



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**



**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DOUGLAS CHRISTOFER KICKE BASAIA**

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA  
DE UMA FAZENDA LEITEIRA NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**DOURADOS/MS**

**2020**

DOUGLAS CHRISTOFER KICKE BASAIA

ZOOTECNISTA

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA  
DE UMA FAZENDA LEITEIRA NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Área de Concentração: Agronegócios, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

ORIENTADOR: Professor Dr. Claudio Favarini Ruviaro.

DOURADOS/MS

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B297a Basaia, Douglas Christofer Kicke  
AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE  
UMA FAZENDA LEITEIRA NO ESTADO DE MINAS GERAIS [recurso eletrônico] / Douglas  
Christofer Kicke Basaia. -- 2020.  
Arquivo em formato pdf.  
  
Orientador: Clandio Favarini Ruviaro.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>  
  
1. Pecuária Leiteira. 2. Avaliação do Ciclo de Vida. 3. Análise de Viabilidade Econômica. 4.  
Agronegócios. 5. Sustentabilidade. I. Ruviaro, Clandio Favarini. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA  
DE UMA FAZENDA LEITEIRA NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

por

**DOUGLAS CHRISTOFER KICKE BASAIA**

**BANCA EXAMINADORA:**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Clandio Favarini  
Ruviano, FACE-UFGD

Dr. Jeferson Rodrigues Gandra, FCA-UFGD

Dr. César Augustus Winck, UNIARP-UFRGS

DOURADOS/MS

2020

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E ANÁLISE DA VIABILIDADE  
ECONÔMICA DE UMA FAZENDA LEITEIRA NO ESTADO DE MINAS  
GERAIS

por

**DOUGLAS CHRISTOFER KICKE BASAIA**

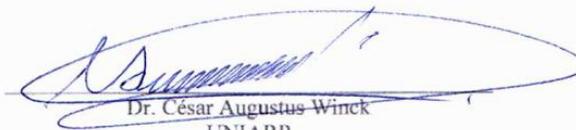
Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 13/03/2020



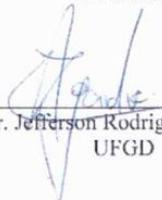
---

Dr. Cláudio Favarini Ruviano  
Orientador – UFGD



---

Dr. César Augustus Winck  
UNIARP



---

Dr. Jefferson Rodrigues Gandra  
UFGD

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu pai Néilson Jesus Basaia e a minha mãe Júlia Kicke Basaia, que apesar das adversidades que enfrentaram, sempre me apoiaram e me possibilitaram a melhor formação moral e acadêmica, dedico este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus familiares, meu pai Nelson, minha mãe Júlia, minha irmã Amanda e esposo Carlos (*In memoriam*), meu irmão Dimitre e esposa Sílvia pelo apoio e incentivo. Agradeço aos meus professores que me instruíram, compartilharam seus conhecimentos e me acolheram nesta jornada, em especial ao meu orientador Clandio pelo empenho e tempo dedicado ao meu projeto de pesquisa. Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Mestrado. Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Por fim, agradeço a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite na pessoa de Luiz Carlos Pereira e a Fazenda Campo Alegre na pessoa de Itamar Filho pelo fornecimento dos dados que possibilitaram este estudo.

## **EPIGRAFE**

*Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.*

*Ayrton  
Senna.*

## **LISTA DE FIGURAS**

### **CAPÍTULO 1**

Figura 1: Sistema Agroindustrial do Leite.

..... 14

Figura 2: Estrutura de uma Avaliação do Ciclo de Vida conforme ISO 14040.

..... 21

### **CAPÍTULO 2**

#### **Artigo**

Figura 1: Evaluated milk farm and their location.

..... 34

Figura 2: Flow chart with the flows of milk production considered in this study.

..... 35

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

#### Artigo

Tabela 1: Characterization of the studied dairy farms.

.....34

Tabela 2: Environmental impacts of 1 kg<sup>-1</sup> FPCM milk production on the dairy farms.

.....37

Tabela 3: Results of the indicators of the both systems.

.....37

Apêndice 1: Diet foods components and their energy and protein contents.

.....46

Apêndice 2: Cash flows of the Dairy system.

.....46/47

Apêndice 3: The productive property indexes.

.....47/48

## LISTA DE ABREVIACÕES

ACV	Avaliao do Ciclo de Vida
AICV	Avaliao de Impactos de Ciclo de Vida
CAPES	Coordenao de Aperfeiamento de Pessoal de Nível Superior
CBT	Contagem Bacteriana Total
CCS	Contagem de Células Somáticas
CH <sub>4</sub>	Gás metano
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agricultural Organization
GEE	Gases do Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAP-L	ndice de Captao de Leite
ICV	Inventário de Ciclo de Vida
ILCD	International Reference Life Cycle Data System
IN	Instruo Normativa
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
NH <sub>3</sub>	Amnia
N <sub>2</sub> O	xido Nitroso
PIB	Produto Interno Bruto
PO <sub>43</sub>	Fosfato
SIF	Serviço de Inspeo Federal

## RESUMO

Com o aumento da população mundial surge o aumento da demanda por alimentos, dentre eles o leite bovino. O que faz com que cada vez mais os métodos de produção de leite se intensifiquem alternado de sistemas extensivos para intensivos. Esta mudança resulta em vários desafios para o alcance da sustentabilidade ambiental e econômica. Nos parâmetros ambientais, a pecuária em sistemas intensivos tem se destacado, principalmente, pelo fato de os bovinos contribuírem com as emissões de gases de efeito estufa (GEE), tanto por meio da produção de metano ( $\text{CH}_4$ ) entérico como do proveniente da fermentação de seus dejetos. Além da produção dos GEE, outros dejetos, principalmente o fósforo na forma de fosfato ( $\text{PO}_{43}$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e amônia ( $\text{NH}_3$ ) vão impactar no meio ambiente devido em grande parte aos sistemas de tratamento de dejetos que possuem, a quantidade e qualidade dos insumos utilizados e a produtividade por área. Neste trabalho para se avaliar os impactos ambientais do sistema produtivo estudado, realizou-se uma Avaliação do Ciclo de Vida. Indo além, devido a relevância da viabilidade econômica dos sistemas produtivos, foi elaborado um fluxo de caixa moldado conforme a fazenda estudada e com a utilização das técnicas de análise de investimento, o empreendimento foi avaliado. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar os impactos ambientais do sistema de produção leiteira e avaliar a viabilidade econômica de sua implantação. No primeiro capítulo, foi realizada uma revisão de literatura com enfoque no estado da arte da pecuária leiteira nacional e regional, na metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida e nas técnicas de análise de investimento. No segundo capítulo, dois estudos foram realizados, o primeiro, abordando os impactos ambientais e o segundo abordando a viabilidade econômica do sistema produtivo, ambos compilados em um artigo. O primeiro resultou em uma pegada de carbono de 1,48 kg por litro de leite corrigido para proteína e gordura e o segundo em uma taxa interna de retorno modificada de 46,91%, uma relação Benefício/Custo de 2,82 e um *payback* descontado de 13,36 anos. A soma dos resultados demonstraram que um sistema produtivo intensificado, com os animais confinados em estábulo, embora demande um maior investimento financeiro possibilita um maior retorno financeiro e produtividade por área.

**Palavras-chaves:** Pecuária de leite, Compost Barns, Gases do efeito estufa, Agronegócio. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Along with the increase in the world population there is an increase in the demand for food including bovine milk. This causes more and more milk production methods to be switched from extensive to intensive systems. This change results in several challenges for achieving environmental and economic sustainability. In environmental parameters livestock farming in intensive systems has stood out mainly because cattle contribute to greenhouse gas (GHG) emissions both through the production of enteric methane (CH<sub>4</sub>) and from fermentation of your manure. In addition to the production of GHGs, other wastes mainly phosphorus in the form of phosphate (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) and ammonia (NH<sub>3</sub>) will impact the environment due in large part to the waste treatment systems that have the quantity and quality of inputs used and productivity by area. In this work to assess the environmental impacts of the studied production system a Life Cycle Assessment was carried out. Going further due to the relevance of the economic viability of the production systems a cash flow shaped according to the dairy farm studied was elaborated and with the use of investment analysis techniques the project was evaluated. Thus the objective of this work was to identify the environmental impacts of the dairy production system and to evaluate the economic viability of its implementation. In the first chapter a literature review was carried out with a focus on the state of the art of national and regional dairy farming in the methodology of Life Cycle Assessment and investment analysis techniques. In the second chapter two studies were carried out the first addressing environmental impacts and the second addressing the economic viability of the production system both compiled in an article. The first resulted in a carbon footprint of 1.48 kg per liter of milk corrected for protein and fat and the second in a modified internal rate of return of 46.91%, a Benefit / Cost ratio of 2.82 and a payback discounted from 13.36 years. The sum of the results showed that an intensified productive system with animals confined in a stable although requiring greater financial investment allows a greater financial return and productivity per area.

**Keywords:** Dairy, Compost Barns, Greenhouse gases, Agribusiness, Sustainability.

## CAPÍTULO 1

Esse capítulo abrange a introdução básica dos temas que serão abordados ao longo do trabalho, os objetivos, a estruturação e a revisão da literatura, com a finalidade de dar suporte a esta dissertação. Apresenta um histórico da produção agropecuária nacional, manifestando questões que refletem o passado, presente e as perspectivas da cadeia agroindustrial do leite, em outras palavras, suas deficiências e capacidades. A seguir, traz à

tona as questões referentes ao objeto de estudo e a apresentação dos métodos utilizados nas pesquisas.

## 1.0. Introdução geral

A segurança alimentar com a produção de alimentos de forma sustentável e que atendam a demanda da população é uma questão que tem levantado vários debates nos últimos anos, pois estima-se que no ano de 2050, a população mundial atinja 9,6 bilhões de pessoas. População que possuirá uma renda média próxima ao dobro da atual, isto posto, considera-se então que a demanda por alimentos de origem animal será 70% maior que a presente (VILELA et al., 2017; FAO & GDP, 2018).

Para atender esta demanda por produtos alimentares, os sistemas produtivos têm se tecnificado e incrementado suas produções, principalmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. O Brasil é um dos principais *players* do agronegócio mundial, ocupou em 2016 a terceira posição no *ranking* internacional de exportadores de produtos agrícolas, com 5,7%, ultrapassado somente pela soma de todos os países integrantes da União Européia com 41,1% e os Estados Unidos com 11% do valor global de exportações agrícolas (FAO, 2018).

No mesmo ano, o Brasil logrou a quarta posição no *ranking* mundial de produção de leite, com 34,23 milhões de toneladas produzidas ao ano, superado apenas pela Índia, com 170,89 milhões de toneladas - maior produtora mundial -, mas somando-se a produção de duas raças (bovinos e bubalinos), sendo o volume de leite de bubalinos maior que o de bovinos. Os Estados Unidos, na segunda colocação, com 92,28 milhões de toneladas, configura-se como o maior produtor de leite exclusivamente de vaca e, em terceiro no ranking, o Paquistão, que produziu 45,84 milhões de toneladas, com 66% de sua produção de leite de búfala e 34% de leite de vaca (ANUÁRIO LEITE, 2018).

Atualmente ao se avaliar a cadeia de produção de leite como um todo, observa-se que esta segue em uma situação de constante evolução. No entanto, é essencial considerar não só os aspectos produtivos, racionalizando o uso dos recursos monetários no intuito de proporcionar uma maior rentabilidade aos produtores de leite (ARCURI & BERNDT, 2015). Indo além, busca-se também atender os anseios dos consumidores por produtos oriundos de sistemas de produção conservacionistas, que priorizam a utilização de forma

racional e cientificamente embasada dos recursos naturais, para reduzir os impactos ao meio ambiente. Uma das ferramentas que permitem a análise dos impactos ambientais dos sistemas produtivos é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (COLTRO, 2007; DUTRA et al, 2019).

Justificando-se, assim, a realização deste estudo com a hipótese de que a produção de leite em sistemas intensificados, com animais mais produtivos e estabulados em galpões de *Compost barns* não possui um grande impacto ambiental e possui viabilidade econômica.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar os possíveis impactos ambientais e a viabilidade econômica do modelo de produção de leite em *Compost Barns*.

### **2.2. Objetivos específicos**

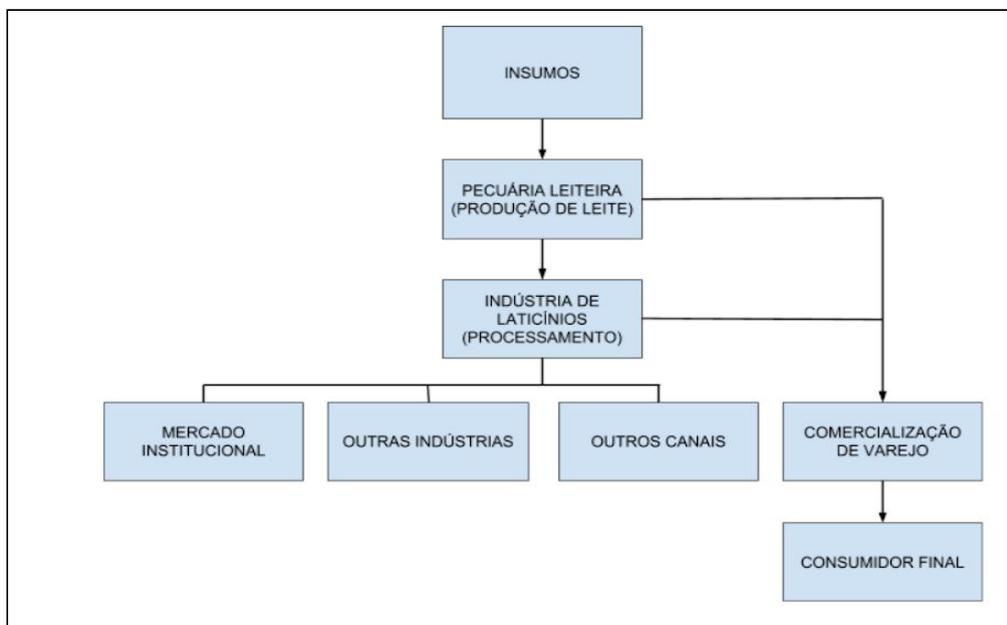
- a) Identificar os *inputs* e *outputs* do uso dos recursos inerentes à este sistema de produção de leite.
- b) Especificar as etapas do ciclo de vida que possuem maior impacto ambiental (*hotspots*) dentro do sistema.
- c) Discernir quais são as categorias de impacto ambientais mais significativas no sistema.
- d) Avaliar este arranjo produtivo e definir sob quais condições é economicamente viável.

### **3. Revisão geral**

#### **3.1. Panorama do setor lácteo nacional**

No Brasil, no final da década de 1980, os estudos sobre os agronegócios ganharam o *status* de cunho científico, com a inclusão de uma visão sistêmica, em que os segmentos e setores envolvidos foram ordenados (Sluszz et. al 2006), e no sistema agroindustrial do leite (Figura 2) não foi diferente. É inegável a relevância deste setor para o país, que está posicionado entre os maiores produtores mundiais, o qual também é fundamental no provimento não só de alimentos, mas além disso, na formação de empregos e renda (CORRÊA et al, 2010).

Em 2018 a produção nacional atingiu a marca de 27 bilhões de litros, representando aproximadamente 4,5% da produção mundial Anualpec (2018), transcorrendo também um crescimento superior a 40% nos últimos 45 anos (ANUÁRIO LEITE, 2018). Todavia, este sistema agroindustrial apresenta inúmeras contrariedades, como a falta de qualidade da matéria prima, informalidade e amadorismo dos produtores e a falta de competitividade (BÁNKUTI & FILHO, 2006). Ressalta-se a importância das demais cadeias que de alguma forma oferecem subsídios de produção *supply chain* (instituições financeiras, indústria de produção de adubos, aditivos, maquinários), como as fornecedoras de serviços (marketing, transporte, comercialização) que de alguma forma afetam a competitividade e o desempenho do setor (PAES DE SOUZA et al., 2009). No ano de 2050, a expectativa é que a população mundial atinja 9,6 bilhões de pessoas, e com uma renda média próxima ao dobro da de hoje, isto posto, a demanda por alimentos de origem animal será 70% maior que a atual (FAO & GDP, 2018).



