

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL**

Francieli Tatiana Olszensvski

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE LEITE
EM SISTEMA SEMI EXTENSIVO E INTENSIVO: ESTUDO
APLICADO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Roberto Soares.

Florianópolis

2011

Francieli Tatiana Olszensvski

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE LEITE
EM SISTEMA SEMI EXTENSIVO E INTENSIVO: ESTUDO
APLICADO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Florianópolis, 12 de Agosto de 2011.

Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Ricardo Kazama,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna,
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Airton Spies,
Diretor Geral da Secretaria de Estado de Agricultura

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina

O52a Olszensvski, Francieli Tatiana

Avaliação do ciclo de vida da produção de leite em sistema semi extensivo e intensivo [dissertação] / Francieli Tatiana Olszensvski ; orientador, Sebastião Roberto Soares. - Florianópolis, SC, 2011.

198 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia ambiental. 2. Leite. 3. Ciclo de vida do produto - Avaliação. 4. Impacto ambiental. I. Soares, Sebastião Roberto. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

CDU 628.4

A minha família e ao meu namorado que sempre estiveram presentes, em especial aos meus pais, que sempre me apoiaram e me permitiram mais esta realização profissional.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina, ao programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), aos funcionários e professores do departamento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES) pelo apoio financeiro com a concessão de bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Sebastião Roberto Soares por sua orientação na realização deste trabalho.

Aos proprietários das propriedades pela paciência, disponibilidade e fornecimento de dados. Em especial, Adilson Dalponte da Epagri, pela indicação e acompanhamento nas coletas.

Aos colegas do GPACV: Rodrigo, Angela, Andreas, Paola, Vamilson, Cristiane, Franciele, Camile, Bruno, Moris e Edivan, pelos momentos de alegrias, pelas trocas de experiências profissionais e ajudas na execução do trabalho, além dos momentos de lazer. Em especial ao Guilherme, pelo auxílio na construção do inventário e nas discussões dos resultados. E aos meus bolsistas e a engenheira do grupo: Morgana, Ian, Sara e Fernanda.

As minhas amoras, Délis, Paula, Thaís, Marina, Jeniffer e Isadora, que entenderam meu afastamento e permaneceram me incentivando. Obrigada pelos momentos de descontração e simplesmente, amo-as!

Aos amigos: Camila, Luana, Amanda, Andréia, Eduardo e Gabriel, obrigada por entrarem e permanecerem na minha vida, por mais distantes que estejamos.

Aos meus pais, Lurdes e Antonio, onde nada disso teria acontecido se não fosse por vocês, obrigada pelo amor, carinho e incentivo!

Ao meu irmão, Deison, pela sua paciência e auxílios nos softwares.

Ao Marcos, meu namorado, por me ouvir, incentivar e pelo carinho. Suas palavras e amor foram essenciais em todos os momentos que precisei.

À minha grande família, pelo carinho e apoio, obrigada!

Às amizades que fiz e que permanecem até hoje!

Muito obrigada!

“Há, verdadeiramente, duas coisas diferentes: saber e crer que se sabe. A ciência consiste em saber; em crer que se sabe está a ignorância”.

(Hipócrates, 460-377 a.C)

RESUMO

A pecuária leiteira é uma atividade econômica presente em todo território nacional e responsável por importantes impactos ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos ambientais associados à produção do leite em duas propriedades rurais que se utilizam de diferentes sistemas produtivos, através da Análise do Ciclo de Vida. A unidade funcional adotada foi a produção de 1000 kg de leite corrigido pela energia, entregues na plataforma de recebimento do laticínio e o método para a avaliação de impactos ambientais foi CML 2001 modificado. Na comparação do sistema semi extensivo com o sistema intensivo, os resultados da análise do ciclo de vida demonstraram que o primeiro apresentou a maior contribuição para as categorias de depleção abiótica (5,08 kg Sb eq), aquecimento global (1731,84 kg CO₂eq), 12089,91 MJ eq), enquanto o sistema intensivo apresenta maior impacto na acidificação (6,89 kg SO₂eq) e eutrofização (4,27 kg PO₄eq). A produção de alimentos para os animais é a principal contribuinte em todas as categorias de impacto apresentadas. Para o sistema semi extensivo ela está essencialmente associada à produção de pastagem, e no sistema intensivo, quando há o consumo ao longo das estações, ao farelo de grão de milho. Considerando as hipóteses adotadas, o sistema de produção de leite intensivo se demonstrou com melhor desempenho ambiental quando comparado ao sistema semi extensivo.

Palavras-chave: Leite, Sistema Semi Extensivo, Sistema Intensivo, Avaliação do Ciclo de Vida, ACV, Impactos ambientais.

ABSTRACT

The dairy cattle breeding is an economical activity that is practiced over all the Brazilian territory and also causes significant environmental impacts. The purpose of this study was to evaluate the environmental impacts associated with the production of milk in two farm properties that uses different production systems, through the Life Cycle Assessment. The functional unit used was the production of 1000 kg of fresh milk adjusted by the energy, delivered on the receiving platform of the milk factory and the method for the environmental impact assessment was the CML 2001, modified. Comparing the two systems, the semi-extensive system and the intensive system, the results of the Life Cycle Assessment show that the first presents higher contribution to the categories of abiotic depletion (5,08 kg Sb eq), global warming (1731,84 kg CO₂eq), land occupation (6386,83 m²a) and cumulative energy demand (12089,91 MJ eq), while the intensive system shows higher impact in acidification (6,89 kg SO₂eq) and eutrophication (4,27 kg PO₄eq). The production of food for the animals is the main contributor in all categories of impact. For the semi extensive system it is essentially associated with pasture production, and in the intensive system, when used along all seasons, to the bran corn germ. Considering the hypotheses assumed in this study, the intensive milk production system showed better environmental performance when compared to the semi extensive system.

Keywords: Milk, Semi Extensive Production System, Intensive Production System, Life Cycle Assessment, LCA, Environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação do sistema agroindustrial do leite no Brasil.	30
Figura 2: Cadeia produtiva do leite (do berço ao portão).....	31
Figura 3: Sistema de produção semi extensivo.	35
Figura 4: Sistema de produção intensivo.	39
Figura 5: Estrutura da ACV.	41
Figura 29: Localização do município 1 (a) e vista parcial da propriedade (b).....	58
Figura 30: Localização do município 2 (a) e vista parcial da propriedade (b).....	58
Figura 6: Limites do estudo da ACV do leite – sistema semiextensivo.	63
Figura 7: Limites do estudo da ACV do leite – sistema intensivo.	63
Figura 8: Coprodutos produzidos por bovinos leiteiros.	65
Figura 9: Fluxograma do subsistema de produção de combustíveis.	68
Figura 10: Fluxograma do subsistema de transportes.	68
Figura 11: Fluxograma do subsistema de produção de energia.....	69
Figura 12: Fluxograma do subsistema de obtenção de água.	70
Figura 13: Fluxograma da produção de fertilizantes químicos.	71
Figura 14: Fluxograma do subsistema de produção de embalagens.....	72
Figura 15: Fluxograma do subsistema de produção de fertilizantes orgânicos	72
Figura 16: Fluxograma do subsistema de produção de pesticidas.....	74
Figura 17: Fluxograma do subsistema de cultivo de grãos.	76
Figura 18: Fluxograma do subsistema de produção de alimentos concentrados.....	77
Figura 19: Fluxograma do subsistema de produção de suplementação mineral.....	78
Figura 20: Fluxograma do subsistema de produção de bico de mamadeira.	78
Figura 21: Fluxograma do subsistema de produção de luvas descartáveis.	79
Figura 22: Fluxograma do subsistema de produção de detergente.....	80
Figura 23: Fluxograma do subsistema de edificações.	80
Figura 24: Fluxograma do subsistema de produção de pastagem.	82
Figura 25: Fluxograma do subsistema de produção de forragem.....	83
Figura 26: Fluxograma do subsistema de síntese de leite.	83
Figura 27: Fluxograma do subsistema de ordenha.	84
Figura 28: Fluxograma do subsistema produção de leite.	85
Figura 31: Inventário da propriedade com sistema semi extensivo.....	113
Figura 32: Inventário da propriedade com sistema intensivo.....	115

Figura 33: Subprocessos finais da produção de leite e obtenção da UF.	119
Figura 34: Resultados da avaliação dos sistemas de produção para a categoria depleção.	120
Figura 35: Resultados da avaliação dos sistemas de produção para a categoria acidificação.	126
Figura 36: Resultados da avaliação dos sistemas de produção para a categoria eutrofização.	132
Figura 37: Aquecimento global oriundo da produção da UF em diferentes estações do ano.	138
Figura 38: Ocupação de terra oriunda da UF em diferentes estações do ano no sistema semi extensivo.	143
Figura 39: Demanda de energia oriunda da UF em diferentes estações do ano no sistema semi extensivo.	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização dos Sistemas de Produção de leite no Brasil.	33
Tabela 2- Comparativo dos Sistemas Semi extensivo e Intensivo.	40
Tabela 3- Trabalhos realizados na área de ACV da pecuária leiteira. ...	53
Tabela 4- Caracterização quanto ao sistema de produção das propriedades em estudo.	59
Tabela 5- Distâncias dos laticínios das propriedades.	69
Tabela 6- Consumo mensal de energia nas propriedades.	70
Tabela 7- Composição do esterco líquido.	73
Tabela 8- Tabela para identificação dos pesticidas.	74
Tabela 9- Produção de leite ao longo das estações.	84
Tabela 10- Número médio da população de gado leiteiro nas propriedades.	86
Tabela 11- Divisão mínima da população de gado leiteiro.	87
Tabela 12- Situações alimentares para o gado.	89
Tabela 13- Valores de digestibilidade para animais ruminantes.	89
Tabela 14- Equações para o cálculo estimativo da energia bruta para o gado.	90
Tabela 15- Valores do coeficiente utilizado na Equação 19.	91
Tabela 16- Valores para estimação da concentração da dieta líquida para gado.	95
Tabela 17 - Fatores de conversão de metano.	97
Tabela 18- Valores de $N_{rate(t)}$ para cálculo de emissões.	99
Tabela 19- Valores para MS % para gado leiteiro.	100
Tabela 20- EF_3 de acordo com gerenciamentos de dejetos.	100
Tabela 21- Valores padrões para a perda de nitrogênio por volatilização de NH_3 e de NO_x	102
Tabela 22- Dados para o inventário do ciclo de vida da propriedade 1.	103
Tabela 23- Dados para inventário do ciclo de vida da propriedade 2.	103
Tabela 24 - Emissão anual de CH_4 por animal na propriedade semi extensiva.	108
Tabela 25- Emissão anual CH_4 por animal na propriedade intensiva.	108
Tabela 26- Emissão anual de CH_4 oriundo de dejetos nas propriedades.	110
Tabela 27- Taxa média anual de excreção de Nitrogênio.	110
Tabela 28- Emissão anual direta de N_2O pelo rebanho nas propriedades.	111
Tabela 29- Emissão anual indireta de NH_3 pelo rebanho nas propriedades.	111

Tabela 30- Impactos ambientais da produção de leite nas propriedades.	117
Tabela 31 - Categorias de impactos ambientais de ambos sistemas....	118
Tabela 32 -Contribuição (%) dos subprocessos para a categoria de depleção abiótica para os sistemas	119
Tabela 33 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF dos sistemas para a acidificação.	125
Tabela 34 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF para a eutrofização.	131
Tabela 35 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF para aquecimento global.....	137
Tabela 36 - Contribuição (%) dos processos para a ocupação de terra.	142
Tabela 37 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF para demanda de energia.....	146
Tabela 38: Impactos ambientais referenciais para ACV do leite.	152

LISTA DE ABREVIATURAS

EDEN-E	<i>Evaluation de la Durabilite' des ExploitationNs</i>
AICV	Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida
ICV	Inventário do Ciclo de Vida
UF	Unidade Funcional
SO ₂	Dióxido de Enxofre
Sb	Antimônio
PO ₄	Fosfato inorgânico
CFC	Clorofluorcarboneto
DB	Diclorobenzeno
C ₂ H ₄	Etileno
CH ₄	Metano
GEE	Emissão de gases de efeito estufa
GP	Ganho de Peso Médio Diário
PM	Peso Maduro
NTD	Nutrientes totalmente digeridos
EB	Energia bruta
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>
EMC	<i>Energy corrected milk</i>
NZ	Produção de leite de 21 vacas Holstein-Friesain e uma área de 115 ha.
LI	Produção de leite em um sistema com entrada baixa (lotação com 2,3 animais, sem adubação e sem suplementação alimentar).
NF	Produção de leite em um sistema com adubação nitrogenada.
NFMS	Produção de leite em um sistema com suplementação alimentar moderada
NE _m	Energia requerida para a manutenção do animal
NE _a	Energia requerida pelo animal para suas atividades
NE _c	Energia requerida para o crescimento do animal
NE _l	Energia requerida para a lactação
NE _{tra}	Energia requerida para o trabalho
NE _{gra}	Energia requerida durante o período de gravidez
NE _{ma}	Energia da dieta líquida estimada
DE	Energia digestível
REM	Relação de energia líquida disponível em uma dieta de manutenção de energia digestível consumida
REC	

	Relação de energia líquida disponível em uma dieta de crescimento de energia digestível consumida
CSM	
p	
NPK	Consumo de matéria seca
K	Peso do animal
P	Adubo químico
Gg	Potássio
FE	Fósforo
Y_m	Gigagrans
CH_4 dejetos	Fator de emissão
	Fator de conversão do metano
$FE(T)$	Emissões de CH_4 provenientes do gerenciamento de dejetos, para uma população definida
$N(T)$	Fator de emissão para cada categoria (T)
T	especificada
$Nex(T)$	Número de animais para cada categoria (T)
	Categorias de criação de gado
$Nrate(T)$	Taxa anual média de excreção de nitrogênio per capita de categoria animal T
TAM	Taxa de excreção padrão de nitrogênio para 1000
S	kg de massa animal por dia
$N_2O_{D(md)}$	Massa típica do animal de T categoria
$MS(T,S)$	Sistema de gerenciamento de dejetos
	Emissões diretas de N_2O
	Fração de nitrogênio total excretado anualmente para cada uma das categorias animais T, que é gerenciada no sistema de tratamento de dejetos S.
$EF_{3(S)}$	
$N_{volatilização-MMS}$	Fator de emissão para as emissões de N_2O direta do sistema de gerenciamento de dejetos S
FragasMS	Montante de emissões de N_2O que é perdido da volatilização do NH_3 e do NOx
	Porcentagem de Nitrogênio gerenciada para T
PTAL	categorias animais que volatiliza como NH_3 e NOx
t	no sistema de gerenciamento de dejetos S
	Peso total dos animais em lactação
	Tempo em que permanecem no processo para a ordenha
N	Nitrogênio
PB	Proteína bruta

PBV	Balanço da proteína bruta
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
CONTAGRI	Contabilidade Agrícola
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
N ₂ O	Óxido nitroso
NH ₃	Amônia
NaCl	Cloreto de Sódio
PVC	Cloreto de Polivinila
pH	Potencial Hidrogeniônico
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
AOD	<i>Aurora Organic Dairy</i>

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	25
1.1. JUSTIFICATIVA	25
1.2. HIPÓTESE DO ESTUDO	27
1.3. OBJETIVOS	27
1.3.1. Objetivo Geral	27
1.1.2 Objetivos Específicos	27
1.4. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	28
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1 CADEIA PRODUTIVA DO LEITE	29
2.2 PRODUÇÃO DE LEITE EM SISTEMA SEMI EXTENSIVO E INTENSIVO	34
2.2.1 Semi extensivo	34
2.2.2 Sistema Intensivo	38
2.2.3 Comparativo entre sistemas Semi extensivo e Intensivo	39
2.3 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	41
2.3.1 1º Fase: Objetivo e escopo	41
2.3.2 2º Fase: Análise de Inventário do Ciclo de Vida	42
2.3.3 3º Fase: Avaliação dos impactos ambientais	43
2.3.4 4º Fase: Interpretação dos resultados	44
2.4 ESTADO DA ARTE DA ACV DO LEITE	44
2.4.1 ACV da produção de leite	45
2.4.2 Processamento industrial do leite	50
2.4.3 Alimentação do rebanho leiteiro	51
3.METODOLOGIA	57
3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES	57
3.2. DELIMITAÇÃO DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	59
3.2.1. Apresentação da Problemática: Definição do Objetivo e Escopo	61
3.2.1.1. Definição do objetivo da ACV	59
3.2.1.2. Escopo	60

3.2.1.3.	Alocação	64
3.2.2.	Subsistemas dos dados utilizados	67
3.2.3.	Definições das equações para cálculos das emissões do sistema	85
3.2.3.1.	Síntese de leite	85
3.2.3.2.	Métodos do IPCC	86
3.3.	REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV)	104
102		
3.4.	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	104
3.5.	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	105
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES		107
4.2.	ALOCAÇÃO	107
4.3.	EMISSÕES DA SÍNTESE DE LEITE	107
4.3.1.	Emissões dos animais	107
4.3.2.	Emissões dos dejetos	109
4.4.	INVENTÁRIO DA PRODUÇÃO DE LEITE	112
4.4.1.	Sistema Semi Extensivo	112
4.4.2.	Sistema Intensivo	114
4.5.	IMPACTOS AMBIENTAIS	117
4.5.1	Categoria de Depleção Abiótica	119
4.5.2	Categoria de Acidificação	125
4.5.3	Categoria de Eutrofização	131
4.5.4	Categoria de Aquecimento global	136
4.5.5	Categoria de Ocupação de terra	142
4.5.6	Categoria de Demanda de energia	146
5.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES		153
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		157
APÊNDICE A - Resultados dos cálculos utilizando o método do IPCC (2006)		171
APÊNDICE B - Inventário dos sistemas produtivos de leite		173

1. INTRODUÇÃO

A principal característica da atividade leiteira do Brasil é a diversidade, onde há mais de 1,5 milhão de produtores espalhados por todas as unidades da federação, a maioria em pequenas propriedades. Muitas destas produzem informalmente com baixa produtividade (MARTINS, 2005). A variedade pode ser explicada pela presença da pecuária de leite em todos os estados, que pela diversidade econômica, climática e de solo, exige, em cada uma das regiões, medidas de adaptação às condições existentes, gerando uma típica e histórica falta de unidade do setor (ALMEIDA, 2000).

Os processos produtivos de uma atividade sempre geram impactos sobre o meio ambiente, em algumas etapas podendo ser mais intensivo do que em outras. Dentre essas atividades, podem se destacar, as agropecuárias que são responsáveis por modificações físicas, químicas e biológicas nos ecossistemas, sendo que o grau de interferência destas modificações depende da escala de produção (LUCAS JÚNIOR; AMORIM, 2005).

Em todo o mundo, estima-se que a agropecuária seja responsável por aproximadamente 18% do total da emissão de gases causadores do efeito estufa (FAO, 2010). Porém, não são apenas estas as contribuições da atividade para a degradação do meio ambiente. Destaca-se também os desmatamentos para a plantação de pastagens, eutrofização e acidificação pelo uso de intensivo de fertilizantes nitrogenados, contaminação por uso de pesticidas e inseticidas, além da degradação causada pelo despejo de resíduos da atividade em corpos hídricos.

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) permite caracterizar os impactos associados a toda a cadeia produtiva, o que vem a coincidir com os objetivos propostos por este estudo que visa à identificação dos impactos ambientais associados à produção de leite em diferentes sistemas produtivos existentes no Brasil.

1.1. JUSTIFICATIVA

A ACV é muito difundida na Europa, onde se pode destacar os estudos da produção de leite que incluem a Suécia (CEDERBERG; MATTSON, 2000), a Noruega (HOGAAS, 2002), a Alemanha (HAAS et al., 2001), a Espanha (HOSPIDO et al., 2003) e Portugal (CASTANHEIRA, 2008). Apesar da vasta disseminação naquele continente, a aplicação desta metodologia para a produção de leite no

Brasil, não é alvo de estudos devido, primeiramente, à não ênfase aos estudos ambientais, seguidos pela heterogeneidade dos sistemas de produção, grande número de produtores informais, território extenso, dificuldade de coleta de dados sobre o sistema produtivo, entre outros.

Os primeiros estudos realizados de ACV do leite no país envolveram: análise da produção de leite familiar (XAVIER et al., 2004), a construção do inventário para a produção de leite em uma unidade experimental (WILLERS; RODRIGUES; SILVA, 2010) e a avaliação de produção de leite em mesoregiões do estado de Santa Catarina (OLSZENSWSKI et al., 2010), porém, nenhum deles abordando os sistemas de produção como alvo e diferencial dos seus estudos.

A produção de leite brasileira se dá, basicamente, em três sistemas distintos: extensivo, semi extensivo e intensivo. Entretanto, o sistema extensivo é mais usual para a pecuária de corte, logo, os dois sistemas que caracterizam a produção de leite são os sistemas: semi extensivo e intensivo (MARQUES, 2003). A pecuária brasileira de bovinos leiteiros se caracteriza também pela intensificação da produção, devido ao crescimento da população e a preocupação ambiental gerada pelos consumidores, que buscam por informações sobre os produtos ofertados, pois, realizam as suas escolhas baseando-se em implicações éticas e ambientais da produção (MAZZUCO, 2008). No ano de 2008 o Brasil foi o maior produtor do Mercosul e a tendência é que a cada ano subsequente esta produção cresça a níveis significativos. Logo, se faz necessário uma Análise do Ciclo de Vida dos sistemas de produção, caracterizando as duas realidades produtivas brasileiras (semi extensivo e intensivo) devido a sua importância na economia do país.

Para a realização do estudo se faz necessário à construção de um inventário, pois, para a realidade brasileira há déficit de dados do sistema produtivo, conforme já foi mencionado anteriormente. A execução deste estudo permite a comparação dos resultados da realidade brasileira com os demais estudos realizados, auxiliando na identificação das etapas mais impactantes e verificando a similaridade ou diferença dos sistemas. A identificação dos principais impactos ambientais permite avaliar-se a sustentabilidade dos dois sistemas de produção, ou seja, a identificação do sistema com menor carga ambiental associada. Apontando-se os *hotspots* podem-se executar melhorias nos sistemas produtivos, para a identificação e substituição de produtos alimentares para minimizar os impactos ambientais e a identificação do sistema de produção que possui menor carga ambiental associada ao leite produzido.

Este estudo se insere no projeto aprovado pelo CNPq do edital MCT/ CNPq/CT – Agronegócio/ MAPA – SDC n° 40/2008, intitulado: Análise ambiental de cadeias produtivas de leite.

Este estudo visa apresentar as respostas para as seguintes questões:

Quais os principais impactos ambientais associados à produção de leite nos dois sistemas que caracterizam a realidade brasileira?

Há diferenças entre as contribuições das emissões das categorias de impacto do sistema semi extensivo e intensivo?

Qual é a etapa da produção do leite, nos diferentes sistemas, que possui maior contribuição para os impactos ambientais?

Qual o sistema produtivo que possui menos contribuições para os impactos ambientais associadas por kg de leite produzido?

1.2. HIPÓTESE DO ESTUDO

O sistema semi extensivo produz leite com os menos impactos ambientais do que o sistema intensivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Avaliar os impactos ambientais associados à produção do leite em sistemas semi extensivo e intensivo, através da Análise do Ciclo de Vida.

1.3.2. Objetivos Específicos

Construir o inventário do ciclo de vida do leite para diferentes sistemas produtivos;

Avaliar as contribuições de cada uma das categorias selecionadas de impactos ambientais associadas à produção de leite de cada sistema produtivo;

Avaliar a relação entre sazonalidade e as categorias de impacto;

Identificar os principais subsistemas, do escopo deste trabalho, que possuem maior contribuição para as categorias de impacto selecionadas;

Realizar um comparativo ambiental entre os dois sistemas.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo está organizado em cinco capítulos. Primeiramente, é realizada uma introdução ao tema, abrangendo os objetivos, o estudo da relevância e as justificativas para a realização deste estudo, assim como as questões de pesquisa para entender o contexto científico do trabalho. O segundo capítulo compreende a revisão bibliográfica, onde se encontram a definição da cadeia produtiva do leite, a produção de leite nos sistemas semiextensivo e intensivo, Análise de Ciclo de Vida, o estado da arte, destacando os estudos já realizados sobre o assunto, e indicadores ambientais. Este capítulo visa estabelecer quais são os sistemas inclusos na produção do leite, situar o leitor quanto à realidade brasileira e mundial dos estudos sobre a ACV da produção deste, auxiliar na definição dos sistemas apresentados na metodologia, assim como apresentar as etapas da ACV que serão apresentadas no próximo item, além de fornecer mais elementos para a justificativa e importância deste trabalho. No terceiro, apresenta-se a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida do estudo, de forma a atender a norma e descrever como cada um dos resultados apresentados foram obtidos. No quarto capítulo, os resultados e discussões da ACV da produção de leite em dois sistemas diferenciados são apresentados para a realidade brasileira, atendendo os objetivos propostos pela pesquisa, onde se é possível identificar quais os impactos associados a cada sistema produtivo, abrangendo um comparativo entre ambos e demais estudos internacionais a fim de dar mais credibilidade ao trabalho e verificar similaridades entre os estudos. No capítulo seguinte, apresentam-se conclusões do estudo, todas baseadas nos resultados encontrados e as recomendações para trabalhos futuros a serem realizados na mesma temática, por fim, as referências bibliográficas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica está dividida basicamente em cinco partes: cadeia produtiva do leite, produção do leite e os sistemas produtivos, Análise de Ciclo de Vida, estado da arte da Análise do ciclo de vida da produção do leite e indicadores ambientais.

2.1 CADEIA PRODUTIVA DO LEITE

Dentre os produtos mais importantes da agropecuária, o leite se destaca entre os seis primeiros, estando atrás somente da carne bovina, soja, carne de frango, cana de açúcar e do milho, e a frente de produtos tradicionais como: o café beneficiado, arroz e carne suína (OLIVEIRA, 2010).

A cadeia de produção pode ser entendida como um conjunto de agentes técnicos e econômicos que participam de forma direta ou indireta nos processos de produção, transformação, distribuição e comercialização de produtos e de derivados lácteos (SANTOS; MARCONDES; CORDEIRO, 2006). Pode ser definida também como um sistema composto pelo conjunto das funções técnicas envolvidas, desde a produção (leite, queijo, iogurte, nata, etc.) até o consumo, conforme é apresentado na Figura 1, sob a ótica da delimitação produtiva e econômica (VEIGA; FREITAS; POCCARD-CHAPUIS, 2005). Esta cadeia é considerada como uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, tanto sob a ótica social quanto econômica. Os segmentos de produção, industrialização e comercialização de leite e derivados estão presentes em todo o território nacional, desempenhando um papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população (GOMES et al., 2001).

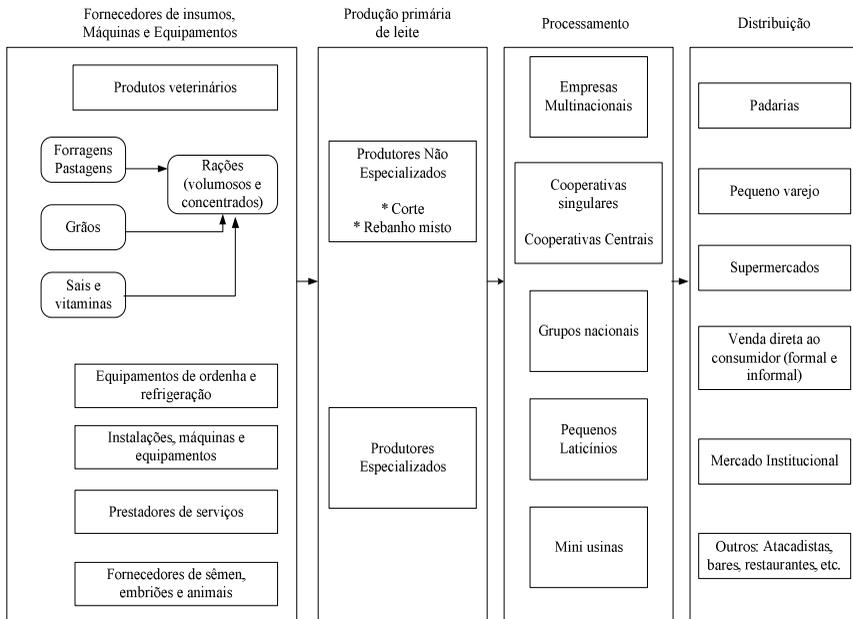


Figura 1: Delimitação do sistema agroindustrial do leite no Brasil.
Fonte: Jank e Galan (1999).

Para a produção de leite (Figura 1) são necessários os insumos como forragens, silagens, pastagens, além de grãos e sais minerais e algumas maquinarias específicas para esta atividade como ordenhadeiras e resfriadores. Por outro lado, se faz necessário a produção destes artefatos, ou seja, caracterizam o primeiro segmento da cadeia, o fornecimento de insumos, máquinas e equipamentos.

Os produtores, especializados ou não, utilizam destes fornecimentos para alimentar o rebanho e produzir o leite, sendo que o mesmo (leite) é encaminhado ao processamento, caracterizando-se o quarto segmento da cadeia e por fim, a distribuição do produto processado para diversos locais como: padarias, supermercados ou até mesmo a exportação, conforme é apresentado na Figura 1.

O ciclo de vida do leite, do berço ao portão do laticínio, considerado como base para este estudo está apresentado na Figura 2.

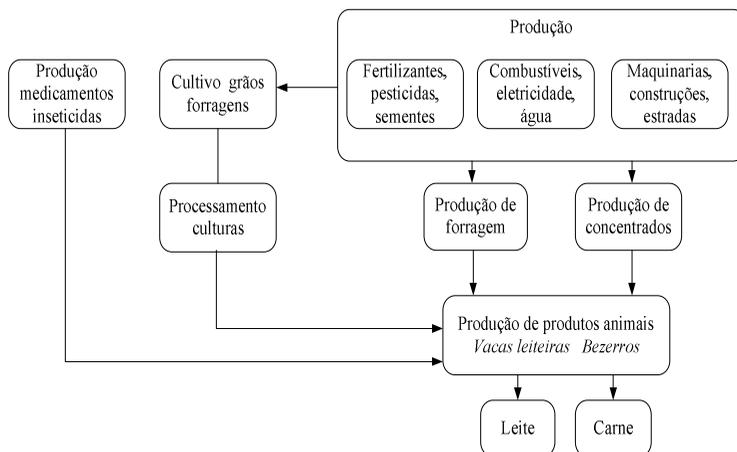


Figura 2: Cadeia produtiva do leite (do berço ao portão).

Fonte: Boer, (2003).

Destacam-se como as principais características da cadeia produtiva do leite, a ocupação de extensas áreas de terra, a geração de empregos para grandes contingentes de mão-de-obra, a significativa participação na formação da renda do setor agropecuário nacional e o fornecimento de alimento de alto valor nutritivo para a população, além das características sociais e econômicas (YAMAGUCHI et al., 2001).

No Brasil, a pecuária leiteira é uma prática utilizada em todo território nacional. As condições climáticas do país permitem a adaptação da atividade às peculiaridades regionais. Sendo assim, observa-se a existência de diversas formas ou modelos de produção de leite. Há sistemas com diferentes graus de especialização, desde propriedades de subsistência, utilizando técnicas rudimentares e produção diária menor que dez litros, até produtores comparáveis aos mais competitivos do mundo, usando tecnologias avançadas e com produção diária superior a 50 mil litros (ASSIS et al., 2005). Esta heterogeneidade está presente tanto em nível das grandes regiões do país quanto nos estados, e também entre os diferentes grupos (tipos) de produtores de leite (EPAGRI, 1998). A localização das áreas de maior concentração de produção de leite se dá nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Santa Catarina (ZOCCAL; GOMES, 2005).

Há diferentes parâmetros para a caracterização e classificação dos sistemas produtivos de leite. Com base na produtividade animal, Stock e colaboradores (2007), classifica-os sob a ótica da intensificação e que, em média, teria as seguintes características quanto à produção de leite:

Produção extensiva: propriedade típica com um número inferior a 30 animais, produtividade inferior a 4 litros por animal (total) por dia, produção por fazenda menor do que 100 litros por dia; tendo o pasto como base do alimento, com baixo suporte e sem suplementação de forragem no cocho, além do sal comum.

Produção semiextensiva: propriedade com um número de animais entre 30 e 70 vacas, com produtividade entre 4 e 7 litros por vaca e produção da fazenda entre 100 e 400 litros por dia. O sistema de alimentação é misto, pasto com capacidade mediana de suporte e suplementação de forragem e concentrado no inverno ou estação seca. Em muitos casos a suplementação é feita o ano todo.

Produção especializada: propriedade usualmente com um número de vacas de 70 a 200, com produtividade entre 7 e 12 litros/vaca/dia e uma produção da fazenda variando entre 400 e 2000 litros por dia. O sistema de alimentação e manejo é especializado, na maioria das vezes misto, com pasto adubado, cana-de-açúcar e silagens, com suplementação com volumoso e concentrados.

Produção intensiva: propriedades grandes e, via de regra, com mais de 200 vacas, com produtividade superior a 12 litros por vaca por dia e de mais de 2000 litros por fazenda. O alimento é todo fornecido no cocho o ano todo.

Os autores, Assis e colaboradores (2005), utilizam como critérios de classificação o manejo alimentar e a produtividade, estando apresentada de forma resumida na Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização dos Sistemas de Produção de leite no Brasil.

Descritores	Sistema Extensivo	Sistema semi-extensivo	Intensivo à pasto	Intensivo em confinamento
Produtividade(litros/vaca ordenhada/ano)	<1200	1200-2000	2000-4500	>4500
Pasto	Ano todo	Ano todo	Ano todo	Não
Volumoso no cocho	Não	Cana e/ou capim picado em parte do ano	Cana, capim picado e/ou forragens conservada	Forragens conservadas o ano todo
Uso de concentrados	Não	Parte do ano	Ano todo	Ano todo
Comercialização do leite	Não	Predominante	Sim	Sim
Auto-elaborado	Não	Eventual	Eventual	Eventual
Uso de minerais	Sal comum	Mistura Mineral	Mistura Mineral	Mistura Mineral

Fonte: Adaptado de Assis et al.(2005).

Entretanto, para Marques (2003), a produção de leite brasileira se dá basicamente em três sistemas distintos: extensivo, semi extensivo e intensivo, porém, os mais aplicados são os dois últimos em função do manejo exigido pela atividade. O sistema de produção de leite extensivo se caracteriza por ser usualmente aplicado a pecuária de corte, as propriedades possuem extensas áreas de terras, onde os animais vivem de recursos das pastagens naturais, não recebem suplementação alimentar no período da seca, o rebanho não é acompanhado por profissionais e os investimentos na atividade são baixos. Já para o sistema semi extensivo, as propriedades possuem menor extensão de terras, próximas a centros consumidores e recebem suplementação alimentar com forragens picadas, silagens, feno, concentrados e sais minerais. E o sistema intensivo, corresponde àquele onde os animais permanecem em confinamento.

Para Krug (2001), existem apenas duas classificações para os sistemas de produção:

Sistema extensivo: caracteriza-se por manter os animais soltos em uma área de terras com pasto nativo, a ordenha pode ser manual ou mecânica e ocorre suplementação alimentar no cocho (JANK, 1999). Não há preocupação com o padrão genético dos animais e o leite não é tido como atividade principal da propriedade.

Sistema intensivo: caracteriza-se pelo uso de animais especializados com grande capacidade de ingestão de alimentos, requerem instalações adequadas, bem arejadas, com um sistema de retirada dos dejetos e limpeza, mecanizada ou não, e um bom sistema de alimentação. O sistema intensivo pode manter os animais em regime de confinamento, de semiconfinamento ou a pasto. No sistema intensivo confinado, a alimentação é levada ao cocho de alimentação, recomendado para propriedades com mais de 60 animais em lactação e produtividade média de 7500 litros ou 24,59 litros por dia/vaca/ano; no sistema semiconfinado, cuja média de produção é de 6000 a 7500 litros por vaca/lactação/ano ou 19,67 litros a 24,59 litros/vaca/dia e a pasto, os animais são levados a campo em determinados horários e submetidos a pastoreio rotativo (HOLMANN, 1997).

Diante do exposto, na continuidade deste estudo, será admitido que os dois sistemas que melhor caracterizam a produção de leite no Brasil são: semi extensivo e intensivo.

2.2 PRODUÇÃO DE LEITE EM SISTEMA SEMI EXTENSIVO E INTENSIVO

A produção de leite nos dois sistemas apresenta vantagens e desvantagens quando comparados entre si. O sistema semi extensivo, visa ocupação de áreas mais extensas e mantém a cobertura vegetal do solo, já o intensivo, demanda menos área para a realização das atividades e a concentração dos dejetos. Estas são algumas das características de cada um dos sistemas de produção, a seguir são apresentadas, delimitadas à realidade das propriedades do estudo de caso.

2.2.1 Semi extensivo

A produção de leite em sistema semi extensivo, normalmente se dá em pasto rotativo, no qual a pastagem é subdividida em três ou mais piquetes, que são pastejados em sequência por um ou mais lotes de animais. Este sistema difere do pastejo contínuo, em que os animais permanecem na mesma pastagem por um longo período de tempo (meses), e do pastejo alternado, no qual a pastagem é dividida em dois piquetes, que são pastejados alternadamente [ANDRADE, 2007?]. Os períodos de descanso organizados geralmente variam de 1 a 7 dias de

ocupação. Os períodos de descanso variam de acordo com as espécies da gramínea forrageira adotada em predominância na pastagem.

Há duas funções importantes que as pastagens exercem: mantêm a cobertura vegetal do solo, de forma a manter a integridade de um ecossistema frágil e por outro lado, servem de alimento para os animais que dependem do pasto como fonte de nutrientes. Outra característica deste tipo de sistema é que a sua manutenção de forma adequada contribui para a redução dos custos tanto da produção de leite, como com a receita de alimentos concentrados, com combustíveis e com mão-de-obra (MATOS, 2009).

O sistema de produção pode apresentar algumas desvantagens como o avançado grau de degradação, constatado em boa parte das pastagens brasileiras. O processo de degradação das pastagens decorre de problemas associados ao uso de espécies inapropriadas ao local, má formação inicial, uso do fogo como rotina, ausência ou uso inadequado de adubação de manutenção, superpastejo, entre outros (MACEDO, 1999). A Figura 3, representa um fluxograma do funcionamento do sistema semi extensivo.

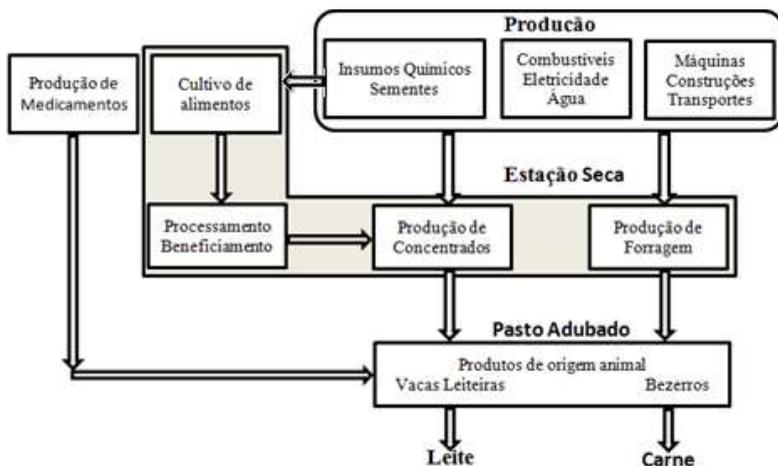


Figura 3: Sistema de produção semi extensivo.

Fonte: Adaptado de Boer, (2003).

O sistema semi extensivo possui como principal característica positiva a relação da atividade de exploração leiteira com o meio ambiente, entretanto alguns requisitos devem ser atendidos como as

pastagens serem manejadas de forma correta, não realizando queimadas, adubações exageradas ou superpastejo.

A influência da sazonalidade está presente no sistema semi extensivo, pois ele depende das condições climáticas para a produção ou a qualidade do alimento do rebanho, o que não ocorre no sistema confinado devido aos alimentos serem basicamente concentrados e forragens conservadas.

A pecuária leiteira é uma das atividades altamente dependentes dos fatores climáticos, pois alterações podem afetar a produtividade e o manejo dos animais. As condições de adaptação dos sistemas de produção de leite à mudança do clima podem ser variáveis, em função dos diferentes cenários climáticos do país, assim, dependendo da região pode ser mais ou menos vulnerável a influência (PIRES, 2006).

Na região Sul influência na produção de leite deve-se a maior produção no verão quando comparada ao inverno, devido ao sistema de produção à base de pasto predominante. Nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste, a produção de leite é marcada por duas épocas distintas, a estação seca, que compreende os meses entre outubro a fevereiro e a estação chuvosa, representada pelos meses entre março a setembro (BACARJI; HALL; ZANON, 2007).

A sazonalidade da produção de forragem é atribuída às baixas precipitações, pouca luminosidade e baixas temperaturas que ocorrem no período de inverno (DERESZ, 2001), dependendo da região do país. As pastagens de gramíneas tropicais apresentam como uma característica negativa a acentuada sazonalidade em sua produção, resultante da existência de duas estações climáticas bem definidas, apresentando na época das chuvas, as condições climáticas geralmente favoráveis ao crescimento das espécies forrageiras, enquanto que durante a seca, os fatores climáticos são adversos ao crescimento dessas espécies. Isso ocorre devido à redução da precipitação, redução da temperatura, além de condições adversas de luminosidade, que são considerados os principais elementos limitantes para o crescimento e desenvolvimento de forrageiras no período de inverno (PACIULLO; HEINEMANN; MACEDO, 2005).

A concentração da produção de forragem no verão resulta, também, em menor custo de produção de leite no verão, porque reduz o consumo de concentrado pelo rebanho e aumenta o de forragens no pasto. Além desses fatores, sobressai ainda a não especialização do rebanho nacional, fator esse que onera a produção, uma vez que a produção é de baixa produtividade e qualidade (LINS; VILELA, 2006). Nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste durante a estação seca, a

produção de pastagem é aproximadamente 20% da produção observada na estação chuvosa, este fator é muito importante para a baixa produção animal e alto custo de produção do leite em sistema extensivo (OLIVEIRA et al., 2009).

