



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
CENTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO  
SOCIOAMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E CADEIA DE SUPRIMENTOS:  
UMA PROPOSTA DE ANÁLISE INTEGRADA PARA O SETOR  
LÁCTEO**

Felipe Ungarato Ferreira

Itapetinga-BA

Fevereiro de 2016

DISSERTAÇÃO/PPGCA – UESB

UNGARATO, F.F. 2016

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E CADEIA DE SUPRIMENTOS:  
UMA PROPOSTA DE ANÁLISE INTEGRADA PARA O SETOR  
LÁCTEO**

Felipe Ungarato Ferreira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, na área de concentração de Tecnologias para Soluções de Problemas Socioambientais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Luciano Brito Rodrigues, Dr.

Co-orientadora: Sabine Robra, Dra.

Itapetinga-BA

Fevereiro de 2016





## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pela oportunidade de realizar e concluir o mestrado, e por todas as conquistas que ocorreram durante essa trajetória.

Aos meus pais, Evalnir Ferreira Paquiela e Maria das Graças Ungarato Ferreira, que sempre me apoiaram e acompanharam em todas as vitórias.

De uma forma especial, agradeço à minha esposa Gabriele Marisco, pela motivação, apoio e compreensão durante os momentos difíceis, sendo companheira em toda a jornada.

Aos alunos, professores e funcionários da FAINOR, pelo apoio atribuído durante esse período.

Aos amigos pelo incentivo em todos os momentos.

Aos colegas do mestrado de Ciências Ambientais, pelo companheirismo desde o início desta jornada

Aos colegas do Grupo de Estudos em Materiais e Meio Ambiente – GEM2A.

Ao meu orientador, professor Luciano Brito Rodrigues, pela dedicação, compreensão, motivação, ética e orientação em todas as fases do mestrado.

À Co-orientadora, Dra. Sabine Robra, e a banca examinadora pela colaboração com o trabalho.

À Engenheira responsável pelo Laticínio em que foi realizada a pesquisa, por sua disponibilidade.

A todos que não foram mencionados, mas que colaboraram na realização desta pesquisa.

## RESUMO

UNGARATO, F.F. **Integração da Cadeia de Suprimentos utilizando a Avaliação do Ciclo de Vida: Exemplo da Cadeia Láctea**. Itapetinga – BA: UESB, 2016. 129 p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Tecnologias para Soluções de Problemas Socioambientais)\*

A indústria de laticínios representa uma atividade de grande importância na economia mundial, sendo o Brasil o quarto maior produtor. A crescente produção de leite no país é acompanhada por um aumento na preocupação dos impactos dos resíduos e efluentes gerados pelos laticínios. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem sido utilizada como metodologia para identificar os pontos na cadeia de produção onde apresentam-se as oportunidades para a redução de impactos ambientais. Contudo, as empresas podem ser responsabilizadas não somente pelo que ocorrer dentro do ambiente da organização, mas também por atividades dos seus fornecedores, tornando-se necessário o estudo de toda a Cadeia de Suprimentos. O objetivo deste trabalho é avaliar a contribuição da ACV para integrar os negócios da cadeia de suprimentos de um Laticínio do Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia. Um Laticínio foi definido como modelo que represente as demais indústrias deste ramo no território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia, sendo realizada a caracterização deste. Posteriormente foi realizada a ACV para dezenove produtos lácteos. Com estes resultados, foi realizada uma avaliação de diferentes cenários que permitiram confirmar a importância metodologia para a integração da cadeia de suprimentos. As contribuições dos laticínios referentes aos impactos são principalmente devido ao uso de energia e transporte de insumos, além do uso de produtos de higienização e alguns tipos de embalagens. Os cenários avaliados, como a redução do transporte e do uso de produtos de higienização, alcançaram uma redução de 46,5% do impacto na categoria Formação de Oxidantes Fotoquímicos. Os resultados obtidos nesse trabalho podem ser utilizados como mecanismos de aproximação e discussão entre os participantes da cadeia de suprimentos láctea, visto que foi possível observar a quantidade de emissões geradas nesta cadeia, e a possibilidade de redução destas.

