões é proibida.
Pastagem	Pastagens naturais. Lotação de animais é planejada. Proibido o uso de produtos químicos. Utilização de recursos naturais renováveis. Pastejo diferido.
Suplementação Alimentar	Ensilagem, fenação, obedecendo às normas orgânicas de produção. Permitidos 10% de forragem convencional, desde que livre de agentes químicos. Ureia é proibida. Alimentação forçada é proibida.
Hormônios	Proibida a utilização de hormônios.
Aspectos Sanitários	Preocupação com a prevenção. Medicamentos homeopáticos. Medicamentos químicos em último caso. Antibióticos são proibidos. Vacinas de calendário.
Rastreabilidade	O acompanhamento do rebanho tem início desde seu nascimento, ou entrada do animal na unidade certificada, até o consumidor final.
Certificação	O produto orgânico só recebe esta classificação se possuir o selo de certificação. Já existem certificadoras conceituadas. Garante confiança e segurança ao consumidor.

Quadro 2 - Continuação. Características da Pecuária Orgânica

Características	Pecuária Orgânica
Instalações	Devem atender às necessidades dos bovinos, visando seu bem-estar e minimizando ao máximo seu estresse. Devem fazer parte de propriedades certificadas.
Transporte e Abate	A distância até o local de abate deve ser a mais próxima possível. O abate deve ser realizado em frigorífico credenciado, seguindo normas específicas

Fonte: Adaptado de PINEYRUA (2006); LUCATI (2009)

Segundo Pila (2013) isso traz a questão tão em alta ultimamente da não utilização de produtos químicos potenciais prejudiciais à saúde, já que a mesma usa medicamentos naturais, homeopáticos e fitoterápicos, são vacinados e criados em pastos sem uso de defensivos agrícolas. Para Pila (2013) a principal diferença entre a carne tradicional e a orgânica é o modo de produção.

Conforme Luchiari Filho (2006), em se tratar de carne bovina, o termo qualidade, que é subjetivo, é definido através: a) de rendimento de carcaça e composição: proporção de carne magra e gordura e o tamanho e a forma dos músculos; b) aparência e características tecnológicas empregadas: a cor e textura da gordura da carne, quantidade de marmorização do seu tecido magro, cor e capacidade de retenção de água e composição química do músculo; c) palatabilidade: textura, maciez, sabor, suculência e aroma; d) integridade do produto: qualidade nutricional, segurança química e biológica; e) qualidade ética: questões de saúde animal.

Por serem criadas com alto grau de certificação, esse tipo de sistema, do ponto de vista de impactos ambientais torna-se muito interessante, mas ainda sem levar em conta, a questão produtividade, porém, os aspectos legais e sócio responsáveis. Essa certificação se dá: todo alimento orgânico comercializado no Brasil deve ser reconhecido pelo Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SisOrg), gerido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo o MAPA também credencia os Organismos de Avaliação da Conformidade (OAC), que são responsáveis pela fiscalização e certificação agropecuária, de processamento, de produtos extrativistas, orgânicos e biodinâmicos (PILA, 2013).

Segundo a WWF *Brazil* (2017), ela ainda é pouco consumida, em sua maior parte vem sendo produzida nos últimos 10 anos, e além disso, em decorrência do cuidado maior, processos de certificação, e quantidades de animais por há, fazem com que o custo de produção dentro desse sistema seja mais caro que nos outros sistemas mais tradicionais, e assim o repasse de custo o consumidor fica dificultoso.

2.5 Gestão Ambiental na pecuária

Devido a conscientização mundial sobre os impactos ambientais que os processos industriais e produtos ocasionam no meio ambiente, cada vez mais as empresas estão buscando formas de desenvolver processos ou produtos mais sustentáveis, o que poderia ocasionar um menor impacto ambiental ao meio ambiente, este pode ser definido como: “tudo o que envolve e cerca os seres vivos” conforme Barbieri (2016).

Impacto ambiental, pode ser definido como qualquer alteração induzida por atividade antrópica, esta deve ser entendida como a alteração de um parâmetro definido e que este seja extrapolado ao longo do tempo, conforme Adissi e Almeida Neto (2013,). Sendo para Moreira (2014) impacto é qualquer alteração ao meio ambiente, positiva ou negativa, que gere alguma transformação no meio ambiente.

Em diferentes setores industriais, as etapas produtivas têm reflexos diferentes no meio ambiente, seja para o uso dos recursos ou destinação de resíduos no meio ambiente (RODRIGUES et al., 2009), frente a este contexto iremos destacar a gestão ambiental inicialmente de maneira geral e posteriormente na bovinocultura.

Os autores McCloskey e Maddock, (1994) definem gestão ambiental como um conjunto de ajustes e planejamentos da estrutura, dos sistemas e das atividades da empresa a fim de estabelecer um determinado tipo de posicionamento face à variável ambiental.

A Gestão Ambiental visa organizar estas atividades humanas, para que estas originem o menor impacto ambiental possível sobre o meio em que está inserido, reduzindo os danos para este. Esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação, e a alocação correta de recursos humanos e financeiros (BRUNS, 2006), sendo que a maneira com que os recursos são alocados, extraídos e posteriormente devolvidos, gera impactos ao meio ambiente, e quando não se há controle são emitidos ao ar, solo e água de maneira que gere impactos negativos (BARBIERI, 2016).

Dias (2012) aponta que a perspectiva sustentável, no âmbito empresarial, é realizada através do conceito *triple bottom line*. Este conceito, também conhecido como os 3Ps (*People, Planet and Profit*), é promovido por empresas como GRI (*Global Reporting Initiative*).

Esses produtos devem estar de acordo com a Lei Ambiental vigente no país, além de considerar seu impacto social, onde muitas vezes essas medidas podem ser utilizadas como uma plataforma de marketing.

Tais esforços também se tornam necessários na pecuária.

Um dos principais problemas ambientais advindos da pecuária é sua elevada emissão do gás metano, apontado como um dos principais causadores do aquecimento global (ROTZ, 2017; CARDOSO, 2012; MITLOEHNER, PLACE, 2012).

Espera-se que a demanda global por produtos pecuários aumente 70% até 2050 (Opio et al., 2013), ressaltando a importância de minimizar os impactos ambientais incorridos durante a produção pecuária.

Estudos indicam que a produção de carne em todo o mundo deve sofrer um aumento de pelo menos 53%, enquanto na indústria de lácteos esse aumento possa ser de 48% (THORNTON et al., 2010).

Além dos impactos ambientais já citados, estima-se que o gado consome cerca de 35% das culturas agrícolas em todo o mundo, logo a pecuária compete diretamente com a produção de alimentos, tornando-se necessária a gestão dos sistemas de produção tanto para reduzir os impactos ambientais, quanto para garantir a segurança alimentar (FLORINDO et al., 2017).

Logo o grande desafio da pecuária é adequar sua produção para que atenda a demanda interna e externa, sem interferir na sustentabilidade ambiental.

A busca pela pecuária sustentável está cada vez mais presente nos dias atuais com o intuito de minimizar as perdas, tanto em produtividade quanto ambiental, para isso são necessários esforços para melhorar a qualidade das pastagens, realizar melhoramento genético do gado, afim de aumentar sua produtividade, controlar ou combater as pragas e doenças dos animais e realizar os aproveitamentos dos resíduos gerados (VERSCHI, BARROS, RAMOS, 2010).

2.5.1 SGA (Sistema de Gestão Ambiental)

Os autores McCloskey e Maddock, (1994) definem gestão ambiental como um conjunto de ajustes e planejamentos da estrutura, dos sistemas e das atividades da empresa a fim de estabelecer um determinado tipo de posicionamento face à variável ambiental.

A Gestão Ambiental visa organizar estas atividades humanas, para que estas originem o menor impacto ambiental possível sobre o meio em que está inserido, reduzindo os danos para este. Esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação, e a alocação correta de recursos humanos e financeiros (BRUNS, 2006).

Barbieri (2006) conceitua a gestão ambiental como sendo um conjunto de diretrizes e outras atividades administrativas, financeiras e operacionais, como por exemplo, planejamento, direção, controles e alocação dos recursos, que são realizados com o objetivo de se obter efeitos positivos sobre o meio ambiente- entendido como tudo o que envolve ou cerca os seres vivos-, reduzindo, eliminando ou evitando danos ou problemas que são causados pela ação humana, chamada também de ação antrópica. A incorporação da dimensão ambiental na empresa recebe o nome de gestão ambiental (BACKER, 2002)

Para tal, vem se desenvolvendo métodos, formas de pesquisa para análise de tal tema, que apesar de recente se comparado a outros vem ganhando corpo e importância à medida que a sociedade vem cobrando das empresas maior reatividade, que elas sejam proativas ao meio ambiente, e não que busque soluções após ter acontecido o impacto ambiental, conforme Matias et al. (2014).

Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é uma estrutura organizacional que permite à empresa avaliar e controlar os impactos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços.

O gerenciamento ambiental ou ecológico, ou somente gestão ambiental, envolve a passagem do pensamento mecanicista para o sistema sistêmico. Um aspecto essencial dessa mudança é que a percepção do mundo como máquina cede lugar à percepção do mundo como sistema vivo (ANDRADE, 2000).

Um Sistema de Gestão Ambiental nas empresas pode ser entendido como um processo de administração e gerenciamento, que tem ênfase no desenvolvimento sustentável, ou seja, resolver as questões de caráter ambiental ou prevenir possíveis consequências negativas relacionadas aos processos de produção das empresas, e essa empresa se preocupe além de

resultados financeiros, mas também em seu balanço de sustentabilidade (Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a gestão ambiental pode ser definida como uma parte de um sistema de gerenciamento que envolve toda a estrutura corporativa da empresa, as suas responsabilidades, ações, práticas, procedimentos, processos fabris e de serviços, e recursos para aplicação, elaboração, fabricação, revisões e manutenção da política ambiental empresarial. O objetivo é que o impacto ambiental das atividades econômicas das empresas seja reduzido ao máximo e seus impactos sejam cada vez menores.

Desta forma, a norma ISO 14001, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a responsável por regulamentar o sistema, e verificar sua eficácia e normatiza-la segundo critérios básicos para se ter um sistema de gestão ambiental, estabelecendo os requisitos de implementação e operação; é importante salientar, ainda, que este modelo sustentável de gerenciamento está fundamentado em cinco princípios que as empresas devem gerenciar para ter um SGA bem definido e que tenha impactos positivos na organização:

1. Conhecer a forma com que suas ações devem ser realizadas, assegurando o comprometimento com o SGA e definindo uma política ambiental e que ela seja incorporada à cultura organizacional;

2. Elaborar um plano de ação, ou seja, qual o comportamento da empresa em todas as situações no tocante aos impactos gerados por ela, voltado ao atendimento dos requisitos dessa política ambiental;

3. Assegurar que se tenha as condições necessárias para o cumprimento dos objetivos e metas ambientais na empresa e implementar as ferramentas de sustentação necessárias;

4. Realizar avaliações qualitativas e quantitativas periódicas de conformidade ambiental da empresa, para verificar se o sistema está correndo bem e a empresa realmente está fazendo uso das suas políticas e impactos dela na organização como um todo;

5. Revisar e aperfeiçoar a política ambiental sempre, pois ela pode ficar obsoleta, verificar também os objetivos e metas e as ações implementadas para assegurar a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa, pois a cada ano, novas normas são criadas, novos processos fabris, e assim, sempre devem estar em conformidade com as normas ambientais, legais e da política organizacional atuais.

Assim, o SGA ajuda a organização a definir, implementar, manter e melhorar estratégias proativas para identificar e resolver os impactos ambientais negativos que potenciem os impactos positivos, decorrentes das atividades da organização

O primeiro ponto que deve ser levado em consideração na gestão ambiental no meio agropecuário é a sustentabilidade do processo.

Quando comparada a pecuária brasileira atual à pecuária de 40 anos atrás, nota-se um grande salto na produção e mercado da carne bovina (GESTÃO AGROPECUÁRIA, 2018).

Nas últimas décadas o rebanho brasileiro mais do que dobrou, onde sua produção não era capaz de atender o mercado interno de carne bovina, já hoje é possível atender essa demanda, além de exportar uma parte da produção. Além disso, em algumas áreas do território nacional houve uma diminuição das pastagens, mantendo sua alta produtividade (EMBRAPA, 2016; GESTÃO AGROPECUÁRIA, 2018).

Esses avanços foram possíveis através da modernização tecnológica dos sistemas produtivos e da organização da cadeia de produção, através da gestão ambiental.

2.6 ACV: Análise do Ciclo de Vida

A Análise ou Avaliação do Ciclo de Vida, da sigla ACV (do inglês *Life Cycle Assessment - LCA*), é uma das ferramentas mais modernas no que tange a gestão ambiental estratégica, já que contribui com informações importantes para a tomada de decisão. Em alguns países europeus esse tipo de análise é chamado de *ecobalance* (TSANG et al, 2016). Segundo RUGGIERI e CARDOSO (2017), a ACV é a ferramenta mais conhecida para avaliar a pegada de carbono, onde se computam as emissões e os sequestros dos processos para verificar o balanço de carbono durante o ciclo de vida do produto.

Através da utilização da análise de ciclo de vida é possível determinar o impacto ambiental de um produto desde a identificação até a quantificação da energia necessária e das matérias-primas utilizadas na obtenção de um produto (MITLOEHNER, PLACE, 2012, TALAMINI, CLAUDINO, 2013).

Para isso são avaliadas as emissões de gases no meio ambiente, ou liberação de resíduos no ar, solo e água.

De acordo com TSANG (2016) a ACV é uma gestão ambiental que pode ser utilizada para avaliar os impactos ambientais e humanos de um determinado produto ou serviço.

A análise de ciclo de vida é uma metodologia recente, porém há relatos de estudos semelhantes ao realizado na ACV que datam dos anos 80, naquela época deram início os primeiros trabalhos que abordavam os impactos ambientais de produtos. A ACV propriamente dita ganhou destaque mundial a partir dos anos 90 (BRONDANI, 2014).

Antes disso, em 1995 a empresa Coca-Cola realizou um estudo com o objetivo de produzir embalagens de refrigerante com melhor desempenho ambiental. Nesse estudo quando avaliados o uso dos recursos naturais e finalmente suas emissões, tal técnica ficou conhecida como REPA - *Resource and Environmental Profile Analysis* (CRUZ, 2015).

A metodologia ACV é regulamentada pelas normas **ISO 14040** e **14044**, abrangendo as técnicas de avaliação ambientais, seja no desempenho ambiental, auditoria, impactos e riscos, porém não inclui os aspectos econômicos ou sociais de um produto ou serviço, logo a avaliação dos impactos sociais e dos custos do ciclo de vida (*Life Cycle Costing - LCC*) estão fundamentadas nos conceitos e princípios do Guia do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e da Sociedade de Toxicologia e Química Ambiental (SETAC), respectivamente.

A ABNT NBR ISO 14040 aborda os princípios da Análise de ciclo de vida e a estruturação dessa análise. Já a ISO 14044 apresenta os requisitos necessários da avaliação com algumas sugestões e orientações para execução da análise. Por fim, a ISO 14049 apresenta exemplos ilustrativos de como aplicar as normas anteriores (ISO, 2012).

Segundo a ISO, segue a série de Normas para ACV, onde estão norteiam o que a empresa deve fazer, seus direitos e deveres no tocante a essa análise.

- ISO 14040 – Princípios gerais (1997)
- ISO 14041 – Definição do objetivo e escopo e ICV (1998)
- ISO 14042 – AI CV (2000) ISO 14043 – Interpretação (2000)
- ISO 14040 – Princípios gerais (2006)
- ISO 14044 – Requerimentos e diretrizes (2006)

Com a ACV é possível determinar as fases críticas de um produto ou processo de forma geral, possibilitando com que as organizações avaliem a sustentabilidade de seus

produtos, serviços e ações verificando seus impactos ao longo de seus ciclos de vida (CRUZ, 2015; BRONDANI, 2014; PEREZ, 2008).

Nesse tipo de análise são contabilizados todos os consumos de recursos, materiais, até as emissões de gases para o meio ambiente, seja na extração das matérias-primas, durante os processos de manufatura fabris, na fase de uso pelos consumidores ou ainda em seu descarte, quando este vira resíduo (BRONDANI, 2014; PELLETIER, et al., 2010).

Muitas vezes esse processo, especificamente na produção animal, é chamado de “nascimento ao abate” (ISO 14040), conforme pode ser observado na **Figura 1**. Especificamente na produção animal do nascimento ao abate.

Figura 1 - Representação de uma ACV do berço ao túmulo



Fonte: Modificado de ICCA (2018)

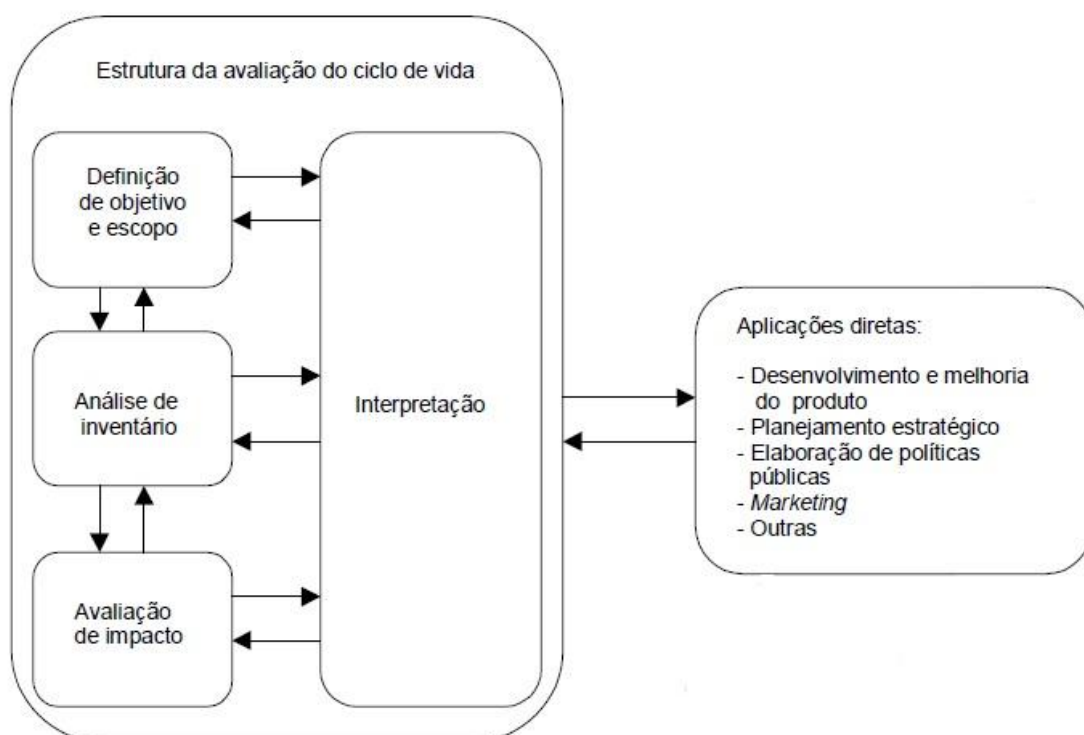
Com esse tipo de análise é possível determinar tanto os aspectos positivos como os negativos de um determinado produto ou processo (ICCA).