Outro aspecto que afeta a produção de leite nas regiões mais quentes do país é o estresse calórico sofrido pelos animais e é definido como:

O desequilíbrio que ocorre no organismo do animal em resposta às condições ambientais adversas tais como alta temperatura ambiente, alta umidade relativa do ar e alta radiação solar. Estas condições, aliadas à alta produção de calor metabólico, resultam em um estoque de calor corporal excedente. O estresse calórico ocorre, então, quando a carga térmica que o animal recebe do ambiente, adicionada a carga calórica produzida pelo metabolismo, são maiores que a capacidade do animal em eliminar para o ambiente o estoque de calor excedente (PIRES, 2006).

Quando o estresse calórico ocorre, os animais demonstram respostas termorregulatórias como, por exemplo, o aumento da frequência respiratória com a finalidade de perder calor por via evaporativa, além de animais reduzirem a ingestão de alimentos e aumentam a ingestão de água.

Na faixa de conforto normalmente as vacas consomem aproximadamente 58 litros de água por dia e para uma temperatura efetiva ambiental próxima de 30°C esse valor passaria para 75 litros. Vacas estressadas também diminuem pastejo ou o fazem mais à noite, além de afetar as funções da glândula mamária, prejudicando a produção de leite (SOUZA; FERREIRA, 2006).

A influência da sazonalidade está relacionada à alimentação do rebanho. Devido ao período de seca, os produtores são obrigados a ofertarem alimentos suplementares para garantir o consumo de energia suficiente pelos animais, aumentando os seus custos e se não manejados corretamente, acarretando perdas de produção pelo rebanho.

2.2.2 Sistema Intensivo

O processo de produção de leite em sistema intensivo ou em confinamento exige tecnologias mais avançadas e adequadas, que envolvem a seleção dos animais (pela grande variabilidade, principalmente em termos de potencial genético), e a escolha de alimentação ao menor custo possível (ANDRADE, 2009).

Os animais ficam confinados durante todo o ano, em um local onde recebem uma alimentação adequada (volumosos, feno, ração, etc.) em comedouros localizados em instalações de confinamento e água para a dessedentação. A quantidade de alimentos volumosos chega a 35 kg por dia por vaca. Mas, isso depende da sua produtividade, em média são ofertados 1 kg de ração para cada 3 litros de leite produzidos (SOUZA; TONICO, 2004).

As instalações deste sistema são mais complexas, tendo em vista que devem abrigar os animais e manejar os resíduos resultantes. O sistema intensivo de criação, correspondente ao confinamento de vacas leiteiras, tem vantagens como um rebanho superior de animais na mesma propriedade, ou seja, proporcionam o uso racional e intensivo da terra e pouco desgaste das vacas. Normalmente, se consegue produção constante ao longo do ano, sem interferência significativa da sazonalidade climática. Apresenta como desvantagens o alto investimento em instalações, a maior incidência de problemas no casco, e contaminação devido à concentração. Por essas razões, o sistema intensivo deve ser recomendado para rebanhos compostos por 100 ou mais vacas em produção e que apresentem média acima de 20 kg de leite produzido por dia, por vaca (SOUZA; TONICO, 2004). A Figura 4, apresenta um fluxograma do sistema de produção intensiva.

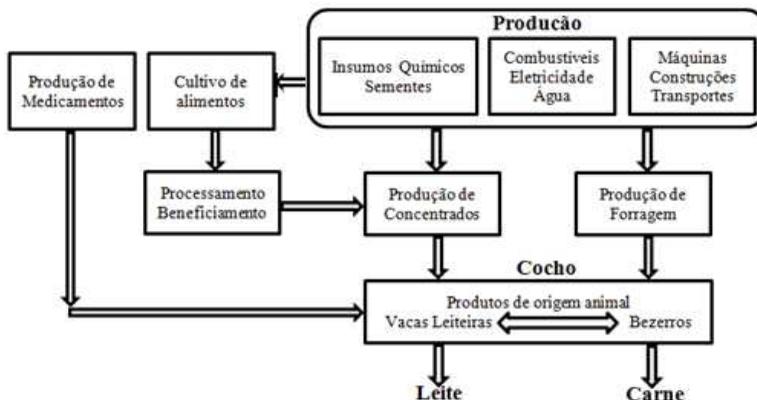


Figura 4: Sistema de produção intensivo.

Fonte: Adaptado de Boer, (2003).

O sistema intensivo possui como principal característica os fatores econômicos envolvidos na atividade, como: construção do estábulo, climatização, elevado custo de alimentação e incidência de doenças. Porém, ambientalmente, ele degrada menos áreas, pois, não são necessária áreas para a plantação de pastagens e com a concentração dos dejetos em um único local, torna-se mais fácil o tratamento.

2.2.3 Comparativo entre sistemas Semi extensivo e Intensivo

Os sistemas de produção de leite devem estar associados às instalações bem planejadas e executadas, reduzindo os custos de produção, devido a maior eficiência de mão-de-obra, conforto, salubridade e produtividade dos animais, bem como maior satisfação do pecuarista (SOUZA; TONICO, 2004). O bem estar animal neste trabalho não será considerado. Sendo assim, só serão considerados os efeitos no meio ambiente dos dois sistemas de produção aplicados a estudo de caso. A Tabela 2, apresenta um comparativo destes dois sistemas de produção de leite, onde são apresentadas as principais vantagens e desvantagens de cada sistema.

Tabela 2- Comparativo dos Sistemas Semi extensivo e Intensivo.

Semi extensivo		Intensivo	
<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
Priorização do desempenho do animal por área;	Necessidade de incorporação de forragens conservadas de alto valor nutritivo e de concentrados energéticos e protéicos para animais de alta produtividade;	Menor área para produção;	Alto custo de produção;
Menor custo de produção;	Estacionalidade na produção das forragens;	Evita o desmatamento de grandes áreas para a formação de pastagens.	Alto investimento com instalações;
Redução nos dispêndios com alimentos concentrados, com combustíveis e com mão-de-obra;	Degradação da pastagem.		Acúmulo de dejetos;
Baixo investimento com instalações;			Geração de resíduos líquidos com altas concentrações de carga orgânica;
Aumento do nível de Carbono orgânico e Nitrogênio em solo de pastagens;			Proliferação de moscas e mosquitos;
Manter a integridade do Ecossistema.			Incidência de doenças no rebanho.

Fonte: Emmick, (1991); LeavereWeissbach, (1993); Hoffman et al., (1993); Vilela et al., (1996); Fontaneli, (1999); Manso e Ferreira (2007); Paciullo e Heinemann; Macedo, (2005); Souza e Tônico, (2004).

Cada sistema possui as suas vantagens e desvantagens, cabendo ao pecuarista optar pelo que melhor se adapta a sua realidade. Citando como exemplo o confinamento de animais que produzem pouco, eles irão consumir em insumos para a alimentação valores superiores aos ganhos com a venda da sua produção. Outro exemplo é a produção de leite no sistema semiextensivo com animais que não são adaptados ao clima local, perdendo produtividade pelo estresse do rebanho.

Para a realização deste trabalho, depois do aprofundamento da classificação da produção, se faz necessário o uso da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida, abrangendo todas as etapas propostas pelas

normas que a regem. A definição do que é a metodologia, principais conceitos e as 4 etapas são apresentados no próximo item.

2.3 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

A Análise do Ciclo de Vida é uma metodologia que proporciona uma avaliação qualitativa e quantitativa dos impactos provocados pelos produtos, porém, não apenas durante os processos produtivos, mas também ao longo dos demais estágios da vida do produto, como na obtenção de matérias-primas elementares e a produção de energia necessária para suprir o sistema de produto (NBR ISO 14040, 2009).

Conforme a mesma norma, a ACV é realizada em quatro fases distintas: definição de objetivo e escopo, análise de inventário do ciclo de vida, avaliação de impactos ambientais e interpretação, as quais são apresentadas na

Figura 5, assim com as aplicações diretas que a metodologia proporciona.

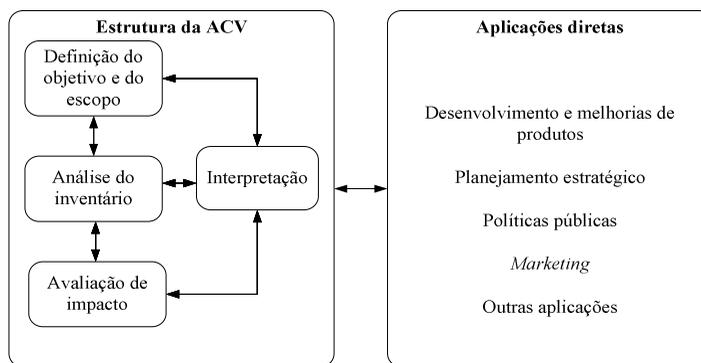


Figura 5: Estrutura da ACV.
Fonte: NBR ISO 14040, (2009).

As considerações que cada uma dessas etapas deve abranger são apresentadas a seguir, de acordo com a NBR ISO 14040 e NBR ISO 14044, (2009):

2.3.1 1º Fase: Objetivo e escopo

O objetivo de uma ACV deve ser claramente definido, contendo os seguintes itens: aplicação pretendida, as razões para a execução do

estudo e qual o público-alvo e a intenção de utilizar os resultados em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente, os mesmos devem ser declarados de forma não ambígua.

A abrangência do estudo é demonstrada no escopo do trabalho, onde devem ser descritos: o sistema de produto a ser estudado, a função, a unidade funcional, quais as fronteiras do sistema, os fluxos de referência, assim como, todas as informações e procedimentos julgados necessários para a garantia da qualidade do estudo.

2.3.2 2º Fase: Análise de Inventário do Ciclo de Vida

A análise de inventário do ciclo de vida (ICV) visa quantificação de todas as variáveis, como matéria-prima, transporte, emissão atmosférica, efluentes, resíduos sólidos, entre outros envolvidos no ciclo de vida do produto.

Nesta fase deve-se verificar a necessidade de se realizar a alocação, que consiste na divisão adequada dos fatores de impacto do processo entre o produto principal e os subprodutos que são gerados pelo sistema. A sua utilização se faz necessária, por exemplo, quando um sistema a ser estudado gera mais de um produto, emissão atmosférica gerada por meio de tratamento de resíduos ou ainda a reciclagem (ISO 14040, 2009). Neste caso, o leite não é gerado de forma individual, existem coproduto como a carne, chifres, bezerros, couro, etc, que são produzidos pelos bovinos de leite, ocasionando o uso de alocação para distribuir de forma adequada os impactos desses coprodutos e do produto principal. Para Ramirez (2009), há 50 métodos para se fazer alocação, porém, em seu estudo foi observado que deste número há muitos repetidos, em virtude de ser o mesmo procedimento e possuir diferentes nomeações, reduzindo-se a 26 métodos, classificados da seguinte forma:

Métodos de alocação para sistemas de coprodutos: possuem como característica a entrada de um fluxo no sistema e a saída de diversos fluxos de produtos e aspectos ambientais;

Métodos de alocação para sistemas de múltiplas entradas: possuem como característica a entrada de diversos fluxos no sistema e a saída de um fator de impacto;

Métodos de alocação para sistemas de reciclagem: geralmente empregam-se os métodos de reciclagem de ciclo aberto, pois estes ultrapassam as fronteiras do estudo entrando em outros ciclos de produtos.

2.3.3 3º Fase: Avaliação dos impactos ambientais

A avaliação dos impactos ambientais (AICV) tem como objetivo estudar a significância dos impactos ambientais potenciais, envolvendo as associações dos dados obtidos no inventário com as categorias de impacto específicas e indicadores de categoria. Esta fase também fornece informações para a fase de interpretação do ciclo de vida.

Esta fase possui como objetivos:

- Tornar os resultados mais relevantes, compreensíveis e fáceis de comunicar;
- Melhorar a legibilidade dos resultados, reduzindo o número de parâmetros, um por categoria ou um índice único, permitindo desta maneira a comparação entre sistemas.

A AICV possui como elementos obrigatórios:

- A seleção de categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização;
- A classificação ou correlação dos resultados do ICV às categorias de impacto selecionadas;
- A caracterização ou cálculo dos resultados dos indicadores de categoria.

E como elementos facultativos:

Normalização: cálculo da magnitude dos resultados dos indicadores de impacto são relacionados a informações de referência;

Agrupamento: envolve a ordenação dos resultados caracterizados, e normalizados, em um ou mais conjuntos;

Ponderação: atribuição de pesos (fatores de ponderação) a cada categoria de impacto ou conjunto, destacando sua importância relativa com relação aos demais;

Análise da qualidade dos dados: melhor entendimento da confiabilidade da coleção dos resultados dos indicadores.

Podem ainda ser requeridas técnicas adicionais de análise da qualidade dos dados, compostas por estudos de incidência, incerteza e sensibilidade.

2.3.4 4º Fase: Interpretação dos resultados

É a fase da ACV em que as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto dão consideradas em conjunto. É conveniente que esta fase apresente os resultados que sejam consistentes com o objetivo e escopo definidos e que levem a conclusões, expliquem limitações e provejam recomendações.

Devem ser consideradas as seguintes técnicas nesta fase do estudo:

Completeza: assegura que todas as informações e dados relevantes estejam disponíveis e completos;

Sensibilidade: avalia a confiabilidade dos resultados finais e conclusões;

Consistência: determina se as suposições, métodos e dados são consistentes com o objetivo e escopo do estudo.

A interpretação é uma fase independente, onde são feitas as conclusões, identificadas as limitações e feitas as recomendações ao público-alvo. Devem ser baseadas nas conclusões finais do estudo e devem refletir uma consequência lógica e razoável das conclusões.

A metodologia de ACV já traz a sua contribuição para a avaliação dos produtos em que se emprega, porém, a partir de seus resultados podem-se criar indicadores tanto para a área social, econômica ou ambiental, conforme é apresentando no item 2.4.

2.4 ESTADO DA ARTE DA ACV DO LEITE

Neste item serão abrangidos os principais trabalhos publicados por pesquisadores, em nível mundial e brasileiro, aplicando-se a ACV para a cadeia produtiva de leite. Basicamente são descritos trabalhos que avaliam: a produção de leite em diferentes sistemas, produção de coprodutos do leite, aplicação de fertilizantes e pesticidas na produção de grãos para a alimentação dos rebanhos, métodos de desinfecção das instalações de processamento do leite, indicadores ambientais, mastite, energia para produção de leite, entre outros.

Os primeiros estudos sobre a ACV foram realizados na Europa e nos Estados Unidos, na década de 1970, cujos resultados foram os fatores de impactos ambientais de todas as fases da vida de um produto, avaliando desde o processo de extração da matéria-prima até o seu descarte final. Porém, os estudos evoluíram e abrangeram outras atividades, como a área agrícola. Os trabalhos voltados para o setor agrícola iniciaram-se na década de 1990. Os pesquisadores Kramer e colaboradores (1999), avaliaram as emissões de gases de efeito estufa originados pelo setor agrícola na Holanda.

2.4.1 ACV da produção de leite

Os primeiros relatos sobre a ACV da produção de leite são datados do ano de 2000, quando os pesquisadores Cederberg e Mattsson, realizaram estudos em propriedades produtoras de leite na Suécia e apontaram os principais parâmetros da atividade que influenciam nos fatores de impactos ambientais.

Haas e colaboradores (2002) compararam os sistemas produtivos de propriedades produtoras de leite na Alemanha, também apontando os principais fatores de impactos ambientais.

Um estudo da expansão do sistema e alocação da ACV da produção de leite e carne foi apresentado por Cederberg e Stadig (2003), com o objetivo de avaliar uma produção orgânica e analisar os diferentes métodos de tratamento para os coprodutos. O estudo demonstra que a alocação econômica entre o leite e a carne favorece a produção de carne. Quando a expansão do sistema é realizada, os benefícios ambientais da produção de leite são óbvios devido aos coprodutos. Isto é, especialmente ligados às categorias de impacto que descrevem o potencial de carga ambiental das emissões biogênicas como: metano, amônia, e as perdas de nitrogênio, devido ao uso da terra e sua fertilização.

Neste mesmo ano, Sonesson e Berlin (2003), realizaram um estudo empregando um modelo matemático, baseado na ACV, para avaliar os impactos ambientais da futura cadeia de abastecimento de produtos lácteos na Suécia, obtendo como resultados que qualquer consideração sobre os efeitos ambientais da cadeia do leite deve considerar a cadeia integralmente e que a quantidade de materiais de embalagem utilizados é um fator importante, assim como o transporte dos produtos lácteos até os consumidores.

Uma ACV simplificada para analisar um esquema representativo da produção de leite na Galícia (Espanha) foi realizada por Hospido e colaboradores (2003). Seus dados para o inventário foram obtidos para diferentes forragens, fazendas e fábricas de laticínios por um período de tempo superior a dois anos. A análise destes dados por ACV permitiu quantificar o impacto potencial associado à produção de leite e também determinar quais reduções são atingidas através da aplicação de diferentes ações de melhorias, tais como a formulação adequada da alimentação dos animais e da implementação de sistemas de tratamento de água e emissões atmosféricas.

As perspectivas e as limitações da ACV como uma ferramenta para avaliar o impacto ambiental integrado da produção animal convencional e orgânica foram avaliadas por Boer, (2003). O autor utilizou os resultados de ACV nas literaturas e de um estudo piloto que comparou a produção de leite convencional e orgânico. As conclusões foram que os estudos dos impactos são, na sua maioria, realizados com a comparação de fazendas experimentais e que para demonstrar as diferenças do potencial impacto ambiental entre os vários sistemas de produção, a aplicação da ACV deve ser realizada em um grande número de propriedades rurais para cada sistema.

Um estudo utilizando dados de 23 fazendas produtoras de leite em sistemas orgânico e intensivo, localizadas no Sudoeste da Suécia foi publicado por Cederberg e Flysjo (2004). Utilizaram-se dados sobre a utilização dos recursos e das emissões das explorações leiteiras da região do país e a metodologia de ACV para a análise. Como resultados, o sistema orgânico de exploração leiteira apresentou a menor utilização dos recursos de energia fóssil, potássio e fósforo no leite produzido. Porém, a ocupação de terra foi significativamente maior. Não houve diferença estatisticamente significativa nas emissões de gases com efeito de estufa provenientes da produção de leite entre as duas formas de produção.

Até o presente momento, os estudos de ACV envolvendo a produção de leite estavam todos direcionados para a realidade europeia, porém, no ano de 2004, o Brasil publicou o primeiro estudo sobre uma de suas realidades. A produção de leite familiar foi analisada por Xavier e colaboradores (2004), familiar utilizando os conceitos e as ferramentas da ACV e da programação linear. O estudo demonstrou que a pecuária é uma importante fonte de fatores de impactos ambientais, em virtude da emissão de gases de efeito estufa. Destaca-se ainda a importância da associação entre ACV e programação linear na análise dos desempenhos

social, ambiental e econômico de um sistema de produção de agricultura familiar.

Em 2005, Casey e Holden, avaliaram os cenários produtivos de leite da Irlanda de gerenciamento das emissões com relação ao kg CO₂ (equivalente) emitido por unidade de leite produzido no país, destacando as emissões entéricas como principais contribuintes para os gases de efeito estufa.

A comparação de dois sistemas de produção de leite holandês, sendo um convencional e o outro orgânico, foi realizada por Thomassen e colaboradores (2008a), sendo que no estudo foi possível identificar os hotspots nas cadeias de produção convencional e orgânica, utilizando dois estudos pilotos. O melhor desempenho nas categorias de impactos atribuído a produção convencional se deu em: uso da terra. Para a orgânica: uso de energia e potencial de eutrofização. Os potenciais de aquecimento global e de acidificação não diferiram entre os dois sistemas. Os *hotspots* no sistema convencional foram atribuídos a compra de concentrados, já no sistema orgânico, deve-se a compras de concentrados e volumosos.

A comparação da ACV atribucional¹ e consequencial² da produção de leite, foi apresentada por Thomassen e colaboradores (2008b), cujo objetivo do trabalho era a demonstração e comparação de dois enfoques aplicados à produção de leite orgânica na Holanda. Como resultados obtiveram que todas as cargas ambientais associadas à produção usando-se a ACV consequencial eram inferiores as utilizando-se a ACV atribucional e que resultados quantitativos, os pontos críticos, o grau de compreensão e de qualidade do estudo, foram todos diferentes.

A ACV do setor de lácteo de Portugal Continental para o ano de 2005 foi apresentada por Castanheira (2008), onde foram caracterizados os principais sistemas associados ao setor (exploração leiteira, indústria e os transportes), além de identificadas e quantificadas as emissões de poluentes atmosféricos e aquáticos em cada um dos sistemas. A exploração leiteira foi a maior contribuinte para a categorias de impactos de aquecimento global, acidificação e eutrofização. Já a indústria, é responsável pela depleção de recursos abióticos e a formação de oxidantes fotoquímicos. Por fim o transporte, que apresentou uma

¹ ACV atribucional: fornece informações sobre os impactos dos processos utilizados para produzir (consumir e descartar) um produto, mas não considera os efeitos indiretos decorrentes das alterações na saída de um produto. (BRANDER et al., 2009).

² ACV consequencial: fornece informações sobre as consequências das mudanças no nível de produção (consumo e descarte) de um produto, incluindo efeitos, tanto dentro como fora do ciclo de vida do produto (BRANDER et al., 2009).

pequena contribuição na depleção dos recursos abióticos do setor de laticínios.

Um método operacional para a avaliação ambiental de explorações leiteiras com base na ACV, o EDEN-E, foi utilizado por Van der Werf e colaboradores (2009), para um conjunto de 47 fazendas, sendo 41 convencionais e 6 orgânicas, no oeste da França. Este estudo teve como resultados principais, a ocupação total do uso de solo que foi significativamente maior para orgânicos do que para a agricultura convencional, sendo que o impacto total de eutrofização, acidificação, mudanças climáticas, toxicidade terrestre, e não-utilização de energias renováveis não foram significativamente diferentes para os dois modos de produção. Este estudo confirma o que já foi amplamente publicado, sobre os fatores de impactos das explorações leiteiras.

Uma revisão realizando a comparação de estudos sobre os impactos ambientais da produção de animais (porco, frango, carne bovina, leite e ovos) que utilizaram a metodologia de ACV foi proposta por Vries e Boer (2009). Como resultado desta revisão, os estudos já realizados requerem outros comparativos adicionais e uma maior harmonização da metodologia de ACV. Já na interpretação dos resultados atuais das ACVs para produtos de origem animal, há dificuldades devido aos resultados não incluírem as consequências ambientais como a competição por terras entre os seres humanos e animais, e as consequências das mudanças no uso da terra.

A Nova Zelândia foi alvo de estudos em 2009, onde Basset-Mens e colaboradores, analisaram três propriedades com diferentes níveis de práticas de intensificação de produção de leite no país. A conclusão que os autores chegaram é que a intensificação tornou-se prejudicial e menos eco-eficiente tanto em termos de volume de produção e uso do solo, apresentando desvantagens quando comparado aos sistemas adotados na Europa.

A comparação de quatro diferentes tipos de explorações leiteiras orgânicas da Alemanha foi realizada por Müller-Lindenlauf e colaboradores (2010). Como principais resultados foram constatados que as explorações agrícolas orientadas sobre os princípios tradicionais da agricultura orgânica tendem a ter menos efeitos negativos ao ambiente nas explorações leiteiras do que o sistema convencional. No entanto, são necessárias mais pesquisas para afirmar a metodologia utilizada para quantificar os efeitos ambientais nas categorias de bem estar animal e qualidade do leite.

A apresentação dos resultados da avaliação de três fases da produção de leite orgânico da *Aurora OrganicDairy* (AOD) foi dada por Gough e colaboradores (2010). O período da fase de coleta de dados foi de abril de 2008 a março de 2009, utilizando-se da Unidade Funcional de um galão de leite fluido embalado. Como resultados deste estudo destacam-se o consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa, potencial de acidificação e eutrofização, identificando a produção de alimentos e materiais como os maiores contribuintes para a maioria dos impactos.

Em 2010, novamente a produção de leite em Portugal foi estudada, Castanheira e colaboradores (2010) avaliaram os impactos ambientais globais associados a produção de leite em fazendas leiteiras em Portugal e identificaram os processos que têm os maiores impactos ambientais, utilizando-se da metodologia de avaliação do ciclo de vida (ACV). Os principais processos envolvidos na produção de leite incluídos neste estudo foram: a fazenda de gado leiteiro, silagem de milho, silagem de azevém, palha, concentrados, diesel e eletricidade. Como resultado obteve-se que a principal fonte de emissões atmosféricas e para a água no ciclo de vida de leite é a produção de concentrados. As atividades realizadas nas fazendas leiteiras foram a principal fonte de óxidos de nitrogênio (provenientes da queima de combustível), amônia e metano (a partir de esterco e entéricas fermentação).

Treze estudos de ACV da produção europeia de leite (berço ao portão) foram analisados por Yan e colaboradores (2011), com a finalidade de realizar uma comparação para identificar as limitações, novos desenvolvimentos e o futuro de eventuais pesquisas de ACV. As conclusões foram que as escolhas arbitrárias e premissas inconsistentes por parte dos pesquisadores interferem nos resultados. Estudos futuros da produção de leite devem assegurar que: o sistema de produção é devidamente caracterizado, de acordo com o objetivo do estudo; uma descrição clara dos limites do sistema e os procedimentos de atribuição devem ser fornecidos de acordo com as normas ISO; uma unidade funcional comum, provavelmente leite com energia corrigida para permitir comparações. Os fatores de emissão específicos e fatores de caracterização devem ser usados como *hotspots* ambientais, uma série de categorias de impacto, incluindo as alterações climáticas, uso de energia, uso do solo, acidificação e eutrofização devem ser utilizadas para avaliar a poluição, pois, são objetos de diretivas nacionais ou regionais, e talvez no futuro, a biodiversidade também devem ser incluída

e , por fim, a sensibilidade da escolha de métodos e incertezas dos resultados finais devem ser avaliadas.

Uma avaliação ambiental para os coprodutos do leite foi realizada em 2002 por Berlin, para investigar quais as consequências ambientais da produção do queijo na Suécia. Nesta avaliação os limites do sistema do ciclo de vida foram desde as extrações dos ingredientes até a gestão de resíduos. Segundo o autor, os impactos ambientais podem ser reduzidos, minimizando o desperdício de leite e de queijo de todo o ciclo de vida, sem qualquer efeito sobre a qualidade do produto.

2.4.2 Processamento industrial do leite

A comparação de quatro métodos de limpeza, alcalina convencional / lavagem ácida com desinfecção por água quente, uma fase de desinfecção química alcalina com lavagem ácida, desinfecção química por enzima e lavagem ácida e o método convencional, com desinfecção por ácido nítrico frio em pH 2, para as superfícies interiores de processamento de laticínios foi alvo de estudo dos pesquisadores Eide e colaboradores (2003), onde obtiveram como melhor alternativa o terceiro método, que apresentou os melhores resultados para as categorias de impacto: uso de energia, aquecimento global, acidificação, eutrofização e formação de oxidantes fotoquímicos.

Em 2007, Berlin e colaboradores, utilizaram uma metodologia auxiliada por um programa computacional com a finalidade de minimizar os resíduos da linha de produção de produtos lácteos e uma baixa utilização de agentes de limpeza e água, devido a uma sequência estabelecida pelo programa de produção, avaliando as consequências ambientais através da ACV.

Berlin e Sonesson (2008) empregaram o modelo construído por Berlin e colaboradores (2007), para minimizar o desperdício causado por uma sequência de um determinado conjunto de produtos e o cálculo dos fatores de impacto ambientais para dois laticínios, demonstrando que sob a perspectiva da ACV, o impacto ambiental da transformação de produtos de leite pode ser bastante reduzido através da adoção de uma sequência com menos alterações na adoção de etapas de processamento dos produtos.

O processamento industrial do leite não envolve apenas as instalações industriais, mas também as formas de armazenamento do produto. As embalagens de polietileno para o armazenamento e venda de leite foi o alvo de estudo de Ming-hui e colaboradores (2010), onde o escopo do trabalho abrangeu: a extração e processamento dos materiais

brutos, produção, transporte e distribuição, uso, reuso, reciclagem e disposição final, caracterizada por 3 cenários: aterro sanitário, incineração e reciclagem. Os resultados demonstraram que fornecimento das matérias primas é responsável por 90,2% dos impactos ambientais associados a este produto. Já o cenário de reciclagem como destinação final destas embalagens podem reduzir 75,9% os impactos ambientais mais significativos.

2.4.3 Alimentação do rebanho leiteiro

Os principais impactos ambientais associados ao uso do solo para a produção de colza, soja e mamona foi apresentado em 2002 por Mattsson. Em 2001, Katajajuuri e Loikkanen desenvolveram uma base de dados ambientais para a ACV, cujo estudo de caso aplicado foi realizado na Finlândia para a produção de cevada.

Um método de avaliação do ciclo de vida para determinar o impacto dos pesticidas na saúde humana e ecossistemas foi descrito por Margni e colaboradores em 2002. Na sua abordagem, é considerada uma análise integral do destino a exposição dos poluentes tóxicos através de diferentes meios e vias, incluindo os resíduos nos alimentos, com base no comportamento dos pesticidas no ar e a importância das transferências entre o solo e águas superficiais e subterrâneas, demonstrando que a ACV é uma ferramenta útil para tal avaliação.

Uma visão abrangente da ACV na agricultura familiar e o destaque da discussão da potencialidade da aplicação da metodologia ACV para a avaliação dos fatores de impactos ambientais decorrentes da agricultura foi apresentada por Caldeira-Pires e Xavier (2004). Dentre seus resultados, citam que a ACV é uma ferramenta promissora para tal tarefa, visando identificar pontos que auxiliem no melhor desempenho ambiental dos sistemas de produção agrícola, porém, deve-se adequá-la às particularidades e à complexidade de cada processo de produção.

Os resultados de experimentos investigando a influência do teor de proteína bruta (PB), em dietas de vacas leiteiras, nas emissões de nitrogênio e liberação de amônia na urina foram discutidos por Swensson (2003). O método utilizado pelo autor foi a comparação de diferentes conceitos de cálculo de amônia na urina, partindo de um modelo de simulação ou equações a partir da ingestão de nitrogênio ou de parâmetros, tais como a absorção de aminoácidos no rúmen (AAT) na alimentação e o valor do balanço da proteína bruta (PBV). Constando que existe uma grande variação nas fontes de amônia na exploração de

gado leiteiro e que alimentação dos animais deve ser baseada em uma nutrição com pouca quantidade de proteína bruta para gerar ganhos econômicos e ambientais.

A apresentação de alguns estudos de ACV de produtos agroalimentares e industriais, além de avanços do uso da metodologia e sua aplicação em produtos alimentícios foi apresentada por Roy e colaboradores (2009), onde além de destacar como hotspot a produção agrícola empregada para obtenção dos alimentos. Julgam a ACV como uma metodologia eficiente para a avaliação de produtos, pois auxilia no fornecimento de informações ao consumidor, permitindo selecionar os produtos e processos sustentáveis de produção.

Um estudo de caso para a suinocultura e a avicultura foi apresentado por Spies (2003), onde se buscou indicadores de sustentabilidade das atividades. Os resultados demonstram a produção de suínos tem maior impacto ambiental do que avicultura, considerando a produção atual e os sistemas de gestão de resíduos em SC

A mastite³ foi o alvo de estudo de Hospido e Sonesson (2005), onde os mesmos quantificaram os fatores de impactos ambientais, através da ACV, sobre a incidência de mastite em dois cenários, sendo um padrão que representa a realidade da Galiza, na Espanha e outro de melhoria (no qual a taxa de incidência de mastite é reduzida por diversas ações). Dentre as categorias de impacto que foram analisadas destacam-se a acidificação, a eutrofização e o aquecimento global, pois, foram consideradas como as mais significativas. Como resultado, em todas essas categorias, foi revelado que a diminuição na incidência de mastite tem uma influência positiva, pois o impacto ambiental é reduzido.

O uso de energia para a produção de leite e pão foi estudado por Grönroos e colaboradores (2006), utilizando-se tanto da forma convencional como orgânica de produção. Como resultado ambos os produtos, que a produção orgânica apresenta melhor desempenho, que pode ser melhorado, aumentando a eficiência da utilização da energia no sistema.

A avaliação dos impactos ambientais potenciais e sanitários da gestão de dejetos do gado leiteiro, em nove regiões com características ambientais distintas, da República Tcheca foi apresentada por Havlikova e colaboradores (2007). Salientam que os compostos de nitrogênio são importantes contribuintes para analisar todos os problemas ambientais, com exceção do aquecimento global. Os resultados expressos pela ACV

³ Mastite é uma doença caracterizada pela inflamação da glândula mamária ocasionada, em grande parte, por microrganismos (FAGAN, 2006).

indicam a localização das áreas mais poluídas, podendo ser utilizados como uma base para definir metas de redução de emissões dentro do país.

A proposta de medidas de mitigação para as emissões de óxido nitroso (N_2O) de sistema de leite a base de pasto foi realizada por Luo e colaboradores (2009), onde foram destacadas as seguintes medidas: manejo adequado do solo, limitando a aplicação de fertilizantes e/ou efluentes quando o mesmo estiver molhado; redução de nitrogênio (N) excretado na urina pelos animais, através de uma dieta com suplemento de baixa quantidade de N, seleção de culturas que utilizem eficientemente o N. Apesar da aplicação destas medidas, uma das recomendações do estudo é que as estratégias de mitigação e práticas sempre precisam ser avaliadas em um sistema como um todo e do contexto de preferência através da ACV para assegurar ganhos de eficiência global.

Thomassen e Boer (2003) avaliaram a eficácia de 13 indicadores ambientais através de três métodos amplamente utilizados na produção animal: contabilidade de entradas-saídas, análise de pegada ecológica e ACV, em 8 propriedades de produção leiteira orgânica da Holanda. Constataram que a ACV é uma metodologia eficiente para avaliar os indicadores de impactos ambientais, pois, além de possuir alta relevância, qualidade e disponibilidade de dados, consideraram todas as categorias de interesse, porém, esbarra na dificuldade da coleta de dados para a construção.

Um resumo de todos os trabalhos abrangidos para os estudos da ACV da cadeia produtiva do leite deste capítulo é apresentado na Tabela 3, disposto em ordem cronológica de publicação.

Tabela 3- Trabalhos realizados na área de ACV da pecuária leiteira.

Autor	Ano	Tema central
Kramer et al.	1999	Estudo das emissões de gases efeito estufa pelo setor agrícola da Holanda.
Cederberg e Mattsson	2000	Identificação dos parâmetros com maior influência sobre os impactos ambientais de fazendas produtoras de leite na Suécia.
Mattsson et al.	2000	Aplicação da ACV em estudo sobre o uso do solo para 3 culturas: colza (Suécia), soja (Brasil) e mamona (Malásia).
Haas et al.	2001	ACV do processo produtivo de fazendas da Alemanha, comparando três sistemas de produção: orgânico, intensivo e extensivo.
Katajajuuri e Loikkanen	2001	Desenvolvimento de bases de dados ambientais. Estudo de caso aplicado à produção de cevada na Finlândia.

Continuação da Tabela 3- Trabalhos realizados na área de ACV da pecuária leiteira.

Autor	Ano	Tema central
Berlin, J.	2002	Estudos dos impactos ambientais da produção de queijo na Suécia.
Margniet al.	2002	Estudo de ACV visando desenvolver uma metodologia mais precisa para determinar os impactos ambientais de pesticidas da agricultura.
Cederberg e Stadig	2003	Expansão de sistema e alocação da ACV da produção de leite e carne
Hospidoet al.	2003	ACV simplificada da produção de leite da Espanha
Eide, Homleide Mattsson	2003	ACV de processos de limpeza utilizados em laticínios.
Swensson	2003	Discute os resultados de experimentos investigando a influência do teor de proteína bruta (PB), em dietas de vacas leiteiras nas emissões de nitrogênio na urina e liberação de amônia.
Spies	2003	Indicadores de sustentabilidade das atividades de suinocultura e avicultura
Cedeberg e Flysjo	2004	Obtenção de um maior conhecimento do impacto ambiental da produção de leite e as variações das explorações do uso de recursos e as emissões.
Xavier et al.	2004	Otimização de um sistema de produção agrícola familiar em duas situações: a) Considerando somente as variáveis econômicas; b) Associando as variáveis econômicas às ambientais.
Caldeira-Pires e Xavier	2004	Uso potencial da ACV para caracterização de impactos ambientais na agricultura.
Casey e Holden	2005	Estimativa das emissões de gases de efeito estufa e avaliação dos cenários de gerenciamento das emissões com relação ao kg de equivalente CO ₂ emitido por unidade de leite produzido na Irlanda.
Thomassen e Boer	2005	Avaliação da eficácia dos indicadores ambientais derivados de três métodos amplamente utilizados na produção animal, contabilidade de entradas-saídas, análise de pegada ecológica e ACV
Hospido e Sonesson	2005	Quantificação dos impactos ambientais de incidência de mastite através da ACV
Grönrooset al.	2006	Uso de energia na produção de leite e carne orgânico e convencional na Finlândia.
Berlin, Sonesson e Tillman	2007	Elaboração do método Heurístico para minimizar os impactos ambientais da produção de lácteos.
Castanheira	2008	ACV de Produtos Lácteos de Portugal Continental.
Thomassenet al.	2008	Comparação de dois sistemas de produção de leite holandeses : convencional e orgânico e identificação de <i>hotspots</i> nas cadeias de produção
Thomassenet al.	2008	ACV atribucional e consequencial da produção de leite
Berlin e Sonesson	2008	Emprego do método Heurístico em dois laticínios
Havlikova, Kroeze e Huijbregts	2008	Avaliar os impactos potenciais ambientais e sanitários da gestão de estrume do gado leiteiro da República Tcheca

Continuação da Tabela 3- Trabalhos realizados na área de ACV da pecuária leiteira.

Autor	Ano	Tema central
Luo et al.	2009	Opções de mitigação para o uso intensivo do sistema a base de pasto
Basset-mens, Ledgard e Boyes	2009	Análise de três propriedades da Nova Zelândia com diferentes níveis de intensificação da produção de leite.
Roy et al.	2009	Estudos que empregam ACV para a avaliação de produtos agroalimentares e industriais
Van der Werf, Kanyarushoki e Corson	2009	EDEN-E, um método operacional para a avaliação ambiental de explorações leiteiras com base na Avaliação do Ciclo de Vida
Müller-Lindenlauf, Deittert e Köpke	2010	Comparação dos impactos ambientais potenciais de quatro diferentes tipos de explorações leiteiras orgânicas na Alemanha
Ming-huiet al.	2010	Impactos ambientais de embalagens de leite feitas de polietileno através da Avaliação do Ciclo de Vida
Goughet al.	2010	Energia, gases de efeito estufa, uso de nutrientes, uso de água, geração de resíduos sólidos Avaliação do Ciclo de Vida
Castanheira et al.	2010	Desempenho Ambiental da produção de leite em fazendas leiteiras de Portugal
Yan, Humpreys e Holden	2011	Avaliar treze trabalhos de ACV da produção de leite europeia indicando limitações, novos desenvolvimentos e o futuro da pesquisa na área

Fonte: Modificado de Caldeira-Pires e Xavier (2004).

As pesquisas realizadas até o presente momento, publicadas em periódicos, abrangem na sua maioria estudos de casos sobre os sistemas de produção e os seus impactos ambientais. Porém, a cadeia produtiva do leite não envolve apenas estes aspectos, mas principalmente a produção dos alimentos que serão consumidos ao longo da vida do animal. Deve-se considerar igualmente a influência na questão de emissões pelos animais, devido à qualidade do alimento que é fornecido ao bovino leiteiro, tornando-se essa área um interessante ponto a ser estudado. A projeção dos rebanhos para um longo prazo também é um ponto importante, pois o crescimento da produção está em ritmo acelerado, porém os estudos de caso só se utilizam de dados de anos anteriores, ou seja, contabilização do que já aconteceu, com ressalva aos trabalhos de DeBoer (2003), Sonesson e Berlin (2003), que trabalharam com o futuro da exploração leiteira.

O Brasil possui uma carência de estudos na área de ACV, principalmente os voltados para a agricultura, em especial, a pecuária,

onde se destaca a produção de leite. Os trabalhos realizados, até o presente momento, averiguam os impactos econômicos e ambientais da atividade agrícola como um todo, conforme é apresentado por Spies (2003), Xavier e colaboradores (2004), Caldeira-Pires e Xavier (2004). Baseando-se neste déficit, a área torna-se propícia a estudos devido a evolução da escala de produção anual do país e como observado anteriormente, é a única que já foi estudada empregando-se a metodologia de ACV.

O estudo da ACV da produção de leite brasileira esbarra na dificuldade de obtenção dos dados para a construção do inventário do ciclo de vida ou mesmo na classificação do sistema de criação que é empregado na propriedade, quando se opta por um estudo de caso, pois o Brasil caracteriza-se por uma heterogeneidade dos produtores e sistemas de criação de gado de leite.

Este estado da arte só vem justificar ainda mais a realização deste trabalho da ACV da produção de leite em diferentes sistemas de produção, pois, demonstram quão evoluídos estão os realizados na Europa e o déficit das pesquisas voltadas para a realidade brasileira. Porém, é importante salientar que não é apenas a produção de leite que deve ser alvo de estudo da cadeia produtiva do leite, mas também os demais sistemas envolvidos, principalmente a produção de alimentos para o rebanho.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a consecução do objetivo geral está apresentada a seguir, ordenada em função dos objetivos específicos. No que diz respeito a ACV, a metodologia está baseada nas normas ISO 14040 e 14044.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES

A pesquisa foi realizada em duas propriedades localizada na região Sul do Brasil, que ocupa uma área de 575.316 km² equivalentes a 6,76 % do território nacional, onde se concentram 14,78% da população brasileira. A predominância de clima é subtropical, exceto na região norte do estado do Paraná, onde predomina o clima tropical.

A bovinocultura de leite na região é caracterizada por propriedades com tamanho inferior a 50 ha, cuja mão-de-obra empregada é familiar, o rebanho é numeroso, possuindo a melhor qualidade no Brasil, devido a ser constituído por raças europeias. Além de contar com técnicas aprimoradas de criação e condições naturais favoráveis, como: relevo suave, pasto de melhor qualidade, clima subtropical com temperaturas mais baixas e chuvas regulares. Ambas as propriedades serão avaliadas no período de janeiro de 2009 a março de 2010. Este período foi escolhido devido a compreender o final do ciclo das pastagens de verão, o início da estação das secas e diminuição do volume produzido de leite, além da oferta de alimentação suplementar.