Palavras-Chave: Gestão Ambiental, Agroindústria, Laticínio, Impactos Ambientais.

---

\* Orientador: Luciano Brito Rodrigues, Dr., UESB; Co-orientadora: Sabine Robra, Dra.

## ABSTRACT

UNGARATO, F.F. **Integration of Supply Chain using the Life Cycle Assessment: Example of the Dairy Supply Chain.** Itapetinga - BA: UESB, 2016. 129 p. (Dissertation - Master in Environmental Sciences – Area: Technology for Social and Environmental Problem Solving)\*

The dairy industry is a very important activity in the world economy, Brazil being the fourth largest producer. The increasing milk production in the country is accompanied by an increased concern about the impacts of waste and effluents generated by the dairy industry. Life Cycle Assessment (LCA) has been used as a methodology to identify points in the production chain with opportunities for the reduction of environmental impacts. However, companies can be held accountable not only for what occurs within the organization's environment, but also by activities of its suppliers, making it necessary to study the entire supply chain. The objective of this study is to evaluate the contribution of LCA to integrate the business of the supply chain of a Dairy in the Territory of Identity Middle West of Bahia. A dairy was defined as a model representing the other industries of this branch in the said territory, and described . An LCA for nineteen dairy products was performed. The results were used for an evaluation of different scenarios, confirming the importance of the methodology for the integration of the supply chain. The contributions of the dairy related to the impacts are mainly due to energy use and transportation of feedstocks, and the use of cleaning products and certain types of packaging materials. The evaluated scenarios, such as reductions in transport distance and the use of cleaning products, achieved a decrease of 46.5% of the impact in the category Photochemical Oxidants. The results of this work can be used as a mechanism of approach and discussion among the participants of the dairy supply chain, since it was possible to identify the amount of emissions generated in this chain, and the possibility of their reduction.

Keywords: Environmental Management, Agroindustry, Dairy Industry, Environmental Impacts.

---

\* Advisor: Luciano Brito Rodrigues, Dr. UESB; Co-advisor: Sabine Robra, Dr.



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Metodologia de coleta das entradas e saídas do sistema .....	51
Quadro 2. Processos e base de dados utilizados para modelagem do queijo Minas Padrão no SimaPro .....	53
Quadro 3. Subsistemas .....	57
Quadro 4. Maiores contribuições de impacto do soro de queijo .....	69
Quadro 5. Maiores contribuições de impacto do Iogurte de Morango para a Eutrofização.....	71
Quadro 6. Maiores contribuições de impacto dos queijos .....	75
Quadro 7. Maiores contribuições de impacto do queijo Lanche.....	78
Quadro 8. Maiores contribuições de impacto do queijo Enroladinho.....	80
Quadro 9. Maiores contribuições de impacto do Leite Desnatado.....	82
Quadro 10. Maiores contribuições de impacto da Manteiga.....	85
Quadro 11. Principais impactos observados no Laticínio .....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pontuações médias obtidas sobre desempenho ambiental, econômico e operacional.....	34
Tabela 2. Alocação Mássica.....	52
Tabela 3. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Iogurte em diferentes estudos .....	74
Tabela 4. Comparativo referente à Mudança Climática (Iogurte).....	75
Tabela 5. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Queijo em diferentes estudos .....	81
Tabela 6. Comparativo referente à Mudança Climática (Queijo) .....	82
Tabela 7. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Leite Desnatado em diferentes estudos .....	84
Tabela 8. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Manteiga em diferentes estudos .....	87
Tabela 9. Comparativo referente à Mudança Climática (Manteiga) .....	87