**Figura 1:** Sistema Agroindustrial do Leite.

**Fonte:** Delfino (2016).

Com o aumento de renda da população, melhora dos hábitos alimentares e mudanças na pirâmide social, a demanda por produtos lácteos tem apresentado uma demanda maior, de modo que a demanda ficou atrelada a estes fatores e não somente ao crescimento populacional (VILELA et al., 2017).

No período de 2004 até 2010 o país passou por um momento em que deixou de ser um importador de leite tornando se um exportador de derivados lácteos, este episódio bem sucedido foi propiciado principalmente pelos lucros obtidos com o aumento da produtividade, não obstante, nos últimos anos, com o aumento da renda da população, o consumo de leite e de seus derivados aumentaram em taxas superiores a taxa de produção, elevando a demanda interna de modo que a importação de produtos lácteos foi retomada principalmente dos países vizinhos (DE CARVALHO et al, (2013).

Esta retomada das importações resultou em uma nova crise no setor devido aos baixos preços e desequilíbrio entre as condições e custos de produção, câmbio e clima existentes nos países membros do Mercosul e embora ocupe a quinta posição no *ranking* de produção de leite no mundo, o Brasil é um grande importador de leites em pó, de modo que no período de 2013 a 2017 a balança comercial acumulou saldo negativo de US\$ 1,26 bilhões (CEPEA 2017).

Ainda a respeito do ano de 2017, com a permanência da crise econômica no país, o consumidor brasileiro diminuiu o consumo de alimentos não essenciais reduzindo a demanda por lácteos (produtos considerados como bens de consumo superiores com uma demanda elástica) entretanto o índice de captação de leite do Cepea (ICAP-L), constatou que a captação nos estados de Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, aumentou em 5,6% de janeiro a setembro, e o ICAP-L foi em média, 7,1% maior do que no mesmo período do ano de 2016 enfraquecendo ainda mais o preço do leite no campo (CEPEA, 2017).

Em relação ao ano de 2018, ocorreu uma intensa valorização do preço pago ao produtor, devido a uma redução na oferta de matéria-prima e uma maior competição entre empresas pois muitos produtores deixaram a atividade e/ou diminuíram os seus investimentos por causa dos baixos preços pagos no final de 2017 reduzindo a produção e elevando o valor do leite em 26,2% nos seis primeiros meses do ano, (parte desse aumento se deu devido a greve dos caminhoneiros, ocorrida no mês de maio e que alterou a dinâmica do mercado lácteo, pois muitos produtores tiveram de descartar seu produto o que desproveu as indústrias de leite) (CEPEA, 2018).

Quanto aos três principais produtos lácteos importados, estes foram o Leite em pó integral com 43,5%, o leite em pó desnatado 11,0% e o queijo tipo mussarela com 10,3% do valor total que foi importado. Mas as importações de leite em pó integral no ano recuaram 17,5% em valor e 7,2% em quantidade comparado a 2017. Quanto às exportações de lácteos do país em 2018, os produtos mais exportados foram cremes de leite/leite condensado com 32,5%, outros cremes de leite com 22,3% e queijos do tipo fundidos representando 11,9% do valor total que foi exportado. Destes produtos, 85,8% foram importados de países membros do MERCOSUL e as principais exportações foram para o Chile com 8,9%, Trinidad e Tobago com 8,5% e a Rússia totalizando 8,0% do valor total exportado (CONAB, 2018).

Para o ano de 2019, este iniciou com o fim de uma sobretaxa (*antidumping*), que tinha como finalidade encarecer os produtos lácteos importados da Europa e da Nova Zelândia beneficiando produtores de leite locais, e que estava em vigor desde 2001, pois uma investigação realizada pela equipe econômica do novo governo concluiu que de 2012 a 2017, esses fornecedores internacionais de leite em pó não venderam seus produtos a preços reduzidos, principalmente porque os registros demonstraram que neste período o Brasil sequer importou leite em pó destes países, ou seja, não prejudicaram a produção local, que são as premissas para configurar o *dumping*, e mesmo que o faça, os produtos lácteos provenientes destes são taxados

em 28%, que é mais que o dobro (12%) da taxa que os outros fornecedores estão submetidos (DOU, 2019).

Quanto às projeções para o agronegócio brasileiro (FIESP, O. 2023, 2013), estima-se que ocorra uma tendência de diminuição, embora sem muita expressão, da produção de leite nas regiões Norte e Nordeste e ainda uma estabilização na produção da região Centro-Oeste. Estima-se ainda, que a região Sul em breve supere a região Sudeste em volume de produção de leite, ocupando a primeira posição do *ranking* nacional (PRADIEÉ, J. et al., 2017).

Em relação aos fatores econômicos, a produção de leite está em crescimento moderado, devido principalmente ao aumento dos custos de produção, principalmente os atrelados à ração, como a soja e milho, que são os principais alimentos utilizados na sua composição, mas também dos adubos e combustíveis, somado a isto está a redução da demanda, que pressiona os preços forçando uma redução de 8,5% em dezembro de 2018, (CEPEA, 2018), entretanto este valor ainda é 21,5% maior, se comparado com o mesmo período de 2017 (CONAB, 2018).

### **3.1.1. A cadeia de produção de leite bovino**

Compreende-se como cadeia produtiva, a soma dos estágios consecutivos para a produção de um serviço ou produto desde a sua produção ou extração do meio ambiente até o seu retorno à natureza (ciclo de vida), no intuito de produzir ou transformar um bem ou serviço a ser fornecido aos clientes, com finalidade econômica (FREDENDALL, L. D. & HILL, 2016).

Quanto a cadeia agroindustrial, esta pode ser definida como a representação de uma integração de atividades agrícolas (agricultura, pecuária, pesca, extração florestal, entre outras) e a indústria, onde as matérias primas provenientes destes setores serão transformados com o intuito de aumentar o capital financeiro, de modo adequadamente compatível com o equilíbrio ambiental e socioeconômico (BERCOVICI, G., 2018; AHMAD et al., 2019).

A pecuária leiteira bovina encontra-se dentro da cadeia produtiva agroindustrial do leite. É uma atividade presente em quase todas as regiões do país, totalizando aproximadamente 1.171.190 estabelecimentos pecuários, com 11.990.450 vacas ordenhadas, com uma média de produção por animal de 2.511,53 litros anuais (IBGE, 2017a). É caracterizada como uma das atividades mais dinâmicas quanto aos padrões como produtores, extensão territorial e topografia das propriedades, composição racial dos rebanhos e as tecnologias de produção envolvidas e que fornece um retorno financeiro rápido aos pecuaristas, mesmo os que produzem em pequena escala (PAES DE SOUZA et al., 2009; JUNG & JUNIOR, 2017).

Ressalta-se a importância econômica das demais cadeias atreladas à cadeia produtiva agroindustrial do leite, e que de alguma forma oferecem subsídios ou suportes de produção, tanto as chamadas *supply chain* (instituições financeiras, indústria de produção de adubos, aditivos, maquinários), como as fornecedoras de serviços (*marketing*, transporte, comercialização, instituições de pesquisa e assistência técnica), organizadas de forma sistêmica e que de alguma forma vão afetar a competitividade e o desempenho do setor (SLUSZZ et al., 2006; PAES DE SOUZA et al., 2009; DE ASSIS, et al., 2016).

### **3.1.2. O sistema agroindustrial do leite no estado de Minas Gerais**

O estado de Minas Gerais, onde se realizou este trabalho, se destaca por ocupar a primeira colocação no *ranking* nacional de produção de leite, com um rebanho total de 16.891.055 animais, dentre os quais 5.339.868 são leiteiros, e com 2.685.390 vacas ordenhadas diariamente, com uma produção estimada de 8,886 bilhões de litros de leite por ano, produzida em 381.561 estabelecimentos pecuários. Conta com 510 fábricas de laticínios com selo de inspeção federal (SIF) o que representa aproximadamente 25% do total de laticínios com SIF existentes no Brasil no ano de 2017 o que de forma intuitiva e racional demonstra a importância da pecuária de leite bovino para a economia deste estado (ANUALPEC, 2018; IBGE, 2017b; ANUÁRIO LEITE, 2018).

Quanto a microrregião do Campo das Vertentes, que é o local onde se encontra a propriedade rural que forneceu os dados para a realização das análises desta dissertação, esta tem a pecuária leiteira e a indústria de laticínios como os principais responsáveis pela prosperidade agroindustrial da região, esta produção é de 136.356.757 litros de leite ao ano, contando com um efetivo de 492.237 animais e com 6.955 estabelecimentos classificados como da agricultura familiar de acordo com a lei 11.326/2006\* respectivamente (IBGE, 2017b; IBGE, 2006c; IBGE, 2005d). Esta produtividade de leite, configura um indicador importante, que permite avaliar o grau de desenvolvimento da atividade leiteira.

No Brasil, a região Sul lidera como a com maior média de produção de leite por vaca, possuindo uma média de 3049 kg de leite vaca/ano, seguida pela região Sudeste com 1782 kg de leite vaca/ano, região Centro-Oeste com 1272 kg de leite vaca/ano, Nordeste com 1150 kg de leite vaca/ano e por fim, a região Norte, com 908 kg de leite vaca/ano (ANUÁRIO LEITE, 2018).

\*Esta Lei estabelece os conceitos, princípios e instrumentos destinados à formulação das políticas públicas direcionadas à Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

### 3.1.3. A sustentabilidade da pecuária leiteira

O modo atual de produzir alimentos apresenta um elevado impacto no meio ambiente devido a geração de resíduos e as ineficiências encontradas na atual configuração dos processos e das cadeias de processamento (VAN DER GOOT et al., 2016; CLARK & TILMAN, 2017). Deste modo os temas relacionados à proteção ambiental e sustentabilidade neste setor têm despertado o interesse da população mundial forçando as empresas e governos a se adequarem no intuito de promover a imagem de marca, capturar uma maior participação de mercado e conquistar a confiança dos consumidores (SHARMA et al., 2017).

Na agropecuária, o termo sustentabilidade define as práticas adotadas de maneira integrada da produção animal e vegetal em condições que prolongam as suas atividades para lograr continuamente em condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema a longo prazo (ALMEIDA, 2018). Na pecuária, e a título de exemplo, uma das práticas sustentáveis visa reduzir a emissão de gases do efeito estufa (GEE) que na soma das diferentes cadeias produtivas pecuárias é estimada em 7,1 Giga-toneladas equivalentes (CO<sub>2</sub>-eq) por ano, o que é aproximadamente 14,5% de todas as emissões da humanidade.

Deste percentual, os bovinos e bubalinos são os principais emissores com aproximadamente 74% das emissões, isoladamente os bovinos são responsáveis por em torno de 65% ou seja 4,6 giga-toneladas CO<sub>2</sub>-eq/ano, que é a maior parte das emissões de GEE da pecuária, que podem ainda ser subdivididos em 46% das emissões de GEE proveniente do metano (CH<sub>4</sub>) entérico, 36% ao grupo de alimentos e 21% referente a adubação das lavouras para produção de alimentos para os animais (GERBER et al., 2013; ARCURI & BERNDT, 2015).

De antemão, conforme Mayuni P. et al. (2016), as emissões de CO<sub>2</sub>-eq, específicas da pecuária leiteira, somaram 19 bilhões de toneladas em 2007, com 13 bilhões de toneladas exclusivas do processo de produção de leite, o que contribui com 2,7% das emissões totais de GEE ou seja, para cada kg de leite corrigido para gordura e proteína na porteira da fazenda (saindo do sistema de produção) é de 2,4kg de CO<sub>2</sub>-eq (NATEL et al., 2016).

Quanto ao caráter econômico, a pecuária leiteira é responsável por uma significativa parcela do PIB e das exportações (DA ROSA et al., 2018). De modo que no ano de 2017, o valor bruto da produção de leite foi de 28,9 bilhões de reais (ANUÁRIO LEITE, 2018).

Ademais, ressalta-se que a produção animal mantém o meio rural ocupado e produtivo, preservando cerca de 218 milhões de hectares, ou seja, 25,6% do território nacional, constituindo uma reserva não só da flora, mas também da fauna e dos recursos hídricos (SISCAR, 2018). Utiliza-se ainda de terras marginais e de menor fertilidade, que habitualmente não são utilizadas pela agricultura, e transformam co-produtos, plantas forrageiras e subprodutos da indústria, de baixo valor econômico, em alimentos comestíveis de alto valor nutricional para o consumo humano (FAO & GDP, 2018).

Por fim, é pertinente citar que embora ao longo dos anos os preços pagos ao produtor em relação a seu poder de compra tenham se reduzido de R\$1,34 no período entre 2010 à 2014, para R\$1,14 em 2015 Anuário leite (2018), a produção nacional de leite prosseguiu aumentando, de 23,193 bilhões de litros em 2010 para 27,730 bilhões em 2018 (ANUALPEC, 2018). O que pode indicar que a adoção de técnicas de manejo (ordenha, nutrição, melhoramento genético do rebanho e outras tecnologias) mais modernas (REZENDE, 2015) foram e são suficientes para reduzirem os custos de produção, sustentando estes e/ou até mesmo melhorando as margens e a rentabilidade da atividade.

#### **3.1.4. Sistema de produção de leite em *Compost barns***

O sistema confinado de produção de leite com os animais confinados em galpões de *Compost Barns* foi desenvolvido nos Estados Unidos com o intuito de melhorar o conforto, a sanidade, a longevidade dos animais, simplificar as práticas de manejo além de possuir um menor custo de implantação e manutenção. Este sistema é composto por uma área de descanso coberta, que possui ventilação natural e mecânica e uma “cama” formada por algum material orgânico (serragem, palha de arroz) e que constitui a área de alojamento e descanso dos bovinos. Junto a esta área, existem os bebedouros e uma pista de trato, onde os animais são alimentados. Neste sistema, os animais permanecem todo o dia nesta instalação, não tendo acesso a áreas de pastagens, que são liberadas para outros fins. O diferencial deste sistema em relação ao sistema *free-stall* onde os animais também permanecem confinados durante o dia é no sistema de *compost barns* ocorre o aproveitamento dos dejetos bovinos (fezes e urina), juntamente com subprodutos industriais (palha de arroz, casca de café) como fertilizantes orgânicos nas lavouras (BRITO, 2016; PEREIRA et al, 2017; MALHEIROS & KONRAD, 2019).

Atualmente duas variações quanto ao tipo de cama utilizada são descritos pela literatura, o primeiro, conforme metodologia desenvolvida nos Estados Unidos, utiliza como material base

para a formação da cama, sub-produtos com altos teores de carbono, como a serragem oriunda do beneficiamento de madeira. Nesta variação, o carbono existente, juntamente com o nitrogênio e fósforo oriundo dos dejetos animais servem de substrato para a microbiota, que por sua vez vão realizar a compostagem do material de forma rápida, resultando em um processo que gera calor, este que por sua vez será o responsável pela secagem da cama. No segundo modelo, conforme metodologia israelense, a cama dos animais é formada exclusivamente pelo acúmulo do esterco dos animais, e devido ao reduzido teor de carbono, a compostagem ocorre de modo mais lento, resultando em menor produção de calor, de modo que o uso intensivo de ventiladores e telhados escamoteáveis se faz necessário para a cama se manter seca (BRITO, 2016).