Segundo a ISO 14040 a ACV é uma metodologia utilizada para avaliar os aspectos ambientais e possíveis impactos associados a um produto ou processo. Onde essa análise é realizada através de quatro principais etapas (**Figura 2**):

- Definição dos objetivos e escopo;

- Compilação de um inventário de entradas e saídas de um sistema de produto;
- Avaliação dos potenciais impactos ambientais associado a essas entradas e saídas;
- Interpretação dos resultados da Análise de Inventário e das fases de avaliação de impacto em relação aos objetivos do estudo.

Figura 2 - Etapas de um estudo de Análise de Ciclo de vida



Fonte: ABNT NBR ISO 14040 (2009)

A etapa de compilação do inventário é uma das mais importantes, já que ela irá definir o objetivo do estudo, onde em seguida será realizada a coleta de dados.

Após a avaliação e interpretação dos dados gerados é possível definir em quais pontos são necessários maiores estudos, seja para propor melhorias ou realizar um planejamento estratégico.

Existem três tipos de sistemas que podem ser empregados na análise de ciclo de vida de um produto, são eles:

1. *Cradle-to-grave*: a partir da extração das matérias-primas, até seu uso e descarte final na forma de resíduo, também conhecido como do “nascimento ao abate”;

2. *Cradle-to-gate*: onde serão abordados todos os impactos desde a extração da matéria-prima até o portão da fábrica;

3. *Gate-to-Gate*: a partir de um ponto definido ao longo do ciclo de vida (por exemplo, quando as matérias-primas são recebidas no local de fabricação) a um segundo ponto definido ao longo do ciclo de vida (por exemplo, quando um produto acabado é entregue a um usuário final).

2.6.1 Nascimento ao abate (Cradle-to-grave)

Nessa técnica são contabilizadas todas as entradas, ou seja, a energia gasta no processo, os insumos, água e nutrientes, para em seguida quantificar-se as saídas, seja o produto obtido, ou até mesmo coprodutos gerados, resíduos e emissões de gases para o ambiente (NARAYANASWAMY, 2004; TSANG, SONNEMANN, BASSINI, 2016).

2.6.2 Berço a porteira (Cradle-to-gate)

Assim como na técnica do “berço ao túmulo”, são avaliadas todas as entradas do processo, porém a análise termina no portão de fábrica, não levando em consideração a disposição final do produto.

2.6.3 Portão ao portão (Gate-to-gate)

Nesse tipo de metodologia normalmente são abordados somente o processo de manufatura do produto.

O consumo de energia do processo porta-a-porta é uma métrica importante para a sustentabilidade, pois afeta os custos e o impacto ambiental.

Nesse tipo de análise apenas poucas informações do processo estão disponíveis nas fases iniciais do projeto, logo um cálculo detalhado do consumo de energia é substancialmente restrito.

Alguns pesquisadores ainda consideram uma quarta etapa, chamado portão ao túmulo (*gate-to-grave*), nesse processo são avaliadas as fases de distribuição do produto, uso e sua disposição final.

Conforme Cruz et al. (2015), os tipos de análise do ciclo de vida envolvem : Processos a montante, que incluem extração e produção de matérias-primas, e refino de materiais, que são os processos envolvidos no *cradle-to-gate*, antes da saída do portão, do portão ao portão, quando se trata somente da manufatura da carne, dentro de uma determinada indústria, e processos a jusante, que envolvem o uso, operação e manutenção e reciclagem e disposição dos materiais após o uso, a análise segundo o autor, pode ser do berço ao túmulo, ou seja, do início da extração e produção de matérias primas, processos a montante até a etapa final dos processos a jusante, porém ser analisados somente da extração ao portão da indústria, que é denominado berço-ao-portão(*cradle-to-gate*), e o já mencionado portão-ao-portão(*gate-to-gate*), dentro dos portões da indústria de manufatura da carne.

2.7 Análise de Ciclo de vida na Pecuária

A análise de ciclo de vida já é um processo difundido na literatura mundial, porém ainda pouco utilizado no Brasil.

Conforme observado por Claudino e Talamini (2013) tornam-se necessários maiores estudos brasileiros, visto que as condições climáticas, sistemas produtivos, gerenciamento e reuso dos resíduos podem conter diferenças significativas que influenciem a base de dados na elaboração do estudo.

A Avaliação do Ciclo de Vida na pecuária é frequentemente baseada em dados de inventário para explorações agrícolas típico de uma região de estudo (MCAULIFFE et al., 2018).

Uma ACV completa (“nascimento ao abate”) para a produção de carne, deve conter as avaliações das emissões de GEE da produção da ração animal, uso de fertilizantes, da fermentação entérica do gado, e todas as emissões desde o processamento, transporte (uso de combustíveis fósseis) até o descarte final dos resíduos gerados pelo gado no decorrer do processo (MITLOEHNER, PLACE, 2012).

Dick e demais colaboradores (2014) realizou a análise de ciclo de vida da produção de gado de corte, a fim de diminuir a emissão de gases do efeito estufa. Para isso, avaliou-se a utilização de gramas de inverno e verão e a rotação da pastagem, com o objetivo de aumentar a produtividade. Nesse estudo também foi avaliado a plantação de leguminosas com o intuito de diminuir a quantidade de fertilizantes nitrogenados adicionados ao solo, aumentando a

qualidade do pasto utilizando menos combustível fóssil, por último foram avaliadas melhorias no manejo reprodutivo.

Florindo et al. (2017) realizou a análise combinada de ciclo de vida e ciclo de custo da produção de gado de corte. Em seu estudo foi possível observar que menores emissões de gases do efeito estufa (GEE) eram geradas quando havia suplementação da alimentação com ração nas estações de seca, o que permitia uma maior ganho de peso no animal; redução do peso do abate de 570 kg para 510 kg, diminuindo o tempo de pastagem, o que consequentemente reduz a fermentação entérica. Entretanto, nota-se que são necessários maiores investimentos em pastagens com maior produtividade e a suplementação estratégica, porém tais investimentos trazem ganhos ambientais e maior lucro.

2.8 Gases do Efeito Estufa provenientes da Pecuária e uso da terra

A pecuária é uma das maiores responsáveis pelos GEE, seja na leiteira ou de corte. O gado é responsável por grandes emissões de metano (CH_4) através da sua fermentação entérica, além disso ainda é gerado metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), nitrato (NO_3) e amônia (NH_3) no esterco e nos processos de nitrificação do solo, dióxidos de carbono (CO_2) no uso de combustíveis fósseis durante o transporte (ROTZ, 2018; PRIMAVESI et al., 2004), conforme pode ser observado no **Quadro 3**.

Quadro 3 - Relação entre emissões diretas e indiretas de GEE durante a pecuária

Animais	Alimentos	Alojamento	Armazenamento de estrume	Aplicação de estrume	Solo
$\text{CH}_4 > \text{N}_2\text{O}$	CO_2	Tiestall: $\text{NH}_3 > \text{CH}_4$	Sólido: $\text{NH}_3 > \text{N}_2\text{O} > \text{CH}_4$	Espalhando: $\text{NH}_3 > \text{CO}_2 = \text{CH}_4$	Terra cultivada: $\text{NO}_3 > \text{NO}_2 > \text{NH}_3$
		Freestall: $\text{NH}_3 > \text{CH}_4$	Pasta: $\text{NH}_3 > \text{CH}_4 > \text{N}_2\text{O}$	Injetando: $\text{NH}_3 = \text{CO}_2$	Pasto: $\text{NO}_3 > \text{NH}_3 > \text{NO}_2$
		Bed pack: $\text{NH}_3 > \text{CH}_4 > \text{N}_2\text{O}$	Líquido: $\text{NH}_3 > \text{N}_2\text{O} > \text{CH}_4$		
		Open lot: $\text{NH}_3 > \text{N}_2\text{O} > \text{CH}_4$			

Fonte: Adaptado de Rotz et al. (2018)

Dos Gases do Efeito Estufa emitidos pela agropecuária 40% provém da fermentação entérica, 16% dos dejetos dos animais, 13% do uso de fertilizantes sintéticos, 10% dos arrozais alagados, 7% do manejo de dejetos e 5% da queima de savanas (RUGGIERI, CARDOSO, 2017).

Alguns estudos indicam que a porcentagem de metano gerado pela pecuária pode chegar até a 25%, emissão maior que a produzida pelos combustíveis dos automóveis. Onde no Brasil essa emissão pode atingir até 70% (MCTI, 2010; MITLOEHNER, PLACE, 2012).

Acredita-se que a produção mundial de carne é responsável por gerar 7,2 Gt de CO₂-eq de gases de efeito estufa (GEE) a cada ano, dos quais somente o gado contribui com 65% dessa emissão (GERBER et al., 2013).

Em estudo realizado por pesquisadores australianos, observou-se que a pecuária era responsável por 70% das emissões da agropecuária e 11% da emissão total de gases do efeito estufa no país (PETERS, et al., 2010).

O uso da terra está entre os fatores de difícil solução dentro da problemática Sociedade/Estado, juntamente com as questões de relacionadas ao aumento populacional, instabilidade política, corrupção e conflitos segundo Goedert et al. (2008). Sendo assim, é relevante que essa temática seja discutida e desenvolvida a partir de um planejamento que considere sua capacidade, recursos naturais disponíveis e potenciais impactos ao ambiente.

Além da alta emissão de gases do efeito estufa (GEE), o desmatamento para obtenção de uma maior área destinada para pastagens também se torna um empecilho na atividade agropecuária, o que influencia no uso da terra, e impactos gerados na cobertura terrestre (VENTURIERI et al., 2010).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), através de relatório do IBGE define uso da terra como: mapeamento sistemático do uso da cobertura terrestre de todo país, em sua extensão de 8.5 milhões de quilômetros quadrados, classifica o solo, representações cartográficas, produz relatório de tipologias e por fim, produz análises de impactos dos usos para apoiar a gestão ambiental. Nesse contexto a pecuária faz uso da mensuração de kg de carcaça por hectare, unidade de peso animal por quantidade de terra (DOMINGUES, 2004)

Segundo o IBGE (1999. 2006, 2016) Considera-se o termo terra conforme a definição dada pela FAO em 1976, "segmento da superfície do globo terrestre definido no espaço e reconhecido em função de características e propriedades compreendidas pelos atributos da

biosfera, que sejam razoavelmente estáveis ou ciclicamente previsíveis, incluindo aquelas de atmosfera, solo, substrato geológico, hidrologia e resultado da atividade do homem".

O desmatamento de áreas verdes para a prática pecuarista diminui o equilíbrio ecológico e ambiental, além disso a pecuária ainda é responsável pelo surgimento de doenças e pragas que afetam as plantas da região, além da poluição de solos e água (VESCHI, BARROS, RAMOS, 2010).

Através do relatório da ABIEC, é possível observar que 20% de todo o território(solo) nacional é destinado à pastagens e 9% para a agricultura, demonstrando a área ocupada pela agropecuária, sendo que o Brasil apresenta os seguintes números: 162.8 milhões de há em pastagens com condições de uso, 6.1 milhões de há em pastagens de estágio avançado de degradação, 1% do total nacional, 75.5 milhões de há, são a agricultura (anuais, florestas, semi-perenes e perenes), 38 milhões de ha é o total ocupado por cidades, estradas e cursos d'água, 22.8 milhões de há são de regeneração de florestas nativa(floresta Amazônica), e 109.7 milhões de há de reservas legais e APP's e deste número 436.6 milhões de há são de florestas intactas, totalizando uma área total de 851.5 milhões de há brasileiros(ABIEC,2018)

O solo é responsável por grande parte do sequestro de carbono realizado pelo meio ambiente, onde a terra absorve o CO₂ do ar para o solo. Logo o desmatamento de áreas verdes, como por exemplo a floresta amazônica, poderia ocasionar uma redução de 34% da absorção de CO₂, visto que além de reduzir o sequestro natural de carbono, há a inclusão dos GEE provenientes da fermentação entérica do gado (STEINFELD et al., 2006).

Neste sentido, o agronegócio sustentável, que tenha como base os pilares econômicos, ambientais e sociais, deve ser pautado no uso de tecnologias e acompanhado de pesquisa e inovação. Considerando o uso de tecnologias, a integração de produção lavoura-pecuária, com mudanças conceituais e operacionais tem demonstrado efeitos positivos na produção de grãos, carne e leite. Alguns efeitos observados são o aumento da cobertura vegetal do solo o ano todo, diminuição da incidência de pragas e consequente diminuição do uso de pesticidas, formação de pastagens mais produtivas com o aproveitamento dos minerais das culturas anuais, maior ciclagem de nutrientes, dentre outros (LOPES; DAHER, 2008).

2.8.1 Metano (CH₄)

Em seu processo de ruminação, há o processo de fermentação entérica, os bovinos, liberam CH₄ na atmosfera, gás pertencente aos GEE, e de maneira secundária pelas excretas (MCTI, 2014, RUGGIERI; CARDOSO, 2017; ROTZ, 2018)

A fermentação entérica contribui com 45% dos GEE advindos da pecuária no sistema de confinamento, no modo de pastagem essa porcentagem pode ser ainda maior (ROTZ, 2018).

O CH₄ é produzido em condições anaeróbias por arqueobactérias que vivem no estômago dos ruminantes. Estudos indicam que 1 ppmv de metano emitido para a atmosfera pode acarretar em um aumento de 0,2°C na temperatura mundial, sendo um dos responsáveis pelo aquecimento global (MOSS, 1993 *apud* CARDOSO, 2012).

A quantidade de metano produzido depende de diversos fatores, desde o estado de degradação do solo, tipo de sistema utilizado, entre outros.

Estima-se que os bovinos de corte no Brasil em sistema de pastagens (extensivo) emitem 56 kg de CH₄/animal ao ano através da fermentação entérica (FIGUEIREDO et al., 2016).

Em estudo realizado pelo Estados Unidos, foi possível observar uma variação de emissão de 48 kg de CH₄/vaca por ano na região norte do país, enquanto na região sul essa emissão foi de cerca de 78 kg de CH₄/vaca por ano (ROTZ, 2018).

Além do metano produzido pela fermentação entérica, ainda há a emissão de CH₄ proveniente das fezes e urina que muitas vezes ficam depositos nos solos. Esses dejetos em conjunto com o pisoteio da terra pelos animais aumentam a retenção de água do solo, o que pode dificultar a oxidação do metano pelo solo (CERRI et al., 2009).

Segundo pesquisa realizada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), as emissões de metano advindo da pecuária em 2010 foram estimada em 11.873 Gg de CH₄, sendo que apenas 608 Gg de CH₄ está relacionada aos sistemas de manejo de dejetos animais e o restante é integralmente proveniente da fermentação entérica (MCTI, 2015).

Diversos são os fatores que contribuem para a produção de CH₄ entérico, seja na quantidade e tipo de alimento que o ruminante tem disponível, seu sistema digestivo, ou ainda qual carboidrato está sendo fermentado. Logo, tornam-se necessárias as práticas de manejo alimentar, suplementação animal (manipulação ruminal) e utilização de vacinas que inibem os micro-organismos metanogênicos (BERCHIELLI, MESSANA, CANESIN, 2012).

O metano é o gás mais produzido pelo gado durante a fermentação, porém uma pequena quantidade de N_2O também é emitida (ROTZ, 2018; HAMILTON et al., 20009).

2.8.2 Óxido Nitroso (N_2O)

É possível encontrar o óxido nitroso (N_2O) tanto em fontes naturais (solos florestais, oceanos e campos) como em fontes antropogênicas, como por exemplos as pastagens, solos onde há a fertilização nitrogenada, durante a queima de combustíveis fósseis e nos dejetos animais, entre outros, tal fonte contribui com 40% do N_2O emitido (SOLOMON et al., 2007; FIGUEIREDO et al., 2001).

Em estudo realizado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCTI, 2010) os dejetos animais nas pastagens são responsáveis por 47,5% da emissão de N_2O , seguido da utilização de fertilizantes e adubos químicos, solos orgânicos e resíduos de culturas. Nessa pesquisa a emissão de óxido nitroso referente ao gado bovino foi de cerca de 67%, resultado ainda maior do que os demais estudos (BRASIL, 2010; AMARAL et al., 2012).

Segundo estudo realizado por Bowman (1990) estima-se que o óxido nitroso é responsável por 5% dos GEE liberados nos últimos 100 anos (BOWMAN, 1990 apud CARDOSO, 2012). Onde somente a agropecuária é responsável por 80,8% do total emitido pelo Brasil, sendo 50,4% oriundo de emissões diretas e 30,4% indiretas (RUGGIERI, CARDOSO, 2017).

Conforme dito anteriormente, uma pequena quantidade de N_2O é emitida através da fermentação entérica, porém seu potencial de aumento do aquecimento global é cerca de 10 vezes maior que o CH_4 , logo mesma uma pequena quantidade, traz prejuízos ao meio ambiente (ROTZ, 2018).