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principais Produtores Mundiais de Leite em 2013 .....	21
Figura 2. Produção de leite de vaca. Brasil – 1974 a 2010 .....	22
Figura 3. Distribuição por coordenadoria das Indústrias de Laticínios na Bahia com Registro no Serviço de Inspeção Estadual (SIE) .....	23
Figura 4. Território de Identidade Médio Sudoeste da Bahia .....	24
Figura 5. Modelo conceitual de Integração de processos de negócio .....	29
Figura 6. Quadro de Avaliação do Ciclo de Vida .....	37
Figura 7. Procedimentos simplificados para a etapa de análise do inventário .....	39
Figura 8. Estrutura de Cooperação na Cadeia de Suprimentos e abordagens de ACV .....	46
Figura 9. Fontes de impactos ambientais gerados pela Cadeia de Suprimentos Láctea em estudo .	48
Figura 10. Sistema de Produto do Laticínio considerado neste estudo .....	50
Figura 11. Sistema do processo produtivo de produtos lácteos .....	58
Figura 12. Subsistema de produção de Minas Frescal (Normal e <i>Light</i> ) .....	58
Figura 13. Subsistema de produção da Ricota (Normal e Condimentada) .....	59
Figura 14. Subsistema de produção do Minas Padrão, Coalho e Parmesão (Fresco e Ralado) .....	60
Figura 15. Subsistema de produção do Iogurte (Frutas, Morango, Coco, Ameixa, Natural) .....	61
Figura 16. Subsistema de produção da Mozzarella (Normal e <i>Light</i> ), do Enroladinho e do Lanche .	62
Figura 17. Subsistema de produção Manteiga .....	63
Figura 18. Subsistema de produção do Provolone .....	63
Figura 19. Fluxo de desdobramento do insumo leite .....	64
Figura 20. Consumo de Leite por produto final, em L/kg .....	64
Figura 21. Consumo de cloreto de cálcio por quilograma de produto final .....	65
Figura 22. Consumo de soro por produto final, em L/kg .....	65
Figura 23. Comparação de todos os produtos do laticínio em cada categoria de impacto .....	67
Figura 24. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Ricota Normal .....	68
Figura 25. Avaliação dos impactos ocasionados pela geração de soro do queijo. ....	70
Figura 26. Comparativo entre os iogurtes em cada categoria de impacto .....	72
Figura 27. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Iogurte de Morango .....	73
Figura 28. Comparativo entre os queijos em cada categoria de impacto .....	76
Figura 29. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de queijo Lanche .....	77
Figura 30. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de queijo Enroladinho .....	79

Figura 31. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Leite Desnatado. ....	83
Figura 32. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Manteiga. ....	86
Figura 33. Comparativo entre os cenários do queijo Lanche com a produção deste queijo reduzindo o transporte em 40% .....	89
Figura 34. Comparativo entre os cenários do queijo Lanche com a produção deste queijo reduzindo o uso de produtos de higienização em 20% .....	91
Figura 35. Comparativo entre os cenários para o queijo Lanche .....	92

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

ADAB – Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia

CEPRAM – Conselho Estadual de Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

GSCM – *Green Supply Chain Management*

ICV – Inventário do Ciclo de Vida

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

JIT – *Just in Time*

PIB – Produto Interno Bruto

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
2 OBJETIVOS .....	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	21
3.1 O Leite e a Indústria de Produtos Lácteos.....	21
3.2 Gestão da Cadeia de Suprimentos.....	25
3.2.1 Estrutura da Cadeia de Suprimentos .....	26
3.2.2 Processos de Negócios .....	26
3.2.3 Componentes de Gestão da Cadeia de Suprimentos .....	27
3.3 Cadeia de Suprimentos Interna .....	30
3.4 Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos .....	32
3.5 Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos .....	35
3.6 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) .....	36
3.6.1 Definição do Objetivo e Escopo.....	37
3.6.2 Análise do Inventário do ciclo de vida.....	38
3.6.3 Avaliação de Impactos .....	40
3.6.4 Interpretação de resultados.....	41
3.7 Integração da ACV em Cadeias de Suprimentos .....	43
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	47
4.1 Determinação da Abordagem da ACV.....	47
4.1.1 Legislação Ambiental.....	49
4.2 Caracterização do Objeto de Estudo .....	49
4.3 Avaliação do Ciclo de Vida .....	49
4.3.1 Definição dos Objetivos e Escopo do Estudo .....	50
4.3.2 Análise do Inventário .....	51
4.3.3 Avaliação de Impactos .....	52
4.3.4 Interpretação dos resultados do ACV.....	53
4.4 Avaliação de Cenários.....	54
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
5.1 Caracterização do Laticínio.....	55