## **3.2. A avaliação do ciclo de vida**

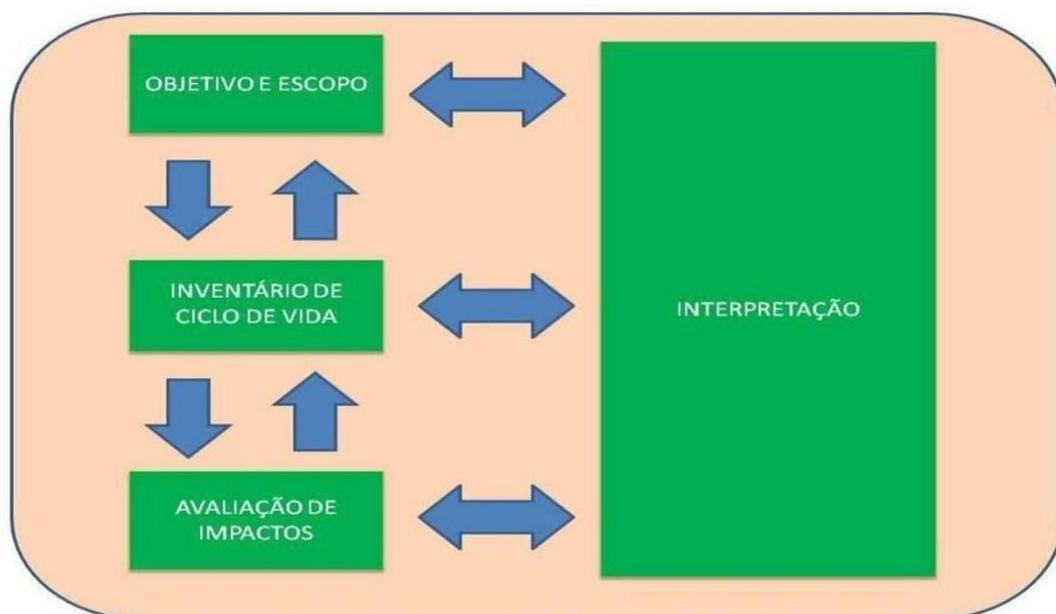
### **3.2.1. O conceito de Avaliação do Ciclo de Vida**

Instigados pelas preocupações com o bem estar da sociedade, do meio ambiente, com a regulamentação governamental, com as pressões oriundas das partes interessadas no lucro econômico, além das obrigações sociais e morais, os gerentes e estrategistas empresariais realizam mudanças constantes e significativas no intuito de gerenciarem de forma mais efetiva os impactos ambientais, econômicos e sociais, o que os levou a incluir a sustentabilidade em suas estratégias, atendendo assim a maior parte das demandas e se mantendo competitivos (EPSTEIN, 2018). Para se considerar uma atividade como ecologicamente sustentável, é desejável que os poluentes e recursos naturais utilizados e oriundos dos processos produtivos se sustentem ao longo do tempo no ambiente natural e para avaliar esta sustentabilidade, o primeiro passo é a realização de uma avaliação de impactos ambientais (PAYRAUDEAU & VAN DER WERF, 2005).

Surge então a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da produção de matérias primas e de produtos industrializados, metodologia que se consolidou como uma relevante ferramenta de classificação de produtos ecologicamente corretos que permite a realização de avaliações de impactos ambientais, partindo do berço, (origem do processo) até o túmulo (destino final) depois de passar por toda a cadeia do segmento) e as variáveis consideradas em cada uma dessas etapas (BRANDALISE & BERTOLINI, 2015).

Sua estruturação pode ser visualizada na figura 01 e é embasada em diretrizes propostas pela Organização Internacional de Normalização (ISO) que fornece as diretrizes necessárias para a realização de uma ACV (COLTRO, 2007; MAZUR et al., 2012).

Estas diretrizes encontram-se nas séries ISO 14040 (princípios gerais, 2006), ISO 14041 (definição do objetivo, escopo e inventário do ciclo de vida, 1998), ISO 14042 (avaliação do impacto do ciclo de vida, 2000) ISO 14043 (interpretação, 2000) e 14044 (requerimentos e diretrizes, 2006), que juntos, definem as metodologias que serão seguidas de modo normalizado para evitar resultados díspares (COLTRO, 2007; MAZUR et al., 2012; ISO 14044, 2006).



**Figura 02:** Estrutura de uma Avaliação do Ciclo de Vida conforme ISO 14040. Elaborado pelo autor.

Esta metodologia permite, entre outros resultados, efetuar o cálculo de quanto a produção de bovinos gera de “Pegada de Carbono” (STYLES et al., 2018). Além do fato de que a ACV nos permite através de uma perspectiva singular, compreender de modo completo os impactos ambientais, proporcionando o encontro das melhores soluções para o aperfeiçoamento do processo, sem transferir os impactos de um sistema para outro, facilitando a gestão ambiental e a redução dos impactos ambientais da agricultura (GUINÉE & HEIJUNGS, 2005; CLARK & TILMAN, 2017).

Com potencial para calcular o quanto de emissões e de sequestro de carbono pode ser mitigado sem afetar aspectos econômicos e os meios de subsistência (HERRERO et al., 2016). O que é de grande relevância para a análise das atividades antropogênicas, provenientes principalmente da expansão agrícola, utilização de adubos artificiais, pelo desmatamento, da mudança no uso do solo, da fermentação entérica de animais ruminantes e da fermentação dos dejetos animais que é de onde provém a maior parte do CO<sub>2</sub> produzido e dentre as emissões antropogênicas totais de GEE da agropecuária (FLIZIKOWSKI, 2012).

Utilizando como exemplo a produção de leite, esta é uma atividade agropecuária que demanda muitos recursos vegetais e de água além de gerar vários subprodutos poluentes como gases envolvidos no aquecimento global (VAN CALKER, 2005). Com enfoque na bovinocultura, estes são responsáveis por aproximadamente 46% das emissões de GEE, de modo que destas emissões, 36% estão atreladas a alimentação dos animais e a obtenção destes alimentos, 21% estão relacionados a adubação das lavouras e por fim 5% são oriundos dos produtos lácteos. Entretanto, as intensidades de emissão se diferenciam entre os diversos tipos de propriedades e dos sistemas de produção utilizados Gerber et al. (2013), Arcuri & Berndt (2015), Zhao et al. (2018), o que incentiva o uso da avaliação do ciclo de vida para este propósito.

### **3.3.1. Método e técnicas propostos para realizar a análise dos investimentos**

A investigação da viabilidade financeira de implementação de um projeto nos permite estimar as perspectivas futuras resultantes deste. Esta análise se dá através da execução de técnicas contábeis e financeiras, onde, através de cálculos é possível deduzir se o empreendimento é viável e se existe uma rentabilidade adequada (KOTHARI, 2004; SEKARAN & BOUGIE, 2016; BROOKS, 2019).

O método mais utilizado para avaliar a viabilidade de um projeto é o fluxo de caixa descontado de acordo com a teoria de finanças (BORDEAUX-REGO, 2015). Que estipula por meio de cálculos o seu valor justo e os riscos relacionados ao investimento, descontando-se uma taxa dos fluxos de caixa futuros esperados (DAMODARAN, 2012; BORDEAUX-REGO, 2015; LOPES, 2018; SILVA et al., 2019). Para realizar as devidas análises, necessita-se realizar algumas etapas, cujos componentes serão apresentados de modo detalhado a seguir:

## **I. Fluxo de caixa**

O fluxo de caixa pode ser entendido como o comportamento (entradas e saídas) do dinheiro no caixa de uma empresa ou investimento, através de um horizonte de tempo, podendo ser projetado para o futuro. Constitui uma ferramenta fundamental para o auxílio do ambiente empresarial (HENRIQUE, 2008; BORDEAUX-REGO, 2015; DE SOUSA & DIAS, 2019). Com sua utilização, os gestores podem acompanhar de modo simples o comportamento financeiro da empresa e com essa informação obter uma decisão centrada (DE SOUSA & DIAS, 2019).

A demonstração de fluxo de caixa pode ser elaborada de duas formas, direta ou indiretamente (DE SOUSA & DIAS, 2019). Além de ser dividida em fase de investimento inicial e fase de operação do projeto, que origina os fluxos de caixa líquidos anuais Bordeaux-Rego (2015), contendo as atividades operacionais de financiamento e de investimento de Sousa & Dias (2019) de acordo com as práticas contábeis embasadas nas diretrizes contábeis da empresa (NPC nº 27, IBRACON). Quanto aos períodos avaliados, estes podem ser em intervalos mensais, semestrais, anuais, e até mesmo diários, dependendo de sua finalidade (ZDANOWICZ, 2004; FARINA et al., 2015; GONÇALVES & CONTI, 2015).

## **II. Receita bruta**

De uma forma simplificada, o conceito de receita bruta pode ser representado pela quantidade de valor monetário que entra no caixa, oriundo da venda de algum produtos ou serviço em determinado período, proporcionando um aumento do patrimônio líquido (MARTIN et al., 1998). A partir dela que serão deduzidos os custos, impostos e outras deduções (NPC nº 14 da IBRACON, 2011). O indicador de lucratividade refere-se então ao valor da Receita Bruta (RB), que é obtido através da multiplicação da quantidade de produto produzida (leite) pelo valor comercial (preço) de seus respectivos produtos, conforme demonstrado abaixo:

$$RB = \sum \left( \prod P u \right)$$

Onde: Prod = Produção; Pu = preços unitário dos produtos

## **III. Receita líquida**

A receita líquida (RL) pode ser calculada através da diferença entre a Receita Bruta (RB) e as despesas (D), ou seja, a receita bruta com as deduções conforme a equação demonstrada abaixo:

$$RL =$$

Onde RB = receita bruta; D = Despesas

#### **IV. Custos e despesas**

Os conceitos de custos e despesas são discordantes, a primeira, (conforme a equação abaixo) pode ser entendida como a expressão monetária dos insumos e consumos ocorridos para a produção e a venda de um determinado produto ou a prestação de um serviço, de modo que o preço ou valor existe somente, se no fim de todo um ciclo operacional possa ser transformado em receita (PINTO et al., 2008).

$$CUSTO = (PREÇO - RESULTADO)$$

Já as despesas podem ser entendidas como os gastos ou decréscimo de recursos econômicos durante um período das atividades ordinárias de uma empresa e que são necessárias para a obtenção das receitas e que se diferenciam com o processo envolvido no processo de produção ou transformação de bens ou serviços, excluídas as reduções patrimoniais decorrentes do pagamento de recursos aos proprietários, acionistas, ou cotistas (PINTO et al., 2008; NPC nº 14 da IBRACON, 2011; FARINA et al., 2015).

#### **V. Depreciação e amortização**

O cálculo da depreciação tem por finalidade a contabilização da perda de valor dos bens dos ativos imobilizados, por meio da ação da natureza, do desgaste físico, ou da obsolescência, o que evidencia as reduções das potencialidades de benefícios gerados pelo uso do bem e a sua revalidação com o passar do tempo ( FARINA et al., 2015; MARQUES et al., 2018). Já a amortização compreende a redução de alguma dívida por meio de sua quitação parcial ou total entre as partes (LACHTERMACHER et al., 2018). As amortizações, podendo ser consideradas como um custo, permite uma economia fiscal devido à atenuação da base tributável. Isto posto, o

método de amortização escolhido afetará os resultados de um mesmo projeto de investimento (ASSIS, 2006).

## **VI. Custo de oportunidade**

Sobre custo de oportunidade, este representa o quanto uma empresa ou entidade renunciou em termos de remuneração por ter aplicado seus recursos em uma determinada alternativa ao invés de aplicar os mesmos recursos em outra, ou seja o valor que seria possível advir na melhor alternativa de seu uso (ASSIS, 2006; LACHTERMACHER et al., 2018). Compreende-se que esta expressão "em seu melhor uso alternativo" parte da premissa que existem duas ou mais alternativas viáveis, ou seja, o custo de oportunidade não vai depender só de quem está aplicando os recursos.

Isto posto, conclui-se que o custo de oportunidade de um investimento de uma empresa não representa apenas seu melhor uso alternativo interno, na empresa (a compra de um novo trator por exemplo), mas também o valor de investimento de seu melhor uso alternativo fora da empresa (o arrendamento de uma nova propriedade para o plantio de cereais por exemplo) (BEUREN, 1993). No entanto esta é uma comparação complexa, pois no momento de realização do investimento as alternativas possuem diferentes graus de risco e alguns podem não ser contabilizados de modo que o mercado exercerá um importante papel na determinação do seu custo de oportunidade (BEUREN, 1993).

## **VII. Taxa mínima de atratividade (TMA)**

Simplificadamente, a taxa mínima de atratividade (TMA) representa uma taxa de juros mínima, que um determinado investidor se propõe a ganhar quando investe em algum projeto, ou o máximo que uma pessoa se propõe a pagar quando financia determinado valor, de modo que o investidor se sinta atraído a aplicar o seu capital (LACHTERMACHER et al., 2018). E ao investir em algum projeto, deve-se considerar uma possível perda de oportunidade ao se estar recebendo uma remuneração superior caso se optasse pela aplicação do mesmo capital em outro projeto. Essa proposta para ser atrativa deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações e de pouco risco (FARINA et al., 2015). A TMA pode ser calculada conforme a equação que se segue:

$$TMA = CMPC + PR$$

Em que: CMPC = Custo médio ponderado de capitais (WACC), PR = Prêmio de risco.

Para o cálculo do CMPC, é necessário encontrar a proporção de capital próprio e capital de terceiros utilizados e o custo de cada um.

### **VIII. Inflação**

É fundamentalmente gerada pelo aumento de moeda circulante disponível provocando desvalorização relativo ao poder de compra de uma moeda. Podendo ser perceptível através da alta persistente e generalizada dos preços de bens de capital, bens de consumo, insumos, mão de obra e recursos naturais, implicando na perda do poder de compra de uma moeda, tal fenômeno existe em quase todas as economias mundiais, mas é mais impactante nos países em desenvolvimento (FARINA et al., 2015; LACHTERMACHER et al., 2018).

Cabendo ao empresário ou gestor o correto dimensionamento desta variável a fim de dimensionar seus impactos e respectivos custos adequadamente, ou então elaborar estratégias que justifiquem o seu repasse para os clientes de seus produtos relacionando-se então com a lucratividade, rentabilidade e geração de valor do empreendimento (JORDÃO et al., 2018).

### **XIX. Valor presente líquido (VPL)**

É uma poderosa técnica que é muito eficiente e constantemente empregada (SCHROEDER et al., 2005). Resultando em um valor, que é interpretado como quanto mais elevado este for, mais atraente será o retorno do projeto. O valor presente líquido (VPL) corresponde ao somatório das variações do fluxo de caixa esperado pelos anos de investimento esperados para cada período, atualizado ano a ano, trazidos para valores do período zero, aplicando se então uma determinada taxa de juros que se equivale à taxa mínima de atratividade (TMA) do mercado, subtraído do valor do investimento inicial realizado no período zero.

Em suma é o volume que o investidor receberá no futuro menos o tanto que deve ser investido. Para que o investimento seja viável, o fluxo esperado de rendimentos deve ser superior ao valor do investimento que originou, ou seja, o VPL tem de ser maior que zero (MARQUEZAN, 2006; ASSAF NETO, 2010; FARINA et al., 2015; LACHTERMACHER et al., 2018). Exemplificando, a fórmula de cálculo pode ser representada por:

$$VPL = \sum \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Em que: FC=Fluxo de caixa; i=TMA n= Número de anos para pagar a vida do investimento ou equipamento;

### **X. Valor anual uniforme equivalente (VAUE)**

Pode ser caracterizado como uma técnica de análise de fluxos de caixa onde, com seu uso é possível converter de modo correspondente um fluxo de caixa de algum investimento à Taxa de Mínima Atratividade (TMA), com a utilização de uma série de pagamentos ou recebimentos referidos às respectivas datas calculados considerando uma taxa de juros qualquer, ou seja, determinar a série uniforme equivalente a cada uma das despesas e das receitas para cada projeto, utilizando-se a TMA.

Quando aplicado em investimentos renováveis com o intuito de se construir uma série anual uniforme, que representará o fluxo de caixa descontado a uma certa Taxa Mínima de Atratividade (TMA), o cenário que apresentar os maiores valores do VAUE, será o melhor (ROSS, WESTERFIELD & JORDAN, 1998). Isto posto, transformando os custos e benefícios de determinados fluxos de caixa em VAUE's, será possível realizar comparações entre eles.

$$VAUE = i * \left[ \frac{x}{1-(1+x)^{-t}} \right]$$

Em que: i = Valor do investimento, x= taxa de juros mensal em valor decimal, t= total de prestações ou períodos.

### **XI. Taxa interna de retorno (TIR)**

Taxa de retorno que um projeto oferece ao seu investidor (uma medida de rentabilidade), de modo que se a TIR for maior que a taxa do custo de oportunidade, o investidor pode investir no projeto, podendo ser calculada em períodos anuais Assaf Neto, (2010) e que anula o valor atual do fluxo de caixa do investimento, caracterizando, assim, a taxa de retorno do capital investido (LACHTERMACHER et al., 2018). A TIR demonstra com exatidão qual a taxa

periódica o investimento é remunerado, servindo então de base para comparação com outros investimentos (FARINA et al., 2015).

$$TIR = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0$$

Em que:  $FC_0$  = Fluxo de caixa do momento inicial;  $FC_j$  = Fluxos de caixa previstos para cada período;  $i$  = Taxa de desconto;  $n$  = período de tempo.