A propriedade 1, caracterizada pela produção em Sistema Semi Extensivo, está localizada na região sul do estado de Santa Catarina (Figura 6 (a)), no município de Santa Rosa de Lima (28° 02' 26''S e 49° 07' 33''O). Esta propriedade possui uma área total de 35 hectares, dos quais 20 ha são ocupados pelo sistema de produção, sendo representada na Figura 6 (b). O clima predominante é tropical temperado. A temperatura média da localidade é de 19°C.



(a)

(b)

Figura 6: Localização do município 1 (a) e vista parcial da propriedade (b).

Fonte: Arquivo pessoal da Pesquisadora (Out. 2009)

A propriedade 2, caracterizada pela produção em Sistema Confinamento, está localizada na região Norte-Central do estado do Paraná (Figura 7 (a)), no município de Mandaguari ($23^{\circ} 32' 52''$ S e $51^{\circ} 40' 15''$ O). Esta propriedade possui uma área total de 48,4 hectares, dos quais 17 ha são ocupados pelo sistema de produção, sendo representada na Figura 7 (b). O clima predominante é subtropical. A temperatura média da localidade nuca é superior a 20°C .



(a)

(b)

Figura 7: Localização do município 2 (a) e vista parcial da propriedade (b).

Fonte: Arquivo pessoal da Pesquisadora (Out. 2009)

As propriedades foram caracterizadas de acordo com os dados fornecidos pelos produtores, que está representada na Tabela 4.

Tabela 4- Caracterização quanto ao sistema de produção das propriedades em estudo.

Descritores	Propriedade 1	Propriedade 2
Produtividade (litros/vaca ordenhada/ano*)	3851,3	11085
Produtividade (litros/vaca ordenhada/mês)	256,78	917
Produtividade (litros/vaca ordenhada/dia)	8,5	30,6
Produtividade (litros/UA/dia)	5,65	14,88
Média de animais em produção	37	30
Pasto	Ano todo	Não
Ordenha	Mecânica	Mecânica
Volumoso no cocho	Forragens	Forragens
Uso de concentrados	Ano todo	Ano todo
Comercial	Sim	Sim
Uso de minerais	Mistura Mineral	Mistura Mineral

* ano= 1,25, devido a abrangência ser de 1 ano e 3 meses.

A propriedade 1 se caracteriza como sistema semi extensivo considerando sua produção de 8,5 L/dia o que é inferior aos 12 L/dia para se caracterizar como intensiva (STOCK et al., 2007). A média de animais em lactação é de 37 e a alimentação é baseada em pastagem que é adubada, volumosos são ofertados no cocho, assim como o concentrado e suplementação mineral.

De acordo com Stock e colaboradores, (2007), a propriedade 2 se caracteriza como produção intensiva devido a produção superior a 12 L/dia, entretanto o número de animais é inferior a 200. Para Assis e colaboradores (2005), a propriedade 1 se enquadra no sistema intensivo em confinamento, devido, a média de produção, alimentação, volumosos no cocho, uso de concentrado, assim como a venda comercial do leite.

3.2. DELIMITAÇÃO DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

3.2.1. Apresentação da Problemática: Definição do Objetivo e Escopo

3.2.1.1. Definição do objetivo da ACV

O estudo visa analisar e comparar do ponto de vista ambiental de duas propriedades rurais produtoras de leite, com exploração semiextensiva e intensiva. A primeira com base alimentar a pasto em sistema rotativo (Propriedade 1) que vem aprimorando-se ao longo dos anos e a segunda com sistema confinado (Propriedade 2), localizadas na Região Sul do Brasil.

3.2.1.2. Escopo

A função da cadeia produtiva, em estudo, é descrita como sendo para produção leite, não incluindo seus coprodutos. A unidade funcional (UF) definida é a produção de 1000 kg de leite corrigido pela energia (*Energy Corrected Milk*), admitindo-se a hipótese de que não ocorrem perdas durante o processo produtivo. Esta correção consiste na padronização do leite dos rebanhos utilizando-se os parâmetros de gordura e proteína. O período de abrangência foi de janeiro de 2009 a setembro de 2010. A fórmula utilizada para esta correção é proposta por Sjaunja e colaboradores (1990), que em seu estudo determinou os valores de energia e proteína para o leite produzido por vacas para a construção da fórmula:

$$kgECM = kgleitex ((38,3 \times gordura + 24,2x \text{ proteína} + 783,2)/3,14)$$

Equação 1

Onde:

kg leite: o valor da produção em kg;

% gordura: valor de gordura por kg de leite, expresso em percentagem;

% proteína: valor de proteína por kg de leite, expresso em percentagem.

Os valores das origens das constantes da Equação 1 foram determinados pelo estudo de Sjaunja e colaboradores (1990), onde avaliaram a produção de 36 animais em uma fazenda de uma universidade. O cálculo da fórmula foi realizado utilizando-se análises estatísticas e os valores sofreram a influência do grau de correlação entre gordura e proteína e/ou gordura e lactose. As seguintes fórmulas foram deduzidas pelo estudo para o cálculo de leite ECM :

$$E = 38,30xgordura + 24,20 \times \text{proteína} + 16,54 \times \text{lactose} + 20,7$$

Equação 2

$$E = 38,10xgordura + 21,48 \times \text{proteína} + 896,0$$

Equação 3

$$E = 43,92xgordura + 1393,4$$

Equação 4

$$E = 38,30xgordura + 24,20 x proteína + 783,2$$

Equação 5

Onde:

E: energia;

gordura: valor de gordura por kg de leite, expresso em g;

proteína: valor de proteína por kg de leite, expresso em g;

lactose: valor de lactose por kg de leite, expresso em g.

Os valores parciais dos coeficientes das Equações 2, 3 e 4 são influenciados pela correlação existente entre gordura e proteína, gordura e lactose e lactose e proteína. Estas duas equações predizem a energia das amostras mais precisamente, mas elas não são de aplicação universal. Portanto, a Equação 5 foi desenvolvida para esta finalidade.

Na Equação 5 a padronização dos valores de gordura (38,30) e proteína (24,20) foram originárias da estimativa parcial dos coeficientes da Equações 3 e da média do volume com lactose (4,61%) e ácido cítrico (0,20%).

A produção de leite corrigido pela energia (ECM) é alcançada pela divisão da fórmula por 3,14 e multiplicada pelo volume de leite. A fórmula, onde gordura e proteína calculadas são avaliadas, é apresentada a seguir:

$$kgECM = kgleitex ((38,3 xgordura + 24,2x proteína + 783,2)/3,14)$$

Equação 6

Resultando na Equação:

$$kgECM = kgleitex (0,25 + 12,2x \% degordura + 7,7 x \% deproteína)$$

Equação 7

kg leite: o valor da produção em kg;

% gordura: valor de gordura por g de leite, expresso em percentagem;

% proteína: valor de proteína por g de leite, expresso em percentagem.

A diferença entre a Equação 1 e Equação 7 é somente que a fórmula foi adaptada para expressar valores de gordura e proteína em kg por litro de leite.

Os valores para o índice de gordura da propriedade 2 foram obtidos pelo laudo técnico das características do leite entregues para o laticínio. E os valores de proteína de 3,23% por kg de leite, foram obtidos do trabalho de Souza e colaboradores (2010), cujo trabalho avaliou animais da raça Holandesa. Para a propriedade 1, como o laticínio não fornece mensalmente este laudo, utilizou-se a média de 4,64% de gordura oriundos dos dados fornecidos pelo produtor de alguns laudos do período do estudo e 3,47% para a proteína, por kg de leite, extraído do trabalho de Gomes e colaboradores (2004) que avaliou animais da raça Jersey.

O sistema do processo produtivo é definido como o conjunto de processos, conectados materialmente e energeticamente, responsáveis pela realização da função determinada. As Figuras 6 e 7 apresentam um modelo genérico de ciclo de vida para a produção intensiva de leite, a primeira a pasto rotativo e a segunda em confinamento, com os limites determinados para este estudo. A ACV foi realizada desde o berço da produção de leite ao portão do laticínio, abrangendo desde a produção de fertilizantes, combustíveis, concentrados, silagem, suplementação mineral, produção de detergentes e pesticidas, entre outros insumos, necessários para a produção de alimentos destinados aos animais até a entrega do leite na plataforma de recebimento do laticínio com as características definidas na UF.

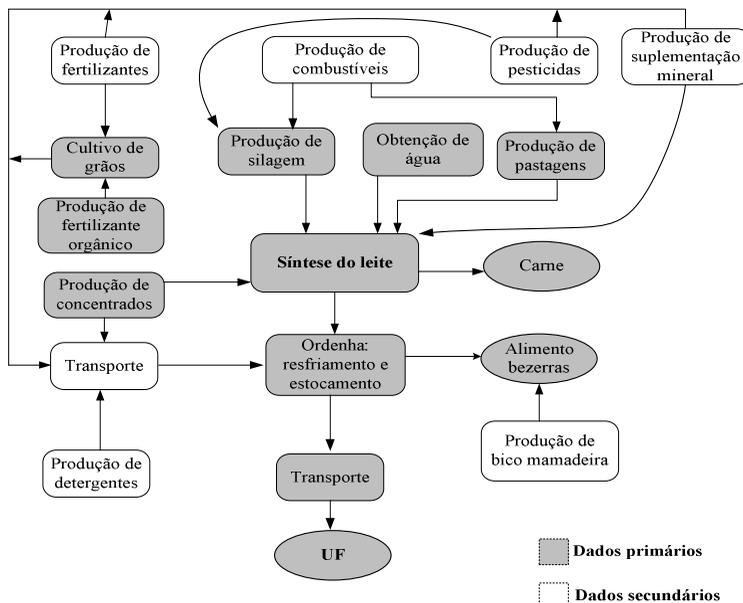


Figura 8: Limites do estudo da ACV do leite – sistema semiextensivo.

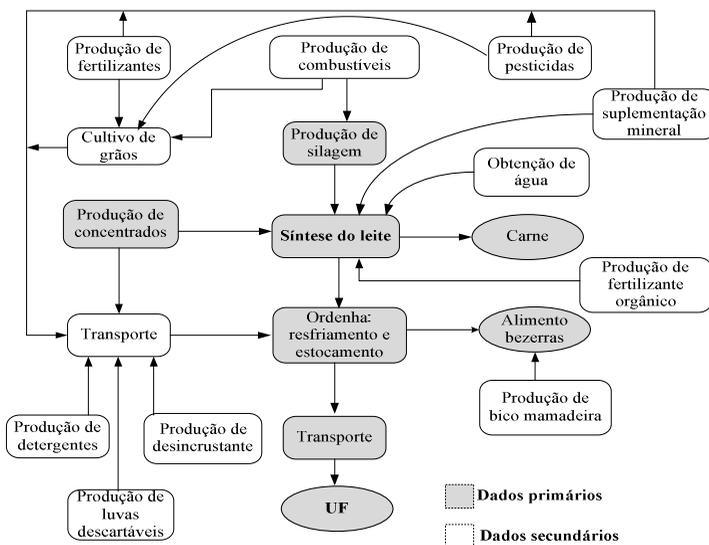


Figura 9: Limites do estudo da ACV do leite – sistema intensivo.

Os dados primários, apresentados nas Figuras 6 e 7, são os oriundos da coleta através de um questionário anual realizado nas propriedades. Estes dados foram medidos uma única vez e considerados como consumo médio de cada um dos insumos para a produção do leite para a construção do inventário. Para o sistema semi intensivo são dados primários os seguintes subsistemas: cultivo de grãos, produção de silagem, obtenção de água, produção de pastagem, produção de fertilizante orgânico, produção de concentrados, síntese do leite, produção de carne. Ordenha e resfriamento, alimento para as bezerras, transporte e produção da UF. Para o sistema intensivo, os dados primários são: produção de silagem, produção de concentrados, síntese de leite, produção de carne, ordenha e resfriamento, alimento para as bezerras, transporte e produção da UF.

Os dados secundários, apresentados nas Figuras 6 e 7, que são os subsistemas não citados anteriormente, são os oriundos de outras fontes, cuja medição ou acesso a composição não foram possíveis durante a realização do trabalho.

3.2.1.3. Alocação

O procedimento de alocação utilizado segue o método utilizado por Casey e Holden (2005), Cederberg e Dalerius (2001) e Cederberg e Mattsson (2000), que consistiu em dividir os fatores de impactos ambientais atribuídos à produção de leite e para carne, levando em conta a destinação econômica dos produtos.

O leite é o produto de interesse para este trabalho, porém, a carne foi abordada em virtude da destinação final dos animais, pois, quando a sua produção não é mais satisfatória para o produtor, elas são vendidas para os abatedouros.

Na Figura 10, são apresentados os coprodutos de um bovino de leite produzidos ao longo de sua vida que não foram abordados neste trabalho sendo eles: o couro que normalmente é destinado a curtumes, os chifres e os bezerros. O couro para ser abordado necessitaria de uma expansão no sistema de estudo, o que não é abrangido pelo objetivo e escopo para este estudo. Os chifres são descartados no abatedouro, pois não possuem valor econômico e os bezerros sendo fêmeas entram no ciclo produtivo e machos são mortos ou doados ao nascer, caracterizando as destinações dos animais da propriedade 1 e propriedade 2, respectivamente. Neste estudo foi considerado que todos os bezerros machos foram mortos, entretanto, se fosse abordada a

doação dos animais, dever-se-ia considerar no sistema, como impacto positivo, 1 ano da vida de uma vaca de corte.

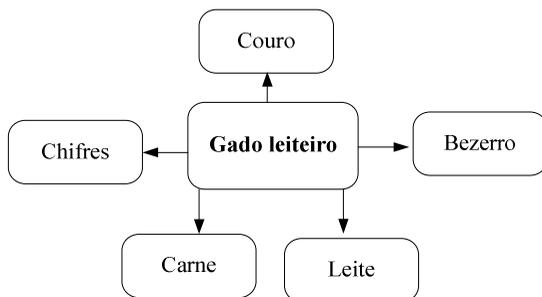


Figura 10: Coprodutos produzidos por bovinos leiteiros.

Para o cálculo da produção de carne, utilizou-se a Equação 8, informando o peso médio do animal vivo conforme Nogueira, (2010), oriundo de dados primários, para um animal com estimativa de vida de 10 anos.

$$\text{Pesodecarça} = 50\% \text{ dopesovivo}$$

Equação 8

A carcaça – carne e osso - representa algo em torno de 50% do peso vivo do animal. Os outros 50% são couro, sebo, sangue e a soma de todos os outros miúdos e do material ruminal (NOGUEIRA, 2010).

Para a produção de leite, pela Equação 9, admitiu-se que o primeiro parto foi aos 28 meses de vida (SANTOS et al., 2002), pois é o máximo de tempo recomendado para a primeira parição e o período de seca⁴ recomendado para os animais é de 60 dias anteriores ao parto. Para fins de cálculo, obteve-se 85 meses de produção de leite, 7 crias e a média mensal de produção de leite foi obtida dos dados fornecidos pelos produtores.

$$\text{Produçãodeleite}(L) = 85(\text{mês}) * \text{média de produção} \left(\frac{L}{\text{mês}} \right)$$

Equação 9

⁴Período de seca: período onde o animal é forçado a deixar de produzir leite, preparando-se para o parto e lactogênese.

Onde:

Produção de leite: a quantidade de leite produzida pelo animal durante toda a sua vida, expresso em L;

Média de produção: volume médio da produção mensal de leite pelo animal, expresso em L/mês.

E por fim, para o cálculo da alocação, aplicados os valores econômicos dos produtos, empregou-se as Equações 10 e 11:

$$\text{Valordoleite} = \text{Produçãodeleite(L)} * \text{Valordemercado (R\$)Equação 10}$$

Onde:

Valor do leite: valor pago pelo mercado do montante da produção de leite do animal durante toda a sua vida, expresso na moeda monetária Real;

Produção de leite: a quantidade de leite produzida pelo animal durante toda a sua vida, expresso em L;

Valor de mercado: valor médio pago ao agricultor para a produção de leite, expresso em Real.

$$\text{Valordacarne} = \text{Produçãodecarne(kg)} * \text{Valordemercado (R\$)Equação 11}$$

Onde:

Valor da carne: valor pago pelo mercado do montante da produção de carne do animal no fim da sua vida, expresso na moeda monetária Real;

Produção de carne: a quantidade de carne produzida pelo animal durante toda a sua vida, expresso em kg;

Valor de mercado: valor médio pago ao agricultor por kg de carne da carcaça no abatedouro, expresso em Real.

Neste trabalho empregou-se o valor de venda de kg de carne para a vaca gorda no estado do Paraná (AGROLINK), R\$ 90,00 por arroba e valor do L de leite padrão (R\$ 0,6572) do mês de Novembro de 2010 (CONSELEITE) para ambas as propriedades.

Após, o cálculo do valor do leite e da carne, realizou-se o somatório, conforme a Equação 12:

$$\mathbf{Renda\ animal = Valordoleite(R\$) + Valordacarne(R\$)} \mathbf{Equa\c{c}\~{a}o\ 12}$$

Onde:

Renda animal: renda total obtida pela venda o leite e da carne produzidos pelo animal, expresso na moeda monetária Real;

E por fim, realizaram-se os seguintes cálculos, expressos pelas Equações 13 e 14:

$$\mathbf{Aloca\c{c}\~{a}o\ carne\ (\%) = Valordacarne(kg) * 100 / Rendaanimal} \mathbf{Equa\c{c}\~{a}o\ 13}$$

Onde:

Alocação carne: percentual dos impactos ambientais para a produção de carne, expresso em percentual.

$$\mathbf{Aloca\c{c}\~{a}o\ leite\ (\%) = Valordoleite * 100 / Rendaanimal} \mathbf{Equa\c{c}\~{a}o\ 14}$$

Onde:

Alocação leite: percentual dos impactos ambientais para a produção de leite, expresso em percentual.

3.2.2. Subsistemas dos dados utilizados

Neste item são apresentados os processos produtivos, separados em subsistemas, de cada um dos diferentes sistemas produtivos de leite. Conforme os limites abrangidos nas Figuras 6 e 7.

Produção de Combustíveis

Para este subsistema, foram consideradas as fases de extração, processamento e transporte do combustível cujo fluxograma, Figura 11, foi construído baseado em Spirinckx e Ceuterick (1996). Este processo foi obtido da base de dados Ecoinvent® do software Simapro® (ferramenta comercial de ACV que permite avaliar o desempenho ambiental de produtos e serviços), que foi adaptado por Alvarenga (2009). O consumo foi obtido através das informações fornecidas pelos

produtores em função das maquinarias utilizadas nas propriedades e o tempo de funcionamento de cada uma de acordo com a atividade exercida, podendo ser na: produção de silagem, no corte e armazenamento, transporte de insumos, preparação do solo para plantio, etc.

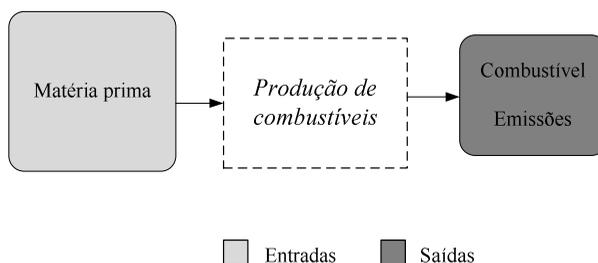


Figura 11: Fluxograma do subsistema de produção de combustíveis.

Transporte

Para o transporte (Figura 12), as etapas abrangidas neste trabalho foram: a extração e o processamento industrial do combustível fóssil, a utilização de caminhões e a etapa de uso dos combustíveis, que considerou todos os processos de produção de insumos para atender as necessidades das propriedades em estudo.

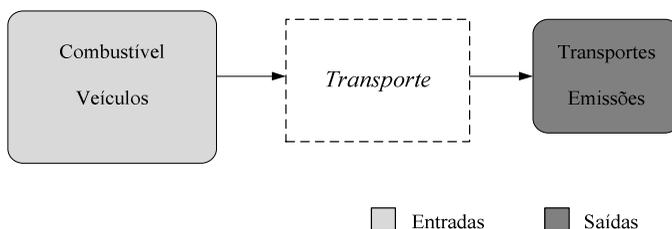


Figura 12: Fluxograma do subsistema de transportes.

Este processo foi baseado em dados secundários e oriundos da base de dados Ecoinvent® do software Simapro® para o transporte dos insumos, em média foi considerada uma distância de 250 km. Com

exceção do transporte da UF, cujas distâncias dos laticínios estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5- Distâncias dos laticínios das propriedades.

	Propriedade 1	Propriedade 2
Distância (km)	20	5

O transporte envolvido em cada um dos subsistemas é expresso em kg/km ou t/km, entretanto difere-se do adotado para o transporte da UF. O transporte da UF foi considerado como um processo a parte, pois envolveu um veículo diferente para a realização da atividade.

Energia

A energia utilizada neste estudo é baseada em dados secundários e foi adotada da base de dados Ecoinvent® do software Simapro® como a eletricidade de média voltagem para o Brasil. O fluxograma geral para este subsistema é apresentado na Figura 13.

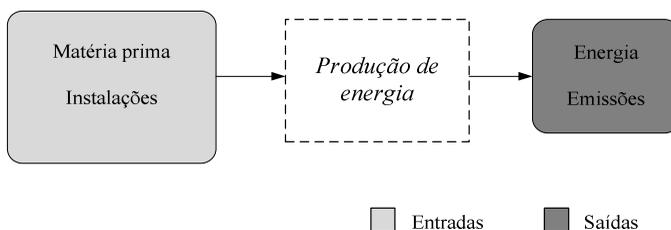


Figura 13: Fluxograma do subsistema de produção de energia.

O consumo de energia para cada estação do ano da ordenha, bomba para a água, pulverizador e do resfriado foram calculados através da potência e do tempo de utilização dos mesmos, que são apresentados na Tabela 6. Estes dados foram obtidos através das especificações técnicas dos equipamentos utilizados nas propriedades e os valores foram adotados para a obtenção da UF.

Tabela 6- Consumo mensal de energia nas propriedades.

Consumo mensal de energia (Kwh)		
Equipamento	Propriedade 1	Propriedade 2
Ordenhadeira	89,4	126
Resfriador	1072,8	805,68
Pulverizador	2,901	132
Aquecedor de água	27,96	-
Bomba para água	22,37	22,37

Obtenção de água

O subsistema de obtenção de água (Figura 14) abrangeu as etapas de: extração e bombeamento para as diversas utilidades deste produto. Para a produção animal de qualidade, deve-se proporcionar o acesso à água de dessedentação para os animais com condições de potabilidade tanto para o consumo animal como consumo humano (AMARAL, 2001). A obtenção de água foi construída no Simapro®, utilizando-se a água fresca da base de dados do software acrescida do consumo energético de uma bomba, que foi obtido das especificações técnicas do equipamento dos produtores.

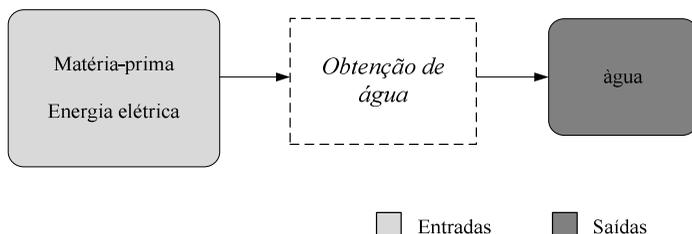


Figura 14: Fluxograma do subsistema de obtenção de água.

Produção de fertilizantes químicos

A produção de fertilizantes envolve sua utilização na adubação das culturas agrícolas e também as pastagens. Para cada fertilizante empregado nas propriedades foram consideradas as composições básicas da formulação. Neste processo foram consideradas as etapas de extração dos componentes, processamento, embalagem e transporte envolvidos

na produção do mesmo. Os dados de processamento, extração e transporte foram obtidos da base de dados Ecoinvent® através do software Simapro®. As formulações de cada um dos fertilizantes químicos utilizados nas lavouras foram obtidas das suas fichas técnicas ou por meio eletrônico, através de informações pessoais⁵. A distância média admitida da extração de matérias primas e da propriedade foi de 250 km. As emissões oriundas deste processo foram consideradas apenas para o do nitrogênio liberado pela aplicação e como resíduos foram consideradas as embalagens do produto. O processo está descrito na Figura 15, baseando-se no processo descrito por PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ (1992) que foi modificado para atender o escopo do trabalho.

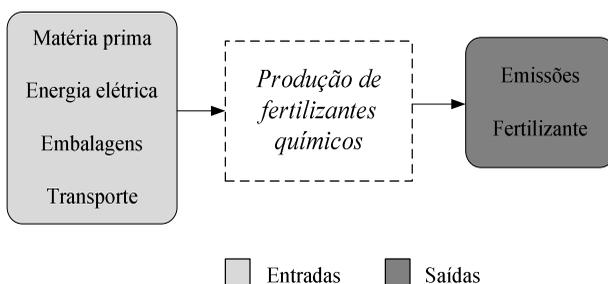


Figura 15: Fluxograma da produção de fertilizantes químicos.

Produção de embalagem

Este subsistema foi considerado para todas as embalagens dos diversos produtos utilizados nas propriedades. Sua construção é baseada em dados secundários, pois, empregou-se processos da base de dados Ecoinvent®, entretanto, a escolha de cada um dos materiais específicos de cada embalagem foi realizada com base em pesquisa em rotulagem dos produtos. Quando não havia tais informações, empregou-se o processo da produção de filme de polipropileno. O fluxograma geral deste subsistema está apresentando na Figura 16.

⁵ Informações pessoais: obtenção de dados através do contato por e-mail com profissionais que trabalham com estes fertilizantes químicos.

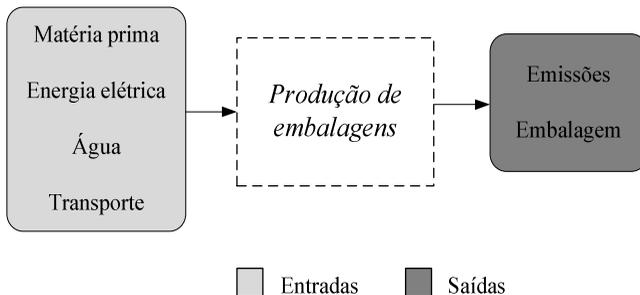


Figura 16: Fluxograma do subsistema de produção de embalagens

Produção de fertilizante orgânico

O produtor da propriedade 1, além de fazer uso de fertilizantes químicos, também utiliza fertilizantes orgânicos oriundo dos dejetos produzidos pelos animais durante o período em que permanecem nas instalações para a ordenha, para a adubação do cultivo de grãos destinados à silagem, Figura 17. Esta prática está apenas associada à produção a pasto. A produção diária de dejetos (fezes + urina) dos bovinos leiteiros é aproximadamente 10% de seu peso corporal (CARVALHO; SILVA, 2006). Para as emissões de CH_4 e N_2O oriundas dos dejetos utilizou-se o método do IPCC para o cálculo.

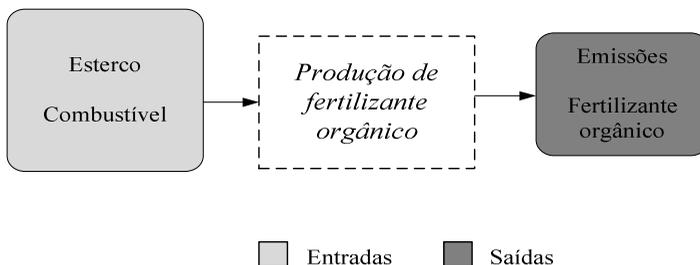


Figura 17: Fluxograma do subsistema de produção de fertilizantes orgânicos

A quantidade de esterco transportado até a pastagem foi calculada pela Equação 15, baseada nas informações de Carvalho e Silva, (2006), considerando o peso total dos animais em lactação e o período em que os mesmos ficam na sala de ordenha ou sala de espera. O consumo de combustível foi calculado pela média de consumo por hora de trabalho/máquina.

$$\text{Quantidade de esterco} = (10\% \text{ PTAL} \times t) / 24$$

Equação 15

Onde:

PTAL: Peso total dos animais em lactação, expresso em kg;

t: tempo em que permanecem no processo para a ordenha, expresso em h;

24: número de horas em um dia.

Já para a propriedade 2, como a proprietário doa o esterco produzido, logo, a produção deste fertilizante orgânico foi considerado como impacto positivo, pois, quem recebe este insumo emprega menos fertilizantes químicos na lavoura. Para o cálculo da produção diária de esterco líquido por Unidade Animal (UA⁶) foram utilizados dados secundários de Dassie (1999). Considerou-se que cada UA produzia 0,10 m³ de esterco líquido/dia. Para a construção do processo utilizou-se a referência de Rolas (2004) para a composição de 1m³ do esterco líquido produzido pela propriedade (Tabela 7):

Tabela 7- Composição do esterco líquido

Componentes	kg
Matéria seca	4
C-org	13
N	1,4
P ₂ O ₅	0,8
K ₂ O	1,4
Ca	1,2
Mg	0,4

Produção de pesticidas

Para os pesticidas utilizados na produção de grãos e silagem, as etapas abrangidas neste trabalho foram: a extração da matéria prima,

⁶ Unidade animal (UA): Para o cálculo da UA divide-se o peso total do rebanho por 450 kg.

processamento industrial, envase e transporte, contidos na base de dados Ecoinvent®, conforme o fluxograma representando na Figura 18 As categorias químicas (princípio ativo) de cada um dos pesticidas foram obtidas através de informações das suas fichas técnica ou do número de registro único no banco de dados do *Chemical Abstracts Service* (número de CAS). As quantidades empregadas em cada lavoura são dados primários obtidos das informações fornecidas das propriedades utilizadas neste estudo.

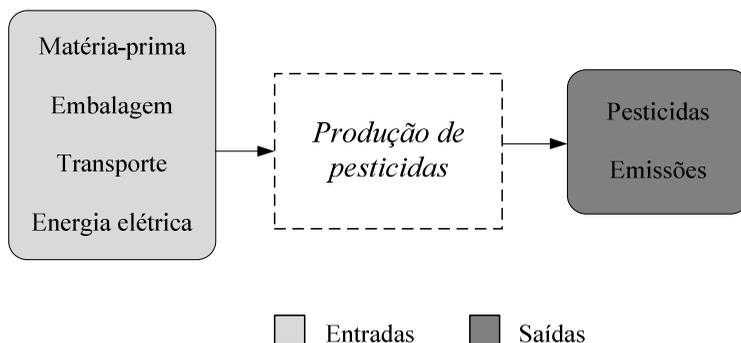


Figura 18: Fluxograma do subsistema de produção de pesticidas.

Para localizar os produtos de acordo com os grupos funcionais de cada um, foi utilizada a Tabela 8, que é proposta para o Inventário de sistemas de produção agrícola da Europa e Suíça para este método. Esta Tabela não foi traduzida devido a base se encontrar na língua inglesa.

Tabela 8- Tabela para identificação dos pesticidas - base de dados Ecoinvent®.

Classe de pesticida (Simapro)	Pesticida especificado em Green (1987)	Pesticidas de relevância agrícola de acordo com Margniet al. (2002)
[Sulfonyl] urea-compounds	<i>Chlosulfuron(h), Diuron (h), Fluometuron (h), Linuron(h)</i>	<i>Amidosulfuron, Chlortoluron, Dimefuron, Halosulfuron, Isoproturon, Mesosulfuron, Methabenzthiazuron, Metsulfuron-Methyl, Monolinuron, Nicosulfuron, Prosulfuron, Rimsulfuron, Sulfosulfuron, Teflubenzuron, Thifensulfuron-Methyl, Triasulfuron, Triflusal sulfuron.</i>
Phenoxy-compounds	<i>MCPA(h), 2,4-D(h), 2,4,5-T(h)</i>	<i>Acifluorphen, Esfenvalerate, Fenoxaprop, Fenpropathrin, Fluoroxypyr, Fluoroxypyr-als Ester, MCPB, Mecoprop, Mecoprop-P,</i>

		<i>Propargite, Pyriproxyfen, Triclopyr.</i>
<i>[Thio] carbamate-compounds</i>	<i>Carbofuran (i), Carbaryl (i), EPTC(h), Butylate (h)</i>	<i>Asulam, Carbendazim, Cabertamid, Cymoxanil, Desmediphan, Indoxacarb, Metham, Methiocarb, Methomyl, Molinate, Orbencarb, Pirimicarb, Propamocarb-Hydrochlorid, Phenmedipham, Prosulfocarb, Thiobencarb, Triallate</i>
<i>Acetamide-anillide-compounds</i>	<i>Propanil (h), Alachlor(h), Propachlor(h), Metolachlor(h)</i>	<i>Acetamine, Clodinafop-propargyl, Diclofop-methyl, Dimethenamid, Metalaxyl, Napropamid, Tebutam</i>
<i>Benzoic-compounds</i>	<i>Dicamba(h), Chloramben(h)</i>	<i>Clopyralid</i>
<i>Triazine-compounds</i>	<i>Atrazine(h), Cyanazine(h), Chlorsulfuron (h)</i>	<i>Metamitron, Metribuzin, Prometryn, Pymetrozine, Simazin, Terbututhylazin, Tribenuron-Methyl</i>
<i>Nitro-coumponds</i>	<i>Dinoseb(h)</i>	<i>DNOC</i>
<i>Dithiocarbamate-compounds</i>	<i>Maneb (f), Ferbam(f)</i>	<i>Mancozeb, Metiram</i>
<i>Dinitroaniline-compounds</i>	<i>Thifluralin (h)</i>	<i>Aclonifen, Ethalfluralin, Fluazinam, Fluroglycofen-Ethyl, Pendimethalin</i>
<i>Pyreteroid-compounds</i>	<i>Cypermethrin (i)</i>	<i>Bifentrin, Deltamethrin, Lamda-Cyhalothrin</i>
<i>Benzimidazole-compounds</i>	<i>Benomyl (f)</i>	<i>Carbendazim, Chlorothalonil, Cloquintozet-Mexyl, Ethofumesat</i>
<i>Organophosphorus-compounds</i>	<i>Glyphosat(h), Phorat (i), Malathion (i), Parathion(i), Methylparathion (i)</i>	<i>Azinphos, Chlorpyrifos, Diazinon, Dicrotophos, Disulfoton, EPTC, Ethephon, Ethoprop, Glufosinat, Methamidophos, Naled, Phosmet, Profenofos, Terbufos, Tribufos, Trichlorfon, Vamidothion</i>
<i>Benzo[thia]diazole-compounds</i>	<i>Bentazon(h)</i>	<i>Benazolin, Thidiazuron</i>
<i>Nitrile-compounds</i>	<i>Bromoxynil (h)</i>	<i>Cyprodinil, Dichlobenil, Fenpiclonil, Loxynil</i>
<i>Diphenylether-compounds</i>	<i>Fluazifop-butyl (h)</i>	<i>Bifenox, Clodinafop-Propargyl, Diflufenican, Fluazifop-P-Butyl, Propaquizafop</i>
<i>Pyradazine-compounds</i>	<i>Norflurazon</i>	<i>Chloridazon, Maleic, Hydrazine, Pyridate</i>
<i>Cyclic N-compounds</i>	<i>Methazol</i>	<i>Clomazon, Cyproconazole, Cyprodinil, Difenoconazol, Dimethomorph, Epoxiconazole, Fenpropidin, Fenpropimorph, Fluorochloridone, Flusilazole, Hexaconazole, Metconazol, Oxadixyl, Prochloraz, Pripiconazol, Tebuconazole, Tridemorph</i>
<i>Phtalamide-compounds</i>	<i>Captan</i>	<i>Chlorothalonil</i>
<i>Bipyridylum-compounds</i>	<i>Diquat (h)</i>	<i>Paraquat</i>
<i>Pesticide unspecified</i>	<i>Mean of all pesticides</i>	

Cultivo de grãos

Para o cultivo de grãos utilizados na propriedade, as etapas abrangidas neste trabalho foram: o processamento industrial da matéria prima (sementes), que envolveram as etapas de embalagem e distribuição, o transporte através da distância média da empresa até a propriedade, obtidas para cada espécie, utilizando-se a base de dados Ecoinvent®. Os resíduos aqui considerados foram: as emissões, águas residuais e calor oriundo dos processos de produção dos insumos. No que se refere a emissões, o uso dos pesticidas nos cultivos não foi considerada, este fato deve-se a abrangência do estudo que não considera esta etapa O fluxograma do subsistema está representando pela Figura 19:

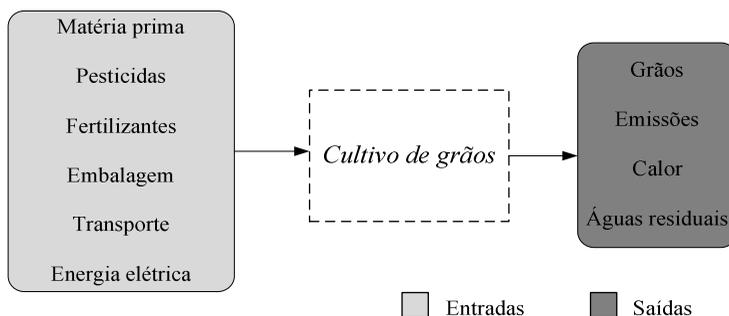


Figura 19: Fluxograma do subsistema de cultivo de grãos.

Indústria de concentrados

Para o consumo de concentrados na propriedade, as etapas abrangidas neste trabalho foram: a obtenção da matéria prima, ou seja, o cultivo de grãos dos insumos utilizados em concentrados, ou, a extração desta matéria prima, o processamento industrial, o envase e o transporte, cujos dados foram obtidos com a empresa responsável pela produção do produto ou pelos rótulos. Em ambas as propriedades este tipo de alimento para os animais em lactação são comprados, porém, na propriedade 1, o que é fornecido para as novilhas e vacas secas é produzido pelo produtor, porém, o fluxograma deste processo permanece o mesmo. As fases de: processamento, consumo de energia e envase foram obtidos de dados secundários através da base de dados Ecoinvent®. O fluxograma representando pela Figura 20 para este

subsistema é baseado em Blonk e Posioen, (2009). A quantidade do consumo de concentrados foi obtida através do consumo médio por estação de cada propriedade para a produção da UF. A embalagem é considerada como resíduo e as emissões não foram consideradas.

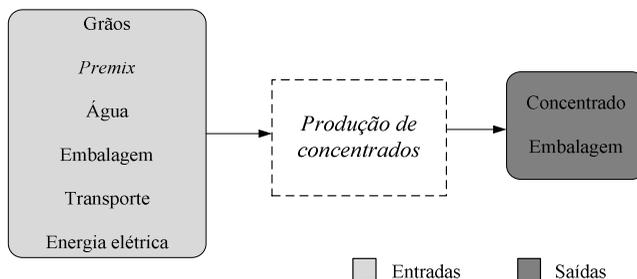


Figura 20: Fluxograma do subsistema de produção de alimentos concentrados.

Produção de suplementação mineral

O subsistema de produção de sais minerais abrangeu as etapas de: extração da matéria prima (fosfato bicálcico, magnésio, cobalto, iodo, zinco, por exemplo), processamento, envase e transporte do produto até as propriedades utilizando-se uma distância média de 250 km. A composição de cada produto foi obtida através do rótulo ou das especificações técnicas de cada uma das diferentes marcas comerciais informadas pelos produtores e a quantidade calculada em função da UF. O processo industrial foi construído de acordo com as informações de empresa de nutrição animal Serrana (SERRANA, 2011) e o consumo energético calculado pelas especificações de cada equipamento utilizado. A Figura 21, apresenta o fluxograma deste subsistema. A embalagem é considerada como resíduo e as emissões não foram consideradas.

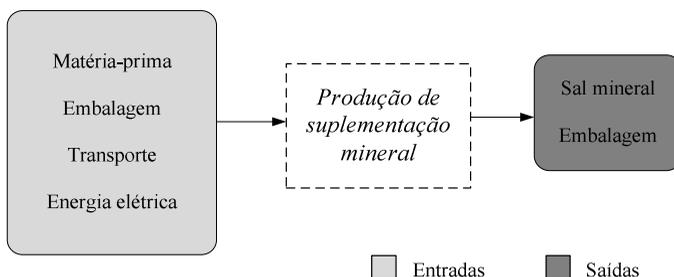


Figura 21: Fluxograma do subsistema de produção de suplementação mineral.

Produção de bico de mamadeira

O subsistema de produção de bico de mamadeira abrangeu as etapas de: extração da matéria prima, processamento, envase e transporte do produto até as propriedades utilizando-se uma distância média de 250 km. A composição do produto foi obtida das especificações técnicas de cada uma das diferentes marcas comerciais informadas pelos produtores e a quantidade calculada em função do consumo ao longo das estações do ano. O processamento (Figura 22) foi baseado no processo de moldagem de peças e o consumo de energia foi obtido das especificações dos equipamentos utilizados na fase. Para este processamento não foram considerados resíduos e emissões.

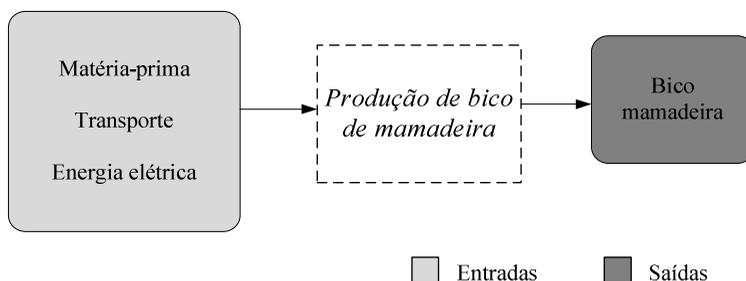


Figura 22: Fluxograma do subsistema de produção de bico de mamadeira.

Produção de luvas descartáveis

O subsistema de produção de luvas descartáveis abrangeu as etapas de: extração da matéria prima, processamento, envase e transporte do produto até as propriedades utilizando-se uma distância média de 250 km. A composição do produto das especificações técnicas da marca comercial informadas pelos produtores e a quantidade calculada em função da ordenha de uma UF nas diferentes estações. O subsistema está representando na

Figura 23, uma exceção é a fabricação do talco empregado neste tipo de material, cujo processamento foi baseado em Pontes e Almeida (2005) para a construção do mesmo no Simapro®. Como são luvas são descartadas após o seu uso, foram consideradas como resíduos e não foram consideradas as emissões.