5.2 Avaliação do Ciclo de Vida .....	57
5.2.1 Análise do Inventário .....	57
5.2.1.1 Coleta de dados .....	64
5.2.2 Avaliação de Impactos .....	66
5.2.3 Interpretação dos resultados da ACV .....	66
5.2.3.1 Ricota e Soro do Queijo .....	66
5.2.3.2 Iogurtes.....	71
5.2.3.3 Queijos .....	75
5.2.3.4 Processo de pasteurização e desnate do leite.....	82
5.2.3.5 Manteiga.....	85
5.3 Comparação entre cenários .....	88
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	93
REFERÊNCIAS .....	95
APÊNDICE 1 .....	101
APÊNDICE 2 .....	107
APÊNDICE 3 .....	110
APÊNDICE 4 .....	115

# 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2015), a produção de leite representa uma atividade de grande importância na economia mundial, sendo o Brasil um dos maiores produtores de leite. Em 2013 o país alcançou a quarta produção mundial, com 34,2 bilhões de litros de leite. Atualmente existem mais de 1,1 milhões de propriedades que exploram a atividade leiteira, garantindo mão-de-obra direta na atividade de 3,6 milhões de pessoas (EMBRAPA, 2014), número superior se comparado com o setor têxtil com 1,7 milhões de empregos diretos (ABIT, 2013) e com o setor sucroenergético, que emprega 0,6 milhões de pessoas diretamente (BNDES, 1014).

Além disso, devido sua importância nutritiva como alimento, o leite é um dos produtos mais importantes da agropecuária brasileira. É rico em nutrientes essenciais ao crescimento, sendo considerado importante para a manutenção de uma vida mais saudável e com maior qualidade (EMBRAPA, 2014).

Concomitantemente com a crescente da produção de leite no país, existe um aumento na preocupação, impulsionada pelo mercado consumidor, para que empresas participantes da cadeia de suprimentos<sup>1</sup> láctea adotem posturas ambientais coerentes com o desenvolvimento sustentável<sup>2</sup>, gerando o menor nível possível de impactos ao meio ambiente (ROHLFES *et al.*, 2011).

A nova realidade de pressões por um meio ambiente mais equilibrado tem levado a indústria de laticínios a adotar medidas para reduzir os impactos ambientais negativos de suas atividades. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO (2014), a demanda mundial por alimentos deverá crescer cerca de 70% até 2050, para atender a uma população de 9,1 bilhões de pessoas. Entretanto, apenas aumentar a produção de alimentos não se mostra como solução eficiente para evitar a fome e a miséria. Necessita-se reduzir as perdas de alimentos ao longo da cadeia produtiva, resultando em um incremento

---

<sup>1</sup> “Cadeia de Suprimentos é a interconexão das empresas que se relacionam por meio de ligações à montante e a jusante entre os diferentes processos, que produzem valor na forma de produtos e serviços para o consumidor final” (SLACK *et al.*, 2009, p. 415).

<sup>2</sup> O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades (CMMAD, 1991, p. 46).



da oferta líquida para o consumidor final, desdobrando-se com isso na redução de impactos ambientais gerados com o desperdício dos alimentos (BELIK *et al.*, 2012).