## **XII. Taxa interna de retorno modificada (TIR-M)**

Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M) é um método de análise onde a Taxa Interna de Retorno (TIR) é aprimorada, reduzindo as limitações desta técnica, seja quais forem e consiste em projetar os fluxos de caixa positivos para o futuro, onde são reinvestidos a mesma TIR e traz para o presente os fluxos de caixa negativos, resultando em um novo fluxo de caixa com múltiplas taxas (CASAROTTO FILHO & KOPITTKKE, 2010) e pode ser calculado de acordo com a equação abaixo:

$$TIRM = \frac{\sum_{j=0}^n \left[ \frac{Y_j}{(1+i)^{n-j}} \right] = (1+TIRM)^n}{1}$$

Em que:  $V_t = Y_j$  = Fluxo de caixa positivo do período  $j$ ;  $C_j$  = Fluxo de caixa negativo do período  $j$ ;  $i$  = taxa de desconto do projeto, determinada pela rentabilidade mínima esperada.

## **XIII. Período de recuperação do investimento ou *Payback* atualizado ou descontado**

O método do *Payback* atualizado ou descontado nos possibilita calcular o tempo (dias, meses, anos) necessários para que o lucro líquido se iguale ao valor monetário investido inicialmente e ocorra a recuperação do capital inicial investido (LAPPONI, 2000). Em síntese, este método traduz a viabilidade econômica do investimento em uma unidade de tempo. Além de que com ele se faz possível o cálculo do valor presente de todos os fluxos de caixa (LONGMORE, 1989; RASOTO et al., 2012).

Este período de recuperação do capital é calculado se ajustando os valores investidos a uma determinada taxa de juros e na etapa de análise do projeto, se realiza a comparação do

resultado do *payback* descontado com o período máximo de tempo que fora definido como parâmetro de atratividade, e caso o valor de *payback* for superior ao período máximo, o investimento é rejeitado, mas se for um período inferior ao período máximo, então o projeto é aceito (GUIDUCCI, LIMA FILHO & MOTA, 2012).

*Payback* Descontado (PBd): Utiliza a viabilidade econômica do investimento em unidade de tempo. O *payback* descontado leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, pois atualiza os futuros fluxos de caixa a uma taxa mínima de atratividade, contabilizando estes fluxos a valor presente, para então calcular o período de recuperação do capital investido (BRUNI, 2008). É expresso pela equação abaixo:

$$Payback = \text{mínimo } \{j\} \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1+TMA)^k} \geq FC_0$$

Em que:  $FC_k$  = Fluxo de caixa no intervalo de tempo  $k$ ; TMA = taxa mínima de atratividade;  $FC_0$  = Fluxo de caixa no instante zero.

#### **XIV. Índice de lucratividade (IL)**

O Índice de Lucratividade (IL) é um indicador que demonstra a capacidade do empreendimento em gerar lucros a partir do projeto desenvolvido. Este indicador demonstra qual a proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura dos custos operacionais totais, calculado através do valor presente dos benefícios líquidos do caixa, dividido pelo valor presente dos desembolsos de capital em termos percentuais (BARBOSA et al., 2015). Nos permite concluir se o projeto é viável e/ou necessita de ajustes e no pior caso, ser descartado. A equação para o seu cálculo é demonstrada abaixo:

$$IL = \left( \frac{\text{Valor presente estimado}}{\text{Valor presente dos desembolsos}} \right) * 100$$

#### **XV. Relação benefício custo**

Relação entre o valor presente das receitas a serem obtidas e o valor presente dos custos (incluindo os investimentos):

$$BC = \frac{VP_i}{VP_{c_i}}$$

Em que Ri: BC = Relação benefício/custo; VP (*i*) valor presente na taxa *i*, taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida, da sequência de benefícios; VP<sub>c</sub> (*i*) valor presente a taxa *i* dos custos do projeto.

## **XVI. Capital Asset Pricing Model (CAPM)**

Neste estudo, optou-se pela utilização do Modelo CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM) de Pereio (2001) para a estimativa da TMA. Este modelo nos permite com a utilização de um beta país ajustar o prêmio do mercado global para o mercado interno (TEIXEIRA & CUNHA, 2017). Com isso, é possível reduzir os efeitos da volatilidade dos mercados emergentes, o que dificulta a determinação dos betas e prêmios de mercado, componentes na formulação do modelo CAPM, constituído da seguinte maneira:

$$Ke = Rf_g + R_c + \beta_{CLG} [\beta (R_{MG} - Rf_G)] (1 - R^2)$$

Onde: Ke = Custo do capital próprio; Rf<sub>g</sub> = Taxa livre de risco global; R<sub>c</sub> = Risco país; β<sub>CLG</sub> = Beta do país; GG = Beta desalavancado médio de empresas comparáveis no mercado global; RMG = Retorno do mercado global; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

Ressalta-se que os resultados financeiros e econômicos encontrados neste estudo estão embasados nas reais características encontradas na propriedade analisada através da pesquisa. Os fatores inerentes ao sistema produtivo como o valor pago pelo litro de leite e pela arroba de carne bovina e fatores climáticos, quando contabilizados em outros espaços temporais além do delineado neste estudo podem afetar os resultados.

## **CAPÍTULO 2**

O objetivo deste capítulo foi a realização de uma pesquisa através da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida para identificar e estimar os possíveis impactos ambientais do modelo de produção de leite bovino e ainda uma análise de viabilidade econômico financeira realizada de acordo com a metodologia de fluxo de caixa descontado.

A fazenda onde se realizou o estudo foi escolhida devido ao seu elevado nível e controle gerencial, o que proporciona uma maior qualidade e fidelidade dos dados. O artigo produzido está formatado de acordo com as normas da revista *Journal of Cleaner Production*, na qual o artigo possivelmente será submetido.

## **Life cycle assessment and analysis of the economic and financial viability of a dairy farm in the state of Minas Gerais**

Douglas Christofer Kicke Basaia <sup>a,\*</sup>, Clandio Favarini Ruviaro <sup>a</sup>, Henrique Biasotto Morais <sup>a</sup>, Rita Therezinha Rolim Pietramale <sup>a</sup>, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira <sup>b</sup>.

<sup>a</sup> Faculty of Agricultural Sciences, postgraduate program in Animal Science, Federal University of Grande Dourados, Dourados-MS, Brazil, <sup>b</sup>Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation Embrapa Dairy Cattle, Juiz de Fora-MG, Brazil \*Corresponding author email: douglasbasaia@gmail.com.

### **Abstract**

It is usually recommended to intensify animal productivity in an area with the aim of reducing or mitigating its greenhouse gas emissions associated with these production systems. Then a Life Cycle Assessment was then carried out which is a valuable aid tool in environmental management and enables a better understanding of the environmental costs associated with a product or a productive activity. And allied to this a model for assessing economic and financial viability was made using investment analysis tools to clarify whether it is financially viable and profitable. One dairy farm based in a intensive system in Compost Bedding Pack Barns in Minas Gerais state at Brazil is evaluated and the results showed that system had a carbon footprint of 1.48 Kg of CO<sub>2</sub> eq. for each liter of fat-and protein corrected milk (FPCM) and financial viability analysis the results also showed that even with initial investment and high fixed and variable costs this system presents good economic results corroborating with a premise that the intensification of productive systems favors the mitigation of environmental impacts and favors economic viability.

*Keywords:* Dairy, LCA, Global warming, Environmental impact

### **1. Introduction**

Brazil is one of the most competitive milk producing countries with low production costs with no subsidies to support production and a favorable weather conditions for year-round feed production. Significant increases in productivity are still entirely possible in the country due to the genetic and productive improvement of animals and the implementation of more technological and intensive production systems. Given the still low level of consumption of milk and dairy products in developing countries and the increase in world population and people's purchasing power expected that the demand for these grow by 2050 (Alexandratos, N., & Bruinsma, J. 2012).

Coupled with rising demand, consumers increasingly care about the environmental impacts of the products they consume Gnanapragasam, A., Cole, C., Singh, J., & Cooper, T. (2018) preferring more alternative and ecologically correct food (Rana, J., & Paul, J. 2017). There is also an estimated increase in the demand for animal products that is capable of creating a negative environmental impact, with the decrease of greenhouse gas emissions, besides a greater quantity of water and agricultural land (Henchion, Maeve, et al. 2017). This work is based on the analysis and evaluation of the life cycle (LCA) of data from a dairy farm performed in the state of Minas Gerais, Brazil, estimated according to the methodology proposed by the IPCC 2006 Eggleston et al. (2006) and the financial economic viability analysis of this more technified milk production system than pasture-only production systems.

## **2. Goal and scope definition**

### *2.1. Purpose of this research*

The first objective of this work was to identify the main environmental impacts (hot spots) of this milk production system. The second objective was to identify the inputs and outputs of the system. The third and final objective was to evaluate whether this intensified production model has a economic financial viability.

### *2.2. The functional unit*

In this study, the functional unit (UF) evaluated was the production of 1.0 kg of milk with corrected fat and protein (FPCM) by which it is possible to standardize the different levels of milk fat and protein when it leaves the farm gate. In this standardization 1 kg of FPCM is equal to 3.14 MJ / kg (750 kcal / kg) (National Research Council. 2001, Cederberg, C., & Mattsson, B. 2000).

### *2.3. Definition of the evaluated system*

The predominant milk production system in Brazil is based on the use of animals with some degree of zebu blood (*Bos indicus*) due to resistance to climatic conditions and parasites and the use of pastures for allocation and feeding Ferraz, JBS & de Felício, PE (2010); Alonso, R. A. and da Costa, L. V. C. (2017) and total approximately 1,171,190 farms with 11,990,450 cows milked daily with average production per lactation of 2,511.53 liters per animal (IBGE, 2017a). As for the state of Minas Gerais where the farm in this study is located, this ranks first in the national ranking of milk production with a total herd of 16,891,055 cattle, of which 5,339,868 are dairy cattle and 2,685,390 cows are milked daily producing 8.886 billion liters of milk on 381,561 farms (Anualpec, 2018; IBGE, 2017b; Anuário Leite, 2018).

Regarding the productive system known as "Compost Barns" described by Barberg et al. (2007) and evaluated in this study, this is a model of milk production in which the animals are accommodated in a barn that has some compost material (usually sawdust) on the ground and that is mixed with livestock manure which provides excellent comfort for cows (Janni, Kevin A., et al. 2007). In addition to allowing the use of compound material as fertilizer. Schröder, J.J., Uenk, D. and Hilhorst, G.J. (2007); Cavalli et al. (2016) providing nutrients and replacing industrialized and non-renewable fertilizers, in addition to mitigating environmental impacts (Kominko, H., Gorazda, K. & Wzorek, Z. 2017; Woodford, K., Roberts, A., & Manning, M 2018). Table 1 below presents the characteristics of the farm analyzed.

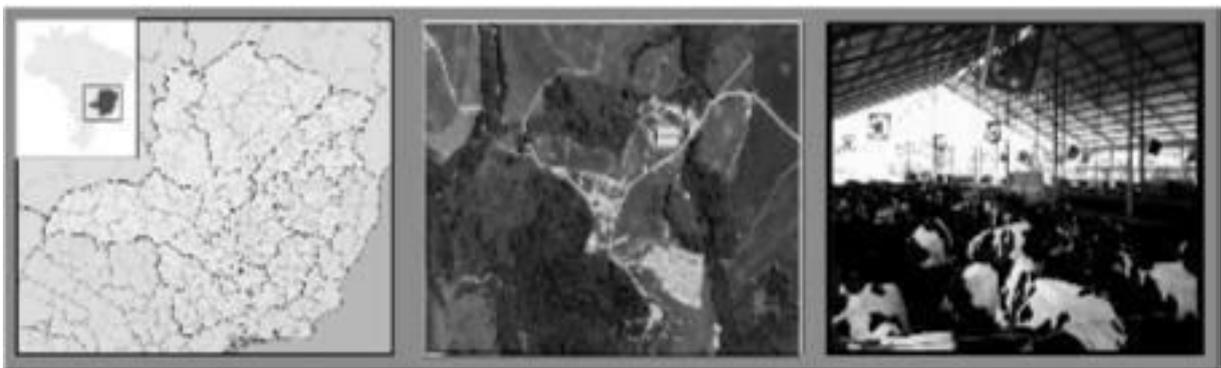
**Table 1:** Characterization of the studied dairy farms.

<b>Specifications</b>	<b>Observed value</b>
Area of property used in milk production (hectare)	100
Lactating cows	210
Non-lactating cows	24
Calves	210
Bulls	1
Cow / Liters of milk/ Day	28.34
Liters / Hectare/ Year	22,136.37

Sourced by the author.

#### *2.4. The objects of this study*

The farm where the data were collected (Figure 1) is located in the city of Ritópolis-MG coordinates 21°1'48.572 "S, 44°24'1.357" W according to the Köppen and Geiger classifications, has a Cwa climate with an average temperature of 19.6 ° C and average annual precipitation of 1536 mm and 1029 meters of altitude (Dos Campos, ISJ 2004; Peel, MC, Finlayson, BL and McMahon, TA 2007; Merkel, A. 2017). Its main activity is the production of milk with the sale of meat only from discarded animals. The evaluated farm was on high slopes and the predominant soil was Cambisol Schad, P. (2015).



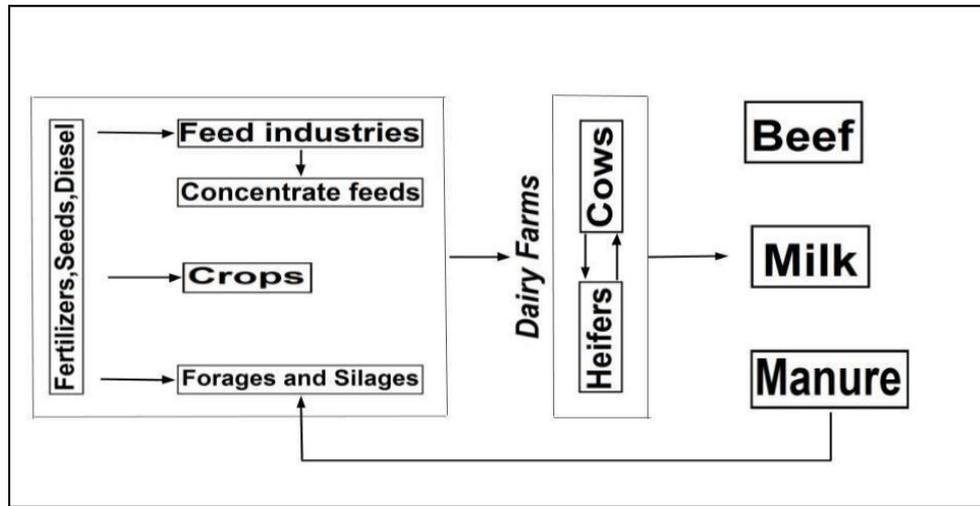
**Figure 1:** Evaluated milk farms and their location. Sourced by the author.

The bulky food used on the farm is corn silage (*Zea Mays*) that is grown there. The concentrated feed comes from external purchases. More details on the foods that make up the diet, the energy and protein content of the foods can be seen in Appendix 1 and more details about the productive index in the Appendix 3.

#### *2.5. Determining System Limits*

The analyzed period refers to the year 2018 and the impacts involved in the construction of the facilities for the use of medicines, cleaning materials, painting and maintenance of the facilities, the use of herbicides and pesticides was not accounted for, as it varies according to random variables. . The consumption of electricity and fossil fuels used in the machines was accounted for. In the system, the annual total of composting fertilizers was 340 tons with an average application of

4.5 tons per hectare of corn crop. A flowchart (Figure 2) with a description of the stages of the life cycle analyzed with the appropriate inputs and outputs.



**Figure 2.** Flow chart with the flows of milk production considered in this study. The cattle manure and compost barns fertilizer were reapplied on grassland and crops. Sourced by the author.

### 2.6. Allocation of the co-products from systems

Leip et al. (2019) postulated that, since the manure has a high economic value and the extent to which it was reapplied in the system, this fertilizer left no property limits and its reallocation is not necessary. However, it can be counted based on the content of the chemical composition and credited as a chemical fertilizer in due proportion. As a parameter of the composition of these fertilizers, we used the work of CQFS-RS / SC (2004); Rico, J.L., et al. (2007); Silva, MSD (2018) and to calculate the amount of manure produced per animal and the proportion of cattle feces and urine from the work of (Morse et al. 1994; Matos et al. 2005; Carvalho, H., & Silva, I 2006) and for the calculation of methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions from manure the IPCC method (2006) at level 2 (Eggleston et al. 2006) was used.