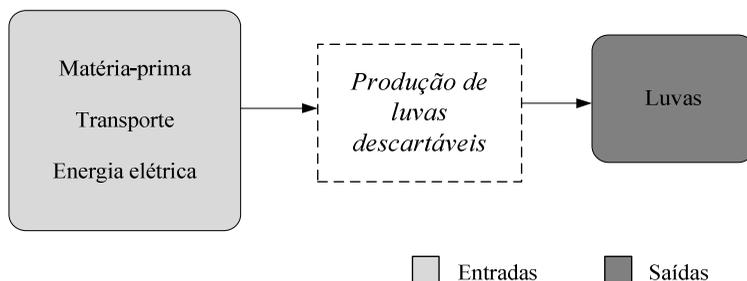


Figura 23: Fluxograma do subsistema de produção de luvas descartáveis.

Produção de detergentes e desincrustantes

O subsistema de produção de detergentes abrangeu as etapas de: extração da matéria prima, processamento, envase e transporte do produto até as propriedades utilizando-se uma distância média de 250 km. A composição do produto das especificações técnicas das marcas comerciais informadas pelos produtores e a quantidade calculada em função da ordenha da UF nas diferentes estações. Quando desconhecida algumas informações sobre a composição do produto, considerou-se como uma mistura de 30% do princípio ativo e 70% de água. O processamento (Figura 24) foi baseado em Zago Neto e Del Pino, [2007?] para a construção no Simapro®. A embalagem é considerada como resíduo e as emissões não foram consideradas.

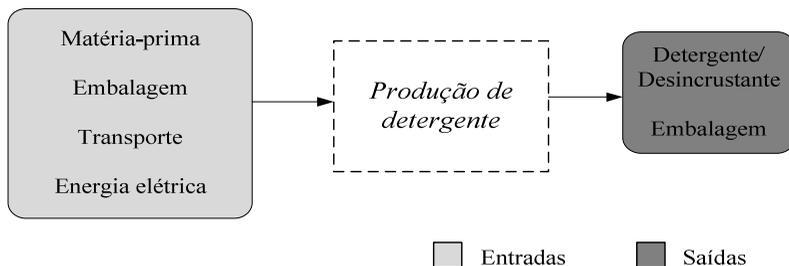


Figura 24: Fluxograma do subsistema de produção de detergente.

Edificações

Para o subsistema de edificações (Figura 25) foi considerado uma idade média de 30 anos, independente do material empregado na construção das instalações utilizadas na produção de leite, seja concreto ou madeira. Para a propriedade 1 foram consideradas as instalações: sala de ordenha, espera e ração e para a propriedade 2 foram consideradas as seguintes instalações: o estábulo, sala de ordenha e ração. O processo da base de dados Ecoinvent® empregado considerou apenas como área ocupada por edificações. Não há emissões e resíduos considerados neste subsistema.

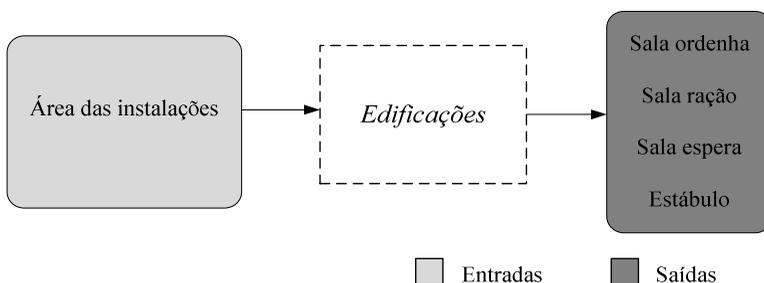


Figura 25: Fluxograma do subsistema de edificações.

O cálculo foi realizado utilizando-se as equações a seguir:

$$\text{área das instalações(ano)} = \text{áreatotal/vidaútil}$$

Equação 16

Onde:

Área total: somatório das áreas das instalações, expresso em m²;

Vida útil: idade média das instalações, expresso em anos.

$$\text{Produçãooleiteanual} = \text{Produtividade /ano}$$

Equação 17

Onde:

Produtividade: Produção de leite do rebanho corrigido pela energia, expresso kg;

$$\text{ÁreaporLdeleite} = \text{área (ano)/produçãodeleiteanual}$$

Equação 18

Onde:

Área por L de leite: área das instalações em função da vida média, expresso em m²;

Ocupação de terra

Para o subsistema de ocupação de terra foi considerado as áreas de cultivo de forrageiras, grãos e pastagens, sendo este último item apenas na propriedade 1. O cálculo desta ocupação foi realizado similarmente a das edificações (Equações 16,17 e 18), adotando a vida útil de 1 ano.

Produção de pastagem

O subsistema de produção da pastagem (Figura 26) abrangeu as etapas de: ocupação da terra para o plantio das mudas das pastagens de inverno: aveia e azevém e a pastagem permanente: missioneira gigante, a produção de fertilizantes químicos e orgânicos e as emissões que são atribuídas à aplicação de ambos os tipos de fertilizantes e ao sequestro de carbono realizada pela pastagem permanente. Este processo, exclusivo da propriedade 1, foi construído no software Simapro® com o auxílio da base de dados Ecoinvent® e os dados obtidos junto ao produtor através da realização de questionário foram referentes ao

plantio das pastagens, adubação, fertilização em função da produção da UF. Emissões e consumo de água não foram considerados.

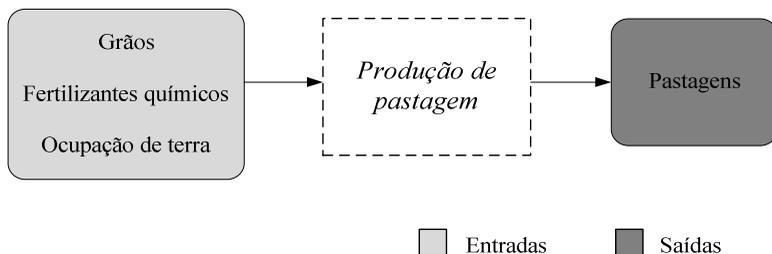


Figura 26: Fluxograma do subsistema de produção de pastagem.

Produção de silagem

O subsistema de produção da silagem (Figura 27) abrangeu as etapas de: ocupação da terra para o cultivo de grãos, neste caso, das sementes de milho para a produção de silagem, a produção de combustíveis para a realização do corte e armazenagem da produção. Este processo ocorre nas duas propriedades e foi construído no software Simapro® com o auxílio da base de dados Ecoinvent® e os dados obtidos junto aos produtores através da realização de questionário foram referentes ao cultivo destes grãos e o processamento em função da produção da UF. Emissões e consumo de água não foram considerados. A produção de silagem foi considerada como um processo único, por isso não há conexão com a produção dos demais grãos.

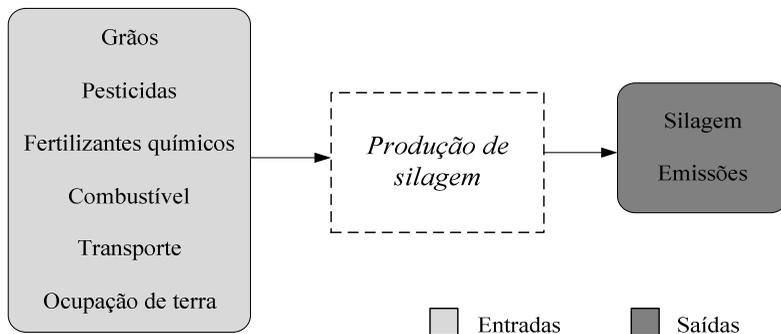


Figura 27: Fluxograma do subsistema de produção de forragem.

Síntese de leite

No subsistema síntese de leite representado na Figura 28 foram consideradas as etapas de consumo de pastagens (somente propriedade 1), concentrados, suplementação mineral, forragens, obtenção de água, edificações, produção de carne (ver Alocação) e as emissões oriundas dos animais que estão descritas no Item: Definições das equações para cálculos das emissões do sistema para a produção de leite. Este subsistema representa o animal em lactação.

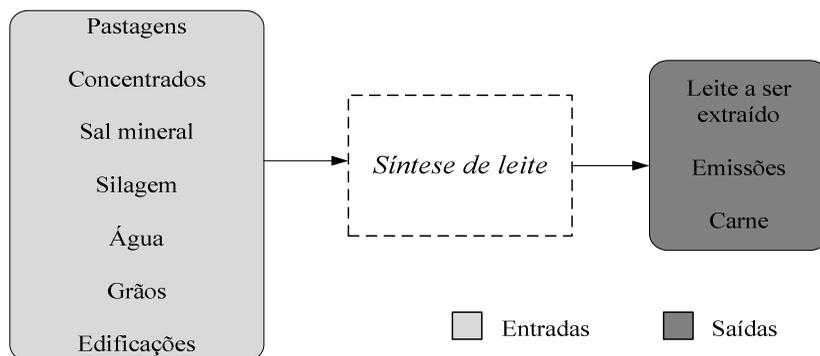


Figura 28: Fluxograma do subsistema de síntese de leite.

Para o cálculo de consumo de cada um dos insumos representados no fluxograma se deu em função da UF, considerando-se

os consumos por estações do ano. Na Tabela 9- estão apresentadas as respectivas produções de leite nas propriedades (kg de leite ECM) ao longo do período de estudo.

Tabela 9- Produção de leite ao longo das estações.

Produção de leite ECM (kg)		
Estação	Propriedade 1	Propriedade 2
Verão 2009	10606,99	25874,49
Outono 2009	11182,21	25817,61
Inverno 2009	11333,30	28914,82
Primavera 2009	11770,46	25397,75
Verão	9792,48	24882,94

Ordenha e armazenamento

No subsistema ordenha para a produção da UF, foram consideradas as etapas de pré-ordenha, ordenha e pós-ordenha. Na Figura 29 está representando o fluxograma deste subsistema, que foi baseado em Rosa e Queiroz (2007).

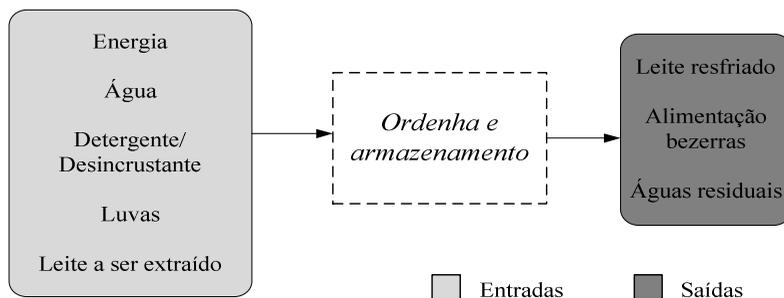


Figura 29: Fluxograma do subsistema de ordenha.

A etapa pré-ordenha abrange a higienização dos tetos, envolvendo a utilização de água, detergentes e luvas descartáveis (item apenas utilizado na propriedade 2), as toalhas para a secagem não foram consideradas devido aos produtores não as utilizarem. Na etapa ordenha, não são consideradas as maquinarias, somente seu consumo energético para a execução da atividade e as edificações. Na pós-ordenha, onde ocorre o armazenamento do leite e as lavagens dos equipamentos e instalações, onde novamente ocorre o uso de água, detergentes e energia

para a execução das atividades. Este subsistema possui duas saídas: a primeira para a alimentação das bezerras o rebanho e a segunda para a produção da UF, o mesmo foi construído no software Simapro®.

Produção de leite

A produção de leite (Figura 30) abrange todos os processos descritos nos limites do sistema do estudo. A produção deste subsistema se deu no Simapro®, utilizando-se do leite resfriado que é originado na ordenha e armazenamento e o transporte do produto até a plataforma de recebimentos dos laticínios, o que se caracteriza com a UF adotada.

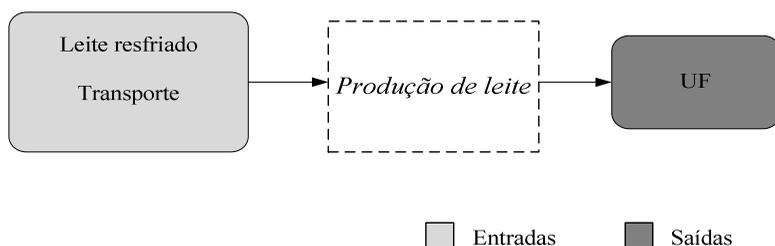


Figura 30: Fluxograma do subsistema produção de leite.

3.2.3. Definições das equações para cálculos das emissões do sistema

Os sistemas pastoris empregados na produção de ruminantes, produção de carne ou leite, possuem como característica a emissão de gases do efeito estufa (GEE) como metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e óxido nítrico (N_2O), originados de processos metabólicos nos animais e de aplicação de fertilizantes nitrogenados, respectivamente (PAULINO; TEXEIRA, 2009).

3.2.3.1. Síntese de leite

A contribuição para a emissão de metano (CH_4), gás gerado quando ocorrem situações de anaerobiose, como no rúmen dos animais, é 23 vezes mais potente na retenção de calor do que o CO_2 . Sua

produção faz parte do processo digestivo dos herbívoros ruminantes e a fermentação se dá durante o metabolismo dos carboidratos do material vegetal ingerido é um processo anaeróbio efetuado pela população microbiana ruminal, e os carboidratos celulósicos são convertidos em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácidos acéticos, propiônico e butírico. Nesse processo fermentativo, são dissipados calor pela superfície corporal e produzidos dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) (PEDREIRA; PRIMAVESI, 2008). Logo, serão consideradas as emissões pelos animais que participam sistema produtivo, ou seja, as vacas em lactação, terneiras e bezerras.

O CO₂ produzido por animal pela respiração foi considerado como uma média anual de 54 kg de gás carbônico por animal, conforme dados fornecidos por Paulino e Teixeira (2009). Neste caso não entraram apenas os animais em lactação, tendo em vista que as bezerras e as novilhas emitem este gás e entram no ciclo produtivo na fase adulta.

Para o cálculo das emissões destes animais foram considerados os métodos do IPCC (2006), que constam no Relatório sobre Criação de Animais de 2006, onde são estimadas as emissões de CH₄ e N₂O provenientes de animais. Os métodos exigem a definição das subcategorias de criação de gado, populações anuais e, para os métodos de nível mais elevado, consumo de ração e caracterização da mesma, todos os cálculos baseados no método, são apresentados a seguir:

3.2.3.2. Métodos do IPCC

População Anual

O relatório sugere que a população deve ser estimada, neste caso, consideraram-se o número total de animais das duas propriedades. A Tabela 10 apresenta os valores médios de cada categoria do rebanho que foram considerados:

Tabela 10- Número médio da população de gado leiteiro nas propriedades.

População de gado leiteiro nas propriedades		
Categoria Principal	Propriedade 1	Propriedade 2
Vaca leiteira	30,26	37
Vaca seca	8,6	4
Novilha	18,67	12
Bezerras	5,47	13
Total	63	66

Subcategorias de Criação

As populações devem ser classificadas em pelo menos três subcategorias principais: gado maduro produtor de leite, gado maduro e gado em crescimento. A classificação de cada subcategoria encontra-se na Tabela 11.

Tabela 11- Divisão mínima da população de gado leiteiro.

Categorias Representativas da Criação de Gado	
Categoria Principal	Subcategorias
Gado Adulto Produtor de Leite	<ul style="list-style-type: none"> • Fêmeas de alta produção que já tenham parido pelo menos uma vez e são usados principalmente para produção de leite. • Fêmeas de baixa produção que já tenham parido pelo menos uma vez e são usados principalmente para a produção de leite.
Gado Adulto	<ul style="list-style-type: none"> • Fêmeas utilizadas para procriação de gado de corte. • Gado utilizado para mais de uma finalidade (corte, leite, tração, etc). • Machos utilizados pra a reprodução. • Machos utilizados para fins de tração.
Gado em Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> • Bezerros pré-desmame; • Novilhas leiteiras para substituição; • Crescimento/engorda de gado pós-desmame; • Confinamento de bovinos alimentados com dietas contendo $\geq 90\%$ de concentrados

Fonte: IPCC, 2006.

Para cada uma das subcategorias definidas, além a população média anual, as seguintes informações são necessárias:

- Consumo de ração médio diário (MJ/dia e / ou kg/dia de matéria seca), e;
- Fator de conversão de metano (porcentagem de energia dos alimentos convertidos em metano).

Geralmente, os dados sobre o consumo de ração médio diário não estão disponíveis, especialmente para o gado de pasto. Conseqüentemente os seguintes dados gerais deverão ser recolhidos para estimar o consumo de ração para cada subcategoria:

- Peso (kg);
- Ganho de peso médio diário (kg). Este valor pode ser assumido como zero para animais maduros;
- Situação da alimentação: confinado, condições de pasto, pastagem;

- Produção de leite por dia (kg/dia) e teor de gordura (%);
- Valor médio do trabalho realizado por dia (horas/dia);
- Percentagem de fêmeas que dão à luz em um ano;
- Digestibilidade (%).

Estimativa de Ingestão Alimentar

a) **Peso (P) (kg):** é a informação sobre o peso vivo médio anual para cada subcategoria animal. Deve ser obtido a partir de estudos observacionais (coletas) ou bases de dados estatísticos, se estes já existirem. Dados de peso do animal quando abatido não devem ser utilizados no lugar de dados de peso vivo, uma vez que não conta para o peso total do mesmo.

b) **Ganho de Peso Médio Diário (GP) (kg/dia):** estes dados são geralmente coletados para animais em confinamento e animais jovens e/ou em crescimento. Aceita-se que animais maduros não têm nenhum peso líquido ganho ou perda durante um ano inteiro. Animais maduros frequentemente perdem peso durante a estação seca e ganham peso durante a estação seguinte. No entanto, o aumento das emissões associados a esta mudança de peso tendem a ser pequenos. Consumos reduzidos e emissões associadas as perda de peso são amplamente compensadas pela ingestão aumentada e as emissões durante os períodos de ganho de peso.

c) **Peso Adulto (PM) (kg):** o peso do animal adulto do grupo inventariado deve definir um padrão de crescimento, incluindo a alimentação e a energia necessária para o crescimento. Por exemplo, o peso, na maturidade de uma raça ou categoria de gado é geralmente considerado o peso do corpo na qual o desenvolvimento esquelético é completo. Isso é chamado de peso de referência. As estimativas de peso adulto são normalmente encontradas entre os pecuaristas e especialistas.

d) **Situação da Alimentação:** a situação alimentar mais precisa referente à categoria animal deve ser determinada segundo a Tabela 12. Caso a situação estiver entre as definições, as condições de alimentação devem ser descritas em detalhes. Poderá ser necessário atribuir o coeficiente mais apropriado

Tabela 12- Situações alimentares para o gado.

Coefficientes de Atividade (Ca) Correspondente à Situação Alimentar do Gado		
Situação	Definição	Ca
Galpão	Os animais são confinados a uma área pequena (amarrados em um celeiro, por exemplo). Com o resultado que eles gastam muito pouca ou nenhuma energia para adquirir alimentos.	0,00
Pastagem	Os animais são confinados em áreas com forragem suficiente exigindo gasto energético modesto para adquirir alimentos.	0,17
Grandes áreas de Pastejo	Animais pastam em terrenos escala aberta ou terreno montanhoso e significativa perda de energia gasta para adquirir alimentos.	0,36

Fonte: IPCC, 2006.

a) **Produção Média Diária de Leite (kg/dia)**

A produção diária média deve ser calculada dividindo a produção total anual por 365, ou relatada como produção média diária, juntamente com dias de lactação, por ano, ou estimada a produção sazonal dividido pelo número de dias por ano. Se estiver usando dados de produção sazonal, o fator de emissão deve ser desenvolvido para o período sazonal.

b) **Digestibilidade (%)**

A parcela da Energia Bruta (EB) na alimentação que não é excretada nas fezes pode ser considerada como o alimento digerido. A digestibilidade do alimento é geralmente expressa como uma porcentagem (%) da EB ou de Nutrientes Totalmente Digeridos (NTD). Valores de digestibilidade típicas para gado e tipos de dieta são apresentados na Tabela 13. Para ruminantes, a digestibilidade esta na faixa de 45-55% para alimentação por subprodutos de culturas e pastagens; 55-75% para pastagens, boas forragens conservadas e de grãos e 75-85% para as dietas à base de cereais alimentados em confinamento. Neste estudo, através do cálculo utilizando a fórmula proposta por Chandler, (1990) e dados secundários, obteve-se: 69,45% para o sistema semi extensivo e 75,29% para o sistema intensivo. (Tabela 13) para as duas propriedades.

Tabela 13- Valores de digestibilidade para animais ruminantes.

Categoria	Classe	Digestibilidade (DE%)
Ruminantes	Animais em confinamento alimentados com dieta concentrada $\geq 90\%$;	75 – 85 %
	Pastagem;	55 – 75 %
	Forragem de baixa qualidade;	45 – 55 %

Fonte: IPCC, 2006.

Cálculos de Energia Bruta (EB)

O desempenho animal e informações a respeito de sua dieta são utilizados para estimar a quantidade de ração consumida (em MJ/dia), que é a quantidade de energia necessária para o animal suprir suas necessidades básicas, bem como seu crescimento, lactação, e eventual gestação. A Tabela 14 fornece métodos para estimar a ingestão de energia bruta para as principais categorias de ruminantes.

Tabela 14- Equações para o cálculo estimativo da energia bruta para o gado.

Equações Utilizadas para Estimar o Consumo de Energia Bruta Diária para o gado	
Função Metabólica	Equações
Manutenção (NEm)	Equação 19
Atividade (NEa)	Equação 20
Crescimento (NEc)	Equação 21
Lactação (NEl)*	Equação 21
Força de Trabalho (NEtra)	Equação 22
Gestação (NEg)*	Equação 22
Relação de energia líquida disponível para a manutenção (REM)	Equação 23
Relação de energia líquida disponível para o crescimento (REC)	Equação 24
Energia Bruta	Equação 25

*Apenas para animais que já deram a luz

Fonte: IPCC, 2006.

a) *Energia para Manutenção (NEm)*: é a quantidade de energia necessárias para manter o animal em equilíbrio, quando a energia do corpo não é nem perdida e nem ganha.

$$NEm = Cfi * (P)^{0,75}$$

Equação 19

Onde:

NEm: energia requerida para a manutenção do animal (MJ / dia);

Cfi: coeficiente demonstrado na Tabela 15 (MJ / dia kg);

P: peso médio do animal vivo (kg).

Tabela 15- Valores do coeficiente utilizado na Equação 19.

Categoria Animal	Cf_i (MJ / dia kg)	Comentários
Gado não leiteiro	0,322	-
Gado leiteiro	0,386	É um valor 20% maior para a manutenção durante a lactação.
Touros	0,370	É um valor 15% maior para a manutenção do macho.

Fonte: IPCC, 2006.

b) *Energia para Atividade (NEa)*: é a quantidade de energia necessárias para atividades, como obter seu alimento, água e abrigo. É baseada na sua situação de alimentação.

$$NEa = Ca * NEm$$

Equação 20

Onde:

NE_a: energia requerida pelo animal para suas atividades (MJ / dia);

Ca: coeficiente correspondente a situação alimentar do animal;

NE_m: energia de manutenção (Equação 1), (MJ / dia).

c) *Energia para o Crescimento (NEc)*: é a energia necessária para o crescimento líquido (ou seja, o ganho de peso).

$$NEc = 22,02 * (Pm / (C * PM))^{0,75} * GP^{1,097}$$

Equação 21

Onde:

NE_c: energia requerida para o crescimento do animal (MJ / dia);

Pm: peso médio do corpo vivo dos animais na população, (kg);

C: coeficiente, 0,8 para fêmeas, 1,0 para machos castrados e 1,2 para machos;

PM: peso corporal adulto vivo de uma fêmea adulta em condição corporal moderada, (kg);

GP: ganho de peso médio diário dos animais na população, (kg / dia).

Nesta equação admitiu-se que as novilhas e as bezerras, de ambas as propriedades, tinham um aumento de peso de 0,2 kg/dia e 0,4 kg/dia, respectivamente. Já os animais adultos o valor é zero.

d) *Energia para a Lactação (NE_l):*

$$NE_l = Leite * (1,47 + 0,40 * PG)$$

Equação 22

Onde:

NE_l : energia requerida para a lactação (MJ / dia);

Leite : montante de leite produzido em média por dia (kg de leite / dia);

PG : % de gordura contida no leite (% do peso).

Consideraram-se os mesmos valores atribuídos para a correção de leite para a gordura no cálculo do leite corrigido pela energia.

e) *Energia para o Trabalho (NE_{tra}):* é a energia necessária para realização de trabalho. O trabalho realizado pelo animal influencia a demanda de energia.

$$NE_{tra} = 0,10 * NE_m * horas$$

Equação 23

Onde:

NE_{tra}: energia requerida para o trabalho (MJ / dia);

NE_m : energia necessária para a manutenção do animal (MJ / dia);

horas: número de horas trabalhadas por dia.

A energia para o trabalho foi considerada como nula, tendo em vista que os animais não exercem qualquer função, a não ser a produção de leite, nas propriedades.

f) *Energia Necessária para a Gestação (NE_{gra}):* é a energia necessária durante o período de gestação.

$$NE_{gra} = C_{gra} * NE_m$$

Equação 24

Onde:

NE_{gra} : energia requerida durante o período de gestação (MJ / dia);

C_{gra} : coeficiente de gestação, que para o gado é 0,10;

NE_m : energia de manutenção do animal (MJ / dia);

Quando utilizar a NE_{gra} para calcular a Energia Bruta, a estimativa NE_{gra} deve ser ponderado pela parcela de fêmeas maduras que realmente passaram a gestação em um ano. Por exemplo, se 80% das fêmeas maduras na categoria deram à luz em um ano, então 80% do valor da NE_{gra} seria usado na equação EB. Considerou-se que todos os animais maduros possuíam uma gestão anual.

Relação de energia líquida disponível para a manutenção (REM):

$$REM = \{1,123 - (4,092E10^{-3} * DE\%) + [1,126E10^{-5} * (DE\%)^2] - (25,4 / DE\%)\}$$

Equação 25

Onde:

REM: rateio de energia líquida disponível em uma dieta de manutenção de energia digestível consumida;

DE%: energia digestível, expressa como uma porcentagem da energia bruta;

Relação de energia líquida disponível para o crescimento (REC):

$$REC = \{1,164 - (5,160E10^{-3} * DE\%) + [1,308E10^{-5} * (DE\%)^2] - (37,4 / DE\%)\}$$

Equação 26

Onde:

REC: rateio de energia líquida disponível em uma dieta de crescimento de energia digestível consumida;

DE%: energia digestível, expressa como uma porcentagem da energia bruta;

Energia Bruta (EB):

$$EB = \{[(NE_m + NE_a + NE_l + NE_{tra} + NE_{gra}) / REM] + (NE_c / REC)\} / (DE\% / 100)$$

Equação 27

Onde:

EB: Energia Bruta (MJ / dia);

NE_m: energia requerida para a manutenção do animal (MJ / dia);

NE_a: energia requerida pelo animal para suas atividades (MJ / dia);

NE_l: energia requerida para a lactação (MJ / dia);

NE_{tra}: energia requerida para o trabalho (MJ / dia);

NE_{gra}: energia requerida durante o período de gestação (MJ / dia);

REM: rateio de energia líquida disponível em uma dieta de manutenção de energia digestível consumida;

NE_c: energia requerida para o crescimento do animal (MJ / dia);

REC: rateio de energia líquida disponível em uma dieta de crescimento de energia digestível consumida;

DE%: energia digestível, expressa como uma porcentagem da energia bruta.

Uma vez que os valores de EB foram calculados para cada categoria animal, a ingestão de alimentos em unidades de quilogramas de matéria seca por dia (kg / dia) também deve ser calculada. Para converter de EB em unidades de energia para consumo de matéria seca (CMS), divide-se EB pela densidade de energia da ração. Um valor padrão de 18,45 MJ / kg de matéria seca pode ser usado se as informações específicas de alimentação não estão disponíveis. O resultado do consumo diário de matéria seca deve ser da ordem de 2% a 3% do peso corporal dos animais adultos ou em crescimento. Em vacas leiteiras de alta produção, o consumo pode ser superior a 4% do peso corporal.

Estimativa de Consumo de Ração

Previsão do CMS do gado baseia-se no seu peso corporal e na concentração de energia da dieta líquida estimada (NE_{ma}). Ou nos valores de digestibilidade (DE%). A concentração NE_{ma} pode variar 3,0-9,0 MJ / kg de matéria seca. Os valores típicos para dietas de alta, moderada e baixa qualidade são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16- Valores para estimação da concentração da dieta líquida para gado.

Valores de NE_{ma} para dietas típicas da bovinocultura	
Tipo de Dieta	NE_{ma} (MJ / kg matéria seca)
Teor de grãos \geq 90%	7,5 – 8,5
Alta qualidade da forragem (leguminosas e gramíneas)	6,5 – 7,5
Forragem de qualidade moderada (leguminosas e gramíneas em meia estação)	5,5 – 6,5
Baixa qualidade da forragem (gramíneas velhas)	3,5 – 5,5

Fonte: IPCC, 2006.

Os valores da Tabela 16 também podem ser usados para estimar valores mistos com base na estimativa da qualidade da dieta. Por exemplo: uma dieta mista de cereais e forrageiros poderia ter um valor de NE_{ma} semelhante ao de uma dieta de forragem de alta qualidade. Uma dieta baseada em palha e cereais poderia ser assumir uma NE_{ma} semelhante ao de uma forragem de qualidade moderada. No caso deste trabalho como os animais recebem forragem e concentrados, foi considerado o NE_{ma} de 7,5.

Estimativa da ingestão de matéria seca (CMS) para bovinos de leite:

$$CMS = \{[(5,4 * P) / 500] / [(100 - DE\%) / 100]\}$$

Equação 28

Onde:

CMS: consumo de matéria seca (kg / dia);

P: peso do animal vivo (kg);

DE%: digestibilidade (% da energia bruta).

Estimativa da ingestão de matéria seca (CMS) para bovinos em crescimento:

$$CMS = P^{0,75} * [(0,2444 * NE_{ma} - 0,0111 * NE_{ma}^2 - 0,472) / NE_{ma}]$$

Equação 29

Onde:

CMS: consumo de matéria seca (kg / dia);

P: peso do animal vivo (kg);

NE_{ma}: estimativa da concentração de energia líquida da dieta;

Emissões de Metano pela Digestão Entérica

Conforme o IPCC (2006), geralmente, quanto maior o consumo de ração, maior é a emissão de metano pelo animal, embora, a emissão de metano também pode ser afetada pela composição da dieta. O consumo de ração está relacionado ao tamanho do animal, taxa de crescimento e produção (por exemplo: leite).

Para refletir a variação das taxas de emissão entre as espécies animais, a população de animais deve ser dividida em subgrupos, e uma taxa de emissões por animal é estimado para cada subgrupo. A quantidade de metano emitida por um subgrupo populacional é calculado multiplicando a taxa de emissão por animal pelo número de animais no subgrupo (IPCC, 2006).

Fatores de Conversão de CH₄

Os fatores de emissão de animais são estimados com base no consumo bruto de energia e no fator de conversão de metano para a categoria.

O fator de conversão de metano (Tabela 17) é um valor estimado segundo algumas relações entre as características gerais de alimentação e práticas de produção encontrada nos países desenvolvidos e muitos países em desenvolvimento. Quando a disposição de alimentos é boa (ou seja, alta digestibilidade e alto valor energético), o menor limite deve ser usado. Quando mais pobre a dieta disponível, os limites mais altos são

mais adequados. Para bezerros que consomem apenas leite, em sua fase de amamentação, o fator de conversão pode ser considerado zero.

Tabela 17 - Fatores de conversão de metano.

Fatores de Conversão de CH₄ pra a Criação de Gado (Y_m)	
Categoria de Gado	Fator de Conversão
Gado alimentado em confinamento (≥ 90% concentrados);	3,0% ± 1%
Gado leiteiro e bezerros (filhotes);	6,5% ± 1%
Gado alimentado por dieta de culturas de baixa qualidade e subprodutos;	6,5% ± 1%
Gado criado por pastejo;	6,5% ± 1%

Fonte: IPCC, 2006.

Fatores de Emissão

Um fator de emissão para cada categoria animal deve ser desenvolvido segundo a equação apresentada a seguir:

$$FE = [EB * (Y_m / 100) * 365] / 55,65]$$

Equação 30

Onde:

FE: fator de emissão (kg de CH₄ / cabeça de gado ano);

EB: energia bruta (MJ / cabeça de ado dia);

Y_m: fator de conversão do metado (%);

O valor 55,65 (CH₄ MJ / kg) é o conteúdo energético do metano.

Esta equação do fator de emissão pressupõe que os fatores de emissão estão sendo desenvolvidos para uma categoria animal para um ano inteiro (365 dias). Em algumas circunstâncias, a categoria de animal pode ser definida por um curto período (por exemplo, para a estação chuvosa do ano, ou para uma alimentação em confinamento durante 150 dias). Neste caso, o fator de emissão seria estimado para o período determinado (por exemplo, a estação das chuvas) e o valor de 365 dias seria substituído pelo número de dias no período.

Total de Emissões

Para estimar as emissões totais, os fatores de emissão selecionados são multiplicados pela população animal associada e

somados. As estimativas de emissões devem ser comunicados em Gigagrams (Gg).

Emissões de Metano Pelo Gerenciamento de Dejetos

A decomposição do esterco sob condições anaeróbicas (isto é, na ausência de oxigênio), durante o armazenamento e tratamento produz CH₄. Essas condições ocorrem mais rapidamente e em maior volume, quando um grande número de animais é gerenciado em um espaço confinado (por exemplo, as explorações leiteiras de gado confinado), e onde o estrume é eliminado de sistemas de base líquida.

Os principais fatores que afetam as emissões de CH₄ são a quantidade de dejetos produzidos e a porção deste que se decompõe anaerobicamente. O primeiro depende da taxa de produção de resíduos por animal e o número de animais, o outro depende da forma como os dejetos são geridos.

Quando o estrume é armazenado ou tratado com base líquida (em lagoas, lagos, tanques ou poços), ele se decompõe anaerobicamente e pode produzir uma quantidade significativa do CH₄. A temperatura e o tempo de retenção da unidade de armazenamento afeta diretamente a quantidade de metano produzida. Quando, por outro lado, os dejetos são tratados com base sólida (em pilhas ou leiras) ou quando são depositados em pradarias e pastagens, tendem a decompor-se em condições aeróbicas e menos CH₄ é produzido. A Equação 31 demonstra, de forma simplificada, como calcular as emissões de CH₄ do gerenciamento de dejetos:

$$CH_{4dejetos} = \sum(t) (FE_{(t)} * N_{(t)}) / 10E6$$

Equação 31

Onde:

CH₄ dejetos: emissões de CH₄ provenientes do gerenciamento de dejetos, para uma população definida, (Gg CH₄ / ano);

FE_(t): fator de emissão para cada categoria (t) especificada (kg de CH₄ / cabeça de gado ano);

N_(t): número de animais para cada categoria (t);

T: categorias de criação de gado.

Emissões de N₂O Pelo Gerenciamento de Dejetos

O N_2O é ocasionado, direta e indiretamente, durante o armazenamento e tratamento dos dejetos.

Emissões Diretas

Taxa Anual Média de Excreção de Nitrogênio, $N_{ex}(T)$

Taxa de excreção de nitrogênio anual deverá ser determinado para cada categoria de animais definidos.

$$N_{ex(t)} = N_{rate(t)} * (TAM / 1000) * 365$$

Equação 32

Onde:

$N_{ex(t)}$: média anual da excreção de N per capita de categoria animal T, (kg N / animal ano);

$N_{rate(t)}$: taxa de excreção padrão de N, kg de N por 1000 kg de massa animal por dia(Ver Tabela 18);

TAM: massa típica do animal de T categoria (kg), 400 kg para gado leiteiro brasileiro e 305 kg para demais gados.

Tabela 18- Valores de $N_{rate(t)}$ para cálculo de emissões.

Taxas de Excreção de Nitrogênio (kg de N por 1000 kg de massa animal por dia)	
Categoria	Região
	América Latina
Gadoleiteiro	0,48
Outro gado	0,36

Fonte: IPCC, 2006.

Cálculo das Emissões Diretas de N_2O

$$N_2O_{D(md)} = \{ \sum_{(s)} [\sum_{(t)} (N_{(t)} * N_{ex(t)} * MS_{(t,s)})] * EF_{3(s)} \} * 44 / 28$$

Equação 33

Onde:

$N_2O_{D(md)}$: emissões diretas de N_2O (kg N_2O / ano);

S: sistema de gerenciamento de dejetos;

T: categoria/espécie animal;

N_(t): número de cabeças da categoria animal T;

N_{ex(t)}: média anual da excreção de N per capita de categoria animal T, (kg N / animal ano);

MS(t,s): fração de nitrogênio total excretado anualmente para cada uma das categorias animais T, que é gerenciada no sistema de tratamento de dejetos S, adimensional. Ver Tabela 19- ;

EF_{3 (s)}: fator de emissão para as emissões de N₂O direta do sistema de gerenciamento de dejetos S, (kg N₂O N / N kg). Ver Tabela 20;

44 / 28= conversão de emissões de N₂O-N (mm) para emissões de N₂O (mm);

Tabela 19- Valores para MS % para gado leiteiro.

Uso do Sistema de Gerenciamento de Dejetos (MS %)	
Sistema de Gerenciamento de Dejetos	América Latina
Lagoa	0,0
Chorume / Líquido	1,0
Armazenamento	1,0
Lote de Secagem	0,0
Pastagem / Cercado	36,0
Dispersão Diária	62,0
Digestor	0,0
Queima para Combustível	0,0
Outros	0,0

Fonte: IPCC, 2006.

Tabela 20- EF₃ de acordo com gerenciamentos de dejetos.

Fatores de Emissões Padrão para Emissões de N₂O Direto do Gerenciamento de Dejetos

Sistema	Definição	EF ₃
Pastagem / Cercado	Os dejetos não são gerenciados e, depositam-se no solo a medida que são produzidos.	-
Dispersão Diária	Os dejetos são rotineiramente removidos do local de confinamento e são aplicados na lavoura ou pastagem em 24 horas após a excreção.	0
Armazenamento	A armazenagem do estrume, normalmente por um período de vários meses em pilhas.	0,005
Lote de Secagem	Área de confinamento aberta pavimentada ou não, sem qualquer cobertura vegetal significativa.	0,02
Chorume / Líquido	Os dejetos são armazenados como excretado ou com alguma adição mínima de água para facilitar o tratamento.	0,005

Continuação da Tabela 19: EF₃ de acordo com gerenciamentos de dejetos.

Fatores de Emissões Padrão para Emissões de N₂O Direto do Gerenciamento de Dejetos

Sistema	Definição	EF ₃
Lagoa Anaeróbica	As lagoas anaeróbicas são projetadas e operadas para combinar resíduos estabilização e armazenagem.	
Fosso	Fosso de armazenamento abaixo dos animais confinados	,002
Digestor Anaeróbico	Estabiliza resíduos pela redução microbiana de compostos orgânicos de CH ₄ e CO ₂ , que são capturados e queimados ou utilizados como combustível.	
Compostagem	Em canal fechado, com aeração forçada e mistura contínua ou sem mistura.	,006
Compostagem Intensiva	Em leiras, com viragem regular para aeração e mistura.	,1
Compostagem Passiva	Em leiras, com viragem não freqüente para aeração e mistura.	,01
Tratamento Aeróbico	A oxidação biológica do chorume coletado como um líquido com um aeração forçada ou natural. Com aeração forçada.	,005
Tratamento Aeróbico	A oxidação biológica do chorume coletado como um líquido com um aeração forçada ou natural. Com aeração natural.	,01

Fonte: IPCC, 2006.

Emissões Indiretas

Cálculo das Emissões Indiretas de NH₃ pela Volatilização

$$N_{\text{volatilização-MMS}} = \sum_{(s)} [\sum_{(t)} I(N_{(t)} * Nex_{(t)} * MS_{(t,s)}) (Frac_{\text{gasMS}} / 100)_{(T,S)}]]$$

Equação 34

Onde:

N_{volatilização-MMS}: montante de emissões de N₂O que é perdido na volatilização do NH₃ e NO_x (kg N / ano);

S: sistema de gerenciamento de dejetos;

T: categoria/espécie animal;

N_(t): número de cabeças da categoria animal T;

Nex_(t): média anual da excreção de N per capita de categoria animal T, (kg N / animal ano);

MS (t,s): fração de nitrogênio total excretado anualmente para cada uma das categorias animais T, que é gerenciada no sistema de tratamento de dejetos S, adimensional. Ver Tabela 19- ;

FracgasMS: porcentagem de Nitrogênio gerenciados para T categoria de animais que volatiliza como NH₃ e de NO_x no sistema de gerenciamento de dejetos S, (%).

Tabela 21- Valores padrões para a perda de nitrogênio por volatilização de NH₃ e de NO_x.

Sistema de gerenciamento de dejetos (MMS) ^a	N perda de MMS, devido à volatilização de N-NH ₃ e N-NO _x (%) ^b Frac _{GasMS} (Faixa de Frac _{GasMS})
Lagoa Anaeróbia	35% (20-80)
Líquido/ Pasta	40% (15- 45)
Armazenamento em poço	28% (10-40)
Muito Seco	20% (10-35)
Armazenamento sólido	30% (10-40)
Propagação Diária	7% (5-60)

^aSistema de Gestão de efluentes inclui perdas associadas ao N na habitação e no sistema de armazenamento

^bTaxas de volatilização com base na avaliação do IPCC Expert Group nas seguintes fontes: Rotz(2003), Hutchings et al. (2001) e U.S EPA(2004)

Fonte: IPCC, 2006.

Os valores das perdas de N por volatilização conforme IPCC (2006) se dão essencialmente na forma de NH₃, logo, foi considerado como emissão desta substância para a construção do inventário para os cálculos dos impactos ambientais associados e o sistema de gerenciamento é o armazenado em poço.

Emissões da produção de forragem e pastagem

As emissões do sequestro de carbono da produção de forragem não foram consideradas em virtude de que a biomassa das pastagens e forragens empregadas na produção de leite dos dois sistemas permanece pouco tempo cultivada para que seja contabilizado o sequestro.