Segundo o Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (BRASIL, 2010), em meio às crescentes preocupações com a escassez de recursos naturais e ao aumento da geração de resíduos, é cada vez mais importante a aplicação de ferramentas, de políticas e de metodologias que contribuam para a redução dos impactos ambientais negativos das atividades produtivas e promovam os padrões de consumo ambientalmente conscientes. Conforme este programa, uma das metodologias utilizada para apoiar as práticas de sustentabilidade ambiental<sup>3</sup> é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de produtos, processos e serviços.

Segundo Eide (2002), a ACV é a abordagem mais utilizada na análise de desempenho ambiental. Esta metodologia tem sido empregada para identificar os pontos no sistema de produção onde apresentam-se as oportunidades para a redução de impactos ambientais e melhoria de sua eficiência, sendo padronizada atualmente pelas normas ISO 14040:2006 e 14044:2006.

Pressupondo que o cumprimento da legislação ambiental já não seja o objetivo maior das empresas, a eco eficiência, termo que sintetiza o fornecimento de bens e serviços sustentáveis a preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas, permite, conhecido o ciclo de vida do produto e os efeitos presentes e futuros, as atividades e os direcionadores de custos, minimizar os custos ambientais internos e externos e ao mesmo tempo gerar economias. Para isto, necessita-se determinar o grau de integração e gerenciamento dos processos na cadeia de suprimentos, sendo os membros desta cadeia gerenciados pela empresa focal<sup>4</sup> (LAMBERT & COOPER, 2000).

A falta de cooperação entre os participantes da cadeia de suprimentos é um fator que interfere negativamente na integração dos processos de negócios, trazendo, com isso, efeitos ao meio ambiente. Isto deve-se ao fato das empresas não compartilharem suas necessidades para um melhor desempenho ambiental da cadeia, gerindo apenas o seu negócio. É necessário, então, utilizar dados ambientais consistentes para minimizar os impactos

---

<sup>3</sup> Sustentabilidade ambiental é a maneira como os seres humanos devem agir em relação ao meio ambiente, e como eles são responsáveis para com o outro e as futuras gerações. A sustentabilidade ambiental é condizente com o crescimento econômico baseado na justiça social e eficiência no uso de recursos naturais (SARTORI *et al.*, (2014).

<sup>4</sup> A Empresa Focal é o ponto de partida para a análise da cadeia de suprimentos, tanto nas ligações com os fornecedores, quanto com os demais membros posteriores a ela (LAMBERT *et al.*, 1998).

negativos destes processos, e envolver os membros da cadeia de suprimentos, nos esforços para a sustentabilidade ambiental (BROCKHAUS *et al.*, 2013).

A Avaliação do Ciclo de Vida fornece contribuições ambientais relevantes, que se desdobram no desenvolvimento de melhorias a serem aplicadas, e de estratégias ambientais específicas, a partir dos quais se pode implicar ao longo da cadeia de suprimentos, na concepção do produto, seu desenvolvimento, lançamento, fabricação, manutenção, reavaliação e renovação que sugerem uma nova geração do produto (BARBIERI *et al.*, 2009).

Segundo Willers (2014), algumas abordagens como a Produção Mais Limpa, Ecodesign e Ecologia Industrial são utilizadas para identificar e avaliar os impactos ambientais, mas dentre as metodologias mais utilizadas, a ACV é a que fornece dados mais quantificáveis dos impactos ambientais.

Algumas empresas reconheceram que uma grande parte dos impactos ambientais não está relacionada apenas com o impacto provocado pelas suas indústrias, mas, também, no impacto ambiental provocado ao longo de todo o ciclo de vida dos seus processos e produtos. Aos poucos, foi se verificando a importância de abordar todo o ciclo de vida, que abrange os impactos provocados pelos insumos até a chegada ao seu processo produtivo, assim como o impacto do seu produto após a saída da sua indústria (GUINÉE *et al.*, 2011).