We chose an attributional LCA to allocate calf meat and cows from discarded Casey and Holden (2005) with the allocation made by dividing the environmental impact factors and their economic destiny. Milk production had an economic value of US\$ 0.32 per liter and a production period of 85 months and meat value of meat US\$ 32.29 with a carcass yield of 50% (Olszensvski, FT 2011). At the time of data analysis, the value of US\$ 1.0 was equivalent to R\$ 3.87.

### 2.7. The Life Cycle Assessment approach

This study was performed according to the Life Cycle Assessment (LCA) approach described in the International Standardization Organization (ISO) 14040 Klüppel, (2005), ISO 14040, (2006) and by the ISO 14044 (ISO 14044, 2006). The LCA modeling was performed using the Simapro version 8.2.3.0 software (Pré Consultants, 2016). As for the database, Ecoinvent version 3 and Agro-footprint were used. When it was necessary to analyze background processes they are used Wernet, Gregor, et al. (2016) as for the method, the chosen was the ReCiPe 2016 midpoint (H) world recipe (H) version 1.12 because it provides representative characterization factors for the average approaches that provide estimates of the contributions of a product and a global scale and not just for Europe while still maintaining the possibility of analyze a greater

number of impact categories including those related to soil and water (de Haes et al. 1999; Hauschild, Michael Z., et al. 2013; Huijbregts et al. 2017).

### *2.8. Selecting the impact categories and the Inventory Analysis*

In this study for the classification and characterization of environmental impact categories the methodology proposed by Guinée (2002) was used which considered that some impact categories are more relevant because they are more reliable and that other categories could be considered subcategories. So, in this study we opted for Climate change, Freshwater eutrophication, Natural land transformation, Terrestrial acidification and Water depletion. For the inventory analysis the use of primary data was prioritized however when this was not possible data from Ecoinvent, and existing literature were used. This occurred for the calculation of when a methane conversion factor ( $\gamma_m$ ) for animals in Brazilian tropical pastures of 5.2 was used against the IPCC because this factor proposed by Primavesi et al. (2012) fits national conditions better.

### *2.9. The financial viability analysis*

To calculate the costs of building the milking parlor we used the work of Pinto et al. (2014) and for the cost of building the composting shed, the results of Junior and Viana (2017) were considered, updating the costs involved by the IGP-M and resizing the project to suit the number of animals. As financial assets the average annual milk production (8540 liters per animal) was considered the value of the compost produced (U \$\$ 62.50 per ton). Regarding the costs related to milk production, data from the database and literature Anualpec 2018 (ANUALPEC, 2018) were used. After collecting the data on gross sales and expenses and paying taxes, an operational cash flow was prepared with the aid of the Excel software. This flow was evaluated using investment analysis methods.

In the gross sales revenue included contributions from the Rural Worker Assistance Fund (FUNRURAL) with a total incidence of 2.3%, of which 2.0% for the National Institute of Social Security (INSS) 0.2% for the National Rural Apprenticeship Service (SENAR) and 0.1% for Occupational Environmental Risks (RAT). Taxes on rural activity were also considered such as the rural territorial tax (ITR) in the percentage of 0.03% per year, the Rural Union Contribution (CSR) in the percentage of 0.1% plus and the Certificate of Registration of the Property Rural (CRPR) with rates of 0.7% per year. The table provided by the Corporate Income Tax (IRPJ) in the calendar year of 2018 was considered to calculate the Corporate Income Tax Rate which was 7.0% of annual income. It was also considered that the investor had equity to invest in the project, therefore, no credit line was used; however, the amortization of the invested capital was considered. In addition, due to the intention to identify the reliable financial behavior of these systems over time, we consider a milk production and a static herd analyzed over a 20-year horizon.

## **3.0. Results**

### *3.1. The environmental impacts analysis*

The environmental impacts involved in a process are divided into categories to facilitate the understanding of the results. These impacts can be caused by several emission substances and they can contribute to several categories of impact. To provide a general measure of the level of environmental damage caused in each category, standardization is necessary and was performed using the reference unit of 1 kg-1 of corrected fat and protein milk (FPCM) and the results found can be seen in the Table 2.

**Table 2:** Environmental impacts of 1 kg<sup>-1</sup> FPCM milk production on the dairy farms.

<b>Impact categories</b>	<b>Observed Value</b>
Climate change (kg CO <sub>2</sub> eq.)	1.481443
Freshwater eutrophication (kg P eq.)	0.002248
Natural land transformation (m <sup>2</sup> )	0.013751
Terrestrial acidification (kg SO <sub>2</sub> eq.)	0.006348
Water depletion (m <sup>3</sup> )	0.021337

Sourced by the author.

### 3.1. The financial viability analysis results

The presentation of the values obtained in realizing the cash flow for the proposed model considering the land acquisition cost can be seen in Appendix 2. As for the results found in the application of the techniques of economic-financial assessment in the prepared cash flow, these can be seen in Table 3.

**Table 3: Results of the indicators of the both systems.**

<b>Indicator</b>	<b>Compost Barns</b>
Internal rate of return (%)	46.91
Modified Internal Rate of Return (%)	15.84
Cost of equity (%)	3.23
Cost benefit ratio	2.82
Profitability Index	1.50
Discounted Payback (years)	13.36
Net present value (US\$)	10,915,202.10
Present value of cash flow (US\$)	4,429,553.42
Present value of benefits (US\$)	14,737,675.19
Present value of variable costs (US\$)	5,171,526.27
Present value of fixed costs (US\$)	1,175,784.31
Present value of total costs (US\$)	5,229,665.80
Uniform annual value (US\$)	749,362.75
Cost per animal housed (US\$)	5,739.07

Source: Prepared by the authors

## 4. Discussion

The uncertainty of the results found in life cycle assessment studies is possible due to the uncertainties of the input data and the use of data collected in the literature (Pennington, D. W., et al. 2004). Not all parameters involved in the production of the functional unit were accounted for but is calculate as many factors as possible and then each of the categories analyzed will be discussed.

### 4.1. Climate change potential

Climate change refers to the rise in global temperature caused by the intensification of the greenhouse effect. In this category the factors are converted into the same functional unit the carbon equivalent (kg CO<sub>2</sub> equivalent) where the gases released by the productive activity are expressed based on the Global Warming Potential in the 100-year time horizon. Ruminant GHG emissions are linked to methane (CH<sub>4</sub>) from enteric fermentation and manure management where as nitrous oxide (NO) is mainly related to manure management (Gerber, P., et al. 2013).

In this regard the value for the production of one liter of FPCM in the Compost Barns system was 1.48 kg<sup>-1</sup> of carbon equivalent. The Compost Barns system had a more intensive production system compared to pasture-based systems (Havlik, Petr, et al. 2014). Another explanation would be the fact that more intensive use of nitrogen fertilization plays an important role in the increase of biomass favoring the maintenance of soil organic carbon reserves minimizing residual soil nitrate and consequent reduction of nitrous oxide levels (Snyder, C. S., et al. 2009).

### 4.2. Freshwater eutrophication

The change in the global water cycle caused mainly by anthropic actions affects human well-being and ecosystem health (UNEP, 2007). Aquatic eutrophication is a consequence of the excessive enrichment of nutrients of plant or animal origin in the aquatic environment itself (autochthonous) or introduced into it by dumping or trawling that is by dragging by rainwater (allochthon) the main nutrients that promote eutrophication are nitrogen and phosphorus. This exacerbation promotes biomass growth mainly algae by clouding the water and reducing the oxygen level culminating in the mortality of fish and other aquatic organisms (Pfister, S., Koehler, A., & Hellweg, S. 2009). These aquatic ecosystems also contribute to the sequestration of atmospheric CO<sub>2</sub> and may contribute to an increase in the uptake and storage of this element and its preservation (Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. 1999; Trevathan-Tackett, Stacey M., et al. 2015; Butman, David, et al. 2016).

In addition to eutrophication wastewater from dairy farming can pose a risk to human health through the transfer of pathogens from cattle manure crop residues such as silage slurry and other untreated waste (Smith, V. H., & Schindler, D. W. 2009; Macedo, C. F., & Sipaúba-Tavares, L. H. 2018). The eutrophication potential is expressed using the reference unit kg PO equivalents and the results found are possibly due to the constant use of fertilizers to 4

support the production of forage plants (Gatiboni, Luciano Colpo, et al. 2008; Rabalais, Nancy N., et al. 2009; Snyder, C. S., et al. 2009; Carvalho, Nathália Leal, and Paulo Hentz., 2014).

### *4.3. Natural land transformation*

It is recognized that global emissions from land use change from agricultural activities have occurred since the Industrial Revolution and have contributed to the intensification of global warming by the same magnitude as fossil fuel combustion. Contributing to these emissions from land use is the oxidation of organic carbon from the soil and additional emissions of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O and from the use of fertilizers and the release of these chemical compounds into the atmosphere (Boyd, E., 2001; Denman, K. L., et al. 2007; Brandao, M., i Canals, L. M., & Clift, R., 2011; Bestelmeyer, Brandon T., et al. 2015).

About the results of climate change potential of this study the data was observed that in the Compost barns system it presented the highest value possibly due to the larger area needed for silage corn cultivation in order to feed the animals throughout the year. This is due to the conversion of existing grassland to agricultural land which may result in an eroded and unproductive state (Herrick, J. E., et al. 2012). These transitions from less efficient livestock systems to more land-efficient livestock systems provide significant emissions savings (Havlik, Petr, et al. 2014). However, it is important to account for carbon sequestration and mitigation of production systems based on the use of high mass productivity grassland which is the case of C4 tropical grasses (Bresciano, Daniella, et al. 2019; Yang, Yi, et al. 2019).

### *4.4. Terrestrial acidification*

Terrestrial acidification influences the potential losses of plant species diversity in various biomes due to soil acidification (Azevedo, Ligia B., et al. 2013). This acidification potential is expressed using the reference unit, kilogram sulfur dioxide equivalent (kg SO<sub>2</sub>eq.) and occurs through the accumulation of acids such as SO<sub>2</sub>, when it reacts with the water in the atmosphere, allowing acid rain to form causes ecosystem damage to varying degrees depending on the nature of ecosystems and forests (Azevedo, Ligia B., et al. 2013; Irvine, Irina C., et al. 2017). In this study the Grassland system presented the highest value for this impact category probably due to the higher use of fertilizers used to support forage production especially the use of urea as a nitrogen (N) source. In the work of Tian, D., & Niu, S. (2015), the authors found that the addition of N reduces soil hydrogen potential (pH) on average 0.26 mainly when applied to grassland.

Increased soil acidity represented by the low acid neutralization capacity promotes increased solubilization of plant toxic metal ions, in particular Al<sup>3+</sup>, as well as Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> cations leaching which further contributes to increased soil acidity. Already have a limited capacity for cation buffering and leaching. This pH reduction also reduces nitrification and consequent decomposition rates of organic matter affecting soil dynamic and fertility. The intensification of production is usually linked to the saturation of nitrogen and other fertilizers in ecosystems and also promotes the acidification of soils, groundwater and surface water sources (Grennfelt, P., & Hultberg, H. 1986; Bouwman, A. F., et al. 2002; Sephton, Mark A., et al. 2015).

### *4.5. Water depletion*

As the vast majority of the world's population is concentrated in countries that import almost all the staple food they need, groundwater depletion results in risks to global food and water security (Dalin, et al. 2017). Although most of the globe covers water available for human, animal and agricultural use, it is becoming increasingly scarce (Bruinsma, J., 2017). Such scarcity is mainly due to increased demand and also changes in rainfall patterns Wanders, N., & Wada, Y. (2015) and its availability is directly related to human welfare and also to support ecosystem functions related to the global economy (Brauman, Kate A., et al. 2016). Therefore, to account for the value of water as a resource and the possible damage related to its excessive extraction from

rivers and aquifers can cause, the standard unit is the cubic meters (m<sup>3</sup>) of extracted water. In this study, the result found is possibly due to the greater demand for food and water necessary to support the diet of large and productive animals.

#### *4.6. General discussion of LCA*

It has been observed that less production or reuse of residues from animal production combined with intensive methods of food production generally results in better use of water and greater potential for carbon sequestration (Pfister, Stephan, et al. 2011; O'Brien, D., et al. 2015; Murphy, E., et al. 2017; Tichenor, Nicole E., et al. 2017; Murphy, E., et al. 2018). Going further it is possible to observe that the emissions associated with the production per kg of FPCM decrease with the increase of the productivity of the herd and of the feed efficiency as work developed by Wang, Xiaoqin, et al. (2016) possibly reducing the use of nitrogen fertilizers and the use of manure in agricultural production by demystifying that more intensive production systems are more polluting than less intensive systems.

#### *4.7. The financial viability*

If the investor chooses to implement a milk production system with confined animals he needs to be aware that he needs a high productive scale to make his business viable due to higher fixed and variable costs than the conventional system in addition to that high productivity does not necessarily mean greater economic benefit Schiffler et al. (1999). For the implementation of this system, the highest costs are related to the construction and acquisition of equipment from the containment shed Chaves et al., (2019). Regarding the internal rate of return (IRR) its value was 46.91%, indicating that the investment is economically attractive and exceeding the cost of equity which was 3.06%.

### **5. Conclusions**

This case study with the use of an LCA demonstrated the results obtained for the analysis of environmental performance considering the climate change potential, freshwater eutrophication and terrestrial acidification per kilogram of milk produced on a dairy farm as parameters. confined animals. The use of animal waste in soil fertilization for the production of corn silage ensured the mitigation of some productive impacts even in the eutrophic impact category, possibly because the use of industrial chemical fertilizers has been reduced. The economic and financial analysis also showed that the implementation of a milk production system with the same characteristics and in the same time horizon as it is feasible. In conclusion, further LCA studies are required along with the economic analysis of a larger number of farms.

### **Acknowledgements**

To CAPES, which financed the master's research through a grant granted to Fazenda Campo Alegre, which provided its facilities for data collection to the Faculty of Agricultural Sciences (FCA) and to the Center for Environmental, Social and Economic Research (NUPASE) at the Federal University Grande Dourados (UFGD).

## References

- Alexandratos, Nikos, and Jelle Bruinsma. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. Vol. 12. No. 3. FAO, Rome: ESA Working paper, 2012.
- Alonso, R., Costa, L.D., 2017. Caracteres agronômicos de b. brizantha cv. xaraés (mg5), sob diferentes doses de biofertilizante de dejetos de bovino leiteiro / agronomic characters of b. brizantha cv. xaraés (mg5), under different doses of biofertilizer of dairy cattle. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas* 11, 400. doi:10.18011/bioeng2017v11n4p400-411.
- ANUALPEC, FNP. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2018.
- Anuário Leite 2018: Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. Embrapa Gado de Leite. 114 p. 2018.
- Azevedo, L. B., van Zelm, R., Hendriks, A. J., Bobbink, R., & Huijbregts, M. A. (2013). Global assessment of the effects of terrestrial acidification on plant species richness. *Environmental pollution*, 174, 10-15.
- Barberg, A., Endres, M., Salfer, J., Reneau, J., 2007. Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota. *Journal of Dairy Science* 90, 1575–1583. doi:10.3168/jds.s0022-0302(07)71643-0.
- Bestelmeyer, B. T., Okin, G. S., Duniway, M. C., Archer, S. R., Sayre, N. F., Williamson, J. C., & Herrick, J. E. (2015). Desertification, land use, and the transformation of global drylands. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(1), 28-36.
- Bouwman, A. F., Van Vuuren, D. P., Derwent, R. G., & Posch, M. (2002). A global analysis of acidification and eutrophication of terrestrial ecosystems. *Water, Air, and Soil Pollution*, 141(1-4), 349-382.
- Boyd, Emily. "Land use, land use change, and forestry: special report of the intergovernmental panel on climate change." *International Forestry Review* 3 (2001): 240-240.
- Brandao, Miguel, Llorenç Milà i Canals, and Roland Clift. "Soil organic carbon changes in the cultivation of energy crops: Implications for GHG balances and soil quality for use in LCA." *Biomass and Bioenergy* 35.6 (2011): 2323-2336.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº.51, de 20 de setembro de 2002. Aprova os regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set. 2002. Seção 1, p.13-22.
- Brauman, K. A., Richter, B. D., Postel, S., Malsy, M., & Flörke, M. (2016). Water depletion: An improved metric for incorporating seasonal and dry-year water scarcity into water risk assessments. *Elem Sci Anth*, 4.
- Bresciano, D., Del Pino, A., Borges, A., Tejera, M., Speranza, P., Astigarraga, L., & Picasso, V. (2019). Perennial C4 grasses increase root biomass and carbon in sown temperate pastures. *New Zealand journal of agricultural research*, 62(3), 332-342.
- Bruinsma, Jelle. *World agriculture: towards 2015/2030: an FAO study*. Routledge, 2017.