3.3. REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV)

A construção do inventário do ciclo de vida da cadeia produtiva da propriedade 1, se deu pela coleta de dados da Tabela 22, referentes ao sistema produtivo. Os dados foram fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, através da

Contabilidade Agrícola (Contagri), realizado em diversas propriedades do Estado. O Contagri é um sistema informatizado de contabilidade agrícola, desenvolvido para fins de gerenciamento de propriedades rurais. Estes dados identificam as entradas e saídas de cada processo elementar que constitui o sistema de produção de leite nas propriedades. Porém, os dados de consumo mensal para cálculo do consumo por estação foram obtidos através de visitas à propriedade e a realização de questionamentos sobre os consumos.

Tabela 22- Dados para o inventário do ciclo de vida da propriedade 1.

ESPECIFICACAO	UNIDADE	ESPECIFICACAO	UNIDADE
<u>Adubos e fertilizantes</u>		<u>Alimentação animal</u>	
Aduboquímico (NPK)	kg	RaçãoNovilhas	Kg
Uréia	kg	Raçãobezerros	kg
Fósforo	kg	Raçãobovinoslactação	kg
Cloreto	kg	Leitealimentação	L
Potássio	kg	Sal mineral	kg
Calcário	kg	Silagem	kg
Orgânico (esterco)	kg	Pastagem	kg
<u>Insumosquímicos</u>		<u>Sementes</u>	
Calisto®	L	Sementemilho	kg
Furasim®	L	Sementeaveia	kg
Primoleo®	L	Sementeazevém	kg
<u>Outros</u>			
Energia	KW		
Óleocombustível	L		
Desinfetantealcalino	L		
Desinfetante à base ácido	L		

Para a propriedade 2, os dados descritos na Tabela 23 foram coletados diretamente na propriedade, através de planilhas de controle que o produtor utiliza para a administração da mesma e a partir de visitas ao local.

Tabela 23- Dados para inventário do ciclo de vida da propriedade 2.

ESPECIFICACAO	UNIDADE	ESPECIFICACAO	UNIDADE
<u>Adubos e fertilizantes</u>		<u>Alimentação animal</u>	
Aduboquímico (NPK)	kg	RaçãoNovilhas	kg
Uréia	kg	Raçãobezerros	kg
		Raçãobovinoslactação	kg
<u>Insumosquímicos</u>		<u>Leitealimentação</u>	
Cropstar®	L	Farelo de soja	L
Soberan®	L	Farelo de gérmen de	kg
Primoleo®	L		kg

		milho	
Zapp QI®	L	Sal comum	kg
Sanson ®	L	Sal mineral	kg
Vexter ®	L	Silagem	kg
Ager zinco®	L	Bicarbonato de sódio	kg
<u>Outros</u>		<u>Sementes</u>	
Energia	KW	Sementemilho	kg
Óleocombustível	L		
Luvadescartáveis	un		
Desinfetante à base de iodophor	L		
Desinfetante à base de diaminopropil	L		

Após a fase de coleta de dados, foi necessária a transformação dos mesmos para a adequação da unidade funcional e caracterização do escopo determinado, utilizando software EXCEL®.

Para a gestão do inventário utilizou-se o Software Simapro®, onde se estabeleceu os subsistemas para a produção de 1 kg ou L de cada entrada de insumo envolvida no escopo deste trabalho. Foi adotado este valor para facilitar a construção das entradas e saídas para cada estação das propriedades.

Os resultados do inventário do ciclo de vida foram verificados e validados de acordo com o previsto nas normas ISO 14044 (2009), que preconiza a verificação das leis de conservação de massa e energia ou balanço de massa e energia, que se faz necessário para que os dados confirmem e forneçam evidências de que os requisitos de qualidade para a aplicação pretendida neste estudo.

3.4. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

A avaliação de impactos que permite identificar, caracterizar e avaliar os impactos potenciais ao meio ambiente associados aos dados levantados no inventário. É constituída pelas seguintes etapas: classificação, caracterização, normalização, agrupamento e ponderação (CASTANHERA, 2008).

O método para determinar os impactos ambientais associados a produção de leite em ambos os sistemas foi o CML 2001 modificado. O método original possui um total de 12 categorias, porém, neste trabalho foram consideradas as seguintes: aquecimento global, acidificação, eutrofização, depleção abiótica, ocupação de terra e acrescentada a demanda de energia cumulativa total. Estas são as categorias mais recorrentes nos trabalhos relacionados à ACV da produção de leite

conforme pode ser verificado em Hospido e colaboradores (2003), Boer, (2003) e Castanheira, (2008). A categoria depleção da camada de ozônio não será considerada em virtude que as produções de leite e de carne emitirem quantidades insignificantes de substância responsáveis por esta categoria (AUDSLEY et al., 1997, VAN DIJK, 2001).

A depleção abiótica refere-se a proteção do bem estar e da saúde humana e o seu indicador está associado a extração de minerais e combustíveis fósseis. O aquecimento global (alterações climáticas) refere-se aos efeitos adversos na saúde humana e dos ecossistemas e o indicador desta categoria está relacionado as emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera. A acidificação consiste na deposição ácida (indicador) na água e no solo em virtude da liberação de íons de hidrogênio por diversas substâncias. A eutrofização é o enriquecimento dos ecossistemas através do depósito de N, P e substâncias orgânicas degradáveis, resultando em um aumento da produção de biomassa e diminuição da concentração de oxigênio nos meios receptores (CASTANHERA, 2008). A demanda de energia consiste no uso acumulado de energia elétrica (ZANGHELINI, 2010). E a ocupação de terra reflete no uso de terras que foram descaracterizadas para outras finalidades, por exemplo, florestas transformadas em pastagens.

Os fatores de caracterização de impacto das categorias empregadas nesta avaliação utilizou-se das seguintes substâncias equivalentes e suas respectivas unidades: kg Sb eq para a depleção abiótica, kg SO₂eq para a acidificação, kg PO₄eq para a eutrofização, kg CO₂eq para o aquecimento global, m²a para a ocupação de terra e MJ eq para a demanda de energia. Sendo que esta etapa é realizada no próprio software através do método escolhido.

3.5. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Foi realizada uma avaliação dos resultados provenientes da análise do inventário e da avaliação dos impactos para os sistemas de produção de leite verificando se os mesmos atendiam aos objetivos e ao escopo propostos. Após isso, foram realizadas as comparações e análises que podem ser verificadas no item: Resultados e Discussões.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa, após a verificação de atendimento ao escopo e objetivos propostos, estão organizados conforme a metodologia de ACV. Primeiramente são apresentados os resultados que se referem a alocação econômica, uma etapa necessária para não atribuir os impactos ambientais apenas para o leite, mas também para a carne. Posteriormente apresentam-se as emissões de gases de efeito estufa calculadas pelo método do IPCC. Finaliza-se apresentando os resultados do inventário em cada categoria de impacto analisada (Depleção abiótica, Acidificação, Eutrofização, Aquecimento global (GWP 100), Depleção da camada de ozônio (ODP), Toxicidade humana, Ecotoxicidade aquática, Ecotoxicidade marinha, Ecotoxicidade terrestre, Oxidação fotoquímica, Ocupação de terra, Demanda de energia acumulativa total) para os sistemas de produção de leite intensivo e semi extensivo.

4.2. ALOCAÇÃO

A alocação que consiste na divisão dos impactos ambientais atribuídos a produção de leite e carne que foi definida na fase de objetivo e escopo do trabalho resultou nos seguintes valores para o sistema intensivo: 95,77% para o leite e 4,23% para a carne e 79,15% para a produção de leite e 20,85% para a produção de carne no sistema semi extensivo. Os valores da propriedade semi extensiva e intensiva não foram similares aos encontrados por Cederberg e Mattsson (2000), Cederberg e Dalenius (2001) e Casey e Holden (2005), que alocaram 85% dos impactos ambientais para a produção de leite e 15% para a produção de carne. Entretanto, os valores difeririam devido à diferença da produtividade de leite por animal.

4.3. EMISSÕES DA SÍNTESE DE LEITE

A emissão de CH₄ oriunda da fermentação entérica e do manejo dos dejetos (emissões diretas (N) e indiretas (NH₃)) foram calculadas pelo método do IPCC por unidade de categoria de animal em cada uma das estações do ano avaliadas.

4.3.1. Emissões dos animais

As vacas leiteiras, novilhas e bezerras do sistema de produção de leite semi extensivo emitiram no ano de 2009, respectivamente: estão apresentadas na Tabela 24. Os resultados para cada cálculo do método estão apresentados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 24 - Emissão anual de CH₄ por animal na propriedade semi extensiva.

Categoria	kg animal/ano
Vaca	62,77
Novilha	49,06
Bezerras	16,39

A categoria de bovino leiteiro adulto apresenta o maior valor do fator de emissão de CH₄, pois necessita de mais Energia para a manutenção (NE_m) do seu organismo. A Energia necessária para a gestação (NE_{gra}), Energia para atividade (NE_a) e Energia para a lactação (NE_l), resultam em um valor elevado de Energia Bruta (EB) quando comparada às demais categorias. Esta categoria é seguida pela categoria das novilhas, que resultaram em uma necessidade superior de Consumo de Matéria Seca (CMS) superior para o seu crescimento. As bezerras apresentam valores inferiores as demais categorias.

As emissões para o rebanho do sistema de produção de leite intensivo no ano de 2009 estão apresentadas na Tabela 25.

Tabela 25- Emissão anual CH₄ por animal na propriedade intensiva.

Categoria	kg animal/ano
Vaca	107,27
Novilha	102,54
Bezerras	21,94

As mesmas necessidades energéticas de cada uma das categorias da propriedade semi extensiva são aplicadas à propriedade intensiva, com exceção da NE_a, pois, os animais são confinados, o que ocasiona em pouco ou nenhum gasto de energia para adquirir alimentos.

O que contribui para a diferença entre os rebanhos é a produção de leite anual das propriedades. Enquanto um bovino leiteiro adulto da propriedade intensiva requer 83,17 MJ/dia de NE_l para produzir 30,08 L de leite com 3,37% de gordura, o animal da propriedade semi extensiva produz 9,03 L de leite com 4,64% de gordura, requerendo 30,02 MJ/dia de NE_l.

A alimentação foi considerada como um fator de contribuição em virtude que os valores de digestibilidade calculados foram os diferentes para as duas propriedades em estudo. Entretanto, apesar da diferença da alimentação, os valores de digestibilidade não variam muito.

Os valores de emissão dos animais adultos para o rebanho da propriedade em sistema semi extensivo e intensiva são inferiores ao apresentado no estudo de Primavesi e colaboradores (2004), cujo valor do potencial para a emissão de uma vaca leiteira alimentada com pastagem adubada foi de 121 kg de CH₄/ano.

A mesma diferença ocorre para as novilhas da propriedade semi extensiva (47,61 kg de CH₄/ano) e intensiva (65,84 kg de CH₄/ano), que são inferiores ao valor de 83,00 kg de CH₄/ano para as novilhas alimentadas com pastagem adubada, apresentado pelo mesmo estudo. Porém, o valor de emissão de 66,00 kg de CH₄/ano para as novilhas alimentadas com pastagem sem adubação é inferior ao da propriedade de sistema intensivo. Esta comparação de resultados deve ser avaliada com cautela em virtude de que o valor foi obtido pela técnica do traçador interno SF₆, diferente do método deste trabalho.

No manual do IPCC, os bovinos leiteiros emitem em média 118,00 kg de CH₄ por animal/ano. Sendo que os resultados aqui apresentados são todos inferiores ao valor. Já quando comparados o valor obtido por Cederberg e Mattsson (2000), também são inferiores, pois, os valores do estudo obtiveram 155,00 kg de CH₄ por animal/ano no sistema de produção de leite convencional e 173,60 kg de CH₄ por animal/ano no sistema de produção de leite orgânico. Isso deve-se ao maior consumo de forragens pelos animais do sistema orgânico do que no sistema convencional.

As emissões dos animais não se baseiam apenas nas emissões oriundas do processo digestivo, mas também do gerenciamento dos dejetos do rebanho que geram emissões diretas e indiretas, que são apresentadas a seguir.

4.3.2. Emissões dos dejetos

Para as propriedades em estudo, as emissões oriundas dos animais adultos são as principais contribuintes, seguidos das novilhas com e das bezerras. (Tabela 26).

Tabela 26- Emissão anual de kg de CH₄ oriundo de dejetos nas propriedades.

	Propriedade Semi extensiva	Propriedade Intensiva
Vacas	1889,38	3969,22
Novilhas	915,98	1230,44
Bezerras	89,67	285,44

A propriedade semi extensiva possui um maior número de bezerras (13 animais) quando comparando ao número de novilhas (12 animais) do mesmo rebanho. As emissões não são superiores para esta classe devido a emissão de cada um dos animais serem diferentes.

Na propriedade intensiva o número de novilhas (19,3 animais) é superior ao de bezerras (5,3 animais) o que resulta em emissões superiores para esta classe quando comparadas. Assim como ocorre na propriedade semi extensiva, os animais adultos (38,3 animais) são os maiores responsáveis pelas emissões de CH₄.

A diferença entre as emissões dos dois rebanhos ocorre pela maior demanda de EB para a manutenção dos animais da propriedade intensiva, considerando que o mesmo fator de conversão de CH₄ (Y_m) foi empregado para os cálculos em ambas as propriedades.

Os dejetos, além de produzirem emissões também são responsáveis por emissões diretas e indiretas oriundas do seu gerenciamento, as quais são apresentadas a seguir:

Emissões diretas

Uma das emissões diretas do manejo de dejetos é a taxa média anual de excreção de Nitrogênio (N), uma emissão direta do armazenamento e tratamento (Tabela 27). Para a propriedade semi extensiva as emissões dos bovinos leiteiros adultos são os principais contribuintes seguidos das novilhas e das bezerras. Apesar do número de bezerras ser superior ao de novilhas, a produção de dejetos por animal desta classe é inferior. Já para a propriedade intensiva, os animais adultos são também os principais responsáveis, seguido das novilhas e das bezerras.

Tabela 27- Taxa média anual de excreção de Nitrogênio.

	Propriedade Semi extensiva	Propriedade Intensiva
Vacas	78,84	112,13
Novilhas	35,04	78,84
Bezerras	17,52	35,04

Os valores de emissão anual de N das novilhas e das vacas da propriedade semi extensiva são iguais aos valores das bezerras e das novilhas da intensiva em virtude que estas categorias possuem o mesmo peso corpóreo. Para a realização dos cálculos são considerados o peso médio, a produção de dejetos e a quantidade de animais de cada classe.

Outra emissão direta do manejo dos dejetos dos rebanhos é a emissão anual de N_2O , cujos valores dos fatores para este estudo são apresentados na Tabela 28. O sistema de manejo de dejetos considerado em que ambas as propriedades é o armazenamento, e a fração de N total excretado.

Tabela 28- Emissão anual direta de N_2O pelo rebanho nas propriedades.

	Propriedade Semi extensiva	Propriedade intensiva
Vacas	0,03	0,44
Novilhas	0,01	0,03
Bezerras	0,006	0,01

Na propriedade semi extensiva os bovinos leiteiros adultos são os maiores contribuintes para a emissão direta de N_2O , seguido das novilhas e das bezerras. Na propriedade em sistema intensivo os adultos contribuem com 0,44 kg de N_2O , as novilhas com 0,03 kg de N_2O e as bezerras com 0,01 kg de N_2O .

O diferencial entre os valores resultantes de ambas as propriedades deve-se os valores da taxa média anual de excreção de N e o número de animais em cada classe do rebanho.

Emissões indiretas

Para estes cálculos foram considerados os fatores de emissões como exclusivamente de NH_3 . Para a propriedade semi extensiva os animais adultos foram os principais contribuintes com, seguidos das novilhas e das bezerras. Para a propriedade intensiva as classes de animais seguiram a mesma ordem de contribuição que a propriedade semi extensiva(Tabela 29).

Tabela 29-Emissão anual indireta de NH_3 pelo rebanho nas propriedades.

	Propriedade Semi extensiva	Propriedade intensiva
Vacas	668,00	1161,65
Novilhas	183,17	264,90
Bezerras	26,83	127,55

As emissões indiretas estão associadas ao sistema de manejo para ambas as propriedades foram consideradas como líquido/pasta com 40% de volatilização. A taxa média anual de excreção de N e o número de animais em cada classe do rebanho são responsáveis pela diferença das emissões entre as propriedades.

Os impactos ambientais associados à produção de leite nos dois sistemas são apresentados a seguir, primeiramente em cada sistema de produção e depois comparando ambos os sistemas.

4.4. INVENTÁRIO DA PRODUÇÃO DE LEITE

Para a construção do inventário foram consideradas todas as entradas e saídas para cada um dos subsistemas que constituem os respectivos sistemas de produção do leite, conforme descrito no item METODOLOGIA.

4.4.1. Sistema Semi Extensivo

Neste item são apresentados os resultados do inventário para a propriedade com sistema de produção do leite baseado em um sistema semi extensivo, onde são informadas todas as entradas, saídas, emissões, geração de resíduos e coprodutos (subprodutos) dos subsistemas considerados na construção do inventário, conforme fluxograma apresentado na Figura 31 (ver também Apêndice A).As fontes de dados (primárias ou secundárias) estão descritas na Figura 8.

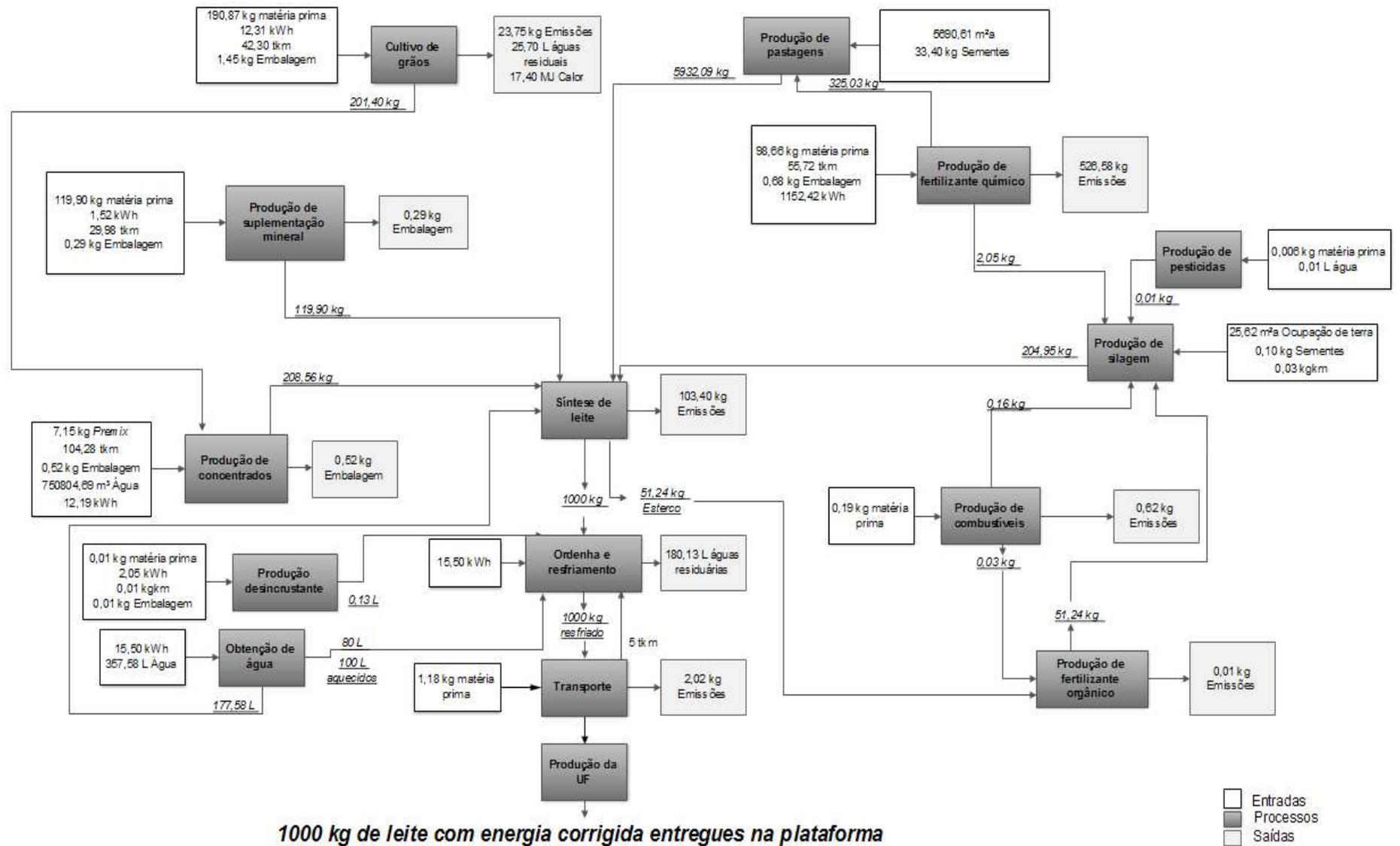


Figura 31: Inventário da propriedade com sistema semi extensivo.

Os dados aqui apresentados são resultantes do inventário da propriedade semi extensiva para cada um dos subsistemas que o estudo abrange.

4.4.2. Sistema Intensivo

Os resultados do inventário para a propriedade com sistema de produção do leite baseado em um sistema intensivo, podem ser observados no fluxograma a seguir com todas as entradas, saídas, emissões, geração de resíduos e subprodutos (coprodutos) dos subsistemas considerados na construção do inventário (Figura 32).

Os dados aqui descritos foram obtidos para a propriedade intensiva e as suas origens (primárias ou secundárias) estão descritas na Figura 9.

Assim como ocorreu na propriedade semi extensiva, o transporte dos insumos ou da matéria prima de cada um dos processos é indicado pela unidade de kg/km ou t/km.

Diferentemente do que ocorreu no outro sistema, a produção de grãos envolveu os farelos que fizeram parte da alimentação do rebanho. A produção de silagem não considerou a produção de grãos dos concentrados e farelos, para isso foi construído um processo somente para esta função.

A seguir estão apresentados os impactos ambientais resultantes dos inventários de ambas as propriedades em estudo.

4.5. IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste item são apresentados todos os resultados da Avaliação do Ciclo de Vida das propriedades e os respectivos processos mais impactantes, assim como a estação do ano que possui maior contribuição para as categorias de impacto.

As categorias de impacto oriundas do método CML adaptado e os valores resultantes sem e com alocação para ambas as propriedades são apresentadas na Tabela 30. Os valores sem alocação consistem em atribuir todos os impactos a produção de leite e os com alocação os valores estão divididos entre a produção de carne e leite.

Tabela 30- Impactos ambientais da produção de leite nas propriedades.

Categoria de impacto	Unidades	Sistema Semi Extensivo		Sistema Intensivo	
		Com alocação	Sem alocação	Com alocação	Sem alocação
Depleção abiótica	kg Sb eq	5,08	5,29	1,55	1,87
Acidificação	kg SO ₂ eq	5,96	6,21	6,89	8,33
Eutrofização	kg PO ₄ eq	2,08	2,17	4,27	5,16
Aquecimento global	kg CO ₂ eq	1731,84	1805,10	1232,07	1488,96
Ocupação de terra	m ² a	6046,90	6302,68	451,98	546,22
Demanda de energia	MJ eq	12089,91	12601,31	4186,51	5059,40

Os resultados se diferem em virtude que os impactos são alocados para a carne e para produção de leite. Os resultados sem alocação são iguais ou superiores aos apresentados com alocação, visto que se associam somente à UF. Logo, destaca-se a importância do procedimento de alocação para dar maior confiabilidade aos resultados da pesquisa, atribuindo os valores de impacto tanto para a produção de leite, quanto para carne.

As categorias de impacto que são abordadas para o aprofundamento das discussões serão: depleção abiótica, acidificação, eutrofização, aquecimento global, ocupação de terra e demanda de energia cumulativa total, subdividas em estações do ano para o período correspondente ao do estudo. Estes resultados são apenas para os valores alocados das categorias de impacto.

Conforme objetivo deste estudo os resultados serão expressos para cada estação do ano correspondente ao período deste estudo e na Tabela 31 são apresentados os obtidos para a propriedade Semi Extensiva e para a propriedade Intensiva.

Tabela 31 - Categorias de impactos ambientais de ambos sistemas.

	Categoria de impacto	Unidades	Estações				
			Verão 2009	Outono 2009	Inverno 2009	Primavera 2009	Verão 2010
Semi Extensivo	Depleção abiótica	kg Sb eq	5,95	3,54	3,57	5,77	6,57
	Acidificação	kg SO ₂ eq	6,68	4,36	4,51	6,59	7,64
	Eutrofização	kg PO ₄ eq	1,88	1,92	2,09	2,25	2,24
	Aquecimento global	kg CO ₂ eq	1791,83	1517,37	1528,56	1786,23	2035,21
	Ocupação de terra	m ² a	7544,48	3770,08	3853,31	6830,07	8236,54
	Demanda de energia	MJ eq	14050,51	8561,45	8636,30	13637,91	15563,39
Intensivo	Depleção abiótica	kg Sb eq	3,81	1,58	0,61	0,95	0,81
	Acidificação	kg SO ₂ eq	23,37	7,26	0,95	1,63	1,22
	Eutrofização	kg PO ₄ eq	10,22	4,36	1,86	2,70	2,22
	Aquecimento global	kg CO ₂ eq	1758,28	1221,49	991,49	1104,34	1084,76
	Ocupação de terra	m ² a	1355,26	474,26	117,43	164,95	147,97
	Demanda de energia	MJ eq	9725,54	4260,29	1826,18	2724,75	2395,80

Os resultados para cada categoria de impacto selecionada e os respectivos processos que possuem contribuição significativa que serão apresentados a seguir. Estão subdivididos em 3subprocessos (Figura 33): síntese de leite, ordenha e transporte, com todas as suas entradas e saídas apresentadas, pois, são processos finais de toda a cadeia do leite que estão relacionados a obtenção da UF.

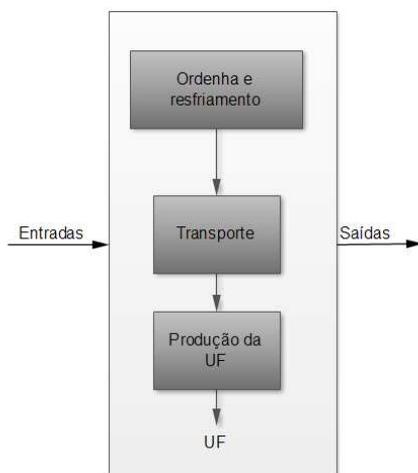


Figura 33: Subprocessos finais da produção de leite e obtenção da UF.

4.5.1. Categoria de Depleção Abiótica

Ao analisar os subprocessos, a síntese de leite foi quem mais contribuiu para esta categoria tanto no sistema extensivo quanto no sistema intensivo em todas as estações (Tabela 32).

Tabela 32 -Contribuição (%) dos subprocessos para a categoria de depleção abiótica para os sistemas

	Processos	Verão 2009	Outono 2009	Inverno 2009	Primavera 2009	Verão 2010
Semi Extensivo	Síntese de leite	98,60	97,10	97,80	98,80	98,70
	Ordenha	1,31	2,08	2,03	1,18	1,25
	Transporte de 1 UF	0,09	0,82	0,17	0,02	0,05
Intensivo	Síntese de leite	98,20	95,80	89,60	92,80	91,60
	Ordenha	1,11	2,58	6,12	4,45	5,20
	Transporte de 1 UF	0,69	1,64	4,28	2,73	3,20

Em ambos os sistemas as contribuições são oriundas do subprocesso da ordenha são a energia elétrica, entretanto no sistema intensivo inclui-se o protetor de tetos e do transporte é o processo de transporte utilizado pelo veículo optado no estudo

Os principais processos da síntese de leite nas diferentes estações do estudo e as respectivas contribuições em relação às emissões da categoria para as duas propriedades (Figura 34).

Depleção Abiótica

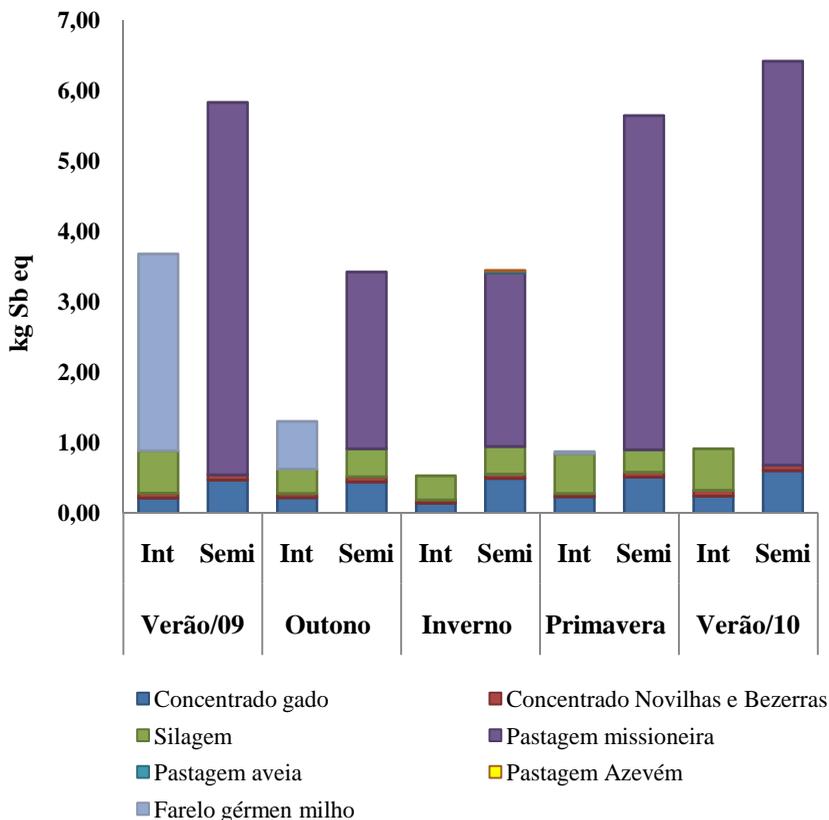


Figura 34: Resultados da avaliação dos sistemas de produção para a categoria depleção.

As contribuições para a categoria do sistema semi extensivo da síntese de leite do verão 2009 no, a produção de pastagem para o consumo representa 88,90% das emissões, a produção de concentrado para a alimentação do rebanho é responsável por 9,11% do total, onde 7,86% são referentes ao concentrado destinado para as vacas em produção ou secas e 1,25% para as novilhas e bezerras. Nesta estação,

os animais possuem dois piquetes para o pastejo, logo, o consumo é o dobro quando comparado as estações do inverno e do outono. Como a pastagem é ofertada em maior quantidade, o consumo de concentrado é menor em função desta oferta. Para o sistema intensivo, o farelo de gérmen de milho contribui com 75,95% das emissões da estação do verão 2009, seguido da silagem com 16,37%, da produção de concentrado para as vacas com 5,78% e para as novilhas com 1,90%.

No outono a principal contribuição é proveniente da produção de pastagem com 70,70%, seguida da produção de concentrados com 14,47%, sendo 12,50% da ração destinada as vacas e 1,97% da ração das novilhas e bezerras. A silagem contribui com 11,30% do total da emissão da categoria de depleção abiótica. Nesta estação ocorre, além da pastagem dos piquetes, o consumo de pastagem de inverno (aveia e azevém), porém, os impactos associados à sua produção não foram significativos, devido ao baixo consumo. Houve também um aumento do consumo de concentrados pelos animais. A silagem é introduzida na alimentação neste período do ano estendendo-se até a primavera. Já para o sistema intensivo, o farelo ainda é o principal contribuinte com 52,09%, a silagem é a segunda com 26,60%, o concentrado para as vacas é o terceiro 16,57% e o concentrado para novilhas é o quarto com 4,74%.

No inverno de 2009 do sistema semi extensivo, os principais contribuintes para a categoria de depleção abiótica foram a produção de: pastagem (69,20%), concentrados (13,70%), silagem (11,00%), pastagem de aveia (0,65%) e pastagem de azevém (0,21%). Nesta estação, apenas a pastagem de aveia apresentou algum impacto significativo das pastagens de inverno e isto se deve ao maior consumo de insumos para a sua produção, principalmente devido às sementes. No sistema intensivo de produção, como não ocorre o consumo de farelo de gérmen de milho, a silagem é a principal responsável pelas emissões oriundas desta estação com 65,35% do total emitido. O concentrado para vacas contribuem com 26,43% e o destinado para a alimentação das novilhas com 8,22%. O mesmo também ocorre para as estações seguintes, modificando apenas o percentual de contribuição dos insumos.

A pastagem novamente apresenta-se com um nível de contribuição superior nas estações do inverno e do outono, no sistema extensivo, em virtude da oferta de 2 piquetes para o pastejo. A silagem possui uma menor contribuição quando comparada as duas estações anteriores em função de que a quantidade consumida neste período é

inferior, pois, o produtor só oferece este tipo de alimento até o mês de novembro.

A produção de pastagem contribui com 82,30% das emissões da categoria depleção abiótica da estação da primavera 2009 do sistema semi extensivo e é seguida pela produção de concentrado para os bovinos em lactação ou secos com 8,83%. Nesta estação há produção e consumo de 2 tipos de rações para as novilhas e bezerras, a primeira que é preparada em casa contribui com 0,62% e a segunda que é um produto pronto de fábrica responsável por 0,58%. A silagem contribui com 5,52%. Para o outro sistema, a silagem colabora com 65,42%, o concentrado para o gado com 26,53% e para as novilhas com 5,05%.

A produção de leite no verão 2010, no sistema semi extensivo, apresenta a produção de pastagem como principal contribuinte com 87,40%, seguido da produção de concentrado para as vacas (9,13%) e para as novilhas e bezerras (1,12%). Já para o sistema intensivo a silagem corresponde com 63,13% das emissões, o concentrado com 27,79% e o das novilhas com 9,07%.

As estações verão 2009 e primavera 2009 do sistema semi extensivo possuem valores similares da categoria de impacto quando se refere a produção de pastagem, este fato deve-se que a quantidade consumida nos períodos mencionados são similares. Assim como ocorre nas estações outono 2009 e inverno 2009. É visível a redução da quantidade de pastagem consumida nos períodos da estação chuvosa. No sistema intensivo há similaridade somente entre a primavera e o verão 2010. Deve-se destacar que se não houvesse o consumo do farelo de gérmen de milho no verão 2009 as emissões desta estação também seria similar as duas. Já o inverno é a estação com a menor contribuição, pois, há uma redução no consumo da silagem.

A seguir estão apresentadas as principais fontes das emissões nos sete subprocessos que mais contribuem para esta categoria, identificando no seu processo produtivo as contribuições.

A produção de pastagem missioneira possui como principal contribuinte a produção de fertilizante uréia (61,60%), seguido da produção de fertilizante fósforo (25,90%) e do fertilizante cloreto de potássio (6,99%) e das sementes da pastagem (5,25%). Porém, como a produção de sementes desta pastagem foi um processo adaptado da base de dados Ecoinvent® do Simapro®, pois, não há um processo de produção de sementes ou mudas de missioneira gigante, necessita-se de cautela para a interpretação desta contribuição. Foi adotada a obtenção da mesma como oriunda de sementes em função da observação de que a

espécie missioneira gigante surgiu em locais aonde não houve a introdução de mudas (DEBARBA, 2006).

Para a produção de concentrados industrializados das vacas, das novilhas e das bezerras do sistema semi extensivo, os principais contribuintes são o transporte (25,00%), a produção de: farelo de gérmen de milho (19,70%), farelo de algodão (17,40), o farelo de trigo (13,60%), a cevada (9,96%) e o *premix* (2,32%). O processo industrial é responsável pela contribuição de 11,60%. Já para o concentrado para as vacas do outro sistema possui as suas emissões associadas a processamento industrial da ração, sendo responsáveis por 32,70% em virtude do transporte das matérias primas, a produção de milho integral moído (17,50%), o farelo de trigo (16,40%) e o *premix* (10,60%). As emissões do *premix* devem-se ao consumo de energia elétrica da sua produção industrial.

Já para o concentrado que é formulado em casa para as novilhas e bezerras, os principais contribuintes para a ração das novilhas e bezerras são: farelo de milho (54,30%), farelo de trigo (22,30%) e transporte (29,00%). Onde 13,70% dos impactos relacionados ao farelo de trigo são oriundos da produção do grão e 9,95% são pela produção da embalagem em que o mesmo é armazenado para o transporte. Já para o farelo de milho a produção do grão é responsável por 43,10%. E para o transporte a fase da operação é a principal contribuinte com 22,10%.

E para o concentrado destinado as novilhas, as origens das contribuições são as mesmas do concentrado para as vacas, só variando os percentuais: para 28,80%, 13,20, 28,90% e 9,36%. Estas variações se devem ao fato de que os dois produtos possuem formulações diferentes para os mesmos insumos.

A produção de silagem do sistema semi extensivo possui como principais contribuintes o uso de esterco como fertilizante orgânico (67,80%), a aplicação de adubo químico de formulação NPK (28,90%) e o diesel (3,27%). O valor de contribuição do diesel é dado em função da quantidade utilizada neste processo. Para o sistema intensivo as contribuições são oriundas da aplicação de fertilizantes químicos de formulação NPK (33,90%), o uso de uréia (48,30%) e 14,50% do diesel utilizado para o processo produtivo do alimento.

A pastagem de aveia apresenta como principais contribuintes a produção das sementes (82,30%) e o transporte desta produção até a propriedade (14,80%). Porém, como ocorre na pastagem de piquetes, este processo de produção de sementes adaptado da base de dados do Simapro®, o que sugere uma interpretação cautelosa destes

resultados. Para a pastagem de azevém os contribuintes são iguais, o que difere é a contribuição, 80,00 e 16,70%, respectivamente.

As origens das emissões oriundas da produção de farelo de gérmen de milho se devem a produção do gérmen sendo responsável por 98,10% dos impactos associados à produção. Entretanto, a produção dos grãos de milho é responsável por 74,20% e a produção do ácido láctico, empregado para a desgerminação, por 23,10%. A energia elétrica colabora apenas com 0,11% do total do processo produtivo. Este farelo possui uma alta contribuição em função da sua produção, aonde se faz necessário 31,25 kg de grãos de milho para a obtenção de 1 kg de gérmen conforme Honeyman (1989). Assim como na produção da pastagem o processo da produção de cevada foi adaptado da base de dados Ecoinvent® do Simapro®, pois, não há um processo de produção destas sementes, logo, se faz necessária uma interpretação cautelosa.

A categoria de impacto depleção abiótica possui as produções de alimentos para o rebanho leiteiro como os principais responsáveis pelas emissões desta categoria, principalmente a produção de pastagem no sistema semi extensivo sendo que a estação que apresenta maior valor de emissão é o verão de 2010 devido ao maior consumo de concentrados e pastagem. Já para o sistema intensivo, a estação verão 2009 é a maior contribuinte para a categoria de impacto devido ao alto consumo de farelo de gérmen de milho.

Entretanto, para esta categoria, no sistema intensivo, houve a geração de impactos positivo devido ao uso do esterco para a fertilização de áreas para o plantio, ou seja, empregaram-se menos fertilizantes químicos na lavoura para a qual ele foi destinado o que origina um crédito positivo. A redução dos impactos foi de 9,22%, 20,22%, 41,47%, 31,41% e 34,51% para as respectivas estações. Estes percentuais são devido a retirada de uréia, super fosfato e cloreto de potássio do sistema.

A depleção abiótica associada ao sistema semi extensivo se demonstra aproximadamente duas vezes superior à apresentada pelo sistema intensivo, isto se deve ao fato de que no primeiro sistema, ocorre a produção de pastagem com o emprego de grande quantidade do fertilizante uréia por kg de pastagem, como a principal fonte de alimento do rebanho de gado leiteiro. Já no sistema intensivo, há oscilações da origem das principais fontes das emissões da categoria, citando-se: farelo de gérmen de milho, silagem, etc.

4.5.2. Categoria de Acidificação

Para a categoria de acidificação as contribuições dos subprocesso das propriedades são apresentadas na Tabela 33. O processo de síntese de leite como principal é contribuinte desta categoria em todas as estações com valores superiores a 99,20%.

Tabela 33 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF dos sistemas para a acidificação.

	Processos	Verão 2009	Outono 2009	Inverno 2009	Primavera 2009	Verão 2010
Semi Extensivo	Síntese de leite	99,40	99,20	99,20	99,50	99,50
	Ordenha	0,48	0,71	0,68	0,42	0,44
	Transporte de 1 UF	0,02	0,09	0,32	0,08	0,06
Intensivo	Síntese de leite	99,80	99,50	96,40	97,70	97,00
	Ordenha	0,22	0,26	1,76	1,17	1,54
	Transporte de 1 UF	0,08	0,24	1,84	0,23	1,46

A diferença dos valores de para os três processos deve-se ao uso de números diferenciados de ordenhas para a obtenção da UF e conseqüentemente o consumo mais insumos.

Os principais processos da produção de leite nas diferentes estações do estudo e as respectivas contribuições em relação às emissões da categoria de acidificação são apresentados na Figura 35 para o sistema semi extensivo.

Acidificação

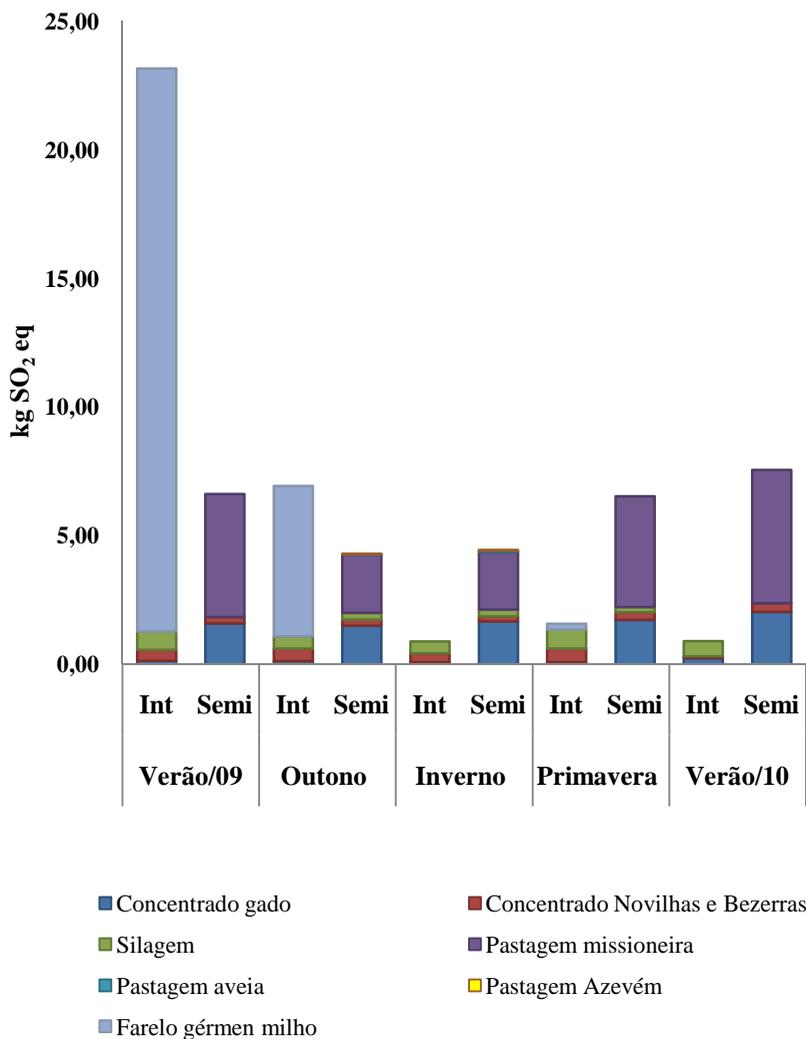


Figura 35: Resultados da avaliação dos sistemas de produção para a categoria acidificação.