Rotz e demais colaboradores (2016) afirmam que são emitidos 0,4 g de N_2O /vaca por dia ou 0,8 g de N_2O /kg de nitrogênio ingerido.

2.8.3 Dióxido de Carbono (CO_2)

Segundo Barioni et al. (2016), semelhante a produção agrícola, a pecuária bovina está sempre no enfoque de potencial emissora dos gases do efeito estufa (GEE), e como grande responsável por vários impactos no efeito estufa, Contudo em uma pesquisa inédita realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), este cenário pode estar mudando em decorrência do surgimento de meios mais sustentáveis, e de prejudicial e tratada

como vilã, a pecuária pode acabar por minimizar os impactos, e assim reduzir e contribuir pela sustentabilidade do planeta com a redução do CO₂.

Existem três formas de emissão de CO₂ advindos da pecuária, são elas: desmatamento de áreas verdes, oxidação da matéria orgânica em pastagens degradadas e uso de combustíveis fósseis durante o processo (RUGGIERI, CARDOSO, 2017; AMARAL et al., 2012).

Segundo Cardoso et al., (2016) um bovino de corte adulto (aproximadamente 450 kg) emite 3.1 Mg de CO₂ por ano.

Porém a pecuária apresenta também uma vantagem, já que possui um grande potencial de sequestro de carbono, desde que quando realizada em pastagens bem manejadas (AMARAL et al., 2012).

Estima-se que a emissão de dióxido de carbono seja de 1 Mg CO₂ eq/ha, enquanto o sequestro pode atingir até 0,78Mg CO₂ eq/há, logo investimentos em pastagem poderia aumentar eficiência produtiva animal, reduzindo assim a quantidade de GEE emitidos e aumentando o sequestro de carbono (ZEN et al., 2008).

Conforme Berndt (2016) um sistema mais eficiente também será menos poluente e assim menos impactante, mediante uso de melhores tecnologias e assim uma melhoria no manejo das pastagens; através de uma nutrição adequada tanto pasto quanto do animal; e uso de aditivos e suplementos nos casos de sistema de semi confinamento; ao confinamento feito de maneira estratégica; aumentos índices produtivos de rebanho; à melhoria nas condições fitossanitárias; e assim a um bem-estar do animal, fazendo aumentar a eficiência produtiva do sistema.

Para Barioni et al. (2016) sua análise é que quanto mais a área for produtiva por hectare, menores serão as emissões de GEE por unidade de carne, desta forma, por quilo de equivalente-carcaça nesse caso, em seu exemplo “Assim, melhores índices reprodutivos e menores idades de abate resultarão em emissões mais baixas. Quanto maior a produtividade das pastagens, maior a produtividade do animal por unidade de área, e assim um aumento dado na taxa fotossintética, pelo fato da fotossíntese remover CO₂, sendo um importante gás de efeito estufa, esse CO₂ acabará armazenado na matéria orgânica do solo”.

2.9 Mitigação dos Gases do GEE e Pegada de Carbono

Um dos *trade-off* da produção bovina é seu impacto através da emissão dos GEE, com o aumento na emissões de GEE na atmosfera (principalmente o CO₂), estima-se um aumento de até 1,8 °C a 4 °C na temperatura média do planeta até o ano de 2100 (IPCC, 2014)

A agropecuária brasileira, como citado é um dos maiores responsáveis pela emissão de GEE, quase 70%, dados do SEEG (2018), porem apresenta grande potencial de redução de suas emissões através de práticas de mitigação, principalmente o aumento da eficiência de uso das pastagens. Para tal o uso de novas tecnologias de mitigação e aumento do sequestro de carbono, para diminuir a pegada de C, cheguem ao produtor, é que haja políticas que auxiliem na implementação de práticas em larga escala, atrelando a questão produtividade e sustentabilidade, dentro de uma lógica socioambiental do sistema SEEG (2018).

Busca-se na pecuária a mitigação dos gases do GEE, algumas maneiras são propostas, como: redução na fonte de substrato, aumentar a vida de organismos que consomem hidrogênio, inibição da metanogênese, e assim buscar aumentar a produtividade animal/ha, que contribui nos cálculos de emissão da pecuária (REIS, et al. 2018).

Trabalhando com dados do Cerrado, Silva et al. (2015a e 2015b), verificou-se a otimização para o bioma, com o objetivo de verificar os impactos das tecnologias que mitigassem os GEE, e observando a relação custo/eficácia, e verificou-se a estratégia de recuperação de pastagem como estratégia mais promissora, em termos de produção, e custo.

Com a diminuição do desmatamento de áreas verdes e manejo adequado das pastagens, a emissão de CO₂ caiu de 2032 Tg em 2005 para 1247 Tg de CO_{2 eq} em 2010, uma redução de 38% (CARDOSO et al., 2016).

Para os cálculos de emissões do SEEG (2018) seguem as metodologias do IPCC, que serão base desse estudo, e dos inventários brasileiros, justificando seu uso, utilizando fatores de emissão específicos, no caso da pecuária de corte, nesse caso o grau do IPCC (Tier 2 para fermentação entérica dos ruminantes Nelore e manejo de dejetos no solo, com um exemplo)

Segundo estimativa realizada pela SEEG (2018), pastagens em condições estáveis os estoque de Carbono por Área em milhões por hectare, cerca de 95 milhões ha de carbono, enquanto degradadas 53 milhões/ha e bem manejado 23 milhões/ha, e quanto a variação do estoque de C no solo em MtCO_{2e}, são de 0.0 em condições estável, 210.5 MtCO_{2eq} em degradada e em bem manejada de -78.5 MTCO_{2eq}, o que traz que o bom manejo do pasto gera sequestro de carbono, mitigando os efeitos do GEE.

A emissão dos GEE é mensurada em toneladas de CO_{2eq}, sendo que em cada tonelada, se equivale a um crédito de carbono, assim, levando em conta o tamanho do rebanho brasileiro, o setor da pecuária tem alta capacidade para gerar créditos de carbono, principalmente em relação à fonte de fermentação entérica (MOSS et al., 2000). A diferença entre as entradas e saídas de carbono do sistema geram o balanço de Carbono, sendo esse

expresso em $\text{CO}_{2\text{eq}}$, sintetizando os outros gases, como metano e óxido nitroso nessa unidade (RUGGIERI; CARDOSO, 2017).

Segundo Natel e colaboradores (2016) quando se incentiva ou cria métodos de ganhos financeiros mediante a comercialização de créditos de carbono, se resulta em sistemas de produção, cada vez mais sustentáveis e desta forma rentável ao produtor.

Mesmo que nas diretrizes do Plano ABC, (Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura) a redução do metano não seja uma preocupação, caso venha a ser utilizada, pode ser vinculada a métodos de contratação de recursos financeiros para serem utilizados na área de reforma de pastagem ou mesmo na implantação de tratamento dos animais e fitossanidade, desta forma aumentando o potencial de redução de $\text{CO}_{2\text{-eq}}$ por propriedade (NATEL et al., 2016). Segundo SEEG(2018) no Plano ABC e a NDC brasileira, propõem uma redução das emissões de GEE de aproximadamente 300 milhões de toneladas de CO_2 e até 2030

Segundo Barioni et al. (2016) semelhante a produção agrícola, a pecuária bovina está sempre no enfoque de potencial emissora dos gases do efeito estufa (GEE), e como grande responsável por vários impactos no efeito estufa, contudo em uma pesquisa inédita realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), este cenário pode estar mudando em decorrência do surgimento de meios mais sustentáveis, e de prejudicial e tratada como vilã, a pecuária pode acabar por minimizar os impactos, e assim reduzir e contribuir pela sustentabilidade do planeta com a redução do CO_2 .

Visando atender as demandas de mercado, deve se buscar a produção sustentável, da forma mais humana e eficiente possível, com um produto de alta performance, ou seja, qualidade, com o uso de menos recursos e a buscando a preservação do ambiente natural (OLIVEIRA et al., 2014).

Para a redução do CH_4 , e consequente mitigação dos GEE, está o nitrato, que pode ser usado como suplemento para nutrição bovina (SILIVONG et al., 2011), este, tem potencial de inibir a metanogênese (VAN ZIJDERVELD et al., 2010), e como resultado um menor gasto energético por conta do animal, que terá maior produtividade (LENG & PRESTON, 2010).

Outra opção mitigadora de gases do efeito estufa pode ser a adoção de biodigestores, estes usados para mitigar a emissão de CO_2 do uso da energia elétrica, vem crescendo a procura e o governo vem incentivando e subsidiando fazendas que façam tal investimento (GIOVANINI et al, 2013)

Em relação a práticas sustentáveis e resultados ambientais, Guimarães Júnior et al., (2012) citam que a admissão do componente arbóreo, aos elementos pastagens e lavoura, melhor manejo do solo, veem a representar um novo progresso na integração lavoura-pecuária, assim tendo uma evolução no que é chamado integração lavoura pecuária floresta, desta forma integração no manejo ocasiona em uma maior conservação de *habitat* natural da fauna e a acabam por garantir melhores condições naturais dos animais silvestres (CORDEIRO et al., 2011; KORIN, 2016).

Segundo Medeiros (2018) o tratado de Paris é um acordo em que os países se submetem a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), onde o compromisso dos seus signatários é fixar o aumento da média global de temperatura em até 2°C acima dos níveis pré-industrialização. Este tratado foi aprovado por 195 países no ano de 2015, durante a COP 21 realizada em Paris.

Segundo Medeiros (2018) o Brasil se comprometeu com uma redução de 37% nas emissões de GEE até 2025, tendo como base as emissões de 2005 e possível redução desses gases em torno de 43% das emissões até 2030, sendo a *iNDC*, sendo um signatário do Acordo de Paris, sendo o “i”, na frente de *iNDC*, de intencionadas, e não uma responsabilidade.

Recentemente o novo governo federal decidiu manter o Brasil no Acordo de Paris, porém sem a realização da COP 25 no país por falta de recursos. O Brasil, segundo Medeiros (2018), pode deixar de ser uma potência reconhecidamente agroambiental e isso para ele não é um discurso vazio porque o Brasil tem tido resultados nessas reuniões. Na COP 24, foi anunciado uma mitigação entre 100 e 154 milhões de toneladas de CO₂ equivalente de carcaça, no período de 2010 a 2018, sendo alcançado de 68% a 105% da meta de mitigação que foi estabelecida para 2020, na COP15 ocorrida em Copenhague em 2009, mostrando o sucesso em estar presente nesses acordos internacionais (MEDEIROS, 2018).

Segundo as diretrizes do plano agrícola e pecuário, através da Política Nacional sobre Mudança do Clima, Lei no 12.187/2009, onde foi dada ao Poder Executivo a incumbência de criar “planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas” para os setores da economia. Em dezembro de 2010, foi publicado o Decreto no 7.390 que regulamentou os Artigos sexto, décimo e décimo segundo dessa lei, instituindo, o Plano para a economia de Emissão de Carbono na Agricultura, ou também chamado Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono ou Plano ABC. A elaboração desse Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono foi coordenada pela Casa Civil da Presidência da República, Mapa e Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Sua vigência está prevista para até 2020, com revisões periódicas de dois anos para eventuais ajustes nos objetivos e suas metas.

Conforme Berndt (2016), a integração entre os sistemas de produção – como o chamado Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – também são possíveis mitigadores dos GEE, pois minimiza as emissões de CO₂ dos sistemas de produção, através da retirada de carbono nas pastagens, e pela fotossíntese das árvores.

Segundo Berndt (2016):

“Em termos de manejo nutricional, para reduzir o metano entérico às estratégias, estão incluídos o manejo intensivo de pastagens; uso de grãos e alimentos concentrados; processamento e conservação de forragens para reduzir o tamanho de partículas e aumentar a digestibilidade; elevar o uso de leguminosas, explorando a presença de taninos, saponinas, compostos secundários, óleos essenciais, adição de óleos, gorduras saturadas e insaturadas, ionóforos, nitrato, leveduras, malato e fumarato”.

Neste relatório da Embrapa, conforme Berndt (2016) as principais formas para redução da emissão de GEE podem ser: melhoraria os índices produtivos e reprodutivos zootécnicos, mediante (redução na idade do abate, ao parto de primeira prole e o intervalo entre partos); diminuição na quantidade de reposição de animais; busca do aumento da longevidade das matrizes; melhoras de fatores genéticos dos animais e dos sistemas de forragens; buscar os melhores animais com melhor Consumo Alimentar Residual; e trabalhar com a melhor dieta para esses animais.

Segundo Berndt (2015) a emissão anual em média de metano (CH₄) por bovinos ser minimizada em até 35% adoção de melhores estratégias visando a mitigação dos GEE, a emissão média anual brasileira é de 57 kg de metano (CH₄) por unidade de animal, em seu relatório na Embrapa Pecuária Sudeste (SP), as ações podem elevar a eficiência da produção pecuária, e assim melhorar o desempenho dos bovinos resultando em uma redução para 37,7 kg.

De acordo com Anchão (2015), responsável pelo relatório da Embrapa Pecuária Sudeste de 2015, uma simulação entre o balanço entre as emissões de GEE e as remoções de gases através do processo de recuperação de pastagens revelou que o balanço pode ser positivo, através por exemplo da integração lavoura-pecuária-floresta, cita que pode ocorrer porque os sistemas integrados retêm mais carbono e uma melhor digestão animal promove menores emissões de metano no processo de fermentação entérica dos animais.

Ter uma alimentação mitigadora, aumenta o desempenho animal é uma boa estratégia na redução das emissões de GEE. Segundo Berndt (2015) e De Zen et al (2008), a produção de metano, depende da quantidade, mas também da qualidade do alimento ingerido, do tipo de

animal (raça), da digestibilidade do alimento, e das condições de criação que o animal é exposto.

Para Barioni et al. (2007) se a eficiência na produção dos sistemas continuar aumentando às mesmas taxas dos últimos 15 anos há a probabilidade de em 2025 a produção seja 25% maior, com níveis de até 3% menores nas taxas de emissão de GEE, e com uma redução de 18%, agora na relação kg CH₄/ kg.

Devido as altas emissões de GEE ocasionados pela atividade pecuária, é de extrema importância a realização de estudos com o intuito de propor maneiras de mitigação de tais gases.

O **Quadro 4** compila os trabalhos encontrados na literatura e aponta as medidas e resultados encontrados nesses estudos.

Quadro 4 - Mitigações dos GEE - Pegada de Carbono

Sistema avaliado	Pontos avaliados	Principais Resultados	País	Autor e Ano
Extensivo	Aumentar produção de forragem; melhorar a qualidade da forragem;	Introdução de gramíneas com adubação nitrogenada: reduziu a emissão de GEE em 4,8 vezes; Emissão de CO ₂ passou de 22,5 kg CO ₂ eq. para 10,0 kg CO ₂ eq.	Brasil	Dick et al, 2014
		Introdução de gramíneas: redução de 7,1 vezes		
	Leguminosas para substituir fertilização	Redução de 11,8 e 12,5% das emissões de GEE		
	Suplementação mineral	Aumentou de 0,017 para 0,09 kg CO ₂ eq./kg		
Extensivo	Diminuir o peso para o abate (570 para 510 kg) e suplementação alimentar	Redução nas emissões: 17,09 kg CO ₂ -eq./ kg de peso vivo produzido; Menor emissão de CH ₄ entérico devido menor tempo de pastejo	Brasil	Florindo et al., 2017
Intensivo e extensivo	Adição de azevém e sorgo nas pastagens	Pegada de carbono: 18,30 kg de CO ₂ -eq. (502 dias: sistema intensivo) azevém e 42,60 kg CO ₂ -eq. (840 dias: sistema extensivo) para sorgo	Brasil	Ruviaro et al., 2015
Extensivo	Pastagem degradada	Pegada de Carbono: 18,5 kg CO ₂ -eq./kg de peso vivo	Brasil	Figueiredo et al., 2016
	Pastagem manejada	Pegada de Carbono: 12,6 kg		

Quadro 4 - Continuação. Mitigações dos GEE - Pegada de Carbono

Sistema avaliado	Pontos avaliados	Principais Resultados	País	Autor e Ano
		CO ₂ -eq./kg de peso vivo		
	Sistema integrado lavoura-pecuária-floresta	Pegada de Carbono: 9,4 kg CO ₂ -eq./kg de peso vivo		
Extensivo e Intensivo	Pastagem degradada	Pegada de Carbono: 38,17 kg CO ₂ -eq./kg de peso vivo	Brasil	Cardoso, 2012
	Sal mineral no cocho	Pegada de Carbono: 28,09 kg CO ₂ -eq./kg de peso vivo		
	Suplementação vitamínico-mineral	Pegada de Carbono: 24,9 kg CO ₂ -eq./kg de peso vivo		
	Suplementação vitamínico-mineral + silagem de milho e soja	Pegada de Carbono: 21,98 kg CO ₂ -eq./kg de peso vivo		

Fonte: Elaborado pelo autor.

3. MATERIAS E MÉTODOS

Este capítulo descreve os Materiais e Métodos adotados para o presente estudo. A *Figura 3* ilustra as etapas de desenvolvimento da presente ACV.