- Butman, D., Stackpoole, S., Stets, E., McDonald, C. P., Clow, D. W., & Striegl, R. G. (2016). Aquatic carbon cycling in the conterminous United States and implications for terrestrial carbon accounting. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 58-63.
- Cavalli, D., Cabassi, G., Borrelli, L., Geromel, G., Bechini, L., Degano, L., & Gallina, P. M. (2016). Nitrogen fertilizer replacement value of undigested liquid cattle manure and digestates. *European journal of agronomy*, 73, 34-41.
- Carvalho, H. P.; Silva, Ijo. Metais pesados presentes na água residuária de sistema de exploração leiteira do tipo “freestall”. *Revista Eletrônica Thesis, São Paulo*, v. 6, p. 1-8, 2006.
- Carvalho, Nathália Leal, and Paulo Hentz. "Impactos ambientais da fertilização orgânica em sistemas agropecuários na região sul-brasileira." *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* 18.1 (2014): 340-352.
- Casey, J. W., & Holden, N. M. (2005). The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality*, 34(2), 429-436.
- Cederberg, C., Mattsson, B., 2000. Life cycle assessment of milk production — a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production* 8, 49–60. doi:10.1016/s0959-6526(99)00311-x.
- Chaves, R. G., De Mera, M. P., Wolkmer, P., & Carvalho, L. S. (2019). Investimentos para implantação de sistemas de confinamento do tipo camas de compostagem em propriedades leiteiras no sul do Brasil. *Revista GEDECON-Gestão e Desenvolvimento em Contexto*, 7(1), 93-106.
- Comissão De Química E Fertilidade Do Solo, CQFS-RS/SC. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 2004.
- Dalin, C., Wada, Y., Kastner, T., & Puma, M. J. (2017). Groundwater depletion embedded in international food trade. *Nature*, 543(7647), 700.
- De Haes, H. A. U., Joliet, O., Finnveden, G., Hauschild, M., Krewitt, W., & Müller-Wenk, R. (1999). Best available practice regarding impact categories and category indicators in life cycle impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 4(2), 66-74.
- Denman, K. L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P. M., & Dickinson, R. E. Coauthors, 2007: Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, 499-587.
- Dos Campos, INPE São José. "Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais." *Informações institucionais, técnicas de geoprocessamento, programa SPRING, projetos, publicações e serviços. Disponível em: www.inpe.br. Acesso em março de (2004).*
- Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories* (Vol. 4). Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Ferraz, J.B.S., Felício, P.E.D., 2010. Production systems – An example from Brazil. *Meat Science* 84, 238–243. doi:10.1016/j.meatsci.2009.06.006.
- Gatiboni, L. C., Brunetto, G., Kaminski, J., dos Santos Rheinheimer, D., Ceretta, C. A., & Basso,

C. J. (2008). Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(4), 1753-1761.

Gerber, P., Opio, C., Vellinga, T., Falcucci, A., Tempio, G., Gianni, G., ... & Robinson, T. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains—a global life cycle assessment. *Food and Agriculture Organization, Rome, Italy*.

Gnanapragasam, A., Cole, C., Singh, J., Cooper, T., 2018. Consumer Perspectives on Longevity and Reliability: A National Study of Purchasing Factors Across Eighteen Product Categories. *Procedia CIRP* 69, 910–915. doi:10.1016/j.procir.2017.11.151.

Guinée, J.B., 2002. Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 7, 311–313. doi:10.1007/bf02978897.

Grennfelt, Peringe, and Hans Hultberg. "Effects of nitrogen deposition on the acidification of terrestrial and aquatic ecosystems." *Water, Air, and Soil Pollution* 30.3-4 (1986): 945-963.

Hauschild, M. Z., Goedkoop, M., Guinée, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Joliet, O., ... & Sala, S. (2013). Identifying best existing practice for characterization modeling in life cycle impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(3), 683-697.

Havlík P, Valin H, Herrero M, Obersteiner M, Schmid E, Rufino MC, Mosnier A, Thornton PK, Böttcher H, Conant RT, Frank S. Climate change mitigation through livestock system transitions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2014 Mar 11;111(10):3709-14.

Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A., Fenelon, M., Tiwari, B., 2017. Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. *Foods* 6, 53. doi:10.3390/foods6070053.

Herrick JE, Brown JR, Bestelmeyer BT, Andrews SS, Baldi G, Davies J, Duniway M, Havstad KM, Karl JW, Karlen DL, Peters DP. Revolutionary land use change in the 21st century: Is (rangeland) science relevant?. *Rangeland Ecology & Management*. 2012 Nov 1;65(6):590-8.

Huijbregts, M. A., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., ... & van Zelm, R. (2017). ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(2), 138-147.

IBGE a. Censo agropecuário 2017: Resultados preliminares. Rio de Janeiro, v. 7, 108 p, 2017. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf)>.

IBGE b. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2017. Tabela 6782: Número de estabelecimentos agropecuários com bovinos, Efetivos, Venda e Produção de leite, por direção dos trabalhos do estabelecimento agropecuário e origem da orientação técnica recebida - resultados preliminares 2017. URR: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6782>>.

IBRACON – Instituto dos Auditores Independentes do Brasil. NPC – Normas e procedimentos de contabilidade. NPC 14 - Receitas e despesas, 2011. Disponível em: <<http://www.portaldecontabilidade.com.br/ibracon/npc14.htm>> . Acesso em: 28/02/2019.

Irvine, I. C., Greaver, T., Phelan, J., Sabo, R. D., & Van Houtven, G. (2017). Terrestrial acidification and ecosystem services: effects of acid rain on bunnies, baseball, and Christmas

trees. *Ecosphere*, 8(6), e 01857.

Janni, K.A., Endres, M.I., Reneau, J.K., Schoper, W.W., 2007. Compost Dairy Barn Layout and Management Recommendations. *Applied Engineering in Agriculture* 23, 97–102. doi:10.13031/2013.22333.

Junior, G. & Osvaldino V. "Estudo de viabilidade econômica e financeira sobre a implementação do sistema de Compost Barn para uma propriedade rural no município de Laranjeiras do Sul." (2017).

Kominko, H., Gorazda, K., Wzorek, Z., 2017. The Possibility of Organo-Mineral Fertilizer Production from Sewage Sludge. *Waste and Biomass Valorization* 8, 1781–1791. doi:10.1007/s12649-016-9805-9.

Leip, A., Ledgard, S., Uwizeye, A., Palhares, J. C., Aller, M. F., Amon, B., ... & Fusi, A. (2019). The value of manure-Manure as co-product in life cycle assessment. *Journal of environmental management*, 241, 293-304.

Macedo, Carla Fernandes, and Lúcia Helena SIPAÚBA-TAVARES. "Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações." *Boletim do instituto de Pesca* 36.2 (2018): 149-163.

Matos, At de. Tratamento de resíduos agroindustriais. Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. p27, 2005.

Merkel, A. "Climate-data. org." (2017).

Morse, D., Nordstedt, R. A., Head, H. H., & Van Horn, H. H. (1994). Production and characteristics of manure from lactating dairy cows in Florida. *Transactions of the ASAE*, 37(1), 275-279.

Murphy, E., Curran, T. P., Holden, N. M., O'Brien, D., & Upton, J. (2018). Water footprinting of pasture-based farms; beef and sheep. *animal*, 12(5), 1068-1076.

Murphy, E., De Boer, I. J. M., Van Middelaar, C. E., Holden, N. M., Shalloo, L., Curran, T. P., & Upton, J. (2017). Water footprinting of dairy farming in Ireland. *Journal of cleaner production*, 140, 547-555.

National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*. National Academies Press.

O'Brien, D., Hennessy, T., Moran, B., & Shalloo, L. (2015). Relating the carbon footprint of milk from Irish dairy farms to economic performance. *Journal of dairy science*, 98(10), 7394-7407.

Olszensvski, Francieli Tatiana. "Avaliação do ciclo de vida da produção de leite em sistema semi extensivo e intensivo: estudo aplicado." (2011).

Peel, Murray C., Brian L. Finlayson, and Thomas A. McMahon. "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification." *Hydrology and earth system sciences discussions* 4.2 (2007): 439-473.

Pennington, D. W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliet, O., Rydberg, T., & Rebitzer, G. (2004). Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice. *Environment*

*international*, 30(5), 721-739.

Pfister, Stephan, Annette Koehler, and Stefanie Hellweg. "Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA." *Environmental science & technology* 43.11 (2009): 4098-4104.

Pfister, S., Bayer, P., Koehler, A., & Hellweg, S. (2011). Projected water consumption in future global agriculture: Scenarios and related impacts. *Science of the total environment*, 409(20), 4206-4216.

Pinto, V. P. S., De Freitas, S. D., Fernandes, M. S., De Souza Pinto, J., & Santos, S. D. (2014). Custos De Substituição Do Projeto De Ordenha Do Sistema Balde Ao Pé Pelo Sistema Canalizado Na Região De São João Del Rei–mg. In Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC.

Rana, J., Paul, J., 2017. Consumer behavior and purchase intention for organic food: A review and research agenda. *Journal of Retailing and Consumer Services* 38, 157–165. doi:10.1016/j.jretconser.2017.06.0.

Rabalais, N. N., Turner, R. E., Díaz, R. J., & Justic, D. (2009). Global change and eutrophication of coastal waters. *ICES Journal of Marine Science*, 66(7), 1528-1537.

Rico, J. L., García, H., Rico, C., & Tejero, I. (2007). Characterisation of solid and liquid fractions of dairy manure with regard to their component distribution and methane production. *Bioresource Technology*, 98(5), 971-979.

Schad, P., 2015. The International Soil Classification System WRB, Third Edition, 2014. Springer Water Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia 563–571. doi:10.1007/978-3-319-24409-9\_25.

Schiffler, E. A., Mâncio, A. B., Gomes, S. T., & De Queiroz, A. C. (1999). Efeito da escala de produção nos resultados econômicos da produção de leite B no Estado de São Paulo. Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado (ALICE).

Schröder, J. J., Uenk, D., & Hilhorst, G. J. (2007). Long-term nitrogen fertilizer replacement value of cattle manures applied to cut grassland. *Plant and Soil*, 299(1-2), 83-99.

Sephton, M. A., Jiao, D., Engel, M. H., Looy, C. V., & Visscher, H. (2015). Terrestrial acidification during the end-Permian biosphere crisis?. *Geology*, 43(2), 159-162.

Silva, Márcio Silveira da. "Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio." (2018).

Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental pollution*, 100(1-3), 179-196.

Smith, Val H., and David W. Schindler. "Eutrophication science: where do we go from here?." *Trends in ecology & evolution* 24.4 (2009): 201-207.

Snyder CS, Bruulsema TW, Jensen TL, Fixen PE. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2009 Oct 1;133(3-4):247-66.

Tian, Dashuan, and Shuli Niu. "A global analysis of soil acidification caused by nitrogen addition." *Environmental Research Letters* 10.2 (2015): 024019.

Tichenor, N. E., Peters, C. J., Norris, G. A., Thoma, G., & Griffin, T. S. (2017). Life cycle environmental consequences of grass-fed and dairy beef production systems in the Northeastern United States. *Journal of cleaner production*, 142, 1619-1628.

Trevathan-Tackett, S. M., Kelleway, J., Macreadie, P. I., Beardall, J., Ralph, P., & Bellgrove, A. (2015). Comparison of marine macrophytes for their contributions to blue carbon sequestration. *Ecology*, 96(11), 3043-3057.

UNEP. United Nations Environment Programme., 2007. Global Environment Outlook: environment for development (GEO-4).

Wanders, N., and Y. Wada. "Human and climate impacts on the 21st century hydrological drought." *Journal of Hydrology* 526 (2015): 208-220.

Wang, X., Kristensen, T., Mogensen, L., Knudsen, M. T., & Wang, X. (2016). Greenhouse gas emissions and land use from confinement dairy farms in the Guanzhong plain of China—using a life cycle assessment approach. *Journal of cleaner production*, 113, 577-586.

Woodford, K., Roberts, A., & Manning, M. (2018). Dairy composting barns can improve productivity, enhance cow welfare and reduce environmental footprint: A synthesis of current knowledge and research needs. Farm environmental planning—Science, policy and practice (Eds. L. D. Currie & CL Christensen). Occasional Report, (31).

Yang, Y., Tilman, D., Furey, G., & Lehman, C. (2019). Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nature communications*, 10(1), 718.

## Appendix

### Appendix 1. Diet foods components and their energy and protein contents.

Feed	TDN* (Mcal/kg <sup>-1</sup> )	Crude Protein
<i>Zea Mays (Silage)</i>	63.22	7.18
<i>Zea Mays (Ground)</i>	86.11	9.01
<i>Glycine max (Protein concentrate)</i>	81.16	48.90
<i>Citrus pulp (Industrial waste)</i>	73.46	6.93
<i>Soybean hull (Energy concentrate)</i>	68.85	12.61
<i>Gossypium h. seed (Industrial waste)</i>	81.46	23.14
<i>Triticum spp. grounded (Energy concentrate)</i>	70.93	18.20
<i>Urea</i>	-	282.19
<i>Mineral compound</i>	-	-

\*Total digestible nutrients. Sourced by the author.

### Appendix 2: Cash flows of the Dairy system.

Year	Total Operating Revenue	Production cost (US\$)	Depreciation (US\$)	Investments and Re investments	Free operating cash flow	Economic Result (US\$)	EBITDA (US\$)

	(US\$)			(US\$)	(US\$)		
1	1,011,787.49	438,189.35	21,546.79	1,342,943.41	(748,160.23)	1,697,984.86	550,327.03
2	1,011,787.49	438,189.35	8,733.51	96,831.09	482,207.18	451,872.54	547,395.41
3	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
4	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
5	1,011,787.49	438,189.35	8,116.88	98,002.95	486,804.96	453,044.40	553,781.67
6	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	486,721.22	451,872.54	552,609.81
7	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
8	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
9	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
10	1,011,787.49	438,189.35	20,976.09	226,595.03	371,072.09	581,636.48	553,781.67
11	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	486,721.22	451,872.54	552,609.81
12	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
13	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
14	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
15	1,011,787.49	438,189.35	8,116.88	103,217.35	481,590.56	458,258.80	553,781.67
16	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	481,506.81	451,872.54	547,395.41
17	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
18	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
19	1,011,787.49	438,189.35	8,033.14	96,831.09	487,893.07	451,872.54	553,781.67
20	1,011,787.49	438,189.35	20,976.09	226,595.03	371,072.09	581,636.48	553,781.67

Source: Prepared by the authors.

### Appendix 3. The productive property indexes

Index	Value
Lactating cows	210
Dry cows	24
Calves	202
Ratio of dry cows to lactating cows	8.75
Daily average milk production per animal	28.34
Average fat content of milk in the herd	3.49
Average milk protein content of the herd	3.36
Average milk production per hectare	22,136.37
Average annual milk production	2,172,261.00

Milk per animal in the herd	5,065.53
Cost per animal housed (US\$)	1,525.86

---

Sourced by the author.

### CAPÍTULO 3

#### 4. Considerações finais

Neste estudo, os principais *inputs* do sistema foram os insumos utilizados para a produção dos alimentos dos animais, como o diesel, fertilizantes químicos industrializados e os alimentos que vieram de fora do sistema, como o farelo de soja. Como *outputs* temos o metano, fosfatados, dióxido de carbono e nitratos. Os principais *hotspots* (categorias de impacto mais significativas) identificados foram o Potencial de mudança climática; a Eutrofização da água; Mudança no uso da terra; Acidificação do solo; Depleção da água.

Os resultados encontrados indicam que através da redução do uso de fertilizantes químicos e da reutilização dos dejetos dos animais, ocorre uma mitigação dos impactos ambientais. Além disso, neste sistema confinado, uma maior produção de leite por hectare, resulta em um maior aproveitamento da terra, de modo que a pegada de carbono também é menor. Recomenda-se neste sistema e em outros semelhantes, a intensificação na produção de leite por área, a redução do uso de fertilizantes químicos, a redução do uso de alimentos que contribuam significativamente com impactos ambientais, a racionalização do uso de alimentos concentrados, com o fornecimento de uma quantidade adequada deste alimento para a produção de leite de cada vaca e ainda a análise de modo integrado de todo o sistema. Se tomadas em conjunto, é possível melhorar o desempenho ambiental.