A produção de pastagem representa 71,50% das emissões da categoria de acidificação do verão de 2009 para o sistema semi extensivo, seguida da produção de concentrado para a alimentação das vacas secas ou em lactação é responsável por 23,90% e das novilhas e bezerras por 3,80%. Para o intensivo a produção de farelo de gérmen de milho representa 94,45% das emissões, seguida da produção da silagem com 3,06% e da produção de concentrado para as vacas por 1,88% e das novilhas por 0,61%.

No outono 2009, a produção de pastagem é responsável por 51,90% das contribuições das emissões da acidificação para o sistema semi extensivo, a produção de concentrado para as vacas 34,70%, a produção de silagem 6,05%, a produção de concentrados para novilhas e bezerras 5,45%, a produção de pastagem aveia 0,46% e a produção de azevém 0,22%. Para o intensivo, o farelo de gérmen de milho se caracteriza como o principal processo que dá origem as emissões da categoria de acidificação, sendo responsável por 84,22% das emissões desta categoria na estação. O concentrado para o gado leiteiro é o segundo processo com maior percentagem de contribuição com 7,03% e a silagem com 6,78%. A ração para as novilhas contribuem com 1,97%.

Na estação do inverno 2009 do sistema semi extensivo, a pastagem, novamente, é a principal contribuinte com 49,50%, seguida da produção de concentrados para as vacas com 37,10%, da silagem com 5,77%, da produção de concentrado para novilhas e bezerras com 4,59%, da produção de pastagem de inverno aveia com 1,31% e da produção de azevém com 0,42%. Para o intensivo o principal contribuinte para a categoria a produção de silagem com 52,11%. É seguida da produção de concentrados para as vacas com 36,67% e das novilhas com 11,22%. O farelo de gérmen de milho não consta nesta estação em virtude de que o mesmo não foi ofertado para os animais neste período.

Para a primavera 2009, a produção de pastagem contribui com 65,10%, a produção de concentrado para as vacas com 26,40%, a produção de silagem com 3,20% para as emissões da categoria do sistema semi extensivo. Para o intensivo como ocorre na estação do inverno 2009, na primavera, a silagem é a principal responsável pelas emissões com 46,69%, seguida da produção de concentrados para vacas com 32,92%, o farelo de gérmen de milho com 14,23% e o concentrado para as novilhas com 6,16%.

E para o verão 2010 do sistema semi extensivo a produção de pastagem é responsável por 67,90%, a produção de concentrados para as vacas por 26,80% e das novilhas e bezerras por 4,37%. E no intensivo, as

produções dos mesmos insumos da estação inverno 2009 são as responsáveis pelas emissões da estação, porém, os percentuais são de: 49,70%, 38,08% e 12,22%.

As estações verão do sistema semi extensivo se diferem pelas emissões devido à quantidade diferenciada do consumo de concentrado para a alimentação dos animais, quando comparada entre si. Já quando a estação verão 2010 é comparada a estação primavera 2009 há uma redução das emissões oriundas das pastagens, em virtude de ocorrer o fornecimento de silagem até o mês de novembro. Conforme ocorre na categoria anterior, as estações mais frias (outono e inverno) possuem emissões idênticas devido a ser consumida a mesma quantidade de pastagem no período. Porém, na estação inverno 2009, ocorrem a incrementação da alimentação do rebanho com as pastagens de inverno em todos os meses da estação, por isso, as emissões desta é superior quando comparada ao outono 2009.

As produções de alimentos para o rebanho leiteiro são os principais responsáveis pelas emissões desta categoria, principalmente a produção de pastagem, onde se destaca os cultivos de grãos como principais fontes para a propriedade semi extensivo. Sendo que a estação que possui o maior valor das emissões é o verão 2010 devido ao maior consumo de concentrados para a alimentação do rebanho.

Para o sistema intensivo, a estação verão 2009 é a maior contribuinte para a categoria de impacto: acidificação, devido ao alto consumo de farelo de gérmen de milho para a alimentação do rebanho na estação, porém, as emissões dos animais do rebanho possuem grande contribuição para esta categoria. Assim como ocorreu na categoria de depleção abiótica para o sistema intensivo, a acidificação também teve impactos positivos devido ao uso de esterco para a fertilização, entretanto, os percentuais diferiram, sendo 1,40% para o verão de 2009, 4,38 para o outono, 26,67% para o inverno, 18,06% para a primavera e 21,91% para o verão de 2010.

A acidificação do sistema intensivo está associada ao consumo do farelo de gérmen de milho, onde basicamente todas as fontes de contribuição estão associadas à produção dos grãos, nas estações que há o consumo deste insumo, seguido das emissões dos animais e do consumo de concentrados, onde também se destaca a produção dos grãos como principal fonte. Entretanto, o maior índice associados ao sistema deve-se a fato da composição da alimentação do rebanho, onde se destaca um consumo maior, quando comparado ao outro sistema de produção, por L de leite produzido. Exemplificando: na estação verão 2010, para a produção de 1 kg de leite corrigido pela energia foram

consumidos 0,39 kg de concentrado para vacas, já para o sistema semi extensivo 0,27 kg de concentrado para a mesma classe de animais. Vale salientar que além da quantidade consumida, a composição dos concentrados também interfere na categoria, devido aos processos de produção dos grãos.

O uso de uréia para a produção da pastagem missioneira é o principal contribuinte com 85,70% das emissões da categoria. As sementes também colaboram com 13,80%, porém, como foi mencionado anteriormente, são dados secundários, é necessário uma interpretação mais rigorosa. O fertilizante fósforo é responsável por apenas 0,44% do total das emissões na síntese de leite.

Quanto à produção de pastagem de aveia e de azevém, a produção das suas sementes para o cultivo são as únicas fontes de emissão. Porém, como são processos adaptados da base de dados para este trabalho, esta conclusão deve ser interpretada com precaução.

A produção industrial de concentrados para as novilhas e bezerras do sistema semi extensivo, possui o farelo de gérmen de milho como principal fonte, 41,60%, e este fato deve-se a produção do gérmen através do cultivo dos grãos de milho. O segundo maior contribuinte é o farelo de trigo com 8,88%. Para a produção do concentrado misturado na propriedade, destinado para as novilhas, o farelo de milho é a principal fonte responsável por 83,70% das emissões, seguido do farelo de trigo com 9,92%, onde também o cultivo dos grãos é o responsável. Para o concentrado das bezerras, os contribuintes são os mesmos, apenas diferindo nos percentuais: 55,40% para o farelo de milho e 32,40% para o farelo de trigo. Assim como ocorre na ração industrial das novilhas e bezerras, o concentrado destinado para as vacas possui o principal contribuinte o farelo de gérmen de milho com 41,60 % das emissões, seguido do farelo de trigo (8,88%) e algodão (7,81%).

No sistema intensivo, o milho integral moído utilizado na produção de concentrado para as vacas é responsável por 49,90% das emissões da categoria de acidificação, seguido do farelo de trigo com 19,30% e do processamento industrial do produto com 11,40%. Para o concentrado das novilhas os contribuintes são idênticos, 10,20%, respectivamente.

A contribuição para o potencial de acidificação oriundo da produção de silagem deve-se a utilização da produção de: adubos químicos de formulação NPK (31,70%) e de fertilizante orgânico (63,10%). Já para o sistema intensivo, a produção de fertilizante químico com formulação NPK (50,70%), seguido de outro fertilizante

químico a uréia (18,20%), a produção do milho (17,60%) e da produção de diesel (12,20%) são os principais responsáveis.

A produção de farelo de gérmen de milho possui a produção do próprio gérmen como a principal fonte das emissões desta categoria (99,80%), onde o cultivo dos grãos de milho é responsável por 98,20% e a produção do ácido lático é responsável por apenas 1,60% do total.

A categoria de acidificação do sistema intensivo demonstrou resultados similares quando comparados aos valores encontrados pela pesquisa de Basset-Mens e colaboradores (2009). Para o sistema semi extensivo, os resultados foram inferiores aos valores encontrados para o estudo dos impactos de uma produção de 21 animais da raça Holstein-Friesain em uma área de 115 ha, conforme os resultados demonstrados pelo o autor, os poluentes acidificantes têm uma ampla variedade de impactos sobre o solo, águas superficiais, os organismos biológicos, ecossistemas e materiais (construções), sendo o principal colaborador para a acidificação para todos os sistemas de produção de alimentos e pastagem, variando de 84% (LI⁷) para 92% (NZ⁸). De todos os processos de produção de alimentos, na exploração agrícola, a produção em pasto foi o único que contribuiu para a acidificação de LI (84%), e a principal delas para NF⁹ (83%), NFMS¹⁰ (50%) e NZ (79%). Produção de suplementação alimentar contribuiu com 5% para NZ e 29% para NFMS (sendo nulo para os dois outros sistemas) e a produção não-agrícola de pastagem para os animais de reposição contribuiu entre 7,5% para a NZ e 9% para NFMS. A ordenha do leite contribuiu com 6% para NFMS e 15% para LI. A contribuição do gerenciamento dos animais foi inferior a 1% em todos os sistemas estudados. Assim como para o mesmo trabalho empregando a adubação nitrogenada.

Assim como foi demonstrado por Basset-Mens e colaboradores (2009), a produção de alimentação nos sistemas estudados por ele são os principais responsáveis pelas emissões da categoria de acidificação. No sistema semi extensivo deste estudo, destacam-se a produção de pastagem, exemplificando-se pela estação verão 2009, com 71,50% das emissões relacionadas e a produção de concentrados com 27,70% (concentrado para vacas, novilhas e bezerras). Para o sistema intensivo,

⁷ LI : produção de leite em um sistema com entrada baixa (lotação com 2,3 animais, sem adubação, sem suplementação alimentar);

⁸ NZ: produção de leite de 21 vacas Holstein-Friesain e uma área de 115 ha.

⁹ NF: produção de leite em um sistema com adubação nitrogenada.

¹⁰ NFMS: produção de leite em um sistema com suplementação alimentar moderada.

a produção de farelo de gérmen de milho (64,60%) e a silagem (2,08%) são os maiores contribuintes na estação.

4.5.3. Categoria de Eutrofização

Para a categoria de eutrofização, as contribuições dos subprocessos (Figura 33) para as emissões estão apresentadas na Tabela 34 - , onde o processo de produção de leite se destaca como o principal contribuinte desta categoria em todas as estações.

Tabela 34 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF para a eutrofização.

	Processos	Verão 2009	Outono 2009	Inverno 2009	Primavera 2009	Verão 2010
Semi Extensivo	Síntese de leite	99,40	99,80	99,50	99,60	99,50
	Ordenha	0,53	0,13	0,27	0,38	0,47
	Transporte de 1 UF	0,07	0,07	0,23	0,02	0,03
Intensivo	Síntese de leite	99,90	99,80	99,80	99,80	99,80
	Ordenha	0,05	0,10	0,09	0,14	0,10
	Transporte de 1 UF	0,05	0,10	0,11	0,06	0,10

A diferença dos valores de para os três processos deve-se ao uso de números diferenciados de ordenhas para a obtenção da UF e consequentemente, o consumo mais insumos.

A Figura 36 apresenta os processos que compõem a produção de leite e são as principais fontes associadas às emissões da categoria de eutrofização para o sistema semi extensivo.

Eutrofização

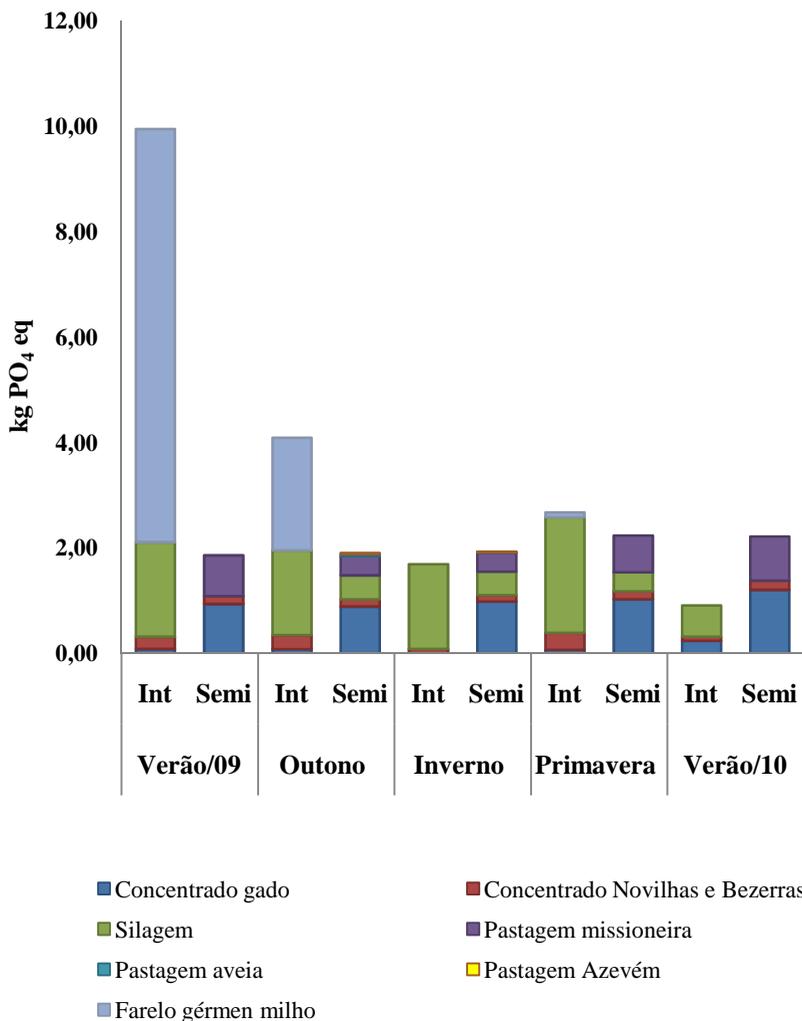


Figura 36: Resultados da avaliação dos sistemas de produção para a categoria eutrofização.

A produção de concentrados para as vacas e para as novilhas e bezerras e da pastagem são os principais contribuintes para as emissões

oriundas da estação verão 2009 no sistema semi extensivo. Onde as contribuições são respectivamente: 50,10%, 7,96% e 41,00%. Para o intensivo, a produção de farelo de gérmen de milho representa 78,77 % das emissões, seguida da produção da silagem com 18,03% e da produção de concentrado para as vacas por 2,34% e das novilhas por 0,86%.

Na estação seguinte, outono 2009 do sistema semi extensivo, além dos três citados anteriormente, ocorre a introdução da pastagem de inverno, aveia e azevém, o que acarreta na presença destas duas pastagens nas contribuições da categoria de eutrofização associada a esta estação, além do acréscimo da silagem na alimentação. As contribuições para as emissões são respectivamente: 46,30%, 7,27%, 19,00%, 2,07%, 0,86% e 23,60% . Já no outro sistema, as emissões da produção de farelo de gérmen de milho são as principais contribuintes da eutrofização nesta estação com 52,14% de colaboração, seguida da produção de silagem com 39,31%, concentrados para as vacas com 6,48%, e para novilhas com 2,07%.

Para o inverno 2009 do sistema semi extensivo, as fontes são as mesmas do outono 2009 diferindo apenas nos percentuais de contribuição para a categoria que são: 47,30 para o concentrado para as vacas, 17,30 para a pastagem, 5,84 para o concentrado das novilhas e bezerras, 21,50 para a silagem, 5,66 para a pastagem aveia e 1,57 para a pastagem azevém. Para o sistema intensivo, as emissões desta estação oriundas da produção da silagem que é responsável pelas emissões com 94,82%, seguida da produção de concentrados para vacas com 4,91% e o concentrado para as novilhas com 0,27%.

Na estação da primavera 2009, assim como nas demais a produção de concentrados para as vacas é a principal responsável pelas emissões nesta estação, contribuindo com 45,60%, seguida da pastagem (30,80%), da silagem (16,10%) e da produção de concentrados para novilhas e bezerras (6,67%) no sistema semi extensivo. Na mesma estação, porém, no sistema intensivo, as emissões oriundas da produção de silagem é a maior fonte de colaboração com 81,69%, a produção de concentrado para as vacas 12,20 %, a produção de farelo de gérmen de milho 3,52% e a produção de concentrados para novilhas 2,59%.

No verão 2010 do sistema semi extensivo os principais processos contribuintes do verão 2009, diferindo nos percentuais, que são respectivamente: 53,90, 7,72 e 37,40. Os demais processos não são citados, pois, não há o consumo pelos animais nesta estação do ano. Para o intensivo, o processo que possui maior contribuição é a produção de leite, pois é o processo que engloba a produção de silagem (81,87%), do

concentrado para as vacas (13,27%) e do concentrado para as novilhas (4,86%).

Analisando o sistema semi extensivo e os principais processos de produção obtemos que a produção de concentrados para as vacas, a maior contribuinte da categoria, possui a produção da cevada como principal fonte das emissões com 25,40%, seguida do farelo de gérmen de milho (25,20%), do farelo de trigo (13,50%) e da produção de caroço de algodão (13,10%). Todas as contribuições são associadas à produção dos grãos e ao uso de fertilizantes nas culturas.

Para a produção de concentrados para as novilhas, o farelo de milho é o principal responsável pela contribuição com 69,90% das emissões associadas a esta categoria, seguido do farelo de trigo com 19,80%. As emissões estão associadas ao cultivo de grãos. O mesmo ocorre na produção de concentrados das bezerras, porém, com percentuais diferentes: 32,20% e 47,10%.

A produção de pastagem tem como principais origens das suas emissões o uso do fósforo com 23,50% e da uréia com 52,70%. As sementes também possuem contribuição com 22,10%, porém, merecem cautela na interpretação. A pastagem de aveia e de azevém possui a produção das suas sementes, assim como ocorre na categoria de acidificação, como as principais e únicas contribuintes para esta categoria.

A contribuição para o potencial de eutrofização oriundo da produção de silagem deve-se a utilização de: adubos químicos de formulação NPK (5,20%) e de fertilizante orgânico (10,90%). As demais contribuições estão associadas às emissões pela aplicação de dos fertilizantes nitrogenados.

Percebe-se no verão 2010, no sistema semi extensivo, um consumo superior de concentrados para as vacas e para as novilhas do que no verão 2009, ocasionando na elevação da emissão para a categoria. Outro fato relacionado a alimentação do rebanho é que a quantidade de pastagem consumida pelos animais nas estações é idêntica, o que gera emissões similares para este processo em todo o período de estudo.

As estações outono 2009 e inverno 2009, do mesmo sistema, são similares quanto às emissões da categoria de eutrofização da produção da pastagem, porém, quando comparadas às emissões da produção de concentrados para as vacas diferem, devido ao maior consumo na estação do inverno 2009 e o maior consumo de concentrados da estação outono 2009. A silagem possui contribuições similares nas duas estações em virtude do consumo similar. O inverno 2009, conforme

ocorreu na categoria acidificação, apresenta um maior consumo das pastagens de inverno, ocasionando em maiores emissões na estação.

As emissões com origem da fermentação entérica dos animais para a categoria de eutrofização foram responsáveis por pequenas contribuições, sendo que todas elas foram inferiores a 1% em todas as estações do sistema semi extensivo.

Para o sistema intensivo os subprocessos se diferem e as emissões associadas à produção de farelo de gérmen de milho são devido à produção de grãos de milhos (72,30%) e principal na produção do gérmen de milho, ou seja, a matéria prima básica do produto (98,90%).

A produção de concentrado para o gado leiteiro possui como principal fonte das emissões da categoria de eutrofização a produção do milho integral moído (37,40%), seguida da produção de farelo de trigo (32,40%), a produção de soja (16,40%) e o processamento industrial (6,04%). Estas emissões estão associadas às produções de grãos que originam as matérias primas do concentrado.

Assim como ocorre na produção de concentrado para o gado leiteiro, a produção de concentrado para as novilhas possuem os mesmos processos contribuintes, porém, o que difere são os percentuais de contribuição associados a cada um deles, que são, respectivamente: 25,30%, 52,20%, 13,00% e 4,78%.

A produção de silagem possui como principal fonte as emissões oriundas da etapa de uso dos fertilizantes químicos e pesticidas, a sua contribuição expressa em percentagem não foi obtida, pois, o software não permitiu tal avaliação. A produção do fertilizante NPK é responsável por 5,46%, a produção de grãos de milho por 2,51%, a uréia por 2,21% e o diesel por 1,03% das emissões totais da categoria de eutrofização.

Para esta categoria, novamente, as produções de alimentos para o rebanho leiteiro são os principais responsáveis pelas emissões do sistema semi extensivo, principalmente a produção de concentrados para a alimentação do rebanho. A estação que possui as maiores emissões é a primavera 2009 pelo fato de que ainda há o consumo de silagem e a quantidade de concentrados consumidos pelas novilhas e bezerras é superior as demais estações. Além do aumento do consumo da pastagem.

Para o sistema intensivo, a estação verão 2009 é a maior contribuinte para a categoria de impacto: eutrofização, devido ao alto consumo de farelo de gérmen de milho para a alimentação do rebanho na estação, porém, as emissões dos animais do rebanho possuem grande contribuição para esta categoria.

Devido ao uso de fertilizantes orgânicos (impacto positivo), no sistema intensivo, ocorreu a redução de impactos ambientais na categoria de eutrofização, sendo de 0,93% para o verão de 2009, 2,16% para o outono, 0,10% para o inverno, 3,59% para a primavera e 4,11% para o verão de 2010.

A categoria de eutrofização de do sistema semi extensivo demonstrou valores inferiores do trabalho de Basset-Mens e colaboradores (2009), com exceção do sistema LI. Já o sistema intensivo apresentou valores superiores. Conforme os autores, a eutrofização que abrangetodos ospotenciais impactosambientaisdas emissõesde Ne P, para osquatrosistemas, a produção de pastagem e produção de alimento foram os contribuintespredominantespara a eutrofização,que variamde93(LI) para 96% (NF eNZ). Detodos oscomponentes, aprodução dealimentos, naexploração agrícolade produção em pastofoiúnicointerpretepara a eutrofizaçãodoLI(93%), e aprincipal delasparaNF(86%), NFMS (53%) eNZ(80%). Para o sistema semi extensivo, as produções de alimentos para o rebanho leiteiro são os principais responsáveis pela categoria, principalmente a produção de concentrados para a alimentação do rebanho (58,07%), a produção da pastagem deste sistema, contribui com 35,50%, na estação verão 2009, valor bem inferior ao apresentando pelo estudo. Já no sistema intensivo, o farelo de gérmen de milho é o principal responsável, assim como as emissões dos animais do rebanho e a produção de concentrados.

A categoria eutrofização se mostra superior no sistema intensivo em virtude da alimentação do rebanho ser baseada em concentrados, farelos e silagem, que devido ao emprego de fertilizantes químicos na produção dos grãos e ao consumo de diesel. Como por exemplo, a produção de silagem que emprega fertilizantes de composição NPK, uréia, além de consumir uma grande quantidade de diesel durante todo o processo de produção do produto. Porém, as emissões dos animais também são responsáveis pelo resultado para esta categoria.

4.5.4. Categoria de Aquecimento global

As contribuições dos subprocesso (Figura 33) para as emissões da categoria aquecimento global estão apresentadas na Tabela 35, destacando-se o subprocesso de produção de leite como principal contribuinte desta categoria em todas as estações para ambas as propriedades.

Tabela 35 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF para aquecimento global.

	Processos	Verão 2009	Outono 2009	Inverno 2009	Primavera 2009	Verão 2010
Semi Extensivo	Síntese de leite	98,40	98,20	98,20	98,60	98,50
	Ordenha	1,55	1,74	1,70	1,38	1,47
	Transporte de 1 UF	0,05	0,06	0,10	0,02	0,03
Intensivo	Síntese de leite	99,10	98,70	98,50	98,50	98,50
	Ordenha	0,71	1,02	1,14	1,16	1,19
	Transporte de 1 UF	0,19	0,28	0,36	0,34	0,31

A diferença dos valores de para os três processos deve-se ao uso de números diferenciados de ordenhas para a obtenção da UF e consequentemente o consumo mais insumos e mais energia elétrica.

Os principais processos responsáveis pelas emissões da categoria de aquecimento global estão especificados na Figura 37, assim como os seus respectivos percentuais.

Aquecimento global

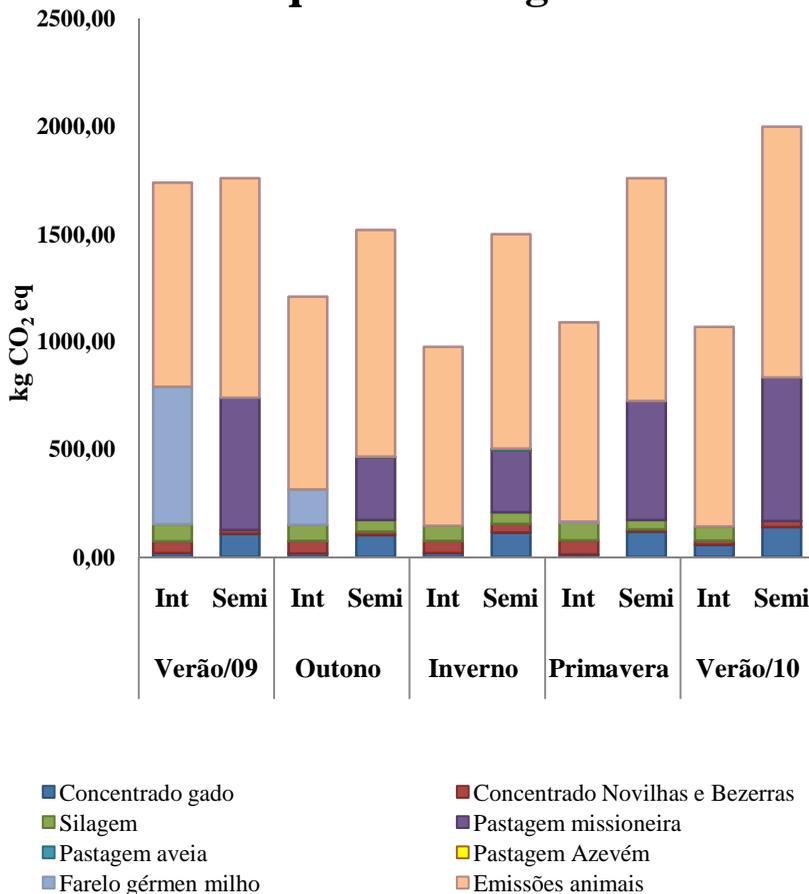


Figura 37: Aquecimento global oriundo da produção da UF em diferentes estações do ano.

Para esta categoria, as emissões são oriundas de 5 processos: produção de pastagem, produção de concentrados para vacas e bezerras e novilhas, emissões dos animais e da produção de silagem.

Para o sistema semi extensivo, no verão 2009 as emissões destes processos são responsáveis por 34,94%, 6,19%, 0,98% e 57,88%, respectivamente para a categoria de aquecimento global, e a silagem como não é ofertada para os animais, não possui qualquer participação

nesta estação. Já para o outono 2009 os percentuais das emissões foram de 19,14 para a pastagem, 6,78 para a produção de concentrados para as vacas e 1,07 para as destinadas as novilhas e bezerras, 69,23 para as emissões dos animais e 3,55 para a silagem. No inverno 2009, a pastagem participou com 19,30%, o concentrado para as vacas leiteiras com 7,60%, as emissões dos animais com 66,35% e a silagem com 3,54%. Na primavera 2009, as emissões são oriundas 31,42% da pastagem, 58,77% das emissões dos animais, 6,76% para a produção de concentrados para as vacas, 0,61% para o concentrado destinado a novilhas e bezerras e 2,44% da silagem. E por fim, para o verão 2010, as emissões são as mesmas da estação verão 2009, diferindo apenas nos percentuais: 34,94, 7,00, 1,40 e 58,25, respectivamente.

As estações verão 2009 e 2010 e primavera do sistema semi extensivo apresentam emissões similares devido aos consumos parecidos da pastagem, o não consumo da silagem e a média de animais do rebanho que permanece sempre a mesma para todo o período do estudo. O verão 2010 difere um pouco mais das duas estações citadas anteriormente, em virtude de que a quantidade de leite produzida nesta estação é superior ao que apresenta as estações do verão, logo, o consumo de insumos como: a pastagem e a silagem são inferiores por L de leite para a composição da UF. Além de que a oferta de silagem para a alimentação ocorre apenas até o mês de novembro.

Assim como acontece para o verão 2009 e 2010, outono 2009 e inverno 2009 do sistema semi extensivo apresentam emissões similares devido à presença do mesmo número de animais. Para as emissões oriundas da silagem se devem ao consumo similar nas duas estações, assim como ocorre com o consumo da pastagem.

Na estação verão 2009, para a categoria de aquecimento global do sistema intensivo, a maior contribuição é oriunda das emissões do rebanho, responsáveis por 54,52 % das emissões na estação, seguido da produção de farelo de gérmen de milho (36,70%) e da produção de silagem (4,54%), da produção de concentrados para vacas (3,17%) e da produção de concentrados para novilhas com (1,07%).

As emissões da estação outono 2009 do mesmo sistema, possuem como principal contribuinte as emissões oriundas do rebanho leiteiro responsável por 74,00% das emissões desta categoria. Elas são seguidas da produção de farelo de gérmen de milho com 13,63%, da produção de silagem com 6,08%, da produção de concentrados para vacas com 4,87% e da produção de concentrados para novilhas com 1,42%.

No inverno 2009 do sistema intensivo, assim como na estação anterior, o rebanho é a principal fonte das emissões com 84,38%, seguido da produção de silagem com 7,59%, da produção de concentrados para vacas com 6,09% e da produção de concentrados para novilhas com 1,93%.

As emissões da estação primavera 2009 possuem como principal contribuinte as emissões oriundas do rebanho leiteiro responsável por 84,78%, da produção de silagem com 7,44%, da produção de concentrados para vacas com 6,00% e da produção de concentrados para novilhas com 1,17%.

Na estação verão 2010, a maior contribuição é oriunda das emissões do rebanho, responsáveis por 86,70% das emissões na estação, seguido da produção de silagem com 6,15%, da produção de concentrados para vacas com 5,36% e da produção de concentrados para novilhas com 1,79%.

Dos cinco processos que são os maiores contribuintes desta categoria para os dois sistemas, as emissões dos animais se destacaram em todas as estações. Este fato deve-se pela liberação de CH₄ pelos animais durante o processo de digestão dos animais e pela liberação de NH₃ pelo gerenciamento empregado na produção de dejetos pelo rebanho.

As emissões oriundas do rebanho leiteiro e o manejo dos seus dejetos são os principais responsáveis pela categoria de aquecimento global da propriedade semi extensiva. A estação que possui as maiores emissões é o verão 2010 pelo fato de que ainda há o consumo de silagem e a quantidade de concentrados consumidos pelas novilhas e bezerras é superior as demais estações por L de leite produzido. Já no sistema intensivo, a estação verão 2009 é a maior contribuinte para a categoria de impacto: aquecimento global, devido as emissões oriundas do rebanho e do grande consumo de farelo de germen de milho para a alimentação do rebanho na estação.

No sistema semi extensivo, a produção de pastagem, as emissões têm como principais origens os fertilizantes químicos empregados na sua produção. A uréia contribui com 57,50% das emissões, o fósforo com 31,10% e o cloreto de potássio com 7,73%. Assim como na pastagem, as emissões oriundas da silagem se devem ao uso de fertilizantes orgânicos (73,80%) e do fertilizante químico de formulação NPK (22,70%). Para a produção de concentrados, as produções dos grãos do produto são os principais responsáveis pelas contribuições das emissões desta categoria.

Para a produção de farelo de gérmen de milho do sistema intensivo, a produção dos grãos é responsável por 85,60% das emissões e a produção de ácido lático, empregado no processamento industrial do gérmen por 11,70%. A produção de silagem, as produções de fertilizantes como uréia e NPK são os principais contribuintes com 41,90% e 34,90% do total das emissões. O processamento do alimento utiliza-se de diesel para a sua realização, que é responsável por 17,80% das emissões desta categoria.

A redução dos impactos devido ao uso de fertilizante orgânico, no sistema intensivo, é de 5,26% para o verão de 2009, 12,27% para o outono, 4,50% para o inverno, 22,01% para a primavera e 23,62% para o verão de 2010.

Nos sistemas semi extensivo e intensivo as principais fontes de emissão da categoria de aquecimento global é as emissões oriunda dos animais, tanto pelo processo de digestão dos alimentos assim como o manejo dos dejetos. Os valores de ambos os sistemas são superiores aos apresentados por Haas e colaboradores (2001), com exceção dos valores encontrados para o sistema produtivo orgânico e convencional intensivo quando comparado ao sistema intensivo, e Basset-Mens e colaboradores (2009). Para o primeiro trabalho, a origem das emissões devem-se ao uso de diferentes fontes de energia no sistema produtivo e as emissões de metano pelos animais. Já para o segundo, nos quatro sistemas, CH₄ proveniente da fermentação entérica, durante a digestão de alimentos (na exploração de pastagens, suplementos alimentares e pastejo de animais de reposição) foi principal contribuinte para aquecimento global, variando de 56% para a NZ para 65% em LI. A partir da digestão de todos os componentes de alimentação, a digestão do pasto na fazenda foi a principal contribuinte para o LI, NF e NZ (57,5%, 50% e 45% de potencial de aquecimento global, respectivamente). As principais contribuições do NFMS foram CH₄ da digestão do alimento de suplementos e na exploração de pastagem (27 e 25%, respectivamente).

A categoria aquecimento global é superior no sistema semi extensivo em virtude da baixa produtividade por animal, apesar de que as emissões por animal nos cálculos pelo modelo do IPCC são inferiores, para a produção da UF se fez necessário um número superior de animais do rebanho que no sistema intensivo. Para exemplificar, na estação verão 2009, o rebanho de 37 animais no sistema semi extensivo produzida em média 3,31 kg de leite por animal, para a mesma estação no sistema intensivo, o rebanho médio de 28,7 animais produziu 10,67 kg de leite por animal. Ou seja, a aptidão leiteira e a melhor conversão

da alimentar do rebanho para a produção do leite no sistema intensivo gerou a produção de leite com menos carga ambiental associada em função das emissões oriundas dos animais. Nesta mesma estação há a contribuição do farelo de gérmen de milho pelo sistema intensivo, porém, apesar desta contribuição, as emissões dos animais do rebanho do semi extensivo é muito superior a produção do produto.

4.5.5. Categoria de Ocupação de terra

O único macro processo (Figura 33) que possui contribuição para a categoria de impacto Ocupação de terra é a produção de leite para o sistema semi extensivo, já para o intensivo apesar da produção de leite ser a principal também há pequenas contribuições dos demais (Tabela 36).

Tabela 36 - Contribuição (%) dos processos para a ocupação de terra.

	Processos	Verão 2009	Outono 2009	Inverno 2009	Primavera 2009	Verão 2010
Semi Extensivo	Síntese de leite	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Ordenha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Transporte de 1 UF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intensivo	Síntese de leite	100,00	99,90	99,70	99,70	99,70
	Ordenha	0,00	0,07	0,27	0,22	0,25
	Transporte de 1 UF	0,00	0,03	0,06	0,08	0,05

As emissões oriundas de cada processo que o constitui são apresentadas na Figura 38, com as respectivas participações.

A diferença dos valores de para os três processos deve-se ao uso de números diferenciados de ordenhas para a obtenção da UF e consequentemente o consumo mais insumos.

Ocupação de terra

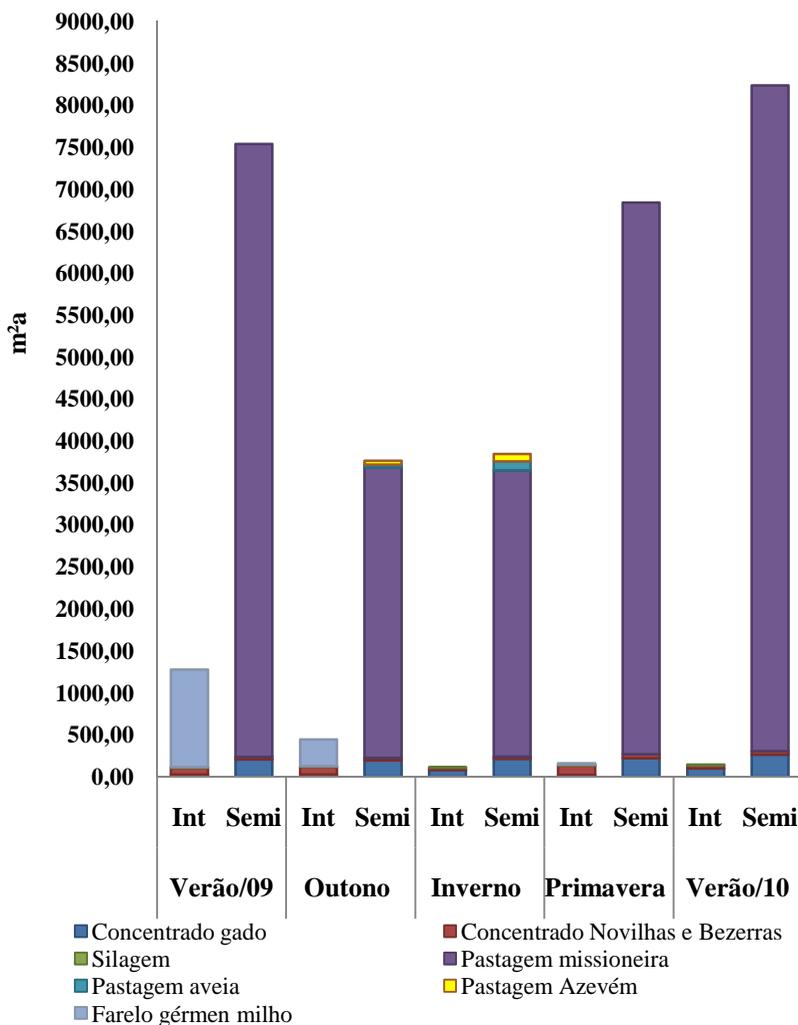


Figura 38: Ocupação de terra oriunda da UF em diferentes estações do ano .

A produção de pastagem é o processo com maior contribuição para a categoria de impacto da ocupação de terra do sistema semi extensivo. No verão 2009 é responsável por 96,80% da ocupação de

terra, 91,80% da estação outono 2009, 88,60% no inverno 2009, 96,10% na primavera 2009 e 96,20% no verão 2010.

O segundo processo com maior contribuição para esta categoria deste sistema é a produção de concentrado para as vacas com 2,74%, 5,20%, 5,62%, 3,30% e 3,22%, respectivamente para as 5 estações em estudo. Já para a produção de concentrado para as bezerras e novilhas, o respectivo percentual é de: 0,44, 0,70, 0,82, 0,54 e 0,52.

As pastagens de inverno (aveia e azevém), apenas apresentam contribuições nas estações do outono 2009 e inverno 2009. A produção de aveia contribui com 0,93% no outono e 2,69% no inverno. Já, a produção de azevém é responsável por 1,23% e 2,37% das emissões das respectivas estações.

A silagem do sistema semi extensivo não está presente na contribuição desta categoria em virtude de que a área ocupada para a produção de 1 kg do alimento é inferior aos demais processos citados. Logo, a ocupação de terra para a sua produção refletiu numa contribuição de apenas 0,1% para a categoria.

A contribuição oriunda da produção de pastagem é em virtude área ocupada para o cultivo (97,58%), seguido do cultivo das suas sementes (2,34%) e do uso do fertilizante uréia (0,08%).

Para o segundo maior contribuinte da categoria de ocupação de terra as principais fontes são: a produção de caroço de algodão (24,70%), o farelo de trigo (22,50%), o farelo de gérmen (16,70%) e a cevada (18,50%). Todas as emissões estão associadas ao cultivo dos grãos, logo, para a área ocupada pela atividade.

O concentrado para novilhas e bezerras possui como contribuintes: o farelo de trigo (34,70% e 60,90%), o farelo de milho (46,60% e 16,60%). Que como os demais processos, as emissões estão associadas ao cultivo dos grãos.

Para as pastagens de inverno: aveia e azevém, as contribuições são oriundas da área ocupada para os respectivos cultivos (81,80% e 18,20%) e a produção das sementes (92,66% e 7,34%).

Das emissões oriundas da estação verão 2009 do sistema intensivo, a produção de farelo de gérmen de milho representa 85,30% da ocupação, seguida da produção de concentrado para as vacas com 5,81%, da produção de concentrado para as novilhas com 2,15% e da produção de silagem com 0,65%.

Na estação do outono 2009, a produção de farelo de gérmen de milho é principal contribuinte da ocupação de terra nesta estação com 67,20%, seguida da produção de concentrados para as vacas com

19,10%, da produção de concentrados para as novilhas com 6,50% e da produção de silagem com 1,87%.

No inverno 2009, a produção de concentrados para as vacas é a principal responsável pelas emissões com 69,40%, seguida do concentrado para as novilhas com 23,90% e silagem com 6,70%.