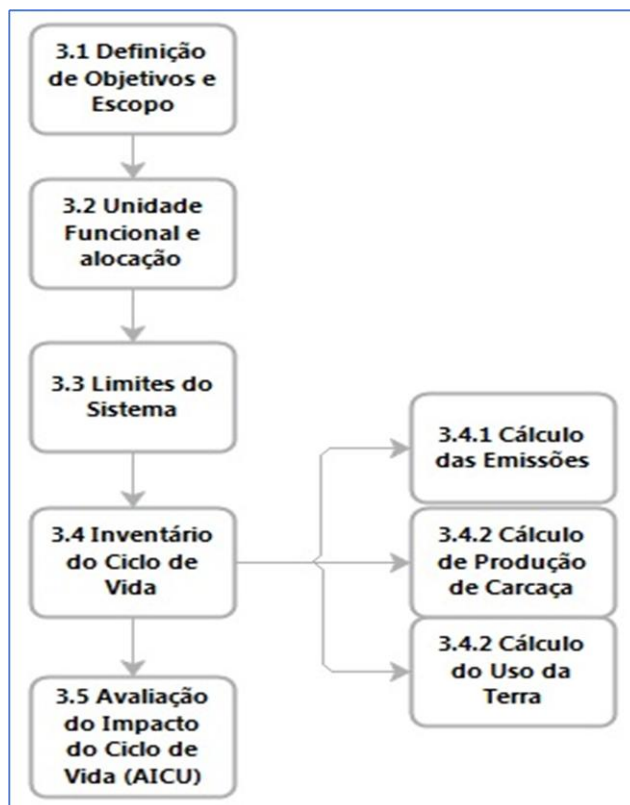


Figura 3 – Etapas da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir são caracterizadas cada uma destas etapas com os procedimentos metodológicos adotados e apresentados os aspectos metodológicos adotados por este trabalho. Ressalta-se que estudos que contemplem a ACV na produção pecuária necessitam da definição de características a serem adotadas já que a este tipo de produção podem estar sujeitos a fatores como: a) sistemas de produção; b) categorias de impacto; c) categoria dos animais; d) composição do rebanho; e) emissão de GEE; e f) uso da terra.

Além disso, outras definições, de caráter metodológico devem ser feitas, a saber: a) definição dos fatores de emissão; b) permanência no rebanho; c) produção de carcaça; d) área

útil. E, finalmente, se faz necessária a definição do programa para a execução dos cálculos matemáticos necessário às estimativas de impacto ambiental.

Sendo esta pesquisa de natureza quantitativa, pois trabalha com dados e resultados passivos de mensuração. Conforme Godoy(1995), a pesquisa quantitativa, visa quantificar os dados e transforma-los e sintetiza-los em informações, que sejam passíveis de observação que auxiliem na tomada de decisão. O objeto de estudo são cenários prototípicos, selecionados para serem comparados entre si. A procedimentação será através do referencial bibliográfico, possuindo natureza aplicada, pois gera dados a serem usados como base a tomada de decisão, conforme Silveira e Córdova (2009).

3.1 Definição do objetivo e escopo

De acordo com a norma ISO/DIS 14040 (2013) a primeira etapa para a ACV é a definição do objetivo e do escopo da pesquisa. No presente estudo, o objetivo consiste na avaliação e na comparação do impacto ambiental, em termos de pegada de carbono e mudança do uso da terra, de três sistemas de produção de bovinos de corte: sistema extensivo (EXT), sistema intensivo (INT) e sistema orgânico (ORG). Foi escolhido o sistema de ciclo completo (cria, cria e engorda) por ser o sistema típico do Brasil central que permite a avaliação de todo ciclo de vida bovino.

Para tanto, foram estabelecidas três fazendas prototípicas utilizando-se dados secundários selecionados com base nos seguintes critérios: i) representatividade de fazendas produtivas de bovinos de corte, em termos de tamanho do rebanho, tamanho da fazenda e sistema de alimentação; e ii) qualidade da literatura para publicada para a realização da ACV pretendida.

Os sistemas de produção de bovinos de corte típicos do Brasil central foram identificados com base nos dados descritos por EMBRAPA (2006), GOUVELLO et al. (2010) e ABIEC (2018), onde foram obtidos os índices zootécnicos (ganho de peso, taxas de natalidade e de mortalidade, idade ao abate, dentre outros) necessários para a construção dos três cenários prototípicos. Considerando-se que a genética dos animais possui influência direta nos índices zootécnicos, optou-se pela delimitação do estudo à raça Nelore e suas respectivas cruzas, por se tratar da raça com maior quantidade de animais em números absolutos no Brasil.

Assim, os sistemas de produção estudados representam os sistemas localizados no Brasil central, onde são produzidos acima de 80% dos bovinos produzidos no país (ABIEC, 2018). Esta região caracteriza-se por duas estações típicas: uma chuvosa, entre outubro e abril, em que ocorre a produção forrageira e outra seca, de maio a setembro, quando os animais necessitam de suplementação. A temperatura média da região é de 22° C e ocorre, em média, 1.200 mm de precipitação por ano (LOPES, 1996).

Baseado nos dados apresentados por EMBRAPA (2006), Gouvello et al. (2010) e ABIEC (2018), fazendas representativas foram construídas utilizando-se a estrutura de um rebanho estável, partindo-se de um rebanho com 1.000 matrizes (vacas). Segundo McAuliffe et al. (2017) um rebanho estável se caracteriza por um sistema onde o número de animais abatidos e/ou comercializados é substituído por animais jovens, mantendo constante o número de animais do rebanho.

A maneira com que o rebanho é constituído (composição), ou seja, a proporção de animais existentes em cada uma das categorias é calculada mediante índices zootécnicos de um sistema produtivo. Nesse estudo foram usadas as equações descritas por Gouvello et al. (2010), estando a proporção em equilíbrio dinâmico (rebanho estável). Para isso, o autor propõe o cálculo da composição do rebanho pelas equações de 1 a 7.

Assim, o número de nascimentos são calculados pelas Equações 1 e 2, em função do número de vacas, sua taxa de natalidade e mortalidade das novilhas em crescimento.

$$N = F0 * \alpha * (1 + \omega_p * \alpha / 2) \quad (1)$$

$$\Omega = \pi_i (1 - ((\omega_i t(F_i)) / 12), t(F_i) >, i = 1 \dots 3 \quad (2)$$

Sendo N o número de nascimentos; F0 sendo o número de fêmeas no rebanho; α é a taxa de natalidade (adimensional); ω_p é a taxa de mortalidade até o primeiro parto (adimensional); ω_i é a mortalidade de cada categoria, para bezerras e novilhas (adimensional); e $t(F_i)$ é o tempo de permanência dos animais na categoria até o primeiro parto (meses).

Para o cálculo do tempo de permanência na categoria é calculado de maneira distinta para machos e fêmeas pelas Equações 3 e 4 que seguem.

$$T(M_i) = \max(lx(M_i) - \beta_a, 12) \quad (3)$$

$$T(F_i) = \max(lx(F_i) - \beta_p, 12) \quad (4)$$

Sendo lx a idade máxima em (meses) dos animais em cada categoria e β_p e β_a são respectivamente, as idades ao primeiro parto e ao abate (meses), definidas para os sistemas.

Para o cálculo do número de bezerros e bezerras, assume-se a proporção de 50% para machos e fêmeas e taxa de mortalidades ω_0 ao longo do ano (Equação 5).

$$F_1, M_1 = 0,5 \cdot N \cdot (1 - \omega_0/2) \quad (5)$$

As quantidades de animais nas categorias em crescimento (F_i , M_i) são calculadas com base na quantidade de animais da categoria de idade imediatamente inferior e do mesmo sexo, e da taxa de mortalidade da categoria (Equações 6 e 7).

$$F_{i+1} = F_i \cdot (1 - \omega_{it}(F_i)/12) \quad (6)$$

$$M_{i+1} = M_i \cdot (1 - \omega_{it}(M_i)/12) \quad (7)$$

Finalmente, o número de touros é calculado com base na relação touro/fêmea (Θ) definida para o sistema em questão, de acordo com a Equação 8.

$$M_0 = F_0 \cdot (1 + \omega_p \cdot \alpha/2) / \Theta \quad (8)$$

Os números de fêmeas e machos abatidos (AF e AM , respectivamente) são calculados segundo as Equações 9 e 10.

$$AF = F_0/2 \cdot (1 - R) \cdot \alpha \cdot (1 + \omega_p \cdot \alpha/2) \cdot \pi_i (1 - \omega_{it}(F_{ia})) \quad (9)$$

$$AM = N/2 \cdot \pi_i (1 - \omega_{it}(M_{ia})) \quad (10)$$

A **Tabela 1** sintetiza as informações básicas dos três sistemas de produção.

Tabela 1 - Entradas e Saídas Anuais dos Sistemas de produção Extensivo, Intensivo e Orgânico

Sistemas	Categoria Animal	Idade(meses)	Peso(kg)	Ganho de Peso kg/animal/dia	Consumo de alimento (kg/dia)
Intensivo	bezerra	0-7	170	0,3	3,4
	bezerros	0-7	185	0,4	3,7
	novilha	7-23,7	360	0,6	7,2
	novilho	7-24,1	380	0,8	7,6
	novilha terminação	23,7	420	-	8,4
	tourinho	28,1	470,6	-	9,4
Orgânico	bezerra	0-7	155	0,2	3,1
	bezerros	0-7	170	0,2	3,4
	novilha	7-41,2	360	0,4	7,2
	novilho	7-42	380	0,4	7,6
	novilha terminação	41-48,8	440	0,4	8,8
	tourinho	42-50,4	480,8	0,4	9,6
Extensivo	bezerra	0-7	140	0,2	2,8
	bezerro	0-7	160	0,3	3,2
	sobreano fêmea	7-14,7	250	0,3	5,0
	sobreano macho	7-14,7	270	0,4	5,4
	novilha	14,7-26,9	360	0,3	7,2
	novilho	14,7-32,9	380	0,4	7,6
	novilha terminação	26,9-40,25	416,7	-	8,3
	tourinho	32,9- 37,5	460	-	9,2

Fonte: Elaborada pelo autor

Após a realização dos cálculos as informações básicas dos três sistemas de produção são apresentadas na **Tabela 1**.

A fazenda definida para EXT tem um rebanho de 3.360 animais (incluindo crias, novilhos, novilhas, vacas e touros). Já o rebanho INT é formado por 3.274 animais e o ORG composto por 3.408 animais.

No sistema EXT, nascimentos ocorrem durante a primavera, onde a taxa de natalidade média é de 60% ao ano, sendo 15% das crias utilizadas como animais de reprodução. Neste sistema, a idade à primeira cria é 36 meses e a idade para o abate é superior a três anos para animais jovens e superior a 10 anos para vacas e touros. A dieta para todas as categorias animais é composta exclusivamente por forragem (principalmente do gênero *Urochloa*).

No sistema INT, os produtores utilizam a estação de monta, a taxa de natalidade é de 75% dos quais 15% são utilizados para reposição. Aqui a idade de primeira cria é de 30 meses e a idade ao abate é de 24 meses para os animais jovens e acima de 10 anos para touros e

vacas. Os animais recebem suplementação, principalmente de concentrados (farelo de soja e milho moído) e volumoso (silagem de milho) durante o período de

Já no sistema ORG, os animais são mantidos em pastagens e recebem alguma suplementação de alimentos produzidos na própria fazenda. Anualmente, aproximadamente 15% das crias são utilizadas para a substituição e 60% das crias são desmamadas por vaca por ano. Em um sistema orgânico a idade à primeira cria é superior a 36 meses, a idade ao abate varia entre 3 e 4 anos, enquanto vacas e touros são abatidos com idade superior a 12 anos. Neste sistema utiliza-se homeopatia para o controle de parasitas e doenças dos animais.

3.2 Unidade funcional e alocação

Neste estudo, a unidade funcional adotada foi: kg de CO₂eq por kg de carcaça eq produzidos dentro de cada fazenda.

A metodologia de análise selecionada para a ACV foi ISO/DIS 14040 (2013) por este padrão ser amplamente aceito e usual em toda comunidade científica em estudos para a contabilização dos GEE e mudança do uso da terra. Como os fatores de emissões nacionais encontram-se disponíveis (por exemplo, em LESSA et al., 2014) não foram utilizados os chamados fatores de emissão *default* que são descritos no manual desta metodologia, cuja recomendação é no uso dos fatores locais caso estejam disponíveis.

A ACV foi, então, utilizada para estimar a quantidade total de GEE (CO₂, N₂O e CH₄) emitida na produção de carne bovina em que a unidade usada por outros autores foi kg de equivalentes de CO₂ (CO₂eq) por kg de carcaça equivalente (JOHNSON et al., 2003; CASEY & HOLDEN, 2005; LOVETT et al., 2006; OGINO et al., 2007; KUSTERMAN et al., 2008; STEWART et al., 2009; BEUCHEMIN et al., 2010; CEDERBERG et al., 2011; BURATTI et al., 2017 ; McAULIFFE et al., 2018).

Com relação ao uso da terra, para calcular e comparar o efeito da variação nos diferentes índices zootécnicos próprios de cada sistema, a alocação foi feita tomando-se por base a área necessária (m²) para a produção de 1 kg de carcaça em cada sistema.

3.3 Limites do sistema

Com relação às fronteiras definidas, este estudo se baseia no sistema do nascimento ao abate (*Cradle-to-gate*), ou seja, considerando todos os processos produtivos dentro das três fazendas. Como pode ser observado na

Tabela 2, o sistema de produção de bovinos de corte inclui a fase de cria (vaca e bezerro), a fase de recria dos animais (do desmame à engorda) e a fase de terminação dos novilhos ao abate.

Tabela 2 - Ciclo de vida de produção de bovinos de corte

Número de animais	Fases	Tempo de duração
Cria		
Extensivo 1566		Extensivo 0-7
Intensivo 1616		Intensivo 0-7
Orgânico 1716		Orgânico 0-7
Recria		
Extensivo 1012.80		Extensivo 27
Intensivo 570		Intensivo 17
Orgânico 1310.20		Orgânico 35
Terminação		
Extensivo 641.20		Extensivo 7
Intensivo 708.60		Intensivo 37
Orgânico 782.30		Orgânico 18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagens disponíveis em: <https://iepec.com>.

Sendo as entradas e saídas do sistema de produção dos ruminantes, representadas pela **Figura 4** abaixo.

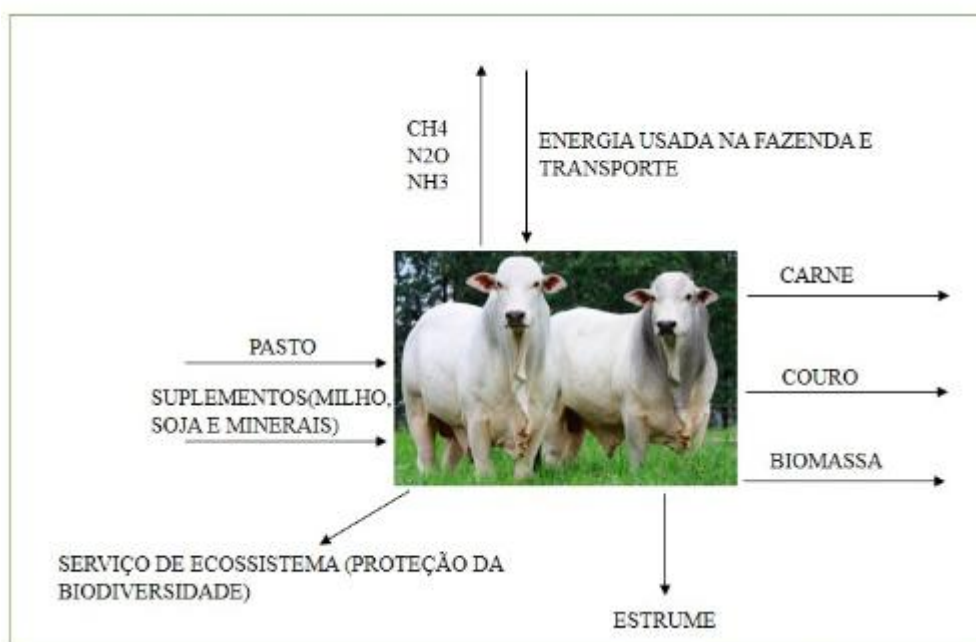


Figura 4 - Entradas e Saídas do processo produtivo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagem disponível em: <https://iepec.com>.

A pesquisa levou em consideração tanto impactos diretos como indiretos relacionados à manufatura e à produção de diesel, de fertilizantes sintéticos, de pesticidas, de sal mineral e de plástico. Assim como no trabalho de Buratti et al. (2017), emissões derivadas da fabricação de equipamentos e construção de instalação da fazenda não foram incluídas. Emissões do uso da terra para a produção de alimentos para os animais (soja e milho) foram excluídos desta análise por serem computados na produção agrícola. O CO₂ da respiração dos animais não foi incluído por não ser considerado uma fonte líquida de emissão pelo Protocolo de Kyoto. Já as mudanças no estoque de Carbono não foram incluídas nas estimativas de GEE por falta de dados específicos para a região em estudo (Brasil central).

3.4 Inventário do ciclo de vida

O inventário do ciclo de vida foi realizado considerando a estrutura do rebanho em equilíbrio dinâmico (estável). Esta metodologia é considerada a mais adequada para identificar a variabilidade das práticas de manejo entre os três sistemas estudados (CARDOSO et al., 2016; BURATTI et al., 2017; McAULIFFE et al., 2018).

Para cada cenário os dados da literatura foram integrados na planilha eletrônica elaborada por Cardoso et al. (2016) que permite calcular as categorias de impacto investigadas neste trabalho. Esta planilha encontra-se disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X15300652>.

Para a produção de bovinos de corte, para calcular as categorias de impactos consideradas no presente estudo (pegada de carbono e uso da terra) faz-se necessário realizar o cálculo das emissões, produção de carcaça e área útil de cada sistema (McAULIFFE et al., 2018). Os resultados destes cálculos estão descritos a seguir.

3.4.1 Cálculo das emissões

O método utilizado nesse estudo da análise do ciclo de vida para os três sistemas preconiza que todas as emissões provenientes dos insumos utilizados nessa atividade, nesse caso, a pecuária de corte, devem ser reportados. Para este estudo foram contabilizados os GEEs tipicamente produzidos pela produção de bovinos de corte: i) CH₄ oriundo da fermentação entérica dos ruminantes; ii) CH₄ de excretas (fezes); iii) emissões de N₂O da urina e das fezes em pasto; iv) emissão direta de aplicação de fertilizantes nitrogenados; e v) GEEs emitidos indiretamente pelo uso de energia elétrica, pesticidas, combustíveis, rações, vacinas, transporte dos animais, máquinas e equipamentos para preparação de solo.