Quanto a análise de viabilidade econômico financeira, dada as condições em que se desenvolveu este estudo, entende-se que o sistema modelado proporciona bons resultados financeiros. Assim, caso o investidor opte por um projeto que lhe trará retornos positivos sobre o capital investido ou busque uma alternativa que propicie um incremento de renda em um sistema já existente, este projeto se caracteriza como uma alternativa vantajosa. Indo além, este sistema com o uso dos dejetos tratados possibilita um acréscimo de renda ao longo da vida útil do projeto, com o aproveitamento destes como adubos nas lavouras ou para comercialização. Ainda assim, mesmo se utilizando as técnicas de análise de investimento para calcular os pormenores dos investimentos propostos, a viabilidade deste projeto pode sofrer variações ao longo dos anos devido a alguns riscos, como intempéries, inflação, pluviosidade e comportamento do mercado, linhas de

financiamento, que podem reduzir a produtividade e valores de comercialização, afetando o andamento do projeto.

Este trabalho pode contribuir para futuras pesquisas que podem se utilizar das mesmas metodologias, além de demonstrar o impacto ambiental e viabilidade econômica de um sistema produtivo que tem ganhado força em algumas regiões do Brasil, demonstrando a possíveis investidores a viabilidade de se implantar um sistema semelhante. Por fim, recomenda-se que mais estudos com a temática e com modelos semelhantes sejam realizados ao longo dos anos no intuito de caracterizar melhor os possíveis impactos ambientais e também os aspectos econômicos calculando-se os custos e preços envolvidos e de aspectos sociais, a fim de se configurar corretamente a sustentabilidade completa de cada sistema.

## 5. Referências

- ACOSTA-ALBA, I., CORSON, M. S., VAN DER WERF, H. M. G., & LETERME, P. (2012). Using reference values to assess environmental sustainability of dairy farms. *renewable agriculture and food systems*, **Cambridge**. 27(3), 217-227.
- AHMAD, A., VERMA, N., & DUBEY, M. (2019). Chapter-1 Farming and Cropping Systems. *AGRONOMY*, 1. p. 181, 2019. Published By: **AkiNik Publications**, Rohini, Delhi-110085, India, 2019.
- DE ALMEIDA, A. C., DOS SANTOS, C. A., MENEZES, I. R., TEIXEIRA, L. M., COSTA, J. P. R., & DE SOUZA, R. M. (2016). Perfil sanitário de unidades agrícolas familiares produtoras de leite cru e adequação à legislação vigente. **Ciência Animal Brasileira**, 17(3), 303-315.
- ALMEIDA, D. C. D. (2018). Indicadores de sustentabilidade na pecuária leiteira em uma bacia hidrográfica.
- ALONSO, R. A., & DA COSTA, L. V. C. (2017). Agronomic characters of b. brizantha cv. xaraés (mg5), under different doses of biofertilizer of dairy cattle. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, 11(4), 400-411.
- ALVES, E. (2006). Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias. **Embrapa Informação Tecnológica**, 181.
- ALVES, E. D. A., LÍCIO, A. M. A., & CONTINI, E. (2016). Perspectivas do Brasil no comércio internacional de lácteos. **Área de Informação da Sede**. Capítulo em livro científico (ALICE).
- ANUÁRIO LEITE 2018 (2018), Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro /EMBRAPA, ANUÁRIO LEITE 2018. Disponível em: &lt; <https://www.embrapa.br/gado-de-leite&gt;>; Acesso em: 19/02/2019.
- ARCURI, P. B., & BERNDT, A. (2015). Uma visão internacional da sustentabilidade na pecuária leiteira. **Embrapa Pecuária Sudeste**. Capítulo em livro científico (ALICE).
- ASSIS, RUI (2006). Métodos de amortização. 2006.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14040: Gestão ambiental-avaliação do ciclo de vida-princípio e estrutura. **ABNT**, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14044: Gestão ambiental-avaliação do ciclo de vida-requisitos e orientações. **ABNT**, 2009.
- ABNT (2014). ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14049. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Exemplos ilustrativos de como aplicar a ABNT NBR ISO 14044 à definição de objetivo e escopo e à análise de inventário. **ABNT**, 2014.
- BALDINI, C., BAVA, L., ZUCALI, M., & GUARINO, M. (2018). Milk production Life Cycle Assessment: A comparison between estimated and measured emission inventory for manure handling. **Science of The Total Environment**, 625, 209-219.
- BANKUTI, F. I., & SOUZA FILHO, H. M. D. (2006). A informalidade em sistemas agroindustriais: os casos dos sistemas agroindustriais da carne bovina e do leite. **Agronegócios: gestão e inovação**. São Paulo: Saraiva, 1, 3-345.
- BARRETO, L. V., BARROS, F. M., BONOMO, P., ROCHA, F. A., & AMORIM, J. D. S. (2013). Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, 9(16), 2167.
- BARBOSA, R. M., HOMEM, B. F. M., & TARSITANO, M. A. A. (2014). Custo de produção e lucratividade da cultura do amendoim no município de Jaboticabal, São Paulo. **Revista Ceres**, 61(4), 475-481.
- BERCOVICI, G. (2018). A ordem econômica constitucional e a política agrícola. **Revista Fórum de Direito Financeiro e Econômico–RFDFE**, Belo Horizonte, ano, v. 6, p. 27-36, 2018.
- BEUREN, I. M. (1993). Conceituação e contabilização do custo de oportunidade. **Caderno de estudos**, (8), 01-12.
- BORDEAUX-REGO, R. (2015). Viabilidade econômico-financeira de projetos. **Editora FGV**.
- BRANDALISE, L. T., & BERTOLINI, G. R. F. (2015). Matriz de classificação de produtos ecologicamente corretos com base na análise do ciclo de vida do produto. **Revista Competitividade e Sustentabilidade**, 1(1), 01-16.

- BREKKE, A., LYNG, K. A., OLOFSSON, J., & SZULECKA, J. (2019). 14 From Waste to Value: Valorization Pathways for Organic Waste Streams in Circular Bio economies. **Life cycle assessment**.
- BRITO, EDUARDO CORRÊA. Produção intensiva de leite em Compost Barn: uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade. 2016.
- BROOKS, C. (2019). Introductory econometrics for finance. Cambridge university press.
- CAETANO BACHA, C. J., STEGE, A. L., & HARBS, R. (2016). Ciclos de preços de terras agrícolas no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, 25(4), 18-37.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. (2010). Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisões, estratégia empresarial. 11. ed . Sao Paulo, SP: **Atlas**, 408 p.
- CASTILLO, A. R., KEBREAB, E., BEEVER, D. E., & FRANCE, J. (2000). A review of efficiency of nitrogen utilisation in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. **Journal of Animal and Feed Sciences**, 9(1), 1-32.
- CEPEA (2018), Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, BOLETIM DO LEITE - ESALQ/USP Ano 24 nº 283 | dezembro- 2018 Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP. Disponível em:<<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0999575001544806171.pdf>>. Acesso em: 27/02/2019.
- CHEHEBE, J.R. (1997). Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Quality mark. CNI, 1997.
- CHEN, X., & CORSON, M. S. (2014). Influence of emission-factor uncertainty and farm-characteristic variability in LCA estimates of environmental impacts of French dairy farms. **Journal of cleaner production**, 81, 150-157.
- CIAIS, P., SABINE, C., BALA, G., BOPP, L., BROVKIN, V., CANADELL, J., ... & JONES, C. (2014). Carbon and other biogeochemical cycles. In *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 465-570). **Cambridge University Press**.

- CLARK, M., & TILMAN, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. **Environmental Research Letters**, 12(6), 064016.
- COLTRO, L. Avaliação do Ciclo de Vida–ACV (2007). Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão, p. 7.
- CONAB (2018), Companhia Nacional De Abastecimento; Análise mensal leite e derivados, dezembro 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-leite>.
- COSTA, C. R., OLIVI, P., BOTTA, C. M., & ESPINDOLA, E. L. (2008). A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, 31(7), 1820-1830.
- MENDES, N. C., BUENO, C., & OMETTO, A. R. (2016). Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos. **Production**, 26(1), 160-175.
- DAMODARAN, A. (2012). Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset (Vol. 666). **John Wiley & Sons**.
- DA ROSA, F. D., SEGABINAZZI, L. R., DE LIMA, L. T., JONER, G., MOREIRA, W. L., & DE OLIVEIRA OLIVEIRA, G. (2018). Análise da rentabilidade mensal da atividade leiteira uma ferramenta importante para definir estratégias e decisões. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 9(7).
- DA SILVA CORREIA, C. F. (2018). Produção Extensiva de Animais: uma ferramenta de gestão do território.
- DANESHI, A., ESMAILI-SARI, A., DANESHI, M., & BAUMANN, H. (2014). Greenhouse gas emissions of packaged fluid milk production in Tehran. **Journal of Cleaner Production**, 80, 150-158.
- DE ASSIS, J., FERREIRA, J. D., MARTINS, H. H., & SCHNEIDER, M. B. (2016). Cadeia produtiva do leite no brasil no contexto do comércio internacional. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR-RECEU**, 17(1).
- DE CARVALHO, T. B., JANUARIO, E. D. C., MORON, C. R., & SAES, M. S. M. (2013). Estratégia e cenários de consumo de leite no Brasil. **SEMEAD**.

- DE CASTRO PAULA, H. V., & CHELOTTI, M. C. (2018). O Processo De Modernização Tecnológica Na Agricultura E A Disputa Territorial No Campo Brasileiro. **Espaço em Revista**, v. 20, n. 1.
- DE LÉIS, C. M., CHERUBINI, E., RUVIARO, C. F., DA SILVA, V. P., DO NASCIMENTO LAMPERT, V., SPIES, A., & SOARES, S. R. (2015). Carbon footprint of milk production in Brazil: a comparative case study. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 20(1), 46-60.
- DE LIMA, C. M. D., SILVA, E. S., DE OLIVEIRA, A. R. N., DE SALES SILVA, J. C., & DE MOURA, D. M. F. (2017). A pecuária leiteira no estado de Alagoas. **Diversitas Journal**, 2(2), 203-211.
- DE SOUSA, D. N., DOS SANTOS MACEDO, A., MILAGRES, C. S. F., & COSTA, M. S. (2017). Os desafios das cooperativas no sistema agroindustrial da cadeia produtiva do leite. *Revista de Gestão e Organizações Cooperativas*, **Universidade Federal de Santa Maria**. 4(8), 123-140.
- DE SOUSA, J. B. P., & DIAS, T. C. (2019). A Gestão do Fluxo de Caixa no Âmbito Empresarial. Id on Line **Revista Multidisciplinar E De Psicologia**, 13(43), 873-887.
- DELFINO, A. J. (2016) O produtor familiar na pecuária leiteira: limites e potencialidades. 2016. 200 f. Tese (Doutorado em Economia) - **Universidade Federal de Uberlândia**, Uberlândia, 2016.
- DO BRASIL, BANCO. Desenvolvimento regional sustentável. Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas, v. 8, 2010. Disponível em <https://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol1BovinoLeite.pdf>.
- DOU, Diário Oficial da União. Página 30 da Seção 1 de 6 de fevereiro de 2019. Disponível em: < <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/226958738/dou-secao-1-06-02-2019-pg-30> >. Acesso em: 27/02/2019.
- DOU, Diário Oficial da União. Página 39 da Seção 1 de 6 de fevereiro de 2019. Disponível em: < [http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/62182854/do-1-2019-02-06-circular-n-5-de-5-de-fevereiro-de-2019-62182666](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/62182854/do-1-2019-02-06-circular-n-5-de-5-de-fevereiro-de-2019-62182666)>. Acesso em: 27/02/2019.
- DUTRA, Ana Carolina; DE MEDERIOS, Gerson Araújo; GIANELLI, Bruno Fernando. Avaliação do ciclo de vida como uma ferramenta de análise de impactos ambientais e

- conceito aplicados em programas educativos. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, n. 51, p. 15-27, 2019.
- EGGLESTON, SIMON et al. (Ed.) (2006). IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Hayama, **Japan: Institute for Global Environmental Strategies**, 2006.
- EPSTEIN, MARC J. (2018). Making sustainability work: Best practices in managing and measuring corporate social, environmental and economic impacts. **Routledge**, 2018.
- ESNOUF, A., LATRILLE, É., STEYER, J. P., & HELIAS, A. (2018). Representativeness of environmental impact assessment methods regarding Life Cycle Inventories. **Science of The Total Environment**, 621, 1264-1271.
- EUROPEAN COMMISSION. JOINT RESEARCH CENTRE (2010). Institute for Environmental Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010.
- FAO and GDP. (2018). Climate change and the global dairy cattle sector. The role of the dairy sector in a low-carbon future. Rome. 36 pp. **Licence**: CC BY-NC-SA- 3.0 IGO.
- FAO. (2018). The State of Agricultural Commodity Markets 2018. Agricultural trade, climate change and food security. Rome. **Licence**: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- FARINA, É., GARDIN, J. A. C., & BEE, A. M. (2015). Análise de viabilidade econômica da atividade de bovinocultura de leite em uma propriedade no município de Pinheiro Preto-SC. In Anais do **Congresso Brasileiro de Custos-ABC**.
- FIESP, FEDERAÇÃO, DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO. DE SÃO PAULO. (2013). 2023. Projeções para o agronegócio brasileiro. **Outlook Fiesp**, 2023.
- FLIZIKOWSKI, L.C. (2012). Estimativa de emissões de dióxido de carbono na construção civil e neutralização com espécies florestais: um estudo de caso. 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2012.
- FORSTER, P., RAMASWAMY, V., ARTAXO, P., BERNTSEN, T., BETTS, R., FAHEY, D. W., NGANGA, J. (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Chapter 2. In *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*.

- FREDENDALL, L. D., & HILL, E. (2016). Basics of supply chain management. CRC Press.
- GERBER, P.J., STEINFELD, H., HENDERSON, B., MOTTET, A., OPIO, C., DIJKMAN, J., FALCUCCI, A. AND TEMPIO, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, Rome.
- GERBER, P., KEY, N., PORTET, F., & STEINFELD, H. (2010). Policy options in addressing livestock's contribution to climate change. **Animal**, 4(3), 393-406.
- GERSSSEN-GONDELACH, S. J., LAUWERIJSEN, R. B., HAVLÍK, P., HERRERO, M., VALIN, H., FAAIJ, A. P., & WICKE, B. (2017). Intensification pathways for beef and dairy cattle production systems: Impacts on GHG emissions, land occupation and land use change. **Agriculture, ecosystems & environment**, 240, 135-147.
- GOLLNOW, S., LUNDIE, S., MOORE, A. D., MCLAREN, J., VAN BUUREN, N., STAHL, P. & REHL, T. (2014). Carbon footprint of milk production from dairy cows in Australia. **International Dairy Journal**, 37(1), 31-38.
- GONÇALVES, M. A., & CONTI, I. S. (2015). Fluxo de caixa: ferramenta estratégica e base de apoio ao processo decisório nas micro e pequenas empresas. **Revista de Ciências Gerenciais**, 15(21).
- GUIDUCCI, R. D. C. N., LIMA FILHO, J. R. D., & MOTA, M. M. (2012). Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso. Brasília, DF: **Embrapa**.
- GUINÉE, JEROEN B.; HEIJUNGS, REINOUT (2005). Life cycle assessment. **Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology**, 2005.
- HAUSCHILD, M. Z., GOEDKOOP, M., GUINÉE, J., HEIJUNGS, R., HUIJBREGTS, M., JOLLIET, O., ... & SALA, S. (2013). Identifying best existing practice for characterization modeling in life cycle impact assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 18(3), 683-697.
- HAUSCHILD, M. Z., BONOU, A., & OLSEN, S. I. (2018). Life Cycle Interpretation. In Life Cycle Assessment (pp. 323-334). **Springer**, Cham.