Na primavera 2009, novamente, a produção de concentrados para as vacas é a maior fonte de colaboração com 68,60% das emissões na estação, seguido da produção do concentrado para as novilhas com 25,22% e da produção de silagem com 6,71%.

Na estação verão 2010, para a categoria de ocupação de terra, o processo que possui maior contribuição é a produção do concentrado para as vacas responsável por 68,60% das emissões na estação, seguido da produção do concentrado para as novilhas com 25,20% e da produção de silagem com 6,17%.

A produção de farelo de gérmen de milho possui a produção do próprio gérmen como a principal fonte das emissões desta categoria (100,00%), onde o cultivo dos grãos de milho é responsável por 99,90%, ou seja, para a área destinada ao cultivo dos grãos de milho.

A silagem possui como principal contribuinte a produção de grãos de milho responsável por 76,00% das emissões, este fato deve-se a área destinada para o plantio, seguida da produção de fertilizante químico com formulação NPK com 15,30% e da produção do fertilizante uréia com 6,52%.

O milho integral moído utilizado na produção de concentrado para as vacas é responsável por 44,70% da categoria de ocupação, seguido do farelo de trigo com 35,50% e da produção de açúcar com 2,75%. Para o concentrado das novilhas os contribuintes são idênticos, porém, há alteração nos percentuais para: 55,70%, 30,00% e 0,86%, respectivamente.

A categoria de impacto ocupação de terra possui principais origens da área ocupada para os cultivos dos grãos e para o cultivo da pastagem para o sistema semi extensivo. Sendo que o último cultivo é o principal contribuinte desta categoria. E a estação com maiores áreas ocupadas para a produção de leite foi o verão de 2010.

Para o sistema intensivo, a estação verão 2009 é a maior contribuinte para a categoria de impacto: ocupação de terra, devido ao consumo de grande quantidade do produto farelo de gérmen de milho para a alimentação do rebanho na estação quando comparada as demais estações. Esta categoria de impacto está associada às áreas de plantio dos cultivos para a produção dos alimentos dos animais, logo, 1 kg de

gérmen necessita de uma área equivalente a produção de 31,25 kg de grãos de milho.

Os valores encontrados pelo estudo realizado por Cedeberg & Mattson, (2000) para a categoria de ocupação de terra, se demonstra superior ao encontrado para o sistema intensivo deste estudo e inferior ao do sistema semi extensivo. Tanto neste estudo como no do autor mencionando, está é a área necessária para a obtenção da UF, provavelmente para a produção da alimentação do rebanho, conforme ocorre nos dois sistemas em estudo.

As pastagens do sistema semi extensivo, em especial a de missioneira gigante, são as principais responsáveis pela alto índice da categoria de ocupação de terra neste sistema. Este fato deve-se a área de produção que necessita de 1 m² para a produção de 1 kg da pastagem e o alto consumo nas estações do verão e primavera para a alimentação do rebanho para a produção de uma quantidade pequena de leite por animal, em média, exemplificando-se novamente com a estação verão 2009, para a produção de 1 kg de leite consumiu-se 9,58 kg da pastagem, ou seja, só desta pastagem foram necessários 9,58 m² de área para a produção do kg de leite. Porém, no sistema intensivo houve o fornecimento de farelo de gérmen de milho, principal contribuinte da categoria, apesar de ser necessária uma grande área para a produção dos grãos, o consumo para a produção 1 kg de leite foi de 0,17 kg do farelo, representando a ocupação de área de 0,64 m².

4.5.6. Categoria de Demanda de energia

A categoria de impacto demanda de energia acumulativa total possui como principal subprocesso (Figura 33) contribuinte a produção de leite, o que pode ser observado na Tabela 37.

Tabela 37 - Contribuição (%) dos subprocessos da UF para demanda de energia.

	Processos	Verão 2009	Outono 2009	Inverno 2009	Primavera 2009	Verão 2010
Semi Extensivo	Síntese de leite	95,90	93,70	93,50	96,10	96,10
	Ordenha	3,97	6,17	6,35	3,83	3,85
	Transporte de 1 UF	0,13	0,13	1,15	0,07	0,05
Intensivo	Síntese de leite	96,70	92,40	83,60	96,10	86,10
	Ordenha	2,73	6,17	13,10	3,83	11,30
	Transporte de 1 UF	0,57	1,43	3,30	0,07	2,6

Os processos que constituem este subprocesso e as respectivas contribuições para as emissões são apresentadas na

Figura 39 para a categoria de impacto demanda de energia acumulativa total.

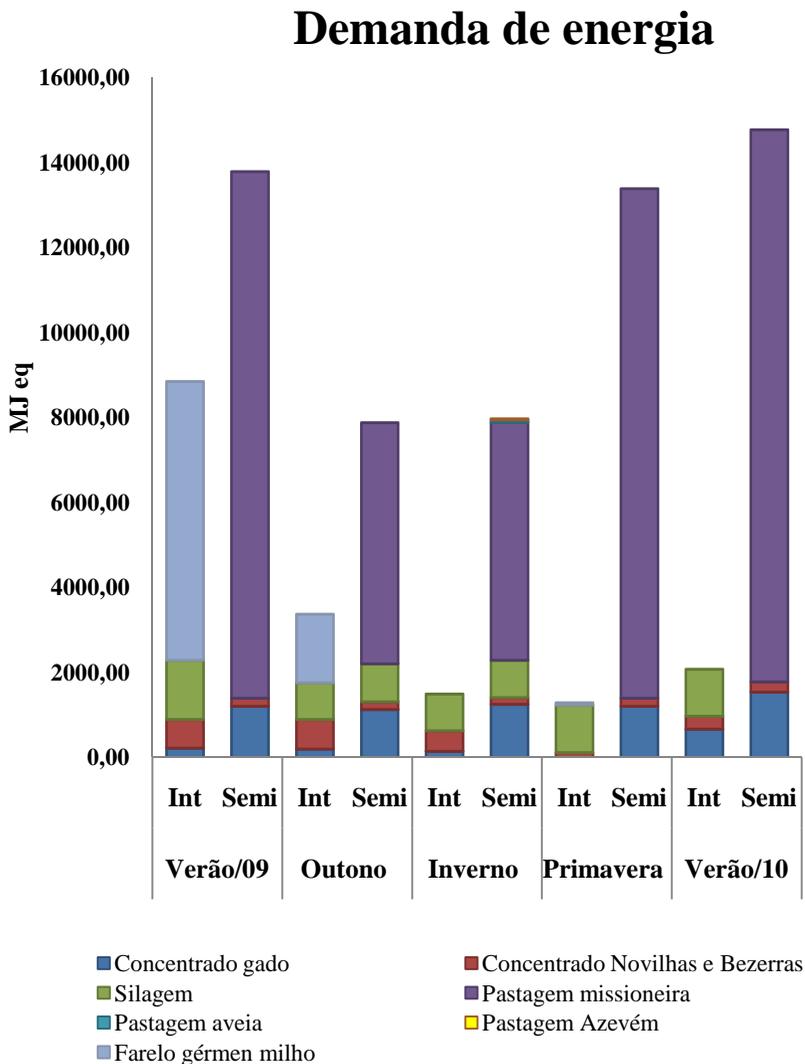


Figura 39: Demanda de energia oriunda da UF em diferentes estações do ano.

Para o sistema extensivo a síntese de leite é a principal contribuinte de todas as categorias e o processo de produção da pastagem é o que se destaca em quase todas. Sendo assim, a pastagem é o processo que possui maior carga ambiental associada para este sistema de produção de leite. E a estação que mais contribuiu para as emissões desta categoria foi o verão de 2010. Assim como em grande parte das categorias estudadas, este fato deve-se ao maior consumo de insumos por litro de leite com energia corrigida, ou seja, é a estação que possui o kg de leite mais impactante do sistema.

Para esta categoria o principal contribuinte é a produção de pastagem no sistema semi extensivo. Ela é responsável por: 85,30%, 66,30%, 64,80%, 79,00% e 83,60% para as estações: verão 2009, outono 2009, inverno 2009, primavera 2009 e verão 2010, respectivamente. As contribuições deste processo estão associadas ao uso de fertilizantes no cultivo. A uréia é responsável por 59,10% dos impactos associados a esta produção, o fósforo por 23,90%, o cloreto de potássio por 6,22% e a produção das sementes da pastagem por 10,50%.

A produção de concentrado para as vacas que é outro processo que contribui para esta categoria de impacto é responsável por: 8,52%, 13,20 %, 14,50%, 9,56% e 8,69% das emissões, respectivamente para as 5 estações em estudo. As emissões estão associadas ao caroço de algodão (14,60%), cevada (10,60%), farelo de gérmen (18,00%), farelo de trigo (12,50%) e ao processo produtivo do concentrado (14,90%).

Para a produção de concentrados para as novilhas e bezerras, o percentual de contribuição foi: 1,35, 2,08, 1,79, 1,49 e 1,52 para as estações referidas como a abrangência neste estudo. A produção dos grãos que constituem o concentrado são os principais colaboradores para as emissões: farelo de gérmen de milho (18,00%) e farelo de trigo (12,50%), além do transporte do produto até a propriedade (21,10%).

As pastagens de inverno, na estação inverno 2009, contribuíram com menos de 1% do total das emissões na estação. O azevém contribuiu com 0,25% para a categoria de demanda de energia e possui como única fonte a produção das suas sementes com 95,10% e o transporte da produção com 2,51%. Já para a outra pastagem, aveia, que contribuiu com 0,73%, as fontes são as mesmas, o que altera é o percentual de colaboração de cada um, a produção de sementes é responsável por 95,40% e o transporte por 2,47%. Para este dois produtos houve a colaboração também da energia elétrica para o processamento industrial das sementes com 2,06% para as emissões da

categoria. Já no outono 2009 as contribuições desta pastagens foram de 0,25% e 0,13%, respectivamente.

A silagem contribuiu para as emissões somente das estações outono 2009, inverno 2009 e primavera 2009 com, respectivamente: 10,40%, 10,40% e 5,23% do total das emissões da categoria nas estações. A principal contribuição está associada à utilização de uréia no cultivo (27,00%). O adubo orgânico está também associado a este processo (69,90%), porém, como foram considerados adubos industriais para a composição deste produto, não será considerada como emissões.

A uréia a principal fonte das emissões oriundas desta categoria, principalmente quando relacionada à produção de pastagem e de silagem. Porém, os cultivos dos grãos dos concentrados também estão associados, provavelmente pelo uso de fertilizantes em seus respectivos cultivos.

Para o sistema intensivo, os resultados serão apresentados a seguir, identificando a média para 1 UF ao longo de todo o período que abrange o estudo e posteriormente a divisão em estações do ano e nas categoria de interesse.

Das emissões oriundas da estação verão 2009, a produção de farelo de gérmen de milho representa 74,14% das emissões, seguida da produção de silagem com 15,76%, da produção de concentrado para as vacas com 7,66% e da produção de concentrado para as novilhas com 2,44%.

Na estação do outono 2009, a produção de farelo de gérmen de milho é principal contribuinte da ocupação de terra nesta estação com 48,02%, seguida da produção de silagem com 25,56%, da produção de concentrados para as vacas com 20,70% e da produção de concentrados para as novilhas com 5,72%.

No inverno 2009, a produção da silagem é a principal responsável pelas emissões com 57,95%, seguida da produção de concentrados para as vacas com 32,34% e do concentrado para as novilhas com 9,71%.

Na primavera 2009, novamente, a produção da silagem é a principal responsável pelas emissões com 86,96%, seguida da produção de concentrados para as vacas com 8,97% e do concentrado para as novilhas com 0,01%.

Na estação verão 2010, para a categoria de demanda de energia, o processo que possui maior contribuição é a produção da silagem é a principal responsável pelas emissões com 55,61%, seguida da produção de concentrados para as vacas com 33,76% e do concentrado para as novilhas com 10,63%.

A produção de farelo de gérmen de milho possui a produção do próprio gérmen como a principal fonte das emissões desta categoria (98,70%), onde o cultivo dos grãos de milho é responsável por 72,40% e a produção do ácido láctico por 22,50%.

A silagem possui como principal contribuinte a produção de grãos de milho responsável por 62,30% das emissões, seguida da produção do fertilizante uréia com 31,00% e da produção de fertilizante químico com formulação NPK com 6,66%.

O milho integral moído utilizado na produção de concentrado para as vacas é responsável por 56,70% da categoria de demanda de energia, seguido do processamento industrial com 13,20%, a produção de *premix* com 6,63% e da produção de farelo de trigo com 5,43%. Para o concentrado das novilhas os contribuintes são idênticos, porém, há alteração nos percentuais para: 49,90%, 13,60%, 6,83% e 11,20%, respectivamente.

A estação verão 2009 é a maior contribuinte para a categoria de impacto: demanda de energia devido ao consumo de grande quantidade do farelo de gérmen de milho para a alimentação do rebanho no período.

Para o sistema intensivo a produção de leite é a principal contribuinte de todas as categorias e o processo de produção do farelo de gérmen de milho é o que se destaca em quase todas as categorias e nas estações em que há o consumo. Sendo assim, o farelo de gérmen de milho é o processo que possui maior carga ambiental associada para este sistema de produção de leite. Porém, deve-se salientar que os concentrados e a silagem também possuem grandes contribuições em algumas estações.

A estação que mais contribuiu para as emissões deste sistema de produção de leite foi o verão de 2009. Este fato é devido ao consumo de grandes quantidades do farelo gérmen de milho para a alimentação do gado leiteiro. Ou seja, o kg de leite corrigido pela energia desta estação possui o maior consumo de insumos por kg de leite, ocasionando no kg de leite mais impactante do sistema intensivo.

A redução dos impactos devido ao uso de fertilizante orgânico, no sistema intensivo, é de 8,84% para o verão de 2009, 18,59% para o outono, 36,60% para o inverno, 41,57% para a primavera e 30,27% para o verão de 2010.

A categoria de demanda de energia total acumulativa é superior no sistema semi extensivo, este fato deve-se a adubação empregada na produção de pastagem missioneira gigante, pois, ocorre o uso de uréia e fósforo. Para a produção de 1 kg desta pastagem, no sistema semi extensivo, utiliza-se 1,68 MJ eq, sendo que 1,01 MJ eq é oriundo da

uréia e 0,40 MJ do fertilizante fósforo e os 0,29 MJ eq restante devem-se aos demais fertilizantes e das sementes. Logo, empregando-se como exemplo a estação verão 2009, a produção de 1 kg de leite no sistema requer 16,09 MJ eq somente no consumo dos 9,58 kg da pastagem. Já para o sistema intensivo, o farelo de gérmen de milho é o principal responsável pela contribuição na estação, sendo que a produção de grãos de milho e o processamento industrial empregando o ácido láctico são as principais fontes. Para produção de 0,16 kg deste farelo são necessários 7,65 MJ eq para a produção de 1 kg de leite no sistema. Apesar de ser superior a quantidade de MJ eq para farelo do que para a pastagem, o consumo do produto para a produção da UF é inferior ao da pastagem.

A demanda de energia de ambos os sistemas são superiores aos valores apresentados por Basset-Mens e colaboradores (2009) e Cedeberg & Mattson (2000), especialmente o sistema semi extensivo, cujo valor chega a ser 22 vezes superior ao um dos resultados do primeiro trabalho mencionado, onde, os 41% do sistema LI e os 77% do sistema NFMS são devidos a produção de pastagens e produção de alimentos e de 16 (NFMS) para 46% (LI) foi devido à ordenha do leite e 5,8 (NFMS) para 12,5% (LI) foi devido a gestão de vacas. De todos os componentes de produção de alimentos, a produção agrícola de pastagem foi o único contribuinte para o LI (41%) e o principal do NF (65%) e do NZ (58%). Para o NFMS, a produção de suplementação alimentar foi a principal responsável (54%) e produção agrícola de pastagem contribuiu apenas com 20%. Já para o trabalho de Cedeberg & Mattson, (2000), os resultados podem, em grande parte, ser explicados pela diferença de alimentação dos dois sistemas de produção e utilização de fertilizantes sintéticos na produção convencional. O que ocorre também no sistema semi extensivo, cujas principais contribuições são oriundas da adubação empregada na produção de pastagem, devido o uso de uréia e fósforo. No sistema intensivo, ocorrem alterações nos principais contribuintes, pois, ocorre diversificação da alimentação do rebanho, mas citando como exemplo a estação verão 2009, o farelo de gérmen de milho é o principal contribuinte.

Conforme pode ser verificado, ao longo das discussões dos resultados nas categorias de impacto, os valores encontrados pela pesquisa são similares, inferiores ou superior há alguns trabalhos publicados sobre a ACV da produção de leite. E a produção de alimentos são os principais contribuintes na maioria das categorias de impacto selecionadas. A Tabela 38 apresenta os valores destes estudos para as categorias de depleção abiótica (DA), acidificação (AC),

eutrofização (EU), aquecimento global (AG), ocupação de terra (OT) e demanda de energia (DE):

Tabela 38: Impactos ambientais referenciais paraACV do leite.

Autores	Categoria de impacto	DA	AC	EU	AG	OT	DE
	Sistemas de produção						
Olszensvski (2011)	Semi Extensivo	5,08	5,96	2,08	1731,84	6046,90	12089,41
	Intensivo	1,55	6,89	4,27	1232,07	451,98	5059,40
Haas; Wetterich; Köpke (2001)	Convencional -intensivo	-	-	-	1300,00	-	-
	Convencional -extensivo	-	-	-	1000,00	-	-
	orgânico	-	-	-	1300,00	-	-
Cedeberg; Mattson (2000)	Convencional	-	17,98	-	-	1925,00	3550,00
	Orgânico	-	15,81	-	-	3464,00	2511,00
Basset-Mens; Ledgards; Boyes (2009)	NZ	-	8,12	2,93	930,00	-	1510,00
	LI	-	3,85	1,59	646,00	-	550,00
	NF	-	6,74	2,50	762,00	-	1130,00
	NFMS	-	5,78	2,38	754,00	-	1550,00

Baseado em todos os resultados aqui apresentados, o sistema de produção de leite intensivo se demonstrou com melhor desempenho ambiental quando comparado ao sistema semi extensivo, ao contrário da hipótese apresentada, porém, foram considerados apenas os valores numéricos das emissões oriundas por categoria e não o grau de importância dos impactos gerados por cada uma em escala mundial, pois, a ACV não permite verificar qual é o grau de importância em escalas de suas categorias, apenas índices numéricos.

Salientando-se novamente que a produção de alimentos para o rebanho são as principais fontes de todas as categorias de impacto apresentadas. E essencialmente no sistema semi extensivo está associada à produção de pastagem e no sistema intensivo, quando há o consumo ao longo das estações, o farelo de grão de milho.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O método de ACV se demonstrou eficiente para a avaliação de ambos os sistemas. A construção do inventário, apesar da indisponibilidade de alguns dados primários, atendeu o objetivo do estudo. Porém, se faz necessário a expansão dos limites aqui empregados.

A propriedade caracterizada pela produção de leite em sistema intensivo possui melhor desempenho ambiental quando comparado a propriedade de sistema semi extensivo. Comprovou-se a hipótese de que o sistema semi extensivo possui desempenho ambiental inferior ao outro sistema.

Para as emissões de gases de efeito estufa, o rebanho do sistema intensivo é responsável por emissões superiores ao do sistema semi extensivo devido a alimentação e a maior produção de leite. Entretanto, como a produtividade deles é superior, estes animais possuem menos kg de GEE por UF produzida.

As estações do sistema intensivo, apesar de ser em confinamento, não possuem similaridade devido aos diferentes insumos que são ofertados para a alimentação. Este fato pode ser verificado no verão 2009 e verão 2010, onde todas as categorias da primeira estação se demonstraram bem superiores as demais. Já para o sistema extensivo devido a variedade da oferta de alimentos diferenciada, assim como no outra propriedade, os impactos estão mais distribuídos ao longo das estações, não caracterizando uma específica para todas as categorias.

Para o sistema semi extensivo, a síntese de leite é o maior responsável pelas emissões de todas as categorias em estudo, ou seja, está ligado a tudo o que é necessário ofertar ao animal para que a produção de leite ocorra, especialmente, a produção da alimentação do rebanho. Isto também ocorre no sistema intensivo.

A produção de alimentos em ambos os sistemas são os grandes responsáveis pelas emissões da maioria das categorias. Sendo que no sistema semi extensivo, a produção de pastagem é a principal responsável pelas emissões em 4 das 6 categorias de estudo (exceção da acidificação e do aquecimento global). Para o sistema intensivo, o farelo de gérmen de milho mostrou-se como um produto com grande carga ambiental associada a ele, em virtude do alto consumo de grãos de milhos para a sua produção. Este fato pode ser observado em todas as

estações em que o rebanho foi alimentado com este insumo, entretanto, a produção de concentrados para os animais possuem grande contribuição.

A alimentação do rebanho está associada com a categoria de aquecimento global, quanto maior a digestibilidade dos alimentos, maior as emissões oriunda da eructação. Logo, deve-se oferecer alimento com digestibilidade baixa, porém, com alta qualidade nutricional para atender a demanda diária do animal.

Para a categoria acidificação o processo de produção dos concentrados é o maior contribuinte em virtude da composição de cada um deste alimento, ou seja, se deve ao cultivo dos grãos de cada ingrediente e em função das adubações utilizadas na lavoura.

A categoria de impacto aquecimento global possui como a principal fonte as emissões entéricas dos animais e de seus dejetos. A dieta alimentar, o peso, o tamanho do rebanho e gerenciamento dos seus dejetos interfere diretamente nas emissões.

Provavelmente a ineficiência (baixa produtividade do rebanho) do sistema semi extensivo é a principal contribuição para os impactos ambientais associados a este sistema de produção quando comparado ao intensivo. Neste caso, se faz necessário a produção de mais alimentos para o rebanho devido a baixa conversão da alimentação em leite. Melhorias nas eficiências agrônômica (maior produção de alimento por área) e zootécnica (animais com melhores índices de conversão) da propriedade amenizariam a carga ambiental atribuída ao mesmo.

O maior potencial de conversão de alimentos em leite do rebanho da propriedade intensiva interfere diretamente nas categorias de impacto. Se dois animais produzem quantidades diferentes de leite e ingerem a mesma quantidade de alimentos, o animal que produz menos está associando mais impactos por litro de leite produzido por ele, ao contrário do animal com melhor produtividade.

Para a redução de impactos ambientais associados ao sistema semi extensivo deve-se substituir os fertilizantes químicos utilizados no cultivo das pastagens, principal fonte de alimentação do rebanho, por menos impactantes. Uma das alternativas para a redução dos impactos ambientais associados ao sistema intensivo é a exclusão ou substituição do farelo de gérmen de milho da alimentação do rebanho.

A comparação dos resultados do estudo foi dificultada em função de que os trabalhos já publicados sobre a ACV da produção de leite possui diversas UF adotadas, em muitos casos, impossibilitando a comparativo com alguns. Porém, os valores são similares em algumas categorias a pesquisas publicadas sobre o assunto.

As recomendações para trabalhos futuros são:

- Expansão dos limites dos sistemas adotado neste trabalho para dar continuidade à avaliação da cadeia produtiva do leite e poder atribuir corretamente os impactos associados ao leite e seus derivados;
- Adotar dados primários dos insumos e de processos que neste trabalho foram considerados como secundários para dar maior confiabilidade aos resultados e se possível realizar novamente a análise deste, empregando os novos processos e insumos;
- Desenvolver pesquisas relacionadas à construção de um inventário com dados dos cultivos de grãos e demais insumos utilizados na produção de leite para a realidade brasileira;
- Desenvolver pesquisas relacionadas à produção de concentrados principalmente quanto à composição e cultivo dos grãos para avaliar se ocorre a interferência direta nos impactos associados a este processo e nas emissões oriundas do rebanho leiteiro;
- Desenvolver pesquisas também quanto ao emprego de adubo orgânico em cultivos e compará-los com os químicos para uma avaliação ambiental de qual insumo deve ser empregado nas lavouras ocasionando mesmos impactos;
- Adotar uma UF única para todos os trabalhos sobre ACV da produção de leite para seja passível a comparação dos resultados, mesmo que sejam de climas, sistema de produção, manejo do rebanho diferenciados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.F. **Estratégias em unidades de produção de leite: Comparação de casos em regiões do Canadá e do Brasil.** 127 páginas. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

ALVARENGA, R.A. de F. **Pegada Ecológica e Pegada Carbônica pertinência de metodologias simplificadas de ACV.** 158 páginas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

AMARAL, L.A. **Qualidade higiênico-sanitária e teor de nitratos na água utilizada em propriedades leiteiras situadas na região nordeste do Estado de São Paulo.** 170 páginas. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

ANDRADE, C.M.S. Pastejo Rotacionado. Tecnologia para aumentar a produtividade de leite e a longevidade das pastagens. **Embrapa – Acre. 2009.** Disponível em: <<http://www.cpaufac.embrapa.br/prodleite>>. Acesso em 29 de dezembro de 2010.

ASSIS, A.G. Produção de leite a pasto no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre a produção animal em pastejo, 1997. Viçosa. UFV, 381-409, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044:** Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida: Requisitos e Orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2009, 46p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040:** Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida: Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009, 21p.

AUDSLEY, E., ALBER, S., CLIFT, R., COWELL, S., CRETZAZ, P., GAILLARD, G., HAUSHEER, J., JOLLIET, O., KLEIJN, R., MORTENSEN, B., PEARCE, D., ROGER, E., TEULON, H., WEIDEMA, B., van ZEIJTS, H. Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture. **Final Report, Concerted Action**

AIR3-CT94-2028, European Commission DG VI, Brussels, Belgium. 1997.

BACARJI, A.G.; HALL, R.J.; ZANON, H. Os impactos da sazonalidade da produção de leite numa indústria de laticínio no Estado de Mato Grosso do Sul. **In: SEGeT –Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. 15 páginas. 2007.

BASSET-MENS, C.; LEDGARD, S.; BOYES, M. Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. **Ecological Economics**, Volume 68, Issue 6, Pages 1615-1625, 15 April 2009.

BASSET-MENS, C.; VANDER WERF, H.M.G. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 05, p. 127–144, 2005.

BERLIN, J. Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese. **International Dairy Journal**, Volume 12, Issue 11, Pages 939-953, 2002.

BERLIN, J.; SONESSON, U. Minimizing environmental impact by sequencing cultured dairy products: two case studies. **Journal of Cleaner Production**, Volume 16, Issue 4, Pages 483-498, Mar.2008.

BERLIN, J.; SONESSON, U.; TILLMAN, A.M. A life cycle based method to minimize environmental impact of dairy production through product sequencing. **Journal of Cleaner Production**, Volume 15, Issue 4, Pages 347-356, 2007.

CARVALHO, H.P.; SILVA, I.J.O. Metais pesados presentes na água residuária de sistema de exploração leiteira do tipo “Freestall”. **THESIS São Paulo**, ano III, V.6, páginas 1-8, 2º Semestre, 2006.

CASEY, J.W.; HOLDEN, N.M. The Relationship between Greenhouse Gas Emissions and the Intensity of Milk Production in Ireland. **Journal of Environmental Quality**, Vol. 34, pages 429 – 436, Mar.–Ap. 2005.
CASTANHEIRA, É. G. **Avaliação do Ciclo de Vida dos produtos lácteos fabricados em Portugal Continental**. 169 páginas. Dissertação

(Mestrado) - Universidade de Aveiro. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Aveiro, 2008.

CASTANHEIRA,É. G. et al. Avaliação do impacte ambiental do sector dos Lacticínios em Portugal. Aveiro: **9.ª Conferência Nacional do Ambiente**, 2007.

CASTANHEIRA, É.G, et al. “The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm”, **Agricultural Systems**, Volume 103, Issue 7, Pages 498-507, September 2010.

CEDERBERG, C.; MATTSSON, B. Life cycle assessment of milk production — a comparison of conventional and organic farming. **Journal of Cleaner Production**, Volume 8, Issue 1, Pages 49-60, Feb. 2000.

CEDERBERG, C.; MATTSSON, B. Life cycle assessment of milk production: a comparison of conventional and organic farming. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 49-60, Feb. 2000.

CEDERBERG, C.; DALERIUS, K. Life cycle assessment of Pig Meat. **Natur e surs forum Landstinget Halland**, Sweden, 2001.

CEDERBERG, C.; FLYSJÖ, A. Life cycle Inventory of 23 Dairy Farms in South-Western Sweden. **Report 728**. SIK – the Swedis Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg. 2004.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. **Feedstuffs**, v.62, n. 36, p.12, 1990.

DE BOER, I.J.M. Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. **Livestock Production Science**, Volume 80, Issues 1-2, Pages 69-77), March 2003.

DASSIE, C. **Revista Balde Branco** . Número 417, Julho/1999.

DE VRIES, M.; DE BOER, I.J.M. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. **Livestock Production Science**, Volume 128, Issues 1-3, Pages 1-11, March 2010.

DEBARBA, R.J. **Estudos de diferentes métodos de melhoramento de pastagens no Alto Vale do Itajaí-SC Brasil, utilizando as**

leguminosas maku (*Lotus uliginosus* Schkuhr) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov & Gregory). 114 páginas. Dissertação – Curso de Pós – Graduação (Mestrado) em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, p.197-204, 2001.

EIDE, M.H.; HOMLEID, J.P.; MATTSSON, B. Life cycle assessment (LCA) of cleaning-in-place processes in dairies. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Volume 36, Issue 3, Pages 303-314, May 2003.

EMMICK, D.L. Increase pasture use to decrease dairy feed costs. **In: PASTURE/ GRAZING FIELD DAY**. 1991. Penn State University, University Park. p. 10-14. 1991.

EPAGRI. Participação da produção familiar na reestruturação da cadeia produtiva do leite. Chapecó, 1998. 5p. **GIPAF. Artigos e trabalhos**. Disponível em: <http://gipaf.cnptia.embrapa.br/itens/publ/EPAGRI/EPAGRI_98.doc>. Acesso em: 10 de dezembro de 2009.

FAGAN, E.P. **Fatores ambientais e manejo sobre a composição química, microbiológica e toxicológica do leite produzido em duas granjas produtoras de leite tipo “A” no estado do Paraná.** 114 páginas. Tese – Curso de Pós – Graduação (Doutorado) em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá. 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION [FAO]. 2010. Disponível em: < <https://www.fao.org.br/> > Acesso em 20 de fevereiro de 2011.

FONTANELI, R. S. **Forage systems for year-round grazing by lactating dairy cows.** 220 páginas .Ph.D. Dissertation. Gainesville: University of Florida, 1999.

GOMES, V, et al. Qualidade do leite de vacas Jersey: Contagem de células somáticas, *California Mastitis Test (CMT)*, gordura, proteína,

lactose e sólidos totais. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. 3ª Edição, Julho de 2004.

GOMES, S. T. Evolução recente e perspectivas da produção de leite no Brasil. **In: O agronegócio do leite no Brasil**. Brasília: Embrapa Gado de Leite, 2001.

GOUGH, J. et al. **A Project submitted in partial fulfillment of requirements for the degree of Master of Science in Natural Resources and Environment**. 178 páginas, Abril 2010.

GRÖNROOS, J. et al. Energy use in conventional and organic milk and rye bread production in Finland. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Volume 117, Issues 2-3, Pages 109-118, November 2006.

HAAS G., WETTERICH F., KÖPKE U. Comparing intensive, extensive and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Volume 83, Issues 1-2, Pages 43-53, January 2001.

HAVLIKOVA, M.; KROEZE, C.; HUIJBREGTS, M.A.J.; Environmental and health impact by dairy cattle livestock and manure management in the Czech Republic. **Science of the Total Environment**, Volume 396, Issues 2-3, Pages 121-131, 25 June 2008.

HOFFMAN, K. et al. Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, 76:2651-2663. 1993.

HOGAAS, M. Life Cycle Assessment (LCA) of Industrial Milk Production. The International **Journal of Life Cycle Assessment**,7: 115-126, 2002.

HOLMANN, F. Reflexiones sobre la competitividad de distintos modelos de producción de leche en América Latina tropical. In: **Anais - VI Congresso Panamericano de la leche**. Buenos Aires: 1997.

HONEYMAN, M.S. **Corn gluten swine: Effects on long term tryptophan utilization**. Ame Iowa State University, 1989.

HOSPIDO, A.; MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G. Simplified life cycle assessment of Galician milk production. **International Dairy Journal**, Volume 13, Issue 10, Pages 783-796, 2003.

HOSPIDO, A.; SONESSON, U. The environmental impact of mastitis: a case study of dairy herds. **Science of the Total Environment**, Volume 343, Issues 1-3, Pages 71-82, 1 May 2005.

IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006.

Disponível em:

<<http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>> Acesso em: 06 de janeiro de 2011.

JANK, M.S.; GALAN, V.B. Competitividade do sistema agroindustrial do leite no Brasil. **In: O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo, p.41-104, 1999.

JANK, M.S.; FARINA, E.Q.; GALAN, V.B. **O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo: Pensa, 108p, 1999.

KATAJAJUURI, J.M.; LOIKKANEN, T. Enhancing competitiveness through green innovation. Finnish food industry committed to environmental data production - LCA pilot case for barley. **In: Proceedings of 9th International Conference of the Greening of Industry Network, Sustainability at the Millennium: Globalization, Competitiveness, and the Public Trust**, Bangkok (Thailand), 2001.

KRAMER, K.J.; MOLL, H.C.; NONHEBEL, S., Total greenhouse gas emissions related to the Dutch crop production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Volume 72, Issue 1, Pages 9-16, January 1999.

KRUG, E.E.B. **Sistemas de produção de leite: identificação de “benchmarking”**. Porto Alegre: Pallotti, 256p, 2001.

LEAVER, J.D.; WEISSBACH, F. Trends in intensive temperate grassland systems. **In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**. 17. 1993. Palmerston North, p. 1481-1485, 1993.

LINS, P. M. G; VILELA. P. S. (Coords). Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005: **relatório de pesquisa**. – Belo Horizonte: FAEMG, 2006.

LUCAS JÚNIOR, J. ; AMORIM, A.C. Manejo de dejetos: fundamentos para a integração e agregação de valores. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2005, Campo Grande, MS. **Anais**: Campo Grande, Zootec, 2005.

LUO, J.; DE KLEIN, C.A.M.; LEDGARD, S.F.; SAGGAR, S. Management options to reduce nitrous oxide emissions from intensively grazed pastures: A review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Volume 136, Issues 3-4, Pages 282-291, 15 March 2010.

LUO, J. et al. Management options to reduce nitrous oxide emissions from intensively grazed pastures: A review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 2009.

MACEDO, C.M.M. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL. Goiânia. **Anais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Goiânia: Serrana Nutrição Animal/CNPq. 1999. p. 137-150.

MANSO, K.R. de J.; FERREIRA, O.M. **Confinamento de Bovinos: Estudo do gerenciamento dos resíduos**. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia Ambiental. Goiânia –GO. 2007.

MARGNI, M. et al. Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Volume 93, Issues 1-3, Pages 379-392, December 2002.

MARQUES, D. C. Manejo. In: MARQUES, D.C. **Criação de bovinos**. Belo Horizonte: Consultoria Veterinária e Publicações, 2003. p.103-120.

MARTINS, P. C. Oportunidades e desafios para a cadeia produtiva de leite. In: **ZOCCAL, R. et al. A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos**. 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. Cap. 1, p. 11 – 30

MATOS, L. L. de. **Produção de leite a pasto ou em confinamento** - Portal Agronomia. 2009. Disponível em:
<http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_producao_leite_pasto_confinamento.htm> Acesso: em 29 dezembro 2010.

MATTSSON, B.; CEDERBERG, C.; BLIX, L. Agricultural land use in life cycle assessment (LCA): case studies of three vegetable oil crops. **Journal of Cleaner Production**, Volume 8, Issue 4, Pages 283-292, Aug. 2000.

MAZZUCO, H. Ações sustentáveis na produção de ovos. 2008. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37: 230-238

MING-HUI, X. et al. Environmental Impacts of Milk Packaging Made from Polythene Using Life Cycle Assessment. *Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE)*, 2010 **4th International Conference on**, vol., no., pp.1-4, 18-20 June 2010.

MÜLLER- LINDENLAUF, M.; DEITERT, C.; KÖPKE, U. Assessment of environmental effects, animal welfare and milk quality among organic dairy farms. **Livestock Science**, Volume 128, Issues 1-3, Pages 140-148, March 2010.

NOGUEIRA, M.P. **Pesagem de boi: Quilogramas ou arrobas**. 2010. Disponível em: <<http://www.bigma.com.br/artigos.asp?id=44>>. Acesso em 29 de dezembro de 2010.

OLZSENSVSKI, F.T. et al. Avaliação do ciclo de vida da produção de leite em mesorregiões de Santa Catarina. . **In: 2º Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços**, p 211-215, Florianópolis, 2010.

OLIVEIRA, A.I. et al. Produção média de leite de vacas girolando mantidas em pastejo rotacionado de Tifton 85 com e sem irrigação no período chuvoso. **In: II Seminário Iniciação Científica – IFTM**, Campus Uberaba, MG. 2009.

PACIULLO, D.S.C; HEINEMANN, A.B e MACEDO, R.O. Sistemas de produção de leite baseados no uso de pastagens. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v.1, n.1, p. 88-106, ago. 2005.

PAULINO, V.T.; TEIXEIRA, E.M.L. Sustentabilidade de pastagens e manejo adequado como medida redutora das emissões de gases de efeito estufa. 2010. **Artigo em Hipertexto**. Disponível em:

<http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/pastagens/index.htm>.
Acesso em: 6/1/2011

PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O. Atuações zootécnicas para a adequação ambiental na bovinocultura. **In: Congresso, 2008**, João Pessoa, PB, p. 1-14, 2008.

PETROFÉRTIL. **Relatório anual de atividades**. Rio de Janeiro, Petrofertil, 1992.

PIRES, M.F.A.: Manejo nutricional para evitar o estresse calórico. **Comunicado Técnico 52: Embrapa Gado de Leite**. Juiz de Fora, MG, 4p. Novembro, 2006.

PONTES, I.F.; ALMEIDA, S.L.M. Comunicação Técnica elaborada para o livro Rochas Minerais Industriais: Usos e Especificações Parte 2. 2008. 25f. Centro de Tecnologia Mineral – CETEM. Rio de Janeiro. PRIMAVESI, O. et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.3, p.277-283, mar. 2004.

ROLAS-SBCS. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo**, 10ª ed, Porto Alegre, 2004. 400 p.

RAMIREZ, P. **Análise de Métodos de Alocação Utilizados em Avaliação do Ciclo de Vida**. 138 páginas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ROTZ, C. A.; MONTES, F.; CHIANESE, D. S. The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment. **Journal of Dairy Science**. Vol. 93 No. 3, 2010.

ROSA, L.S.da; QUEIROZ, M.I. Avaliação da qualidade do leite cru e resfriado mediante a aplicação de princípios do APPCC. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(2): 422-430p, 2007.

ROY, P. et al. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. **Journal of Food Engineering**, Volume 90, Issue 1, Pages 1-10, Jan. 2009.

SANTOS, G.T. et al. Importância do manejo e considerações econômicas na criação de bezerras e novilhas. **In: II Sul- Leite: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil**, p.239-267, 2002.

SANTOS, O.V. dos; MARCONDES, T.; CORDEIRO, J. L. F. Estudo da cadeia do leite em Santa Catarina; prospecção e demandas. (Versão preliminar). Florianópolis: **Epagri/Cepa**, 2006. 55p.

SERRANA. **Processo produtivo**. Disponível em: <<http://www.serrana.com.br/nutricaoanimal/processodeproducao.asp>>. Acesso em 04 de janeiro de 2011.

SJAUNJA, L.O et al, 1990: A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. **ICAR, 27th Session**. July 2–6, Paris, France. EAAP Publication No. 50, 156–157

SONESSON, U.; BERLIN, J. Environmental impact of future milk supply chains in Sweden: a scenario study. **Journal of Cleaner Production**, Volume 11, Issue 3, Pages 253-266, May 2003.

SOUZA, C.deF. et al. **Instalações para gado leiteiro – Área de CRA/DEA/UFV**. 31 páginas. 2004.

SOUZA, C. F. de, et al. **Instalações para Gado de Leite**. Área CRA/DEA/UFV. Disponível em: <<http://www.ufv.br/ambiagro/arquivos/GadoLeiteOutubro-2004.pdf>,p.6.>. Acesso em: 20 dez 2010.

SOUZA, C. F.; FERREIRA, W. P. M. A importância das construções na produção agropecuária. **Campo & Negócios**, Uberlândia, p. 64 - 65, 15 jan. 2006.

SOUZA, R. et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 484-495 abr/jun, 2010.

SPIES, A. The sustainability of the pig and poultry industries in Santa Catarina, Brazil: a framework for change. Tese (Doutorado) - University of Queensland, Brisbane, Australia. School of Natural and Rural Systems Management. 408f, 2003.

SPIRINCKX C. e CEUTERICK, D. Biodiesel and Fossil Diesel Fuel: Comparative Life Cycle Assessment. **International Journal Life Cycle Assessment** 1 (3), pg: 127-132, 1996.

STOCK, L.A. et al. **Sistemas de produção e sua representatividade na produção de leite do Brasil**. 2007.

SWENSSON, C. Relationship between content of crude protein in ration dairy cows, N in urine and ammonia release. **Livestock Production Science** V84, 125-133p, 2003.

THOMASSEN, M.A.; DE BOER, I.J.M. Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy production systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Volume 111, Issues 1-4, Pages 185-199, 1 December 2005.

THOMASSEN, M.A. et al. Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. **Agricultural Systems**, Volume 96, Issues 1-3, Pages 95-107, March 2008.

TRINDADE NETO, M.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. Farelo de glúten de milho (FMG) para suínos em crescimento e terminação (desempenho). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.108-116, 1995.

VAN DER WERF, H.M.G.; KANYARUSHOKI, C; CORSON, M.S. An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. **Journal of Environmental Management**, Volume 90, Issue 11, Pages 3643-3652, Aug. 2009.

VAN DER WERF, H.M.G. et al. Environmental Impacts of farm scenarios according to five assessment methods. **Journal of Agriculture Systems & Environment**, 118, p.327-338, 2007.

VAN DIJK, A. **Life Cycle Assessment of conventional and organic pig production in the Netherlands**. MSc thesis Animal Production Systems group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. 2001.

VEIGA, J.B., FREITAS, C.M.K.H.; OCCARD-CHAPUIS, R. **Criação de gado leiteiro na Zona Bragantina**. EMBRAPA. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/paginas/cadeia.htm>>. Acesso em 06 de janeiro de 2011.