As emissões diretas de CH₄ e N₂O pelos animais e pela aplicação de fertilizantes nitrogenados foram calculados utilizando-se fatores de emissão específicos nacionais. Para obter o fator de emissão de CH₄ entérico foram utilizadas as equações disponíveis no guia do IPCC (2006) nível de detalhamento 2 (Tier 2). O fator de excreção animal de N utilizado foi 40 kg de N por animal de 430 kg por ano (IPCC, 2006). Os fatores de emissão específicos estão descritos na **Tabela 3**.

Tabela 3 - Fatores de emissões diretas de CH₄ e N₂O

Gás	Fator de Emissão	Quantidade	Unidade	Referência
CH ₄ entérico	Touro	51	kg de CH ₄ por cabeça	IPCC (2006)
	Vaca	49	kg de CH ₄ por cabeça	IPCC (2006)
	Novilho	36	kg de CH ₄ por cabeça	IPCC (2006)
CH ₄ fezes		0,5	kg de CH ₄ por cabeça	Cardoso et al. (2018)
N-N ₂ O urina		0,01	g por g de N excretado	Cardoso et al. (2019)
N-N ₂ O fezes		0,005	g por g de N excretado	Cardoso et al. (2019)
N-N ₂ O fertilizantes		0,01	g por kg de N aplicado	IPCC (2006)
N ₂ O indireto		0,0075	g por kg de N volatilizado	IPCC (2006)
N volatilizado		0,1	g por kg de N aplicado	Cardoso et al. (2019)

Fonte: Elaborado pelo autor.

As emissões dos GEEs indiretas foram contabilizadas considerando a fabricação, transporte e aplicação para os insumos: sais minerais, fertilizantes, inseticidas, herbicidas, tratores e óleo diesel. Essas emissões foram calculadas mediante o uso dos fatores de emissão específicos obtidos da literatura e apresentados na **Tabela 4**.

Tabela 4 - Fatores de emissão de CO₂ para os insumos utilizados na fazenda desde a produção até a entrega

Nutrientes/insumos	CO ₂ /Nutriente	Unidade	Fonte
Nitrogênio	858	(kg/t)	WEST, 2001
Fosforo	165	(kg/t)	WEST, 2001
Potássio	120	(kg/t)	WEST, 2001
Calcário dolomítico	36	(kg/t)	WEST, 2001
Herbicida 1 (gesaprin 50)	4,7	(kg/L)	WEST, 2001
Herbicida 2 (Sanson 405C)	4,7	(kg/L)	WEST, 2001
Inseticida (Karate)	4,9	(kg/L)	WEST, 2001
Inseticida (Match)	4,9	(kg/kg)	WEST, 2001
Sementes (Pionner)	1,1	(kg/kg)	WEST, 2001
Tratamento de Sementes (Cruiser+Standak)	5,2	(kg/kg)	WEST, 2001
Ureia	858	(kg/t)	Reijnders, 2008
Diesel	3,1	(kg/kg)	WEST, 2001
Lona Plástica	0,35	(kg/m ²)	Romanelli, 2002

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as demais emissões indiretas do sistema foram utilizados fatores de emissão levantados no referencial bibliográfico apresentado na **Tabela 5**.

Tabela 5 - Fatores de Emissão para insumos utilizados dentro de uma fazenda de produção de bovinos de corte

Insumos	Unidade	Fator de Emissão (kg de CO ₂)	Fonte
Energia Elétrica	kwa	0,052	MCTI, 2017
Calcário	1 Mg	36	West, 2001
Ureia	1 Mg	858	West, 2001
Fósforo	1 Mg	165	West, 2001
Potássio	1 Mg	120	West, 2001
Vacinas	unidade	0,005	Cardoso, 2012
Sal Mineral	1Mg	120	Cardoso, 2012
Manufatura e transporte de fertilizantes	kg CO ₂ /Mg	760	West e Mariland, 2002

Fonte: Elaborado pelo autor.

As quantidades anuais de insumos utilizadas para a produção animal nos três sistemas são apresentadas na **Tabela 6**, ainda com base na literatura levando-se em consideração o número de animais e a área útil de cada uma das três fazendas.

Tabela 6 - Insumos utilizados dentro de uma fazenda de produção de bovinos de corte

	Unidade	Extensivo	Intensivo	Orgânico
Área útil	ha	2490	920	3612
Energia Elétrica	kwa	0.0216	0.0216	0.0216
Diesel	L	2500	6948	28862
Calcário	1 Mg#	4980	1840	7224
Ureia	1 Mg	498	368	NA
Fósforo	1 Mg	99,6	36,4	144,5*
Potássio	1 Mg	498	368	NA
Vacinas	unidade	3360	3274	3408
Sal Mineral	1Mg	147	143	149

* Na forma de pó de rocha. # Mg=1 tonelada

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.2 Cálculo da produção de carcaça

A produção de carcaça, denominada (PC) para cada um dos três sistemas foi obtida utilizando-se da equação 11 descrita por Gouvello et al. (2010):

$$PC = AF * CEF * AM * CEM \quad (11)$$

Onde AF e AM se constituem no número de animais de cada sexo (fêmea e macho) e CEF e CEM são, respectivamente, o peso de carcaça no abate de fêmeas e machos.

Para este cálculo as quantidades de novilhas, novilhos e vacas abatidos durante o ano foram multiplicadas pelos pesos de carcaça e, posteriormente, somados entre si. A produção de carcaça reflete as diferenças de rendimentos de carcaça característicos de cada sistema e do sexo do animal. Para bovinos de raça Nelore e suas cruzas, utilizados neste estudo, o rendimento médio de carcaça é de 50% para fêmeas e de 52% para machos nos sistemas EXT e ORG, enquanto no sistema INT o rendimento é de 52% para fêmeas e 55% para machos (RODRIGUES et al., 2003). Os resultados obtidos para o número de animais abatidos por ano, o peso das carcaças e a produção de carne para cada um dos sistemas são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Número de animais abatidos, peso de carcaças e produção de carcaças para os Sistemas EXT, INT e ORG

Animais abatidos	Extensivo	Intensivo	Orgânico
Machos	284	374	293
Fêmeas	129	217	138
Vacas descarte	110	130	120
Total	523	721	551

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.3 Cálculo do uso da terra

Para se calcular o uso da terra, inicialmente obteve-se a área útil para cada sistema obtida através da divisão do total de unidades animais (UA) de cada sistema pela taxa de lotação (UA/ha) características de cada sistema investigado. Em seguida, dividiu-se a produção de carcaça pela área útil, obtendo-se, assim, o uso da terra (m²/kg de carcaça). Na Tabela 8 são apresentados os dados de entrada para o cálculo do uso da terra.

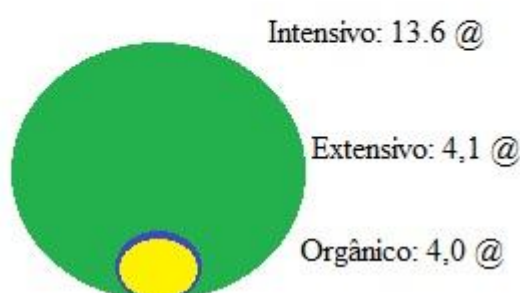
Tabela 8 - Área útil e uso da terra para a produção animal dos sistemas avaliados

Item	Área útil para cada sistema		
UA total do rebanho*	2490	2301	2528
Lotação animal (UA/ha)	1	2,5	0,7
Área útil (ha) #	2490	920	3612

*1 UA equivale a 450 kg de peso vivo. #Área útil: Entende-se por área útil aquela que é utilizada para a produção de bovinos, excetuando-se as protegidas por lei e destinadas a outras atividades.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor elucidação segue figura com representação da produção de @ por há.

Figura 7- Produção de Arrobas por Hectare

3.5 Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV)

A análise das emissões de GEEs consistiu na divisão do total de CO₂eq emitido pelo rebanho em um ano, pelo total de carne em carcaça equivalente produzida pelo rebanho neste mesmo ano.

As emissões totais de GEEs para cada sistema foram calculadas para cada cenário utilizando-se a equação 12, onde as emissões de N₂O e CH₄ em um ano são convertidas em toneladas de CO₂eq de acordo com o IPCC (2013) e somadas ao total de CO₂ emitido pela produção de alimentos para os animais e pelos combustíveis fósseis utilizados nas atividades relacionadas à bovinocultura de corte dentro das fazendas prototípicas. A equação 12 agrega todos os gases emitidos em um único indicador, quer seja, o CO₂eq. Considerando-se o poder de aquecimento global dos gases em um horizonte de 100 anos (IPCC, 2013) utilizou-se os fatores de conversão 1, 28 e 265 para dióxido de carbono, metano biogênico e óxido nitroso, respectivamente.

$$T(\text{CO}_2) = (X1 * 28) + (X2 * 265) + X3 \quad (12)$$

Sendo:

$T(\text{CO}_2)$ = Emissão anual de CO_2 emitido pelo rebanho de cada cenário;

$X1$ = Emissão anual de CH_4 oriundo da fermentação entérica e fezes do rebanho em 1 ano;

$X2$ = Emissão anual de N_2O oriundo das fezes e urina do rebanho em 1 ano;

$X3$ = Emissão anual de CO_2 das demais atividades (combustível, agricultura, adubação de pastagem etc.).

Em seguida, dividiu-se o total de CO_2eq pela produção de carcaça obtendo-se a pegada de carbono para cada cenário. Por fim, obteve-se a área em m^2 necessária para a produção de 1 kg de carcaça equivalente.

Através dos objetivos propostos e metodologia definida, os resultados serão apresentados relacionando os sistemas, insumos e período do desenvolvimento bovino para a emissão de GEE, quantificando para esse estudo a Pegada de Carbono e Uso da Terra.

4. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos mediante uso das equações descritas no capítulo anterior e utilizando-se da planilha eletrônica proposta por Cardoso et al. (2016). Os cálculos foram realizados partindo da ACV e considerando-se os limites dos sistemas estudados visando ao cálculo da Pegada de Carbono e Uso da Terra, objetivos desta dissertação.

Os resultados da Pegada de Carbono e do Uso da Terra encontram-se discutidos a seguir.

Por fim, o capítulo ainda descreve as implicações gerenciais, ambientais e produtivas dos resultados.

4.1 Pegada de Carbono

Segundo CARDOSO (2012), McAULIFFE et al (2018), a agropecuária é um dos principais responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, destarte metano (CH_4) proveniente da fermentação entérica dos ruminantes e óxido nitroso (N_2O) de sua adubação nitrogenada, e CO_2 de insumos do processo.

As emissões de CO_2 , CH_4 e N_2O necessárias para o cálculo da Pegada de Carbono são apresentadas nos itens subsequentes.

4.1.1 Emissões de CO_2

Em se tratando de atividades agropecuárias o dióxido de carbono (CO_2) é emitido através do cultivo dos solos e também pela utilização de energia fóssil em processos agrícolas, incluindo-se a associada aos insumos, rações, fertilizantes, inseticidas entre outros, segundo CARDOSO (2012), trazendo a ACV e pegada de carbono como fonte de informação afim de calcular o impacto da pegada de carbono BURATTI et al (2017). No que se refere às emissões de CO_2 , o sistema INT apresentou números significativamente superior aos sistemas EXT e ORG em emissões relativas ao sal mineral e fertilizantes.

O sistema orgânico apresentou números superiores de emissões através de energia, diesel e calcário. Com relação às emissões de CO_2 relativas ao total de insumos utilizados em cada sistema, o sistema intensivo se apresentou como o maior emissor, sobretudo em virtude ao maior uso de fertilizantes.

Com relação à emissão de CO₂ por carcaça, o sistema ORG foi o que apresentou a menor emissão. Porém, quando considerada a quantidade de kg de CO₂ por cada kg de carcaça, os sistemas EXT e ORG mostraram-se mais poluentes do que o sistema INT. Isto pode ser justificado pelo fato destes dois últimos utilizarem-se de maiores quantidades de insumos (calcário e fertilizantes) e de mão de obra mecanizada (diesel para o maquinário) enquanto que no sistema INT o gado é criado solto. Assim, o peso do CO₂ dentro da Pegada de Carbono foi: 6,8 kg CO₂/kg carcaça (INT), 5,3 kg CO₂/kg carcaça (ORG) e 0,06 kg CO₂/kg carcaça (EXT).

As emissões detalhadas deste gás são apresentadas na **Tabela 9**.

Tabela 9 - Emissão de CO₂ (kg CO₂/rebanho/ano)

Insumos	Sistemas		
	Extensivo	Intensivo	Orgânico
Produtos			
Veterinários	Ns*	Ns*	Ns*
Sal	5139	12272	11466
Energia	1197	445	1701
Diesel	0	15101	28862
Calcário	0	121568	464697
Fertilizantes	0	743201	263589
Total	6336	892587	770314
Rendimento de carcaça (kg/rebanho/ano)	104.514	130.629	145.590
kg CO ₂ /kg carcaça	0,06	6,8	5,3

Ns*: Não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando estes resultados à luz de trabalhos anteriores, a maior emissão de CO₂ fóssil no cenário INT justifica-se pelo uso de maquinários, implementos, maior uso de processos automatizados e o emprego de práticas de melhoramento genético que envolvem processos com uso de energia (Potter et al., 2000; GOMES et al., 2015). Já em sistemas com uso de tecnologia avançada, os resultados são superiores que em sistemas sem mecanização e automatização. O mesmo ocorre no sistema orgânico, que também demanda maior controle e mecanização no trato animal apresentando, assim, maiores emissões, sobretudo decorrência da alimentação ser em sua maior parte ser via cocho, deve ser ressaltado que pode-se fazer a

mescla entre os sistemas, uma integração, podendo no sistema orgânico, ter características intensivas, caso tenha necessidade e viabilidade (INÁCIO et al. 2018).

Embora o sistema EXT tenha apresentado a menor emissão de CO₂ dentro da Pegada de Carbono, este sistema apresenta como pontos negativos a baixa qualificação de mão-de-obra e o uso de animais com valor genético inferior, o que resulta em um estrangulamento em termos de produtividade e sustentabilidade, indo de acordo com proposto por McAULIFFE et al (2018), onde trata a genética dos animais como fator importante de sua produtividade, e a baixa qualificação do homem do campo no trato do animal (GOMES, et al.,2015).

Os valores de emissão de CO₂ relativos aos produtos veterinários utilizados em cada sistema foram considerados sem significância para este estudo.

4.2 Emissões de CH₄

Segundo CARDOSO (2012), o gás metano (CH₄) é emitido através da fermentação entérica dos ruminantes e em menor escala pelas fezes dos animais, assim analisando a emissão de CH₄ entérico, nos limites desse trabalho para os sistemas de produção, se deu em maior escala no sistema EXT de produção em todas as fases comparativamente, na fase de cria do sistema EXT, 121335 kg de CH₄/rebanho/ano, enquanto para os sistemas INT e ORG, foram 89123 kg de CH₄/rebanho/ano e 110497 kg de CH₄/rebanho/ano respectivamente, em consonância ao estudo de Buratti et al(2017), onde este estágio do ciclo de vida apontava para 60% para o sistema EXT e 63% para ORG, outro estudo que elucida tal número maior nessa fase é de PELletier et al(2010).. A fase cria é a mais impactante em decorrência do consumo alimentar residual (CAR), que é mensurado c pela diferença entre o consumo observado e o pressuposto, considerando o ganho médio diário e o peso metabólico do animal (peso vivo elevado à potência 0,75) em unidade de tempo, assim animais que possuem baixo CAR são mais eficientes, ocorrendo o contrário com os menos eficientes, sendo a oferta de alimento, e necessidade de ganho de peso fator para que essa fase seja a maior emissora de CH₄ entérico e em esterco, comparativamente as outras fases, recria e terminação(SEEG,2018).

Indo de encontro a proposição de McAULIFFE et al (2018) as emissões do rúmen do animal, são a maior fonte de emissão de GEE, independentemente das estratégias de gestão das pastagens. Evidenciado também por Buratti et al (2017), onde a fermentação entérica em seu estudo correspondeu a 50-54% do valor global de GEE.Ratificado pelo estudo de Buratti et al(2017), que cita 50% para convencional e 55% para o sistema orgânico, evidenciando,

que esta é a maior fonte de impacto e maior influenciadora no resultado da pegada de carbono.

Na fase de Recria o sistema Extensivo também foi maior, sendo 79036 kg de CH₄/rebanho/ano, se comparando a mesma etapa ao sistema INT e ORG, o mesmo na fase de terminação onde o CH₄ entérico também foi maior no sistema EXT 30002 kg de CH₄/rebanho/ano, e nos sistemas INT e ORG, 20538 kg de CH₄/rebanho/ano e 22001 kg de CH₄/rebanho/ano respectivamente, principalmente do maior uso de pastagens, e maior tempo de abate, que o valor total de CH₄ emitido nesse sistema é superior aos demais cenários, intensivo e orgânico, principalmente pelo processo de fermentação entérica e idade de abate dos animais superiores, por serem criados soltos (EMBRAPA, 2005; REVISTA AGROPECUÁRIA, 2018). Segundo Anchão (2016), a oferta de pasto, disponibilidade de alimento, atrelado ao ajuste do número de animais, pode diminuir a emissão de metano.

Sendo assim o somatório das fases mostrando uma maior emissão de CH₄ entérico no sistema EXT em todas as fases e assim nos valores totais de emissão entérica. Estas emissões se de fermentação entérica, rumem do animal e pelas fezes esterco estando a produção desse gás intimamente ligada à qualidade do alimento ingerido (BARIONI et al, 2007).