- HERRERO, M., HENDERSON, B., HAVLÍK, P., THORNTON, P. K., CONANT, R. T., SMITH, P. & BUTTERBACH-BAHL, K. (2016). Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. **Nature Climate Change**, 6(5), 452.
- HENRIQUE, M. A. (2008). A importância da contabilidade gerencial para micro e pequena empresa. São Paulo.
- HRISTOV, A. N., ETTER, R. P., ROPP, J. K., & GRANDEEN, K. L. (2004). Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, 82(11), 3219-3229.
- IBGE a. Censo agropecuário 2017: Resultados preliminares. Rio de Janeiro, v. 7, 108 p, 2017. Disponível em: < [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf) > . Acesso em: 19/02/2019.
- IBGE b. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2017. Tabela 6782 - Número de estabelecimentos agropecuários com bovinos, Efetivos, Venda e Produção de leite, por direção dos trabalhos do estabelecimento agropecuário. Disponível em: &lt; <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6782> &gt; Acesso em: 04/03/2019.
- IBGE c. Pesquisa da pecuária municipal 2006. Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho Disponível em: &lt; <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados> &gt; Acesso em: 19/02/2019.
- IBGE d. Pesquisa da pecuária municipal 2006. Tabela 12.27 - Número de estabelecimentos agropecuários, quantidade produzida e valor da produção de leite por agricultura familiar e não familiar. Disponível em: &lt; <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1227> &gt; Acesso em: 19/02/2019.
- IBRACON – Instituto dos Auditores Independentes do Brasil. NPC – Normas e procedimentos de contabilidade. NPC 14 - Receitas e despesas, 2011. Disponível em: <<http://www.portaldecontabilidade.com.br/ibracon/npc14.htm>> . Acesso em: 28/02/2019.
- IBRACON – Instituto dos Auditores Independentes do Brasil. NPC – Normas e procedimentos de contabilidade. NPC 27 - Demonstrações Contábeis - Apresentação e Divulgações, 2005.

- Disponível em: <<http://www.portaldecontabilidade.com.br/ibracon/npc27.htm>> . Acesso em: 28/02/2019.
- IEG/FNP AGRIBUSINESS INTELLIGENCE /INFORMA. Anualpec (2018). Disponível em: <<http://www.agrianual.com.br/>> . Acesso em: 19/02/2019.
- IPCC (2007). CHANGE CLIMATE. The physical science basis. Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, v. 996,
- ISO, E. N. 14044: (2006). Environmental management-Life cycle assessment-Requirements and guidelines, 2006.
- JOLLIET, O., MARGNI, M., CHARLES, R., HUMBERT, S., PAYET, J., REBITZER, G., & ROSENBAUM, R. (2003). IMPACT 2002+: a new life cycle impact assessment methodology. **The international journal of life cycle assessment**, 8(6), 324.
- JORDÃO, R. V. D., BARBOSA, C. R., & RESENDE, P. T. (2018). Inflação Interna, Gestão e Controle de Custos: uma Experiência de Sucesso em uma Multinacional Brasileira. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC)**, 12(1).
- JÚNIOR, A. A. M., & JUNG, C. F. (2017). Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Ágora**, 19(1), 34-47.
- KARAKOYUN, FATIHA. A. (2015). Methodology for Holistic Lifecycle Approach as Decision Support System for Closed-loop Lifecycle Management. **EPFL**.
- KISS, B.; DINATO, R.; FERNANDES, M. (2016). Experiências e reflexões sobre a gestão do ciclo de vida de produtos nas empresas brasileiras: Ciclos 2015 e 2016. 1a. Edição ed. São Paulo: [s.n.].
- KOTHARI, C. R. (2004). Research methodology: Methods and techniques. **New Age International**.
- LACHTERMACHER, G., DE ABREU, J. P. F., DE ABREU FILHO, J. C. F., & NERY, S. L. D. M. (2018). **Matemática financeira**. Editora FGV
- LAPPONI. J. C. (2000). Projetos de investimento: construção e avaliação de fluxo de caixa: modelos em Excel. São Paulo. **Lapponi Treinamento e Editora**.

- LONGMORE, D. R. (1989). The persistence of the Payback Method: a time-adjusted decision rule perspective. **The Engineering Economist**, 34(3), 185-194.
- LOPES, W. (2018). **Contabilidade e gestão financeira**. Senac.
- MALACCO, V. M. R., REIS, R. B., DE ASSIS LAGE, C. F., DE FARIA MACIEL, I. C., GOMES, R. S., ESCARCE, T. C. (2015). Nutrição aminoacídica de bovinos leiteiros. **Caderno de Ciências Agrárias**, 7, 205-216.
- MALHEIROS, Caroline Silva; KONRAD, Paulo Artur. IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA DE COMPOST BARN PARA VACAS LEITEIRAS. **Ciência & Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 66-73, 2019.
- MARQUES, A. P. S., DOS SANTOS, J. S., DE SOUZA CALADO, J. E., GOMES, J. R., & GOMES, G. R. (2018). A Nova Contabilidade Aplicada ao Setor Público: um Estudo sobre o Reconhecimento da Despesa com Depreciação em uma Autarquia Municipal. **Revista de Contabilidade da UFBA**, 12(3), 246-258.
- MARQUEZAN, L. H. F., & BRONDANI, G. (2006). Análise de investimentos. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, 3(1), 35.
- MARTIN, N. B., SERRA, R., OLIVEIRA, M. D. M., ÂNGELO, J. A., & OKAWA, H. (1998). Sistema integrado de custos agropecuários- Custagri. Informações econômicas-governo do estado de São Paulo. **Instituto de economia agrícola**, 28, 7-28.
- MAYUNI P, CHIUMIA D, GONDWE T, BANDA L, CHAGUNDA M AND KAZANGA D (2019). Greenhouse gas emissions in smallholder dairy farms in Malawi. **Livestock Research for Rural Development**. Volume 31, Article #43. Retrieved March 26, 2019.
- MAZUR, F. (2012). Avaliação do ciclo de vida do produto: uma ferramenta de gestão ambiental.
- MONTE, D. D. C., LOPES, D. B., & CONTINI, E. (2017). China: Nova potência também no agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, 26(3), 107-123.
- MOTTA, W. H. (2016). Ciclo de vida do produto e a geração de eco-inovações: desafios para o Brasil.

- NATEL, A. S., FAUSTO, D. A., DE PAULA ARAGÃO, T. R., & ABDALLA, A. L. (2016). Otimização da pecuária nacional de forma sustentável. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 17(3).
- O'BRIEN, D., SHALLOO, L., PATTON, J., BUCKLEY, F., GRAINGER, C., & WALLACE, M. (2012). Evaluation of the effect of accounting method, IPCC v. LCA, on grass-based and confinement dairy systems' greenhouse gas emissions. **Animal**, 6(9), 1512-1527.
- PAES-DE-SOUZA, M., AMIN, M. M., & GOMES, S. T. (2009). Agronegócio leite: características da cadeia produtiva do estado de Rondônia. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, 1(1), 1-20.
- PAUL, J. W., DINN, N. E., KANNANGARA, T., & FISHER, L. J. (1998). Protein content in dairy cattle diets affects ammonia losses and fertilizer nitrogen value. **Journal of Environmental Quality**, 27(3), 528-534.
- PAYRAUDEAU, S., & VAN DER WERF, H. M. (2005). Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 107(1), 1-19.
- PEREIRA, M. R., DE SÁ GUIMARÃES, A., JUNIOR, L. A. R. A. P., DE FARIA, L. S., & DE FÁTIMA ÁVILA PIRES, M. (2017). Caracterização do comportamento de vacas Holandesas em lactação confinadas em sistema Compost Barn em clima tropical.
- PEREIRO, L. E. (2001). The valuation of closely-held companies in Latin America. **Emerging Markets Review**, 2(4), 330-370.
- PINTO, A. A. G., LIMEIRA, A. L. F., DOS SANTOS SILVA, C. A., & COELHO, F. S. (2008). Gestão de custos. **Editora FGV**.
- POWELL, J. M., AGUERRE, M. J., & WATTIAUX, M. A. (2011). Dietary crude protein and tannin impact dairy manure chemistry and ammonia emissions from incubated soils. **Journal of environmental quality**, 40(6), 1767-1774.
- PRADIEÉ, J., PEGORARO, L. M. C., DERETI, R. M., & Brasília, D. F. (2017). Evolução da pesquisa em pecuária leiteira. **Embrapa Clima Temperado**. Livro técnico.

- RASOTO, A.; GNOATTO, A.A.; OLIVEIRA, A.G. de; ROSA, C.F. da; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H.A. de; LIMA, I.A. de; LIMA, J.D. de; TRENTIN; M.G.; RASOTO, V.I. (2012). *Gestão financeira: enfoque em inovação*.
- REZENDE, M. D. (2015). *Extensão rural e a viabilidade econômica da produção de leite familiar no Sul do Brasil: conceitos aplicados e resultados obtidos na atuação da Cooperideal. Embrapa Gado de Leite*. Capítulo em livro científico.
- RIBEIRO, M. E. R., GOMES, J. F., JÚNIOR, W. S., BITENCOURT, D., ZANELA, M. B., & DERETI, R. M. (2017). Desafios em pesquisa que motivaram a criação do sispel. **Evolução da pesquisa em pecuária leiteira**, 17.
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R.W.; JORDAN, B. D. (1998). *Princípios de administração financeira*. p. 433.
- SAJEEV, E. P. M., AMON, B., AMMON, C., ZOLLITSCH, W., & WINIWARTER, W. (2018). Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. **Nutrient cycling in agroecosystems**, 110(1), 161-175.
- SALGADO, F. M. M. (2013). *O futuro do leite no Brasil: uma análise de ambiente da cadeia produtiva de lácteos. Universidade Federal de Juiz de Fora*.
- DOS SANTOS, A. M., & MITJA, D. (2016). Agricultura familiar e desenvolvimento local: os desafios para a sustentabilidade econômico-ecológica na comunidade de Palmares II, Parauapebas, PA. **Interações (Campo Grande)**, 13(1).
- SANTOS, J. M. O. D. (2016). *A Comprehensive Life Cycle Approach for Managing Pavement Systems. Universidade de Coimbra (Doctoral dissertation)*.
- SASU-BOAKYE, Y., CEDERBERG, C., & WIRSENIUS, S. (2014). Localising livestock protein feed production and the impact on land use and greenhouse gas emissions. **Animal**, 8(8), 1339-1348.
- SCHROEDER, J. T., SCHROEDER, I., DA COSTA, R. P., & SHINODA, C. (2005). O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**, 1(2).

- SEINFELD, J. H., & PANDIS, S. N. (2016). Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. **John Wiley & Sons**.
- SEKARAN, UMA; BOUGIE, ROGER. (2016). Research methods for business: A skill building approach. **John Wiley & Sons**.
- SHARMA, V. K., CHANDNA, P., & BHARDWAJ, A. (2017). Green supply chain management related performance indicators in agro industry: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 1194-1208, 2017.
- SILVA, C. V., DE SOUZA, A. B., SALES, H. L., & DA PENHA, R. S. (2019). Aplicação do modelo monte Carlo na avaliação da empresa Ambev com custo de capital impreciso. **Revista Eniac Pesquisa**, 8(1), 153-175.
- SILVA, E. R. F. (2015). Modernização da agricultura e reestruturação produtiva da atividade leiteira. Faculdade de Ciências e Tecnologia, **Universidade Estadual Paulista**, Presidente Prudente, 2015. (Mestrado) – Instituto de Geografia.
- SILVA, R. P. (2015). Competitividade e Desenvolvimento: Evolução da Produção do Setor Lácteo das Regiões Nordeste e Sudeste, uma Análise Comparativa do impacto do PRONAF na configuração do setor. **Universidade Federal de Alagoas** (2015).
- SISCAR (2018). Sistema de Cadastro Ambiental Rural. 2018. Disponível em:<<http://www.florestal.gov.br/modulo-de-relatorios>> . Acesso em: 21/02/2019.
- SLUSZZ, T., PADILHA, A. C. M., MATTOS, P., & SILVA, T. N. D. (2006). O Impacto Da Instrução Normativa 51 No Sistema Agroindustrial Do Leite No Rio Grande Do Sul: Uma Análise Na Elegê Alimentos S/A E Na Cooperativa Languiri Ltda. 2006. **XLIV Congresso da SOBER**. Fortaleza, 23 a 27 de Julho de 2006.
- STEINMANN, Z. J., SCHIPPER, A. M., HAUCK, M., & HUIJBREGTS, M. A. (2016). How many environmental impact indicators are needed in the evaluation of product life cycles? **Environmental Science & technology**, 50(7), 3913-3919.
- STYLES, D., GONZALEZ-MEJIA, A., MOORBY, J., FOSKOLOS, A., & GIBBONS, J. (2018). Climate mitigation by dairy intensification depends on intensive use of spared grassland. **Global change biology**, 24(2), 681-693.

- TASSO, E. H. (2017). Análise comparativa de sistemas de produção de leite com alimentação a base de pasto e confinamento no sistema compost barn.
- TEIXEIRA, J. C. (2005) Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica AGB-TL**, v. 1, n. 2, p. 21-42.
- TEIXEIRA, V. P. M., & CUNHA, M. F. D. (2017). Aplicabilidade dos Modelos CAPM Local, CAPM Local Ajustado e CAPM Ajustado Híbrido ao Mercado Brasileiro. IN: **CONGRESSO DE CONTABILIDADE E CONTROLADORIA**, 14., 2017, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 1-16.
- UNEP (1996). LIFE CYCLE ASSESSMENT: What it is and how to do it. Paris. 1996. **United Nations Environment Program Industry and Environment Cleaner Production**. Program 39-43 quai Andre Citroen 75739 Paris Cedex 15 France.
- VAN CALKER, K. J., ANTINK, R. H., BELDMAN, A. C., & MAUSER, A. (2005). Caring dairy: A sustainable dairy farming initiative in Europe. **Agriculture journals** (No. 1028-2016-82160).
- VAN DER GOOT, A. J., PELGROM, P. J., BERGHOUT, J. A., GEERTS, M. E., JANKOWIAK, L., HARDT, N. A., ... & BOOM, R. M. (2016). Concepts for further sustainable production of foods. **Journal of Food Engineering**, 168, 42-51.
- VAN DER STELT, B., VAN VLIET, P. C. J., REIJS, J. W., TEMMINGHOFF, E. J. M., & VAN RIEMSDIJK, W. H. (2008). Effects of dietary protein and energy levels on cow manure excretion and ammonia volatilization. **Journal of dairy science**, 91(12), 4811-4821.
- VILELA, D., RESENDE, J. C. D., LEITE, J. B., ALVES, E. (2017). A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, 26(1), 5-24.
- WANG, X., KRISTENSEN, T., MOGENSEN, L., KNUDSEN, M. T., & WANG, X. (2016). Greenhouse gas emissions and land use from confinement dairy farms in the Guanzhong plain of China—using a life cycle assessment approach. **Journal of cleaner production**, 113, 577-586.
- WALL, E.; SIMM, G.; MORAN, D.(2010). Developing breeding schemes to assist mitigation of greenhouse gas emissions. **Animal**, v. 4, n. 3, p. 366-376, 2010.
- WOLF, P., GROEN, E. A., BERG, W., PROCHNOW, A., BOKKERS, E. A., HEIJUNGS, R., & DE BOER, I. J. (2017). Assessing greenhouse gas emissions of milk production: which parameters are essential?. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 22(3),

441-455.

- WOODFORD, K., ROBERTS, A., & MANNING, M. (2018). Dairy composting barns can improve productivity, enhance cow welfare and reduce environmental footprint: A synthesis of current knowledge and research needs. **Farm environmental planning–Science, policy and practice** (Eds. L. D. Currie & CL Christensen). Occasional Report, (31).
- XAVIER, JOSÉ. (2003). Análise de ciclo de vida (ACV) da produção agrícola familiar em Unaí-MG: resultados econômicos e impactos ambientais. 10.13140/RG.2.1.2917.1449.
- ZANLUCA, J. C. (2016). Manual Prático de Contabilidade de Custos.
- ZDANOWICZ, J. E. (2004). Fluxo de Caixa: uma decisão de planejamento e controle financeiro. Porto Alegre: **Sagra Luzzato**, 2004.
- ZHAO, R., XU, Y., WEN, X., ZHANG, N., & CAI, J. (2018). Carbon footprint assessment for a local branded pure milk product: a lifecycle-based approach. **Food Science and Technology**, 38(1), 98-105.
- ZOCCAL, R.; ASSIS, A. G. D.; EVANGELISTA, S. R. D. M. (2006). Distribuição geográfica da pecuária leiteira no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 15, n. 4, p. 47-58, 2006.