VILELA, D.; ALVIM, M. J.; CAMPOS, O. F.; RESENDE, J. C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 25:1228-1244. 1996.

VRIES, M. e BOER, I.J.M. de. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. **Livestock Science**, 2009.

XAVIER, J. H. V.; CALDEIRA-PIRES, A. Uso potencial da Análise de Ciclo de Vida de Produtos (ACV) para a caracterização de impactos ambientais na agricultura. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, Volume 21, número 2, p. 311-341, mai./ago., 2004.

XAVIER, J. H.V. et al. Caracterização dos impactos ambientais na agricultura: II – Análise de Ciclo de Vida (ACV) de Sistemas de Produção da Agricultura Familiar em Unai-MG. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, 2004.

YAMAGUCHI, L. C. T. Análise financeira de unidades de produção de leite. Coronel Pacheco, MG: Embrapa-CNPGL, 1994. 15 p. (**Embrapa-CNPGL. Documentos**, 58).

YAN, M.; HUMPHREYS, J.; HOLDEN, N.M. An evaluation of life cycle assessment of European milk production. **Journal of Environmental Management**. 2011.

WILLERS, C.D.; RODRIGUES, L.B.; SILVA, N. de L. Inventário de Ciclo de Vida da Produção de Leite em uma unidade experimental em

Itaptinga-BA. **In: 2º Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços**, p 179-184, Florianópolis, 2010.

WORLD BANK. “Managing the Livestock Revolution: Policy and Technology to Address the Negative Impacts of a Fast-Growing Sector.” **Report No. 32725**, World Bank, Washington, DC. 2005.

ZAGO NETO, O.G; DEL PINO, J.C. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 20?? Disponível em:

<<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>> Acesso em 20 de setembro de 2010.

ZEN, S. D., BARIONI, L. G., BONATO, D.B.B., ALMEIDA, M.H.S.P., RIITTL, T.F.. Pecuária de Corte Brasileira: Impactos Ambientais e Emissões de Gases Efeito Estufa (GEE). **Sociologia**, 1-6. 2008. Disponível em

<http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Carbono_pecuaria_SumExec.pdf>. Acesso em: Acesso em 10 de janeiro de 2010.

ZOCCAL, R.; GOMES, A. T. Zoneamento da produção de leite. **In: ZOCCAL, R. et al. A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos**. 1ª ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. Cap. 13, p. 163 – 180.

APÊNDICE A - Resultados dos cálculos utilizando o método do IPCC (2006)

Propriedade semi extensiva

Coefficiente	Valor	Vacas	Novilhas	Bezerras	Unidade
Ca	0,17				-
DE%	69,45				%
NE _m		37,71	20,53	12,21	Mj/dia
NE _a		6,41	3,49	2,08	MJ/dia
NE _c		0,00	2,05	2,60	MJ/dia
N _{EI}		30,08	0,00	0,00	MJ/dia
NE _{tra}	0,00	0,00	0,00	0,00	MJ/dia
NE _{Gra}		3,77	2,05	0,00	MJ/dia
REM		0,53	0,53	0,53	-
REC		0,33	0,33	0,33	-
EB		147,00	115,07	38,45	MJ/dia
NE _{ma}	7,50				MJ/dia
CMS		0,00	5,22	3,10	kg/dia
Y _m	6,50				%
FE		62,77	49,06	16,39	kg CH ₄ /animal
CH ₄ dejetos		1889,39	915,98	89,67	kg CH ₄ /ano
N _{ext}	0,48	78,84	35,04	17,52	kg N/animal/ano
N ₂ O direta	1,00	0,03	0,01	0,006	kg N/animal/ano
N ₂ O indireta	40,00	668,00	183,17	26,83	kg NH ₃ /ano

Propriedade intensiva

Coefficiente	Valor	Vacas	Novilhas	Bezerras	Unidade
Ca	0,00				-
DE%	75,29				%
NE _m		49,12	37,71	20,53	Mj/dia
NE _a		0,00	0,00	0,00	MJ/dia
NE _c		0,00	2,89	3,37	MJ/dia
NE _I		83,17	0,00	0,00	MJ/dia
NE _{tra}	0,00	0,00	0,00	0,00	MJ/dia
NE _{Gra}		4,91	3,77	0,00	MJ/dia
REM		0,54	0,54	0,54	-
REC		0,35	0,33	0,33	-
EB		251,63	249,94	51,47	MJ/dia
NE _{ma}	7,50				MJ/dia
CMS		27,97			kg/dia
Y _m	6,50				%
FE		107,27	102,54	21,94	kg CH ₄ /animal
CH ₄ dejetos		3969,22	1230,44	285,44	kg CH ₄ /ano
N _{ext}	0,48	112,13	78,84	35,04	kg N/animal/ano
N ₂ O direta	1,00	0,44	0,03	0,01	kg N/animal/ano
N ₂ O indireta	40,00	1161,65	264,90	127,55	kg NH ₃ /ano

APÊNDICE B - Inventário dos sistemas produtivos de leite

PROPRIEDADE SEMI EXTENSIVA

Obtenção de Água

Água Bombeada

Insumos para a produção de 1 L de água

Insumo	Unidade	Consumo
Energia	kWh	0,0041
Água	L	1,00

Água Bombeada Aquecida

Insumos para a produção de 1 L de água aquecida

Insumo	Unidade	Consumo
Energia	kWh	0,0093
Água	L	1,00

Ordenha e Resfriamento

Ordenha e Resfriamento Pasto Verão 2010

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento na Primavera de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	80
Água Aquecida	L	100
Desincrustante alcalino clorado-s100	L	0,0778
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio-remocal	L	0,0222
Energia	kWh	19,37
Geração de resíduos		
Águas residuais	L	180,099

Ordenha e Resfriamento Pasto Verão 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento na Primavera de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	80
Água Aquecida	L	100
Desincrustante alcalino clorado-s100	L	0,10
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio-remocal	L	0,0333
Energia	kWh	19,37
Geração de resíduos		
Águas residuais	L	180,13

Ordenha e Resfriamento Pasto Primavera 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento na Primavera de 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	80
Água Aquecida	L	100
Desincrustante alcalino clorado-s100	L	0,0778
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio-remocal	L	0,0222
Energia	kWh	19,37
Geração de resíduos		
Águas residuais	L	180,13

Ordenha e Resfriamento Pasto Outono de 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento na Primavera de 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	80
Água Aquecida	L	100
Desincrustante alcalino clorado-s100	L	0,10
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio-remocal	L	0,0333
Energia	kWh	19,37
Geração de resíduos		
Águas residuais	L	180,13

Ordenha e Resfriamento Pasto Inverno de 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento no Inverno de 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	80
Água Aquecida	L	100
Desincrustante alcalino clorado-s100	L	0,10
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio-remocal	L	0,0333
Energia	kWh	19,37
Geração de resíduos		
Água residuais	L	180,13

Produção de Pastagem

Pastagem de Inverno à base de Azevem

Insumos para a produção de 1 kg de pastagem de inverno à base de Azevem		
Insumo	Unidade	Consumo
Ocupação de terra	m ² a	2,273
Sementes de Azevem	kg	0,174

Pastagem de Inverno à base de Aveia**Insumos para a produção de 1 kg de pastagem de inverno à base de Aveia**

Insumo	Unidade	Consumo
Sementes de Aveia	kg	0,454
Ocupação de terra	m ² a	2,273

Pastagem Missioneira Gigante**Insumos para a produção de 1Kg de pastagem missioneira gigante**

Insumo	Unidade	Consumo
Fertilizante a base de Fósforo (P)	kg	0,01
Fertilizante a base de K ₂ O	kg	0,01
Uréia	kg	0,015
Cal	kg	0,02
Sementes de Missioneira Gigante	kg	0,0045
Ocupação de terra	m ² a	1,0

Indústria de Concentrados

Produção de Farelo de Milho**Insumos para a produção de 1kg de Farelo de Milho**

Insumo	Unidade	Consumo
Milho	kg	1,0
Transporte	Kgkm	250
Embalagem de Polipropileno	kg	0,001
Energia	kWh	0,0291

Produção de Farelo de Algodão**Insumos para a produção de 1kg de Farelo de Algodão**

Insumo	Unidade	Consumo
Algodão	kg	1,0
Transporte	Kgkm	250
Embalagem de Polipropileno	kg	0,001
Energia	kWh	0,0291

Produção de Cevada**Insumos para a produção de 1kg de Cevada**

Insumo	Unidade	Consumo
Área para ocupação industrial	m ² a	0,0002
Área para construção	m ² a	8,0.E ⁻⁶
Transformação de área industrial	m ²	4,0.E ⁻⁶
Transformação de áreas desconhecidas	m ²	4,0.E ⁻⁶
Cevada	kg	1,0

Energia	kWh	0,024
Transporte	tkm	0,13
Construção	m ³	2,0.E ⁻⁵
Adubo Nitrogenado	kg	8,8.E ⁻⁵
Emissões		
Calor	MJ	0,0864

Produção de Farelo de Soja

Insumos e emissões para a produção de 1,00 kg de Farelo de Soja

Insumo	Unidade	Consumo
Soja	kg	1,247
Água de Torneira	kg	0,19167
Pesticida (Hexano)	kg	0,0047811
Ácido Fosfórico	kg	0,00036534
Energia	kWh	0,089637
Embalagem de Propileno	kg	0,0025
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
Hexano	kg	0,0047811
CO ₂	kg	0,36547
Esgoto	m ³	0,00020068
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Óleo de Soja	L	0,245
Casca de Soja	kg	0,33

Produção de Algodão

Insumos para a produção de 1kg de Algodão

Insumo	Unidade	Consumo
Área para ocupação industrial	m ² a	0,0002
Área para construção	m ² a	8,0.E ⁻⁶
Transformação de área industrial	m ²	4,0.E ⁻⁶
Transformação de áreas desconhecidas	m ²	4,0.E ⁻⁶
Sementes de Algodão	kg	1,0
Energia	kWh	0,058
Transporte	tkm	0,2
Construção	m ³	2,0.E ⁻⁵
Pesticida (compostos difenílicos)	kg	8,8.E ⁻⁵
Emissões		
Calor	MJ	0,2088

Processamento da ração

Insumos para a processamento de 1 pacote de ração

Insumo	Unidade	Consumo
Água	m ³	3600
Transporte	Kgkm	250
Embalagem de Polipropileno	kg	0,0025
Energia	kWh	0,05848
Resíduos		
Embalagem de Polipropileno	kg	0,0025

Concentrado para vacas leiteiras

Insumos para a produção de 1 kg de concentrado para vacas leiteiras

Insumo	Unidade	Consumo
Premix	kg	0,034285714
Farelo de Soja	kg	0,08
Farelo de Trigo	kg	0,108571429
Transporte	Kgkm	250
Processamento Ração	p	1
Milho	kg	0,142857143
Farelo de Germen de Milho	kg	0,028571429
Casca de Soja	kg	0,045714286
Sementes de Algodão	kg	0,285714286
Farelo de Algodão	kg	0,028571429
Cevada	kg	0,217142857
Glúten de Milho	kg	0,028571429

Concentrado Serrana para novilhas e bezerras

Insumos para a produção de 1 kg de concentrado para novilhas e bezerras

Insumo	Unidade	Consumo
Premix	kg	0,034285714
Farelo de Soja	kg	0,08
Farelo de Trigo	kg	0,108571429
Transporte	Kgkm	250
Processamento Ração	p	1
Milho	kg	0,142857143
Farelo de Germen de Milho	kg	0,028571429
Casca de Soja	kg	0,045714286
Sementes de Algodão	kg	0,285714286
Farelo de Algodão	kg	0,028571429
Cevada	kg	0,217142857
Glúten de Milho	kg	0,028571429

Concentrado para novilhas

Insumos para a produção de 1 kg de concentrado para novilhas

Insumo	Unidade	Consumo
Premix	kg	0,03
Farelo de Soja	kg	0,28

Farelo de Trigo	kg	0,12
Transporte	Kgkm	250
Farelo de Milho	kg	0,57

Concentrado para bezerras

Insumos para a produção de 1 kg de concentrado para bezerras

Insumo	Unidade	Consumo
Premix	kg	0,04
Farelo de Soja	kg	0,43
Farelo de Trigo	kg	0,27
Transporte	Kgkm	250
Farelo de Milho	kg	0,26

Produção de Desincrustante

Desincrustante de sais de cálcio de magnésio-remocal

Insumos para a produção de 1 L de Desincrustante de sais de cálcio de magnésio-remocal

Insumo	Unidade	Consumo
Processamento dos Desincrustantes	p	1,0
Sais de Cálcio e Magnésio	L	1,0
Transporte	Kgkm	250

Desincrustante alcalino clorado-s100

Insumos para a produção de 1 L de Desincrustante alcalino clorado-s100

Insumo	Unidade	Consumo
Processamento dos Desincrustantes	p	1,0
Base Alcalina	kg	1,0
Transporte	Kgkm	250

Produção de Fertilizantes

Adubo Orgânico

Insumos para a produção de 1 kg de Adubo Orgânico

Insumo	Unidade	Consumo
Diesel	kg	0,0006375
Transporte	Kgkm	1
Fertilizante a base de K	kg	0,042
Fertilizante a base de P	kg	0,01020
Fertilizante a base de N	kg	0,056
Emissões		
CH ₄	kg	1,71998 E ⁻¹³
N ₂ O	kg	0,0002

Fertilizante NPK - serrana

Insumos para a produção de 1 kg de fertilizante NPK-serrana		
Insumo	Unidade	Consumo
Cloreto de potássio	kg	0,1
Fosfato	kg	0,2
Uréia	kg	0,5
Embalagem prolipropileno	kg	0,0025
Transporte	Kgkm	201
Energia	KWh	0,005

Fertilizante uréia-serrana

Insumos para a produção de 1 L de fertilizante uréia-serrana		
Insumo	Unidade	Consumo
Uréia	kg	0,460
Embalagem prolipropileno	kg	0,00167
Transporte	Kgkm	250
Energia	kWh	0,00205

Produção de Leite

Produção de Leite a Pasto no Inverno de 2009

Insumos e emissões para a produção de 1,0 L de leite no inverno de 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,21705382
Edificações	m ² a	0,000273243
Concentrado Vacas Leiteiras	kg	0,222619303
Concentrado Serrana- Novilhas e Bezerras	kg	0,0275
Sal mineral Pasto	kg	0,0090
Silagem	kg	0,7152
Bico mamadeira	un	0
Missioneira Gigante	kg	4,47645301
Aveia	kg	0,050089343
Azevem	kg	0,050089343
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,03576709
N	kg	0,029479105
CO ₂	kg	0,063132559
N ₂ O	kg	0,008388046
NH ₃	kg	0,0002
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,026563743

Produção de Leite a Pasto no Outono de 2009

Insumos e emissões para a produção de 1,0 L de leite no outono de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,220054494
Edificações	m ² a	0,000273243
Concentrado Vacas Leiteiras	kg	0,20129725
Concentrado Serrana- Novilhas e Bezerras	kg	0,0316
Sal mineral Pasto	kg	0,0068
Silagem	kg	0,7251
Bico mamadeira	un	3,04996.E ⁻⁵
Missioneira Gigante	kg	4,53833801
Aveia	kg	0,016927269
Azevem	kg	0,025390903
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,03576709
N	kg	0,029479105
CO ₂	kg	0,063132559
NH ₃	kg	0,011791642
N ₂ O	kg	0,008388046
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,026563743

Produção de Leite a Pasto na Primavera de 2009

Insumos e emissões para a produção de 1,0 L de leite na primavera de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,208815112
Edificações	m ² a	0,000273243
Concentrado Vacas Leiteiras	kg	0,231534428
Concentrado Bezerra	kg	0,022227305
Concentrado Novilha	kg	0,024079581
Sal mineral Pasto	kg	0,0095
Silagem	kg	0,5791
Bico mamadeira	un	1,44709.E ⁻⁵
Missioneira Gigante	kg	8,613080727
Aveia	kg	0
Azevem	kg	0
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,03576709
N	kg	0,029479105
CO ₂	kg	0,063132559
NH ₃	kg	0,011791642
N ₂ O	kg	0,008388046
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,026563743

*Produção de Leite a Pasto no Verão de 2009***Insumos e emissões para a produção de 1,0 L de leite no verão de 2009**

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,208815112
Edificações	m ² a	0,000273243
Concentrado Vacas Leiteiras	kg	0,231534428
Concentrado Bezerra	kg	0,022227305
Concentrado Novilha	kg	0,024079581
Sal mineral Pasto	kg	0,0095
Silagem	kg	0,5791
Bico mamadeira	un	1,44709.E ⁻⁵
Missioneira Gigante	kg	8,613080727
Aveia	kg	0
Azevem	kg	0

Emissões

Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,03576709
N	kg	0,029479105
CO ₂	kg	0,063132559
NH ₃	kg	0,011791642
N ₂ O	kg	0,008388046

Subprodutos

Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,026563743

*Produção de Leite a Pasto no Verão de 2010***Insumos e emissões para a produção de 1,0 L de leite no verão de 2010**

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,252112602
Edificações	m ² a	0,000273243
Concentrado Vacas Leiteiras	kg	0,272554164
Concentrado Bezerra	kg	0,027800525
Concentrado Novilha	kg	0,025662023
Sal mineral Pasto	kg	0,0126
Silagem	kg	0
Bico mamadeira	un	3,49428.E ⁻⁵
Missioneira Gigante	kg	10,39898965
Aveia	kg	0
Azevem	kg	0

Emissões

Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,03576709
N	kg	0,029479105
CO ₂	kg	0,063132559
N ₃ H	kg	0,011791642
N ₂ O	kg	0,008388046

Subprodutos

Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,026563743

Produção de Pesticidas

Pesticida à base de mesotrione - \Pesticida Callisto

Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de mesotrione – Pesticida Callisto

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,7215
Pesticida Indefinido	kg	0,480

Pesticida à base de triazine - \Pesticida Primoleo

Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de triazine – Pesticida Primoleo

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,6
Composto Triazine	kg	0,4

Produção de Silagem

Silagem

Insumos para a produção de 1 kg de Silagem

Insumo	Unidade	Consumo
Ocupação do solo	ha a	0,125
NPK-serrana	kg	0,01
Milho	kg	0,0005
Diesel	kg	0,000796875
Transporte	Kgkm	0,000140625
Pesticida à base de triazine	L	0,000075
Esterco para Adubo	kg	0,25
Emissões		
NO	kg	0,0053811424

Produção de Suplementação Mineral

Sal Mineral – Pasto

Insumos para a produção de 1 kg de Sal mineral

Insumo	Unidade	Consumo
Cálcio	kg	0,12
Cobalto	kg	0,000240
Cobre	kg	0,0001584
Enxofre	kg	0,015
Flúor	kg	0,00073
Fósforo	kg	0,073
Iodo	kg	0,00015
Magnésio	kg	0,000132
Selênio	kg	0,00015
Sódio	kg	0,160
Zinco	kg	0,0004101
NaCl	kg	0,04332
Carbonato de Cálcio	kg	0,1

Óxido de Magnésio	kg	0,1
Óxido de Zinco	kg	0,1
Fosfato Bicálcico	kg	0,1
Processamento do Sal	P	1,0
Transporte	Kgkm	250

Transporte da UF (pasto)

Transporte de 1 UF (pasto)

Insumos para o transporte de 1 UF		
Insumo	Unidade	Consumo
Transporte	tkm	5,0

Unidade Funcional a Pasto

Produção de Leite (Pasto) no inverno de 2009 entregue no portão

Insumos para a Produção de 1000 KgLeite (Pasto) no inverno de 2009 entregue no portão

Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento Pasto Inverno 2009	P	5,089345982
Leite Pasto Inverno 2009	kg	1000
Transporte de 1UF (PASTO)	P	1

Produção de Leite (Pasto) no outono de 2009 entregue no portão

Insumos para a Produção de 1000 kg de Leite (Pasto) no outono de 2009 entregue no portão

Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento Pasto Outono 2009	P	5,159703958
Leite Pasto Outono 2009	kg	1000
Transporte de 1UF (PASTO)	P	1

Produção de Leite (Pasto) na primavera de 2009 entregue no portão

Insumos para a Produção de 1000 kg Leite (Pasto) na primavera de 2009 entregue no portão

Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento Pasto Primavera 2009	P	4,896169768
Leite Pasto Primavera 2009	kg	1000
Transporte de 1UF (PASTO)	P	1

Produção de Leite (Pasto) no verão de 2009 entregue no portão

Insumos para a Produção de Leite (Pasto) no verão de 2009 entregue no portão		
Insumo	Unidade	Consumo

Ordenha e Resfriamento Pasto Verão 2009	P	5,446354178
Leite Pasto Verão 2009	kg	1000
Transporte de 1UF (PASTO)	P	1

Produção de Leite (Pasto) no verão de 2010 entregue no portão

Insumos para a Produção de Leite (Pasto) no verão de 2010 entregue no portão

Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento Pasto Verão 2010	P	5,911382972
Leite Pasto Verão 2010	kg	1000
Transporte de 1UF (PASTO)	P	1

PROPRIEDADE INTENSIVA

Produção de fertilizantes

Fertilizante a base de zinco

Insumos para a produção de 1 L de fertilizante a base de zinco

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	0,685
Zinco	kg	0,315
Poliestireno	kg	0,1
Embalagem prolipropileno	kg	0,0125
Transporte	KgKm	278
Energia	KWh	0,005

Fertilizante NPK

Insumos para a produção de 1 L de fertilizante NPK

Insumo	Unidade	Consumo
Superfosfato	kg	0,3
Cloreto de potássio	kg	0,2
Uréia	kg	0,08
Embalagem prolipropileno	kg	0,0025
Transporte	KgKm	145
Energia	KWh	0,005

Fertilizante uréia

Insumos para a produção de 1 L de fertilizante uréia

Insumo	Unidade	Consumo
Uréia	kg	1
Embalagem prolipropileno	kg	0,00167
Transporte	KgKm	250
Energia	KWh	0,00205

Fertilizante orgânico**Insumos para a produção de 0,00656m³ de fertilizante orgânico**

Insumo	Unidade	Consumo
P ₂ O ₅	kg	0,005248
Uréia	kg	0,007347
K ₂ O	kg	0,010286

Produção de pesticidas

Pesticida à base de (sulfony) urea**Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de (sulfony) urea**

Insumo	Unidade	Consumo
[sulfonyl] urea-compounds	kg	0,04
Água	L	0,96

Pesticida à base de Imidacloroprido**Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de Imidacloroprido**

Insumo	Unidade	Consumo
Pesticide unspecified	kg	0,600
Água	L	0,620

Pesticida à base de Organophosphorus 1**Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de Organophosphorus 1**

Insumo	Unidade	Consumo
Organophosphorus-compounds	kg	0,400
Água	L	0,7612

Pesticida à base de Organophosphorus 2**Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de Organophosphorus 2**

Insumo	Unidade	Consumo
Organophosphorus-compounds	kg	0,480
Água	L	0,669

Pesticida à base de Tembotriona**Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de Tembotriona**

Insumo	Unidade	Consumo
Pesticide unspecified	kg	0,420
Água	L	0,783

Pesticida à base de Triazine**Insumos para a produção de 1 L de pesticida à base de Triazine**

Insumo	Unidade	Consumo
Triazine-compounds	kg	0,400
Água	L	0,600

Cultivo de grãos e farelos

Farelo de soja

Insumos para a produção de 1 kg de farelo de soja

Insumo	Unidade	Consumo
Água	kg	0,19167
Cultivo de soja	kg	1,247
Hexano	kg	0,0047811
Ácido fosfórico		0,00036534
Energia	KWh	0,089637
Embalagem prolipropileno	kg	0,0025

Subprodutos

Produto	Unidade	Quantidade
Óleo de soja	kg	0,247

Farelo de trigo

Insumos para a produção de 0,175 kg de farelo de trigo

Insumo	Unidade	Consumo
Cultivo de trigo	kg	1,247
Energia	KWh	0,02911
Embalagem prolipropileno	kg	0,0016

Subprodutos

Produto	Unidade	Quantidade
Farinha de trigo	kg	0,825

Milho integral moído

Insumos para a produção de 1 kg de milho integral moído

Insumo	Unidade	Consumo
Produção orgânica de milho	kg	1,00
Energia	KWh	0,0298
Embalagem prolipropileno	kg	0,0025

Gérmen de milho

Insumos para a produção de 1 kg de gérmen de milho

Insumo	Unidade	Consumo
Água	m ³	116,57
Cultivo de milho	kg	31,257
Ácido láctico	kg	0,807
Energia	KWh	0,86

Subprodutos

Produto	Unidade	Quantidade
Amido de milho	kg	21,25
Óleo de milho	kg	0,94
Glúten de milho	kg	6,25
Farelo de glúten	kg	1,41

Farelo de gérmen de milho

Insumos para a produção de 1 kg de farelo de gérmen de milho		
Insumo	Unidade	Consumo
Germen de milho	kg	1,000
Transporte	KgKm	250,000
Embalagem (prolpropileno)	kg	0,001
Eletricidade	KWh	0,0291

Farelo de milho

Insumos para a produção de 1 kg de farelo de óleo de milho		
Insumo	Unidade	Consumo
Ácido Láctico	L	0,8047
Água	L	116,5625
Milho	kg	31,25
Eletricidade	KWh	0,8599
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Gérmen de Milho	kg	1,00
Amido de Milho	kg	21,25
Óleo de Milho	L	0,94
Glúten de Milho	kg	6,25
Farelo de Glúten	kg	1,41

Produção de silagem

Silagem de milho

Insumos e emissões para a produção de 1 kg de silagem		
Insumo	Unidade	Consumo
Ocupação de terra	ha a	0,0000268
Adubo NPK	kg	0,0107143
Fertilizante a base de zinco	kg	0,0000210
Cultivo de milho	kg	0,0038200
Uréia	kg	0,0045240
Diesel	kg	0,0017119
Grafite	kg	0,0000003
Transporte	KmKg	0,9996000
Pesticida à base de <i>Triazine</i>	L	0,0000286
Pesticida à base de <i>Imidaclorprido</i>	L	0,0000071
Pesticida à base de <i>Organophosphurus 1</i>	L	0,0000429
Pesticida à base de <i>(sulfony) urea</i>	L	0,0000036
Pesticida à base de <i>Organophosphurus 2</i>	L	0,0000167
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
N ₂ O	kg	0,0053811

Indústria de concentrados

Concentrado para bezerras

Insumos para a produção de 1 kg de concentrado para bezerras.		
Insumo	Unidade	Consumo
Cobre	kg	0,000018
Ferro	kg	0,000042
Zinco	kg	0,00007
Sódio	kg	0,00185
Magnésio	kg	0,0005
Manganês	kg	0,000042
Enxofre	kg	0,0009
NaCl	kg	0,03
Cálcio	kg	0,03
Premix	kg	0,056
Açúcar	kg	0,05
Farelo de soja	kg	0,1
Milho integral moído	kg	0,7
Fosfato bicálcico	kg	0,0003
Metionina	kg	0,00182
Transporte	KgKm	500
Água	m ³	360
Embalagem prolipropileno	kg	0,0050
Eletricidade	KWh	0,05848

Concentrado para novilhas

Insumos para a produção de 1 kg de concentrado para novilhas.		
Insumo	Unidade	Consumo
Cobalto	kg	0,000001
Iodo	kg	0,0000018
Selênio	kg	0,0000006
Cobre	kg	0,00003
Ferro	kg	0,0001
Manganês	kg	0,00008
NaCl	kg	0,03
Cálcio	kg	0,03
Premix	kg	0,06
Açúcar	kg	0,02
Farelo de trigo	kg	0,1
Farelo de soja	kg	0,1
Milho integral moído	kg	0,65
Fosfato bicálcico	kg	0,0002
Metionina	kg	0,005225
Transporte	KgKm	500
Água	m ³	360
Embalagem prolipropileno	kg	0,0050
Eletricidade	KWh	0,05848

Concentrado para gado leiteiro**Insumos para a produção de 1 kg de ração para gado leiteiro.**

Insumo	Unidade	Consumo
Cobre	kg	0,00003
Ferro	kg	0,0001
Manganês	kg	0,00008
Selênio	kg	0,0000006
Iodo	kg	0,0000018
Cobalto	kg	0,000001
NaCl	kg	0,03
Cálcio	kg	0,00015
Premix	kg	0,06
Açúcar	kg	0,05
Farelo de trigo	kg	0,05
Milho integral moído	kg	0,76
Fosfato bicálcico	kg	0,0001
Metionina	kg	0,005225
Transporte	KgKm	500
Água	m ³	360
Embalagem prolipropileno	kg	0,0050
Eletricidade	KWh	0,05848

Síntese de leite

Produção de leite no Inverno 2009**Insumos e emissões para a produção de 1 L de leite no inverno 2009**

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	10,138249
Edificações	m ² a	0,000904
Concentrado gado leiteiro	kg	0,23344
Concentrado para novilha	kg	0,06408
Concentrado para bezerras	kg	0,00687
Sal comum	kg	0,00057
Farelo de soja	kg	0
Bicarbonato de sódio	kg	0,00086
Sal mineral	kg	0,00069
Forragem	kg	2,2657
Bico mamadeira	un	0,000011
Brinco	un	0,000057
Farelo de gérmen de milho	kg	0
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,023785082
N	kg	0,018896526
CO ₂	kg	0,02672494
NH ₃	kg	0,00755861

N ₂ O	kg	0,004823559
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,004184614
Produto evitado		
Produto	Unidade	Quantidade
Fertilizante orgânico	kg	0,006584

Produção de leite no Outono 2009

Insumos e emissões para a produção de 1 L de leite no outono 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	9,912087912
Edificações	m ² a	0,000904
Concentrado gado leiteiro	kg	0,26373
Concentrado para novilha	kg	0,06657
Concentrado para bezerras	kg	0,0089
Sal comum	kg	0,0006
Farelo de soja	kg	0,04481
Bicarbonato de sódio	kg	0
Sal mineral	kg	0,00218
Forragem	kg	2,5594
Bico mamadeira	un	0,00001
Brinco	un	0,00007
Farelo de gérmen de milho	kg	0,04609
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,023785082
N	kg	0,018896526
CO ₂	kg	0,030073198
NH ₃	kg	0,00755861
N ₂ O	kg	0,004823559
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,004184614
Produto evitado		
Produto	Unidade	Quantidade
Fertilizante orgânico	kg	0,006584

Produção de leite no Primavera 2009

Insumos e emissões para a produção de 1 L de leite no primavera 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	10,36091632
Edificações	m ² a	0,000904
Concentrado gado leiteiro	kg	0,30998
Concentrado para novilha	kg	0,0521
Concentrado para bezerras	kg	0,00521
Sal comum	kg	0,002344

Farelo de soja	kg	0,001954
Bicarbonato de sódio	kg	0
Sal mineral	kg	0,002084
Forragem	kg	3,000854
Bico mamadeira	un	0,000013
Brinco	un	0,000065
Farelo de gérmen de milho	kg	0,00195
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,023785082
N	kg	0,018896526
CO ₂	kg	0,029715493
NH ₃	kg	0,00755861
N ₂ O	kg	0,004823559
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,004184614
Produto evitado		
Produto	Unidade	Quantidade
Fertilizante orgânico	kg	0,006584

Produção de leite no Verão 2009

Insumos e emissões para a produção de 1 L de leite no verão 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	10,56209528
Edificações	m ² a	0,000904
Concentrado gado leiteiro	kg	0,2293
Concentrado para novilha	kg	0,0667
Concentrado para bezerras	kg	0,0084
Sal comum	kg	0,0009
Farelo de soja	kg	0,1443
Bicarbonato de sódio	kg	0,0020
Sal mineral	kg	0,0004
Forragem	kg	2,5508
Bico mamadeira	un	0,00002
Brinco	un	0,00006
Farelo de gérmen de milho	kg	0,1675
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,023785082
N	kg	0,018896526
CO ₂	kg	0,030261464
NH ₃	kg	0,00755861
N ₂ O	kg	0,004823559
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,004184614
Produto evitado		
Produto	Unidade	Quantidade

Fertilizante orgânico | kg | 0,006578

Produção de leite no Verão 2010

Insumos e emissões para a produção de 1 L de leite no verão 2010

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	9,413078704
Edificações	m ² a	0,000904
Concentrado gado leiteiro	kg	0,2949
Concentrado para novilha	kg	0,085021
Concentrado para bezerras	kg	0,0011956
Sal comum	kg	0
Farelo de soja	kg	0
Bicarbonato de sódio	kg	0,003985
Sal mineral	kg	0,002590
Forragem	kg	2,630352
Bico mamadeira	un	0,000027
Brinco	un	0,000067
Farelo de gérmen de milho	kg	0
Emissões		
Substância	Unidade	Emissão
CH ₄	kg	0,023785082
N	kg	0,018896526
CO ₂	kg	0,031743566
NH ₃	kg	0,00755861
N ₂ O	kg	0,004823559
Subprodutos		
Produto	Unidade	Quantidade
Carne	kg	0,004184614
Produto evitado		
Produto	Unidade	Quantidade
Fertilizante orgânico	kg	0,006584

Transporte

Transporte 1 U

Insumos para o transporte de 1 UF

Insumo	Unidade	Consumo
Transporte	tkm	20

Ordenha e resfriamento

Ordenha e resfriamento Inverno 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento no inverno de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	1077,5
Desinfetante à base de Diaminopropil	L	0,0971
Desinfetante à base de Iodo	L	0,00324
Desinfetante à base de Iodophor	L	0,08092
Desincrustante alcalino clorado	L	0,0971

Desincrustante de sais de cálcio e magnésio	L	0,08092
Protetores de tetos à base de ácido láctico	L	0,11329
Luvas descartáveis	un	2,02298
Energia	Kwh	32,414549
Geração de resíduos		
Tipo	Unidade	Quantidade
Águas residuais	L	1077,976615

Ordenha e resfriamento Outono 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento no outono de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	1077,5
Desinfetante à base de Diaminopropil	L	0,09807
Desinfetante à base de Iodo	L	0,0032
Desinfetante à base de Iodophor	L	0,0817
Desincrustante alcalino clorado	L	0,09806
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio	L	0,08172
Protetores de tetos à base de ácido láctico	L	0,1144
Luvas descartáveis	un	1,3893
Energia	Kwh	32,4223
Geração de resíduos		
Tipo	Unidade	Quantidade
Águas residuais	L	1077,9876

Ordenha e resfriamento Primavera 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento na primavera de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	1077,5
Desinfetante à base de Diaminopropil	L	0,097081
Desinfetante à base de Iodo	L	0,003236
Desinfetante à base de Iodophor	L	0,080901
Desincrustante alcalino clorado	L	0,097081
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio	L	0,080901
Protetores de tetos à base de ácido láctico	L	0,113261
Luvas descartáveis	un	2,022518
Energia	Kwh	32,414549
Geração de resíduos		
Tipo	Unidade	Quantidade
Águas residuais	L	1077,9807

Ordenha e resfriamento Verão 2009

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento no verão de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	1077,5
Desinfetante à base de Diaminopropil	L	0,1
Desinfetante à base de Iodo	L	0,0033
Desinfetante à base de Iodophor	L	0,08333
Desincrustante alcalino clorado	L	0,1
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio	L	0,4908

Protetores de tetos à base de ácido láctico	L	0,1167
Luvas descartáveis	un	2,0833
Energia	Kwh	32,430201
Geração de resíduos		
Tipo	Unidade	Quantidade
Águas residuais	L	1077,9908

Ordenha e resfriamento Verão 2010

Insumos para a realização de 1 ordenha e resfriamento no verão de 2010		
Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	1077,5
Desinfetante à base de Diaminopropil	L	0,099170038
Desinfetante à base de Iodo	L	0,003305668
Desinfetante à base de Iodophor	L	0,082641698
Desincrustante alcalino clorado	L	0,099170038
Desincrustante de sais de cálcio e magnésio	L	0,082641698
Protetores de tetos à base de ácido láctico	L	0,115698377
Luvas descartáveis	un	2,066042453
Energia	Kwh	32,430201
Geração de resíduos		
Tipo	Unidade	Quantidade
Águas residuais	L	1077,98676

Produção de detergentes

Desincrustante alcalino clorado

Insumos para a produção de 1 L de desincrustante alcalino clorado		
Insumo	Unidade	Consumo
Cloro	kg	0,1025
Hipoclorito de sódio	kg	0,0115
Embalagem de polietileno de baixa densidade	kg	0,04
Transporte	KgKm	260
Energia	KWh	0,04544

Desincrustante de sais de cálcio e magnésio

Insumos para a produção de 1 L de desincrustante alcalino clorado		
Insumo	Unidade	Consumo
Sulfato de cálcio	kg	0,05
Sulfato de magnésio	kg	0,05
Água	L	0,900
Embalagem de polietileno de baixa densidade	kg	0,04
Transporte	KgKm	260
Energia	KWh	0,04544

Desinfetante a base de Diaminopropil

Insumos para a produção de 1 L de desinfetante a base de Diaminopropil		
Insumo	Unidade	Consumo
Água desmineralizada	kg	0,7
Carbono	kg	0,216

Hidrogênio	kg	0,041
Nitrogênio	kg	0,042
Transporte	KgKm	260
Energia	KWh	0,05
Embalagem prolipropileno	kg	0,04

Desinfetante a base de Iodophor

Insumos para a produção de 1 L de desinfetante a base de Iodophor

Insumo	Unidade	Consumo
Água	L	1
Ácido fosfórico 85%	kg	0,216
Concentrado de iodophor	kg	0,0938
Embalagem de polietileno de baixa densidade	kg	0,04
Transporte	KgKm	28,1
Energia	KWh	0,05

Desinfetante a base de Iodo

Insumos para a produção de 1 L de desinfetante a base de Diaminopropil

Insumo	Unidade	Consumo
Iodo	kg	0,493
Água	L	0,9
Transporte	KgKm	123
Energia	KWh	0,05
Embalagem de polietileno de baixa densidade	kg	0,04

Desinfetante a base de Álcool

Insumos para a produção de 1 L de desinfetante a base de Álcool

Insumo	Unidade	Consumo
Etanol	kg	0,79
Embalagem PET	kg	0,0943
Transporte	KgKm	198

Soda Caustica

Insumos para a produção de 1 L de desinfetante a base de Soda Caustica

Insumo	Unidade	Consumo
Hidróxido de Sódio	kg	0,99
Água	L	0,01
Transporte	KgKm	248
Polietileno	kg	0,004

Produção de luvas descartáveis

Luvas descartáveis

Insumos para a produção de 1 unidade de luva descartável

Insumo	Unidade	Consumo
Ácido acético	kg	0,00762
Talco	kg	0,005
Látex	kg	0,002
Transporte	KgKm	7,5
Energia	KWh	0,05

Talco

Insumos para a produção de 1 kg de talco		
Insumo	Unidade	Consumo
Sílica	kg	0,635
Óxido de magnésio	kg	0,317
Água	L	0,048

Produção de suplementação

Bicarbonato de sódio

Insumos para a produção de 1 kg de bicarbonato de sódio		
Insumo	Unidade	Consumo
Carbonato de sódio	kg	1
Embalagem prolipropileno	kg	0,00167
Transporte	KgKm	250
Energia	Kwh	0,08886

Sal comum

Insumos para a produção de 1 kg de sal comum		
Insumo	Unidade	Consumo
Cloreto de sódio	kg	1
Embalagem prolipropileno	kg	0,0025
Transporte	KgKm	250

Sal mineral

Insumos para a produção de 1 kg de sal mineral		
Insumo	Unidade	Consumo
Cálcio	kg	0,12
Cobalto	kg	0,000240
Cobre	kg	0,0001584
Enxofre	kg	0,015
Flúor	kg	0,00073
Fósforo	kg	0,073
Iodo	kg	0,00015
Magnésio	kg	0,000132
Selênio	kg	0,00015
Sódio	kg	0,160
Zinco	kg	0,0004104
Carboneto de cálcio	kg	0,1
NaCl	kg	0,04332
Óxido de magnésio	kg	0,1
Óxido de zinco	kg	0,1
Fosfato bicálcico	kg	0,1
Embalagem prolipropileno	kg	0,0025
Energia	Kwh	0,0127
Transporte	KgKm	250,625

Produção de bico mamadeira

Bico de mamadeira

Insumos para a produção de 1 unidade de bico de mamadeira		
Insumo	Unidade	Consumo
PVC	kg	0,02646
Transporte	KgKm	6,62
Energia	KWh	0,1357

Produção de outros

Brinco

Insumos para a produção de 1 unidade de brinco		
Insumo	Unidade	Consumo
Poliuretano	kg	0,024
Etileno glicol dietil éter	kg	0,0036
Isocianato	kg	0,0201
Transporte	KgKm	11,9
Energia	KWh	0,0044

Protetor de tetos à base de ácido láctico

Insumos para a produção de 1 L de protetor de tetos à base de ácido láctico		
Insumo	Unidade	Consumo
Acetaldeído	kg	0,400
H ₂ SO ₄	kg	0,508928
Cianeto de sódio	kg	0,274456
Transporte	KgKm	517
Água	L	0,5
Energia	Kwh	0,04544
Embalagem de polietileno de baixa densidade	kg	0,04

Produção da UF

Produção de leite no Inverno 2009 entregue no portão

Insumos para a entrega de 1000 kg de leite no inverno de 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento inverno 2009	un	2,121172757
Leite Inverno 2009	kg	1000
Transporte de 1 UF	un	1

Produção de leite no Outono 2009 entregue no portão

Insumos para a entrega de 1000 kg de leite no outono de 2009		
Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento inverno 2009	un	2,349817638
Leite Inverno 2009	kg	1000
Transporte de 1 UF	un	1

Produção de leite na Primavera 2009 entregue no portão

Insumos para a entrega de 1000 kg de leite na primavera de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento inverno 2009	un	2,414912193
Leite Inverno 2009	kg	1000
Transporte de 1 UF	un	1

Produção de leite no Verão 2009 entregue no portão

Insumos para a entrega de 1000 kg de leite no verão de 2009

Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento inverno 2009	un	2,31888616
Leite Inverno 2009	kg	1000
Transporte de 1 UF	un	1

Produção de leite no Verão 2010 entregue no portão

Insumos para a entrega de 1000 kg de leite no verão de 2010

Insumo	Unidade	Consumo
Ordenha e Resfriamento inverno 2009	un	2,411290798
Leite Inverno 2009	kg	1000
Transporte de 1 UF	un	1