Para as emissões de CH₄ são considerados os períodos de cria, recria e terminação para os três sistemas. As emissões por período e cenário conforme **Tabela 10** abaixo:

Tabela 10 - Emissões de CH₄ por cenário e fase

Sistema	Emissões de GEE em cada fase por cenário	Entérico (kg CH ₄ /rebanho/ ano)	Esterco (kg CH ₄ /rebanho/ ano)	Total (kg CH ₄ /rebanho/ ano)	CO ₂ eq (kg CH ₄ /rebanho/ ano)
Extensivo	Cria	121335	2835	124169	2855890
	Recria	79036	1846	80882	1860294
	Terminação	30002	701	30703	706170
	Total	230373	5832	235754	5422354
Intensivo	Cria	89123	1666	90789	2088145
	Recria	58939	1102	60041	1380932
	Terminação	20538	384	20922	481211
	Total	168600	3152	171752	3950288
Orgânico	Cria	110497	2534	113031	2599720
	Recria	46329	1063	47392	1090017
	Terminação	22001	547	22548	518599
	Total	178827	4144	182971	4208336

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação ao metano eliminado pelas fezes dos animais, ou seja, no esterco, verificamos que o sistema extensivo é também o maior emissor desse gás, com números superiores de emissão em todas as fases, no sistema EXT na fase de cria 2835 kg CH₄/rebanho/ ano), 1846 (kg CH₄/ rebanho/ ano) e 701 kg CH₄/ rebanho/ ano) na fase de terminação, totalizando um valor de 5832 kg CH₄/ rebanho/ ano, enquanto os sistemas INT e ORG apresentaram menores valores em todas as fases e valores totais para emissão de CH₄ via esterco 3152 (kg CH₄/ rebanho/ ano para INT e 4144 (kg CH₄/ rebanho/ ano para ORG ; justificado pela falta de práticas de controle, melhor manejo do solo, rotação de cultura faz com que esse sistema tenha essa ineficiência, tais práticas podem reduzir o tempo médio de abate em até um ano, reduzindo assim o tempo de emissão por cabeça, porém tais práticas são mais adotadas em sistemas intensivos de produção (Cardoso et al, 2016; SEEG,2018).

Outro fator seria a degradação do solo, que por ser criado solto, sendo a fase de cria a que mais impacta do ponto de vista de emissão em todos os cenários, para todos os gases, incluindo o metano, com mais da metade de toda emissão, gado se alimenta da pastagem natural, devido uma maior pressão sobre a biodiversidade e assim de matéria orgânica que também influencia nesses números (CERRI et al., 2004; BERCHIELLI, MESSANA, CANESIN, 2012, BRAZ et al., 2013). Esses são fatores que elucidam o sistema extensivo ser mais impactante do que os outros dois sistemas: intensivo e orgânico para este gás, CH₄.

O valor acumulado para os sistemas EXT, INT e ORG, em kg CH₄/ rebanho/ ano foram: 235754 kg CH₄/ rebanho/ ano, 171752 kg CH₄/ rebanho/ ano e 182971 kg CH₄/ rebanho/ ano, transformando em CO₂ equivalente, unidade de Pegada de Carbono, ficamos com uma emissão superior ao sistema EXT 5422354 kg CH₄/ rebanho/ ano, se comparados aos outros dois sistemas INT e ORG para CO₂ eq, 3950288 e 4208336 kg CH₄/ rebanho/ ano.

4.3 Emissões de N₂O

O mesmo foi utilizando a base para cálculo das emissões de N₂O, medidos pelas excretas e pelo uso de fertilizantes, posteriormente transformados em kg de CO₂ eq. para a unidade de pegada de Carbono, conforme **Tabela 11**.

Tabela 11 - Emissão de N₂O em cada fase (kg de N₂O) e kg de CO₂ eq.

N ₂ O	Fases	Excretas	Total	CO ₂ eq
Extensivo	Cria	472	472	140621
	Recria	267	267	79705
	Terminação	97	97	28843
	Total	836	836	223209
Intensivo	Cria	1182	1182	352371
	Recria	799	799	238138
	Terminação	212	212	63324
	Total	2193	2193	653833
Orgânico	Cria	593	593	176691
	Recria	268	268	79826
	Terminação	113	113	33687
	Total	974	974	290204

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação a emissão de N₂O, o sistema INT se mostrou mais poluente que o sistema EXT e ORG, a fase de cria apresentou 1182 kg de N₂O, a de recria 799 kg de N₂O e terminação 212 kg de N₂O, com um total 4 vezes superior aos outros dois sistemas neste gás e quase 3 vezes e meias com relação ao total de CO₂ eq., nesse sistema a intensificação do processo de aceleração do crescimento do animal e maior controle zootécnico, adubação nitrogenada na área de fornecimento de alimento e suplementação, técnicas feitas na fase de cria em maior escala, fazem com que ela tenha números superiores aos das outras fases (BRAZ et al., 2013; SEEG, 2018), McAULIFFE et al (2018) cita a adubação nitrogenada como fator de grande influência sobre a emissão de GEE, e influencia na poupança de carbono, indo de acordo com o acurado na tabela 11, fator esse preponderante para a dada análise.

A recria para N₂O para os sistemas EXT e ORG apresentaram: 267 kg de N₂O e 268 kg de N₂O, números similares, enquanto na fase de terminação apresentaram: 97 kg de N₂O e 113 kg de N₂O, indo de acordo com a proposição de Buratti et al (2017), onde se teve maiores emissões de N em fazendas ORG, durante engorda e terminação principalmente, se comparados esse caso ao sistema EXT.

Verificou-se a emissão de maiores excretas nitrogenadas no sistema intensivo de produção, em todas as fases e no total acumulado, cria, recria e terminação se comparados aos outros dois sistemas, tal número muito superior, sendo até 4 vezes mais poluente, tal fato oriundo principalmente pela maior adubação nitrogenada, maior uso de insumos e fertilizantes

se comparados aos outros dois sistemas, o que faz com que com relação a emissão de N_2O , esse sistema tenha maior impacto, e assim também um maior impacto em kg de CO_2 eq. eliminado, no sistema INT mais impactante 653833 CO_2 eq, (IPCC, 2006, 2018; MODERNE et al., 2013), e 223209 CO_2 eq e 290204 CO_2 eq, trazendo a necessidade de uma maior análise quanto aos sistemas, vide que o extensivo mostrou-se mais impactante com relação a CH_4 , e o intensivo com relação a N_2O , porém além dessa análise isolada a pegada de carbono que é a composição dos três gases mencionados, será fator primordial a conclusão quanto ao sistema menos impactante e assim elucidar sua viabilidade, uma alimentação com dieta mais rica em proteínas implicam em maior excreção de Nitrogênio, que tem efeito nas emissões de óxido nitroso (N_2O) (CERRI et al., 2009)

4.4 Emissão de CO_2 fóssil

Foi calculado o CO_2 fóssil para os três sistemas que faz parte da composição do cálculo total do CO_2 eq., conforme **Tabela 12**:

Tabela 12 - Emissão de CO_2 por cenário

Sistemas de Produção	CO_2 Total (kg)
Extensivo	6336
Intensivo	892587
Orgânico	770314

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse sentido apurou-se um maior potencial de emissão de CO_2 fóssil para o sistema intensivo, seguido do sistema orgânico, números muito superiores a emissão desse gás com relação ao sistema Extensivo de produção, que emite cerca de 6336 kg de CO_2 , devido a menor utilização ou ausência de maquinários, implementos, a eliminação de CO_2 fóssil é diminuída, principalmente pelo tipo de criação do gado predominantemente solto no sistema extensivo. (EMBRAPA, 2005; REVISTA AGROPECUÁRIA, 2018).

Segundo CARDOSO (2012) deve-se levar em consideração que a manutenção da produtividade de um sistema requer maiores entradas de energia de origem fóssil utilizadas em insumos, máquinas, implementos e instalações que são os inputs do processo, assim ratificando o sistema EXT menos tecnificado o de menor emissão de CO_2 fóssil comparativamente ao sistema INT e ORG, 892587 kg de CO_2 e 770314 kg de CO_2 .

4.5 Total de CO₂ eq. por cenário e Resultado da Pegada de Carbono

O total de CO₂ equivalente por cenário foi através da transformação dos três gases, CH₄ total, N₂O e CO₂ sintetizada na unidade de kg de CO_{2eq}, obtendo-se para a metodologia aplicada, que servirá de base para o resultado final, pegada de carbono, respondendo assim os objetivos propostos no objetivo dessa dissertação, vide **Tabela 13**:

No tocante ao CO₂ eq. total, obtivemos um maior potencial de emissão para o sistema extensivo.

Tabela 13 - CO₂ eq. total por cenário

CO ₂ eq. por Cenário (Mg)	
Extensivo	5678
Intensivo	5497
Orgânico	5269

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apresentando 5268,854 Mg de CO₂ eq, o menos impactante dos três cenários comparados, 5677,858 Mg de CO₂ eq para o EXT, e 5496,709 Mg de CO₂ eq. assim será sintetizado para unidade funcional de Pegada de Carbono Kg de CO₂ eq, tema deste estudo.

Após essa sintetização para unidade funcional de CO₂ eq., obtivemos a Pegada de Carbono como resultados dos cálculos pelas restrições citadas na metodologia e através da planilha de cálculo de Cardoso et al. (2016), obtendo os resultados da **Tabela 14** para pegada de carbono:

Tabela 14 - Pegada de Carbono

Pegada de Carbono (kg de CO ₂ eq.)						
Sistema	Produção de carcaça (kg carcaça CO _{2eq} .)	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Pegada de Carbono	Por (ha) CO ₂ eq.
Extensivo	104514	51,8	2,3	0	54,3	3307
Intensivo	130629	30,2	5	6,8	42	8610
Orgânico	145590	28,9	1,9	5,2	36,1	2159

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando para a análise da pegada de carbono, obtivemos uma maior produção por carcaça no sistema orgânico, como já demonstrado em resultados preliminares anteriores a esse resultado geral, além de menores emissões para CH_4 e N_2O se comparado aos outros dois sistemas, totalizando uma pegada de carbono de 36.1 kg de CO_2 eq., comparativamente aos sistemas INT 42 kg de CO_2 eq, e ORG 54.3 kg de CO_2 eq., desta forma chegamos a uma eficiência produtiva em termos de Pegada de Carbono no sistema Orgânico, desta forma a escolha para um mesmo número de matrizes levando em conta esse viés faz com que esse seja o sistema menos impactante, e mais produtivo em termos de carcaça, além de menor área por (ha) de CO_2 eq. 2158, comparado a 3306 CO_2 eq por ha ao sistema EXT e 8608 CO_2 eq por ha ao INT, comparativamente ao estudo de Buratti et al (2017), onde o mesmo encontrou 36 kg de CO_2 eq para o sistema convencional e 48 kg de CO_2 eq para orgânico, já transformados a unidade dessa dissertação, Pois, Buratti et al (2017) não calcularam em kg de carcaça eq e sim em kg peso vivo, a diferença da pegada se evidencia basicamente pela diferença de idade de abate dos animais nos contextos dos trabalhos, Buratti, contexto Italiano, diferente da realidade brasileira, além da oferta de forragem e adubação nitrogenada nos pastos e uso de fertilizantes orgânicos em larga escala na região do estudo, fazendo com que o valor para o sistema orgânico no estudo de Buratti seja maior, outro fator diferencial entre os trabalhos, é com relação ao período de terminação ser diferente, o que influencia no montante de fermentação entérica e manejo do esterco, sendo fonte da variabilidade entre os estudos.

Para Buratti et al (2017) em seu estudo diferente do que encontramos, a pegada do orgânico é menor principalmente em virtude das reduções de dióxido de carbono e óxido nítrico, relacionado com a ausência de práticas de fertilizações sintéticas, contudo trata-se de uma realidade diferente de manejo de pastagem, clima e solo, entre Itália de seu trabalho e Brasil Central nessa dissertação, clima mais seco e quente, comparado ao contexto italiano, frio..

Em termos de produção de carcaça o sistema ORG apresentou 145589,8 kg carcaça CO_2 eq., comparados a 104513,6 kg carcaça CO_2 eq e 130628,5 kg carcaça CO_2 eq. esta melhor produção de carcaça deriva principalmente do maior controle zootécnico, alimentação, tratos com animal, fazendo a relação kg produzida com total emitido de CO_2 ser mais atraente no sistema orgânico de produção.

Com relação a CH_4 o sistema extensivo apresenta maior emissão se comparado aos outros dois sistemas, no tocante a emissão de N_2O o sistema intensivo torna-se mais

impactante, principalmente fruto de maior adubação nitrogenada e eliminação na urina dos animais em decorrência de maior suplementação, número também superior para esse sistema quando falamos de CO_2 , com tudo principalmente em virtude dos valores de CH_4 fazem com que o sistema Extensivo tenha uma maior pegada de carbono, que nada mais é que a transformação desses 3 gases para a unidade funcional de cálculo da pegada, evidenciando o que foi dito no estudo de McAULIFFE et al (2018), onde estatisticamente, a influência na oferta de pastagem e consequente variação na taxa de crescimento dos animais, fruto disso, no total de emissão, influenciado pela variável tempo, e oferta, já que a digestibilidade é fator tratado no processo em cada um dos cenários prototípicos. Porém quando pegamos a relação com a área (ha) o sistema intensivo tornasse mais impactante, concomitante com a ideia de Buratti et al (2017), que cita que a taxa de metano é altamente influenciada pelo tipo de dieta dos animais e digestibilidade alimentar, e citando a diferença da alimentação nos sistemas CON e ORG, e pudemos evidenciar as diferenças principais entre os sistemas de maior controle INT e ORG no nosso estudo, comparado ao criado solto, EXT.

Buratti et al (2017), cita que o tipo de alimento, quanto mais concentrado, menor a emissão de metano entérico, e aumenta a produtividade, sendo assim uma estratégia tanto de mitigação dos GEE e como ganho de resultado e produtividade animal.

Através disso, verificou se que em termos de pagada de carbono a maior eficiência, ou menor capacidade de poluição para o sistema orgânico de produção, atrelado ao valor da arroba do boi orgânico ser 3 vezes superior ao dos outros dois sistemas, torna esse tipo de sistema viável, ambientalmente e comercialmente.

4.1.7 Uso da Terra

Para o Cálculo do uso da Terra, pegamos o total de UA em cada um dos cenários prototípicos, e dividimos pela taxa de ocupação, ou lotação em ha, obtendo os valores da **Tabela 15**. Área total de Pastagem: Sendo que 1 UA equivale a 450 kg peso vivo.

Tabela 15 - Área ocupada por cada rebanho nos três cenários

Peso de carcaça	Produção de carcaça		Uso da Terra
			Área por kg de carcaça
(kg)	kg/ha	. @ per ha	m ²
104514	60,9	4,1	164
130629	204,6	13,6	49
145590	59,7	4	168

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levando em consideração o peso de carcaça em kg, e sua produção de carcaça, obtivemos o uso da terra, onde o sistema intensivo torna-se mais viável por essa análise, pela maior produtividade por área utilizada, por ter maior produtividade por kg/ha.

Verificou-se uma maior produtividade de carcaça para o sistema intensivo, fruto principalmente de menores taxas de lotação, menores áreas de pastagens, atrelados a maior controle zootécnico, suplementação (Cerri et al,2004; Cardoso et al 2016, SEEG,2018) , tal sistema apresentar 204.6 kg/ha, 3.5 vezes melhor que os outros dois sistemas, 60.9 kg/ha para EXT, 59.7 kg/ha , e um maior número de arrobas por ha, obtendo um uso da terra uma área quadrada, 3 vezes menor que os sistemas extensivo 164 metros quadrados e orgânico 168 metros quadrados. Elucidando o que foi verificado em McAULIFFE et al (2018), que cita que os sistemas intensivos e orgânicos em decorrência da estabilidade e controle maior em seus processos, gera maiores rendimentos.

Para obtenção do valor de uso da terra é necessário o peso total de carcaça (kg) por ha, e a quantidade de arrobas por ha, sabendo-se que uma arroba (@) é equivalente a 15 kg de carne, através disso chega-se ao número de kg de carcaça por m², calculado conforme **Tabela 16**.

Tabela 16 - Uso da Terra para cada sistema

Uso da Terra			
	Área ocupada por cada rebanho	Taxa de lotação	Área Total de Pastagem
	*UA Total	UA/ha	(ha)
Extensivo	1717	1,0	1717
Intensivo	1596	2,5	638
Orgânico	1708	0,7	2441

*1AU tem 450 kg peso vivo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que são necessárias maiores áreas de lotação para o sistemas orgânicos, 2440,6 ha e 1717 ha sistemas extensivo, enquanto no sistema INT 638 ha, com isso uma maior necessidade de áreas totais de pastagens, causando assim uma maior pressão sobre a biodiversidade, e conforme (DAVISON, 1986; VENTURIERI et al., 2010, IBGE, 2016; SEEG, 2018) acentuando a formação de *hotspot*, como verificado no Brasil Central, onde a Caatinga, vegetação nativa, já quase não existe, e essa perda vem se acentuando ano após ano, devido ao crescimento da fronteira pecuária sobre a vegetação nativa, se comparado com o sistema intensivo, número já esperado devido à baixa taxa de lotação, além da produtividade em sistemas intensivos serem maiores neste caso, apontando assim a uma maior produção de carcaça por ha.

Outro fato que corrobora com a questão sustentabilidade que em decorrência do tempo para ganho de peso dos animais nos sistemas extensivo, e principalmente no orgânico que se supõe uma maior sustentabilidade, pode não ser tão significativo, em decorrência do tempo de abate. (ADEWALE et al.; McAULIFFE et al; 2018). Com tudo em termos de pegada de carbono, calculou-se uma maior eficiência ao sistema orgânico, ratificando a escolha do tema da dissertação quanto ao sistema orgânico, apesar da pequena quantidade de fazendas o produzindo e a pequena quantidade em número de cabeças de gado nesse sistema (FIGUEIREDO, SOARES, 2012, CARDOSO, 2016).

4.6 Produção de Carcaça

Neste item foi colocado a composição do Rebanho e sua produção de carcaça (kg/Ha) para os cenários, EXT, INT e ORG, conforme **Tabela 17**.

Para um mesmo número de vacas descartadas nos sistemas EXT, INT e ORG, obtiveram-se: 95 vacas terminas em EXT, 129 em INT e 169 em ORG, ou seja, um número maior de fêmeas terminadas no sistema orgânico de produção, para machos terminados obteve-se o mesmo resultado, o sistema orgânico com maior número, 313, comparativamente a 245 e 249, EXT e INT respectivamente, indo de encontro ao estudo de McAULIFFE et al (2018), que cita que a heterogeneidade animal, número de cabeças e maneira com que ela é composta, tem papel chave no tocante ao total de GEE emitido, e quais são os melhores animais em termos de resultados produtivos.

Com relação ao peso de carcaça obteve-se: 206 kg para vacas descartadas no sistema EXT, 215 kg no INT e 215 kg também no ORG, no caso das fêmeas terminadas os pesos de carcaças foram: 200 kg , 218.4 kg e 220 kg , respectivamente entre EXT, INT e ORG, por fim

o peso de carcaça de machos terminados foi superior no sistema INT, 258.8 kg, comparativamente a 230 kg no sistema EXT e 250 no sistema ORG, esses números multiplicados pelos números de animais, dará o peso total em kg.

Totalizando os valores de 104514 kg de carcaça eq para EXT, 130629 kg de carcaça eq para INT e o melhor resultado no sistema orgânico, total de 145590 kg de carcaça eq.

Verificou-se que em valores totais de kg descartada, os números do sistema orgânico possuem maiores perdas, tanto em número de Vacas descartadas, Fêmeas terminadas e Machos terminados se comparados aos outros sistemas, dada a composição de rebanho mencionada na metodologia, o que implica em termos gerais, a produção em sistemas Orgânicos serem menores.

Tabela 17 - Composição de Rebanho e Produção Carcaça por cenários

	Extensivo			Intensivo			Orgânico		
Gado abatido	Número de animais	Peso de carcaça	Total (kg)	Número de animais	Peso de carcaça	Total (kg)	Número de animais	Peso de carcaça	Total (kg)
Vacas descartada	140	206	28896	140	215	30100	140	215	30100
Fêmeas terminada	96	200	19125	129	218	28239	169	220	37253
Machos terminado	246	230	56493	279	259	72289	313	250	78237
Kg de carcaça eq.		Total	104514		Total	130629		Total	145590

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7 Implicações práticas do trabalho

Neste tópico são apresentadas as implicações e decisões tanto gerenciais quanto ambientais e produtivas possíveis com a utilização dos resultados alcançados. A seguir estão descritas cada uma destas categorias de análise isoladamente.

4.7.1 Implicações Gerenciais

McAULIFFE et al (2018) atribui a diferença no desempenho econômico e ambiental de todo o sistema pastoril, entre os três sistemas de terminação a suas estratégias de gerenciamento de pastagens, sendo a ACV e a pegada de carbono, fonte de verificação para melhorias na cadeia produtiva, indo de encontro com resultados alcançados nesse, em que as ferramentas geraram resultados importantes no tocante a decisão sobre o melhor cenário para um dado recorte..

Há uma necessidade de controle de custos, e planejamento de produção para que se compare cada sistema para ver sua viabilidade, necessidade de planejamento estratégico para os criadores, sabemos que muitos são pequenos pecuaristas e tal gestão fica dificultada, essa seria uma questão importante, visto que o Brasil é considerado o maior produtor, e maior exportador de carne do mundo, e tem um selo de qualidade de carne mundialmente reconhecida, com carne de qualidade.

Segundo Anchão (2016):

"A carne brasileira, de gado criado no pasto, possui melhor perfil de ácidos graxos, é mais saudável do que a produzida por animais confinados. Além de benéfica à saúde, podemos agregar valor ambiental. Os animais são criados em seu habitat, o que reduz o estresse e melhora seu bem-estar. Quando usamos pastagens nativas, a exemplo do Pampa, Pantanal e Caatinga, preservamos a biodiversidade"

Assim, um aparato que leve a esses agricultores fonte de informação quanto às melhores práticas, gestão, controle, insumos, e preocupação ambiental se faz necessário, indo de encontro a proposição de McAULIFFE et al (2018), onde melhores práticas de gestão, e controle, não só administrativa, mas como ele ressalta na gestão do rebanho, faz com que possa ter ganhos com rendimento, menores índices de bactérias no rumem, consequente diminuição de GEE, em casos como citado por ele, de auxílio através de práticas de geoprocessamento e agricultura de precisão a oferta de silagem, por exemplo..

Desta forma analisamos segundo três âmbitos distintos para auxiliar no processo de decisão quanto ao sistema que tem melhor potencial.

Economicamente, segundo dados verificados a arroba do boi orgânico é mais caro, chegando a R\$ 300.00 em média, 2 vezes superior ao valor da arroba do boi criado nos outros sistemas (KORIN), além do fator de marketing verde e sustentabilidade que a carne orgânica carrega, justificando assim, o elucidar os benefícios gerados por esse sistema de produção, para que mais fazendas comecem a produzir, contudo como evidenciado em Buratti et al (2017) ainda há poucos estudos sobre o orgânico, sendo assim este estudo ganha relevância, principalmente por elucidar os pontos positivos e entre os sistemas.

4.7.2 Âmbito Ambiental

Com relação ao âmbito ambiental, se excluídos outros critérios, marketing, venda, capacidade produtiva, logística, e analisando de forma isolada, mesmo que utopicamente, o resultado obtido é que o cenário orgânico é o menos impactante em termos de Pegada de Carbono, contudo não em termos de Uso da terra, temas dessa dissertação, tendo em vista a capacidade de emissão, mitigação dos gases, gases totais e pressão sobre o uso da terra e biodiversidade, torna-se necessário além dos dados aqui analisados, um conglomerado de fatores para melhor decisão, atrelando o tripé da sustentabilidade.

4.7.3 Âmbito Produtivo

As intensificações dos sistemas de produção necessitam do aumento do controle e gestão sobre os recursos visando o aumento da produtividade, desta forma é indispensável se conhecer o negócio, planejar, controlar para obter o sucesso nas atividades agropastoris, assim

o planejamento estratégico da produção torna-se necessário para intensificação da produtividade e rentabilidade dos sistemas (BARBOSA et al,2012).

Na pecuária intensiva os animais são confinados em espaços menores. Com o uso da tecnologia é possível monitorar o gado e maximizar os resultados de produtividade, porém com custos mais altos. A alimentação pode influir, Assim visando minimizar os impactos dessa emissão se busca a melhoria do fornecimento de alimentos, que em geral acontece em sistemas confinados, sistemas intensivos de produção, podendo diminuir até 10% da emissão de metano por quilo e carne produzida (DE ZEN et al,2008)

Uma alternativa para redução do CH₄ emitido pode ser a suplementação de nitrato em dietas para ruminantes visando a redução de CH₄ (SILIVONG et al.,2011), isso porque este fator inibi a metanogênese (VAN ZIJDERVELD et al., 2010) e como resultado um menor gasto energético do animal é conseguido, visto que o nitrato também pode ser utilizado como fonte de nitrogênio não proteico aos animais (LENG & PRESTON, 2010, LI et al.,2013), tal suplantação mais comum em sistemas intensivos de produção, e uma forma de aumento de produtividade do sistema.

No âmbito produtivo, têm-se também em termos de custos operacionais para cada sistema e disponibilidade de terra, o melhor cenário o extensivo, em decorrência do menor cuidado com manejo de pastagens, menores custos de automatização, maquinário, pessoal, deve-se a esse fato o valor de 90% dos sistemas brasileiros serem de predominância do extensivo, pela disponibilidade de terra, e baixo custo, contudo, os impactos sobre biodiversidade, solo, e emissão são maiores que os outros cenários, mas como a análise é isolada por esse âmbito, chegaríamos a este cenário, maior facilidade para manter o sistema, contudo produtividade no sentido técnico operacional, produção por carcaça esse estaria abaixo dos outros dois sistema, sendo o mais produtivo desse ângulo, o sistema orgânico, fruto do maior acompanhamento do rebanho.

4.7.4 Âmbito da Gestão Ambiental

A Gestão ambiental, engloba os outros dois âmbitos, então ela preza pelo equilíbrio dinâmico, e visando o tripé da sustentabilidade, que seja a combinação, entre o lado ambiental, econômico e social para se tomar a decisão sobre qual sistema escolher para se produzir analisando cada um dos itens e pontuando conforme critérios objetivos e respeitando os cenários e possibilidades, daí surge a maior questão e até uma observação pertinente, a

arroba do boi orgânico é o dobro do preço do boi criado nos outros dois sistemas, só isso garante o fato de se escolher o sistema orgânico?

Contudo, do ponto de vista de emissão de GEE, neste caso sintetizado em pegada de Carbono e uso da Terra vimos que talvez essa não seja a melhor escolha, do ponto de vista social, bem estar e marketing verde, podemos ver outro fator de decisão, então aí está o maior viés, como mensurar a relevância de cada âmbito para a escolha visando o *Tripple Botton Line*, o famoso tripé da sustentabilidade e perpetuidade da terra, visto que a pecuária alimenta o mundo e é a maior fonte de proteína dos seres humanos, do ponto de vista da gestão ambiental, há uma decisão a ser escolhida, a consciência de estar sendo o mais responsável possível com a escolha feita pela empresa/pecuarista.

Assim, chegaremos à conclusão dessa dissertação no item 5, tentando justificá-la baseado em critérios científicos e deixando essa questão, meio ambiente, alimento e capacidade de atendimento de demanda humana, como fator de grande relevância deste estudo, e fica a questão, os custos de produção devem ser fator único para escolha do sistema, ou devemos criar subsídios para que o sistema ambientalmente menos poluente se torne mais competitivo em termos de custos para que haja uma migração a esse sistema? Outra questão o Estado deve intervir nisso, e há mão-de-obra para gestão e controle dos sistemas de produção que permita que o Brasil saia dos 90% de predominância do sistema extensivo? Essas são questões importantes que ficam para próximos pesquisadores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária bovina é um setor extremamente relevante ao contexto brasileiro tanto em questões financeiras, PIB do país, quanto ao aspecto fornecimento de alimento, sendo um setor chave para auxílio na balança comercial brasileira, contudo é uma das principais fontes de emissão de GEE.

Este trabalho consistiu na comparação entre três cenários prototípicos, sendo sistema Extensivo, maior predominância no país, intensivo e trazendo um ainda pouco estudado, o orgânico, sendo comparado a outros trabalhos publicados em revistas internacionais, para verificação da proposição levantada sobre o orgânico, através do uso da ferramenta ACV para cálculo da pegada de Carbono e Uso da terra.

Verificou-se que em decorrência do resultado da Pegada de Carbono e Uso da terra, serem menos impactantes ao meio ambiente no seu computo global, 54.3 kg de CO₂ eq para EXT, 42 kg de CO₂ eq INT e 36.1 kg de CO₂ eq para o sistema ORG, menor potencial de impacto nessa medida, além de termos de Uso da terra, uma menor lotação animal, e menores pressões sobre a biodiversidade, além dos valores arroba boi para o sistema orgânico sua viabilidade, tanto em termos ambientais nesse caso calculados, quanto ao aspecto de marketing verde, e também financeiro, vide custo da arroba do boi ORG ser 3 vezes maior que o do boi criado nos outros sistemas.

Cita-se como estratégias de mitigação dos GEE, através de integração lavoura-pecuária, inibição de metanogênese, melhoria de pastagens através do melhor manejo, como verificado em outros excertos.

Esta dissertação deixa como contribuição a comparação através da ferramenta ACV entre os sistemas produtivos em cada um dos cenários prototípicos, o quão ambientalmente cada um desses segundo as categorias de impactos escolhidas são impactantes, e mostrando a viabilidade ambiental da produção. Pode ser aplicado por qualquer pecuarista que detenha os controles zootécnicos de sua criação e replicado para sua realidade, sendo o principal aplicação mostrar que o sistema orgânico é viável ambientalmente, mas não somente, economicamente.

Como sugestão de trabalhos futuros, sugere-se a complementação deste estudo com a verificação também da comparação financeira entre os três sistemas produtivos considerados.

REFERÊNCIAS

- ABCV- Associação Brasileira de ciclo de vida. **O Conceito de ciclo de vida e definição de ACV**. Disponível em: <<http://www.abcvbrasil.or.br/index.php>>.24 Set.2018>. Acesso em: 16 de dezembro de 2018.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040:2009 – Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro: 2ª Edição, 2009. 21 p.
- ADEWALE, C. et al. Improving carbon footprinting of agricultural systems: Boundaries, tiers, and organic farming. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 71, p. 41-48, 2018.
- ALVES, R. G. O. Boas Práticas Agropecuárias- Bovinos de corte. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2007.
- ANCHÃO, P. P. **Eficiência da produção pecuária reduz emissão de gases-estufa**. (2015) Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3170006/eficiencia-da-producao-pecuaria-reduz-emissao-de-gases-estufa>> Acesso em: 03 de Jan de 2019.
- ADISSI, P. J; ALMEIDA NETO, J. A. Conceitos Básicos de Gestão ambiental. In: ADISSI, P. J ;PINHEIRO, F. A ;CARDOSO, R. S. **Gestão Ambiental de Unidades Produtivas**.1ª ed. Rio de Janeiro; Elsevier,2013.p 480.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE, **Perfil da Pecuária no Brasil**. p. 50, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PECUÁRIA ORGÂNICA (ABPO). 2010. Disponível em: Acesso em: 05 de Jan de 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - **Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2019. 22 p.
- BALBINO, L. C. B. et al. **Evolução Tecnológica e Arranjos Produtivos de Sistemas de Integração Lavoura-pecuária-floresta no Brasil**. Pesq. agropec. Bras. vol.46 no.10 Brasília Oct. 2011
- BERNDT-,A. **Para que a bovinocultura se torne sustentável, existem diferentes tecnologias que podem ser adotadas pelos pecuaristas, para alcançar mais eficiência na produção**. Embrapa (2016), disponível em:<<https://www.sna.agr.br/pecuaria-pode-emitir-menos-co2-aponta-pesquisa-inedita-da-embrapa/>> Acesso em 06 de Jan 2018.
- BERNDT-, A. **Eficiência da produção pecuária reduz emissão de gases-estufa**.(2015) Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3170006/eficiencia-da-producao-pecuaria-reduz-emissao-de-gases-estufa>> Acesso em: 01 de Jan de 2019.
- BACKER, P. **Gestão ambiental: a administração verde**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002

BANCO MUNDIAL. **Carbon finance at the World Bank**. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/ESSDNETWORK/NewsAndEvents/20546024/CarbonFinanceQA.pdf>>. Acesso em: ago. 2012

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2006. 328 p.4.

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2016.

BENAVIDES, M. V.; TRINDADE, A. M. S. **Sistema de Criação para a Terminação de Bovinos de Corte na Região Sudoeste do Rio Grande do Sul – Introdução e importância econômica**. Embrapa Pecuária Sul. Sistemas de Produção. Versão eletrônica. 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudoesteRioGrandeSul/importancia.htm>>. Acesso em 15 nov. 2018.

BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal.**, v.13, n. 4, p. 954-968, 2012.

BONTURI, G. de L.; VAN DIJK, M. Instalação de biodigestores em pequenas propriedades rurais: análise de vantagens socioambientais. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v.8, n.2, p.88-95, 2012.

BORDONAL, R. et al. Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 2, p. 13, 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações: Agroindústria unidas sobre Mudança do Clima. 2010.

BRONDANI, M. **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de bioetanol hidratado em pequena escala**. 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) -Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

BRUNDTLAND, G. H (Org.). **Nosso futuro comum**. Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

BURATTI, C. et al. Carbon footprint of conventional and organic beef production systems: An Italian case study. **Science of the total Environment**, v 576, p 129-137, 2017.

BURNS, S., ALEXEYEV, J., KELLY, R., LIN, D., (2016) Carbon Disclosure and Climate Risk in Sovereign Bonds. Global Footprint Network, Oakland, CA.(2016).

CAMARGO, V. P. **Algumas considerações sobre a construção da cadeia de produtos orgânicos**. Informações Econômicas, São Paulo, v.34, n.2, p.55-69, fev. 2004.

CARDOSO, A. S. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) -Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

CARDOSO, A. S. et al. Effect of volume of urine and mass of faces on N₂O and CH₄ emissions of dairy-cow excreta in a tropical pasture. **Animal Production Science**. v. 58, n. 6, 2018.

CARDOSO, A. S. et al. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems** 143, 86-96

CARRIJO, M.C.G.R.; ROCHA, H. **Carne orgânica: novos rumos para a pecuária de corte**. In: Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte.2002 Disponível em: . Acesso em: 03 de Jan de 2019.

CARRIJO, M.C.G.R.; ROCHA, H. **Carne orgânica: novos rumos para a pecuária de corte**. In: Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte.2002 Disponível em: . Acesso em: 03 de Jan de 2019.

CASEY, J.W.; HOLDEN, N.M. Greenhouse Gas Emissions from Conventional, AgriEnvironmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units. **Journal of Environmental Quality**, v. 35, p. 231–239, 2006.

CEDERBERG, et al. Including Carbon Emissions from Deforestation in the Carbon Footprint of Brazilian Beef. **Environmental Science & Technology**. n. 45, p.1773–1779, 2011

CERRI, C. C.; MAIA, S. M. F.; GALDOS, M. V.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; Bernoux, M. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 6, p. 831-843, 2009.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio Brasileiro de 1996 a 2018**. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em 18 de dezembro de 2018.

CERVI, R.G. et al. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica.**Engenharia Agrícola**, v.30, n.5, p. 831-844, 2010.

CHAVES, E. B. et al. Emissões dos gases de efeito estufa do sistema produtivo do arroz alagado. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 2, 9 fev. 2017.

CLAUDINO, E. S.; TALAMINI, E. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 77–85, 2013.

CNA. Brasil pode se tornar o maior produtor de carne bovina do mundo. 2016. Disponível em: <http://www.cnabrasil.org.br/noticias/brasil-pode-se-tornar-o-maior-produtor-de-carnebovina-do-mundo>> Acesso em 19 de janeiro de 2019.

CNA. Produção Agropecuária brasileira e mundial, revista agropecuária brasileira.2018. Disponível em:< [http://www.cnabrazil.org.br/noticias/ Produção Agropecuária brasileira e mundial](http://www.cnabrazil.org.br/noticias/Producao_Agropecuaria_brasileira_e_mundial)> Acesso em 17 de Janeiro de 2019..

COIMMA. **Quais são as melhores raças para pecuária de corte?**. Disponível em: < <https://www.coimma.com.br/blog/post/quais-sao-as-melhores-racas-para-pecuaria-de-corte>>. Acesso em 15 de dezembro de 2018.

CONAMA–Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>> Acesso em 28 de outubro de 2015.

CORDEIRO LAM, et al. Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Brasília: MAPA/EMBRAPA/FEBRAPDP, 2011. 1, 75.

CRUZ, T. T. DA. **Uso da avaliação do ciclo de vida para a determinação na redução de emissões de gases do efeito estufa e do consumo de energia associados a reciclagem de EPS.** Aleph, p. 102 f. : il., 2015.

DAVISON, G.J. Ground control pointing and geometric transformation of satellite imagery. **International Journal of Remote Sensing**,v. 7, n. 1, p. 65-74, Jan. 1986.

DEMARCHI, J. J. A. A. et al. **Daily methane emission at different seasons of the year by Nellore cattle in Brazil grazing Brachiaria brizantha cv. Marandu. Preliminary results.** In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9, 26-31/10/2003, Porto Alegre – RS, Brazil. Proceedings. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia/World Association of Animal Production, CD-ROM: Session – Ruminant Nutrition, 3p. 2003 a

DE ZEN, S. et al. **PECUÁRIA DE CORTE BRASILEIRA: IMPACTOS AMBIENTAIS E EMISSÕES DE GASES EFEITO ESTUFA (GEE).**Cepea/Esalq/USP.(2008). Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Carbono_pecuaria_SumExec.pdf>. Acesso em 03 de janeiro de 2019.

DIAS, L.N.S. et al. **Balanço Social: a Utilização dos Indicadores do Global Reporting Initiative(GRI) em Empresas Brasileiras.** In: ENANPAD, XXX, 2006, Salvador/BA

DIAZ, G.O. **Análise de sistemas para resfriamento de leite em fazendas leiteiras com o uso de biogás gerado em projetos MDL.** 2006. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Escola Politécnica de São Paulo, SP.

DICK, M; DA SILVA, M. A.; DEWES, H. Life cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 426- 434, 2015.

DICK, M.; DA SILVA, M.; DEWES, H. Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil - Evaluation using farm-based life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 58–67, 2015.

DOMINGUES, E. Uso da Terra: Fator de Pressão e Conservação da Biodiversidade. IBGE, 2004. Disponível em: <
http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/04_apresentao_uso_terra_biodiversidade.pdf> Acesso em: 19 de Jan de 2019.

EMBRAPA. Boas práticas agropecuárias - bovinos de corte / Editor técnico Ezequiel Rodrigues do Valle. -- 1. ed. 2. impr. -- Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2007.

EMBRAPA. **Dinâmica de gases de efeito estufa em sistemas de produção da agropecuária brasileira**. Macroprograma 1 Grandes Desafios Nacionais, Projeto em Rede, Anexo do Plano Gerencial. Sistema EMBRAPA de Gestão, 2009, 71p.

EMBRAPA. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. NOTA TÉCNICA. Editores: Rodrigo da Costa Gomes. Gelson Luiz Dias Feijó. Lucimara Chiari. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>> Acesso em 18 de Janeiro de 2019.

FAO, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2011.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; SOARES, J. P. G. **Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **A produção animal no mundo em transformação: anais**. Brasília, DF: SBZ, 2012.

FIGUEIREDO, E.B., et al., Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil, **Journal of Cleaner Production**, p. 1-12, 2016.

FLORINDO, T. J. et al. Carbon footprint and Life Cycle Costing of beef cattle in the Brazilian midwest. **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 119–129, 2017.

GESTÃO AGROPECUÁRIA. **A Evolução da Pecuária no Brasil**. 2018. Disponível em: <
<https://gestaoagropecuaria.com.br/2018/07/10/pecuaria-no-brasil/>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2018.

GIOVANINI, A; de FREITAS, C,A. Analysis of CO₂ produced from cattle culture in state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciencia Rural*, Santa Maria,v.43,1.10,9.1918-1923,out,2013.

GODOY A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Administração de Empresas. Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr., 1995.

GOEDERT, W.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. O. Savanas Tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. **Embrapa Cerrados**, Planaltina DF, 2008.

GOUVELLO, C; SORES-FILHO, B. S & NASSAR, A. **Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Uso da Terra, Mudanças do Uso da Terra e Floresta**. Banco Mundial. 288p. 201

GUIMARÃES JUNIOR, R.; et al. **Impactos Produtivos e Econômicos da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Sistema de Produção de Bovinos de Corte**. 2012.

GUIVANT, J.S. **Os supermercados na oferta de alimentos orgânicos: apelando ao estilo de vida ego-trip**. Ambient. soc. 2003, vol.6, n.2, pp. 63-81. Disponível em: . Acessado em 3 de Jan de 2019.

HAMILTON, S. W. et al. Greenhouse gas, animal performance, and bacterial population structure responses to dietary Monensin to dairy cows. **Journal of Environmental Quality**, v.39, p. 106–114, 2009.

HAAS, G.; WETTERICH, F.; KÖPKE, U. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 83, p. 43–53, 2001.

IBD- Disponível em:< <http://www.ibd.com.br>> Acesso em: 05 de Jan de 2019. Juliana Pila 2013, da Scot Consultoria- Disponível em:<<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/28262/carne-organica:-o-que-voce-precisa-saber.htm>> Acesso em 05 de Jan de 2019.

IBGE. Manuais Técnicos de Geociência: Manual Técnico de uso da terra (1999) Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8199.pdf>> Acesso em: 19 de Jan de 2019.

IBGE. Mapa da utilização da terra no Censo Agropecuário (2006) Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/10867-cobertura-e-uso-da-terra.html?=&t=o-que-e>> Acesso em 19 de Janeiro de 2019.

IBGE. Indicadores IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, p. 33, 2018.

INACIO, M. C. P. et al. **Sistema intensivo x extensivo na criação de gado de corte**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde. v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018.

INTERAGENCY AGRICULTURAL PROJECTIONS COMMITTEE. USDA **Agricultural Projections to 2025**. United States Department of Agriculture (USDA) Long-term Projections, n. February 2016, p. 97, 2016.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14000 family - **Environmental management**. Disponível em: <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

IPCC. Impacts, Adaptation and Vulnerability. **Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change 2007**; Cambridge, UK, e New York, NY, USA: Cambridge University Press, Climate Change 2007, 900 pp.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A.Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global Warming of 1.5°C**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 06 Jan 2019.

PILA, J. 2013, da Scot Consultoria- Disponível em:<<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/28262/carne-organica:-o-que-voce-precisa-saber.htm>> Acesso em 05 de Jan de 2019.

LENG, R.A.; PRESTON, T.R. **Further considerations of the potential of nitrate as a high affinity electron acceptor to lower enteric methane production in ruminants**. Livestock Research for Rural Development, v.22, p.221, 2010.

LIMA, M.A. et al. **Estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil**. In: LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J.D.G. (Ed.). Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.169-189.

LOPES, A. S.; DAHER, E. Agronegócio e Recursos Naturais no Cerrado: desafios para uma coexistência harmônica. In: Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. **Embrapa Cerrados**, Planaltina DF, 2008.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2017. Projeções do Agronegócio Brasil 2017/18 a 2027. Projeções de Longo Prazo. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/banner_site-03-03-1.png/view>. Acesso em 03 de janeiro de 2019.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2013.

MARTINS, F.M.; OLIVEIRA, P.A.V. de. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. Engenharia Agrícola, v.31, n.3 , p.477-486, 2011.

MATIAS, M. J. A.; AZEVEDO, D. B.; MALAFAIA, G. C. **Práticas Sustentáveis na Bovinocultura de Corte Orgânica em Mato Grosso do Sul**. EnANPAD XXXVIII. Rio de Janeiro/RJ – set. 2014.

MCAULIFFE, G. **Data to calculate emissions intensity for individual beef cattle reared on pasture-based production systems**. Data in Brief, v. 17, p. 570-574, 2018.

MCCLELLAND, S. **Type and number of environmental impact categories used in livestock life cycle assessment: A systematic review**. Livestock Science, v. 209, p. 39-45, 2018.

MEDEIOS, S, R. 2018. Disponível em:<<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/49830/acordo-de-paris-perguntas-e-respostas.htm>> acesso em 05 de Jan de 2019.

MENDES, N, C. Métodos e modelos de caracterização para avaliação de impacto do ciclo de vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil. Catalogo USP, São Carlos, 2013.

MILÀI, C. DeBAAN, L. Chapter11: land use. In: HauschildM, Huijbregts M (eds) Life cycle impact assessment. LCA Compendium—The Complete World of Life Cycle Assessment. **Springer**, Dordrecht, The Netherlands, 2015, pp 197–222.

MONTEIRO, R.B.N.C. **Desenvolvimento de um modelo para estimativas da produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura —Luiz de Queiroz| Universidade de São Paulo. Piracicaba. 75 p. 2009.

MOREIRA, M, S. **Estratégia e implantação de gestão industrial**. modelo ISO14001/2004.4^a ed. São Paulo: Falconi, 2014. 320p.

MOSS, A.R.; JOUANY, J.; NEWBOLD, J. **Methane production by ruminants: its contribution to global warming**. *Annales de Zootechnie*, v.49, p.231–253, 2000.

NARAYANASWAMY, V., W. A. Altham, et al. (June 2003). **"Methodological Framework for Application of Environmental Life Cycle Assessment (LCA) to Australian Grains**, ISBN 1 74067 275 5". p. 76. 2004.

NATEL, A.S. et al. **Otimização da pecuária nacional de forma sustentável**. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, v.17, n.3, p.529-544 jul./set., 2016.

NGUYEN, T. L. T.; HERMANSEN, J. E.; MOGENSEN, L. Environmental consequences of different beef production systems in the EU. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 8, p. 756–766, 2010.

OGINO, A. et al. Environmental impacts of the Japanese beef-fattening system with different feeding lengths as evaluated by a lifecycle assessment method. **Journal of Animal Science**. v. 82, p. 2115–2122, 2004

OLIVEIRA, R.L. et al. **O Zootecnista e os Sistemas de Produção de bovinos de corte**. Paraíba. p. 8-10. 2008

OLIVEIRA, A. P. N.; MONTEBELLO, A. E. S. **Aspéctos Econômicos e Impactos Ambientais da Pecuária Bovina de Corte Brasileira**, 2014.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>> Acesso em 18 de Janeiro de 2019.

PEDREIRA, M. S. et al. **Ruminal methane emission by dairy cattle in southeast brazil**. *Scientia Agricola*, v. 66, n. 6, p. 724-750, 2009.

PELLETIER, N.; PIROG, R.; RASMUSSEN, R. **Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States**. *Agricultural Systems*, v. 103, n. 6, p. 380–389, 2010.

PETERS, G. M. et al. **Red meat production in Australia: Life cycle assessment and comparison with overseas studies.** Environmental Science and Technology, v. 44, n. 4, p. 1327–1332, 2010.

PERGOLA, M. **A combined assessment of the energy, economic and environmental issues associated with on-farm manure composting processes: Two case studies in South of Italy.** Journal of Cleaner Production, v. 172, p. 3969-3981, 2018.

Plano agrícola e pecuário 2012/2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Politica_Agricola/Plano%20Agr%C3%ADcola%2012_2013/PAP2012-2013_livroWEB%20-%20Atualizado.pdf> . Acesso em: 3 de Jan de 2019.

PRIMAVESI, O. et al. **Produção de gases de efeito estufa em sistemas agropecuários – bases para inventário de emissão de metano por ruminantes.** In: LIMA, M.A. et al. Estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

PYNEIRUA, D, G, F; LUCATI, A. **Descrição do processo produtivo da carne orgânica: pontos fortes e pontos fracos.** Rev. FAE, Curitiba, v.12, n.2, p.61-72, jul./dez. 2009.

QUADROS, D. G. de. **Sistemas de produção de bovinos de corte.** Apostila técnica do Curso de Sistemas de produção de bovinos de corte. Pró-Reitoria de Extensão da UNEB.Salvador-Bahia: 2005.

REBITZER, G. et al. **Life cycle assessment part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications.** Environment International, 2004, v. 30, n. 5, p. 701-720.

REIS, R.A. et al. 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.

REVISTA AGROPECUÁRIA, 2018. **Diferença entre pecuária intensiva e extensiva para o gado de corte.** Disponível em: <<http://www.revistaagropecuaria.com.br/2018/06/21/confira-a-diferenca-entre-pecuaria-intensiva-e-extensiva-para-o-gado-de-corte/>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O. **Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento da Amazônia Nova Economia.** Nova Economia, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da. (Orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003

ROTZ, C. Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms. **Journal of Dairy Science,** v. 101, n. 7, p. 6675-6690, 2017.

ROTZ, C. A. et al. **The Integrated Farm System Model**: Reference Manual, Version 4.3.

RUGGIERI, A. C.; CARDOSO, A. S. Balanço de carbono em sistemas de produção animal: fontes de emissão e opções de mitigação. XXV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 25, p. 37-44, 2017.

RODRIGUES, A, M. et al. Gestão ambiental no setor sucroenergético: uma análise comparativa. **Produção on line**, v.14, p.1481-1510, 2009.

RUVIARO, C.F. et al. Life cycle assessment in Brazilian agriculture facing worldwide trends. **Journal of Cleaner Production**, 2012, v. 28, p. 9-24.

RUVIARO, C.F. et al. Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study. **Journal of Cleaner Production**, 2015, v. 96, p. 435-443.

SANTOS, S. A. **Sistema de pecuária bovina orgânica no Pantanal**. Revista Eletrônica de Veterinária – REDVET, Espanha, v.6, n.7, jul. 2005. Disponível em: . Acesso em:04 de Jan de 2019.

SCHADER, C. et al. **Quantification of the effectiveness of greenhouse gas mitigation measures in Swiss organic milk production using a life cycle assessment approach**. Journal of Cleaner Production, v. 73, p. 227–235, 2014.

SCOFIELD, A.M. **Organic farming: the origin of the name**. In: Biological Agriculture e Horticulture. AB Academic Publishers. UK v.4, p.1-5. 1986.

SEEG. Emissões do setor de Agropecuária-período 1970/2016, documento de análise 2018. Centro de Ciências do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE), 2018. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/06/relatorios-SEEG-2018-agro-final-v1.pdf> Acesso em: 19 de Jan de 2019.

SEÓ, H. L. S. et al. **Avaliação do Ciclo de Vida na bovinocultura leiteira e as oportunidades ao Brasil**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 22, n. 2, p. 221–237, 2017.

Sergio Raposo de Medeiros 2018- Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/49830/acordo-de-paris-perguntas-e-respostas.htm>> acesso em 05 de Jan de 2019.

SIRENE. Sistema de Registro Nacional de Emissões. Emissões – Participação de Gases por Setor. Disponível em: <http://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/paineis/2018/08/24/Participacao_de_gases_por_setor.html>. Acesso em: 06 Jan 2019.

SILIVONG, P.; PRESTON, T.R.; LENG, R.A. **Effect of sulphur and calcium nitrate on methane production by goats fed a basal diet of molasses supplemented with Mimosa (*Mimosa pigra*) foliage**. Livestock Research for Rural Development v. 23, n.3, 2011.

SILVEIRA, D.; CÓRDOVA, F. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

SOARES, J. P. G.; NEVES, D. L.; CARVALHO, J. M. **Produção de Carne bovina em sistema orgânico. Desafios e tecnologias para um mercado em expansão**. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. de F. (Org.). *Bovino cultura de corte: desafios e tecnologias*. 2. ed. atual. e ampl. Salvador: Edufba, 2014. p. 701-725. 2014.

SOLOMON, et al. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. In: Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University. p. 1007, 2007.

STEINFELD, H. et al. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Rome, Italy: FAO. 2006.

TSANG, M. P.; SONNEMAN, G. W.; BASSANI, D. M. **Life-cycle assessment of cradle-to-grave opportunities and environmental impacts of organic photovoltaic solar panels compared to conventional technologies**. *Solar Energy Materials & Solar Cells*. v. 156, p. 37-48, 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA Agricultural Projections to 2027. Disponível em: < <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=87458>>. Acesso em: 17 de dezembro de 2018.

USDA-ARS Pasture Systems and Watershed Management Research Unit. 2017. In: RUGGIERI, A. C.; CARDOSO, A. S. **Balanço de Carbono em sistemas de produção animal: fontes de emissão e opções de mitigação**. *Archivos Latinoamericanos de roducción Animal*. v. 25, p. 1-2, 2017.

VAN ZIJDERVELD, S.M. et al. Nitrate and sulfate: Effective alternative hydrogen sinks for mitigation of ruminal methane production in sheep. **Journal Dairy Science**, v.93, p.5856-5866, 2010.

VENTURIERI, A. et al. ZEE –Zoneamento ecológico-econômico da zona oeste do estado do Pará - Diagnóstico Socioambiental. EMBRAPA Amazônia Oriental, v. 1, 2010. Disponível em: < file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Usa.pdf>. Acesso em: 19 de Jan 2019.

VESCHI, J. L. A.; BARROS, L. S. S.; RAMOS, E. M. **Impacto ambiental da pecuária**. In: BRITO, L. T. de L.; MELO, R. F. de; GIONGO, V. (Ed.). **Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 6, p. 171-187, 2010.

WWF Brazil. Disponível em: < https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/o_que_e_carne_organica/> Acesso em: 05 de Jan de 2019.

GLOSSÁRIO

Pegada de Carbono: É a quantidade em quilos de dióxido de carbono equivalente emitida para se produzir uma unidade de produto.

Mitigação: Nas ciências ambientais a mitigação consiste numa intervenção humana com o objetivo de reduzir ou remediar um determinado impacto ambiental nocivo