No entanto, devido à falta de cooperação entre as empresas, pode ser adequado, inicialmente, examinar cadeias de suprimentos internas, para posteriormente realizar estudos relacionando todos os participantes. Muitas pesquisas incidem sobre o fluxo de materiais entre as empresas, e essas relações necessariamente implicariam em uma troca de informações. A falta de informação pode ser uma grande limitação para abastecer a cadeia de suprimentos e alcançar a eficiência desta (CÔTÉ *et al.*, 2008).

A cadeia de suprimentos láctea é composta por criadores de gado, laticínios, atacadistas, varejistas e o consumidor final. Neste trabalho, o Laticínio foi considerado a empresa focal da cadeia de suprimentos e é onde se concentrarão os estudos, pois segundo Bourlakis *et al.* (2014), dentre os membros da cadeia, os laticínios são os grandes responsáveis pela sustentabilidade econômica do setor, sendo justificado por ser nesta fase que o valor do produto é criado e este toma sua forma final.

Segundo Fantin *et al.* (2012), os produtos lácteos possuem grande importância quando observados seus impactos no meio ambiente. De todas as comidas e bebidas, estes

produtos são responsáveis por cerca de 5% das emissões de gases estufa<sup>5</sup>, 10% do potencial de eutrofização da água<sup>6</sup>, 5% do potencial de acidificação do solo<sup>7</sup> e de 4% do potencial de formação de oxidantes fotoquímicos<sup>8</sup>. Logo, observa-se a necessidade de avaliar melhorias para os processos produtivos de produtos lácteos com vistas a diminuir seus impactos ambientais e ao mesmo tempo trazer benefícios operacionais as organizações.

De acordo com Carvalho Jr (2011), os segmentos de produção, industrialização e comercialização de leite e derivados têm desempenhando um papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população do território de identidade do médio sudoeste da Bahia. Mas o aumento da competitividade e produtividade do leite nesta região está condicionado à melhoria dos processos em diversas fases da cadeia de suprimentos.

Portanto, a aplicação da ACV em um Laticínio no território de identidade do médio sudoeste da Bahia pode se constituir como um instrumento propício para o desenvolvimento de pesquisas dessa natureza, uma vez que este setor é um gerador de emprego e renda, além da necessidade da preservação dos recursos naturais e redução da poluição, em sintonia com o movimento pelo desenvolvimento sustentável, um movimento humano de escala global mais importante e popular nesse momento.

Dessa forma, o desafio desta pesquisa se refere em utilizar a ACV, aplicando esta como metodologia para a gestão ambiental da cadeia de suprimentos, utilizando um laticínio do território de identidade do médio sudoeste da Bahia, levando em consideração, sobretudo, sua complexidade e a agregação de variáveis ambientais nessa análise, e sua importância como gestor dos processos anteriores e posteriores à sua produção.

---

<sup>5</sup> Gases do efeito estufa: são substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infravermelha, emitida principalmente pela superfície terrestre, e dificultam sua saída para o espaço. Isso impede que ocorra a perda de calor para o espaço, mantendo a Terra aquecida.

<sup>6</sup> Eutrofização é o fenômeno causado pelo excesso de nutrientes (compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio) numa massa de água, provocando um aumento excessivo de algas. Este aumento da biomassa pode levar a uma diminuição do oxigênio dissolvido na água, provocando a morte de diversas espécies animais e vegetais, desdobrando na alteração do ecossistema.

<sup>7</sup> Acidificação do solo é um processo químico em que o solo tem uma redução do (pH). Pode ser causada a partir da emissão de águas residuais, com a chuva ácida, a emissão de gases ácidos, da água contaminada, entre outros.

<sup>8</sup> Oxidantes fotoquímicos são poluentes secundários formados pela queima de combustíveis e solventes. Recebem este nome porque são produtos das reações entre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis (presentes na fumaça dos veículos). A reação ocorre na presença de luz solar, originando o termo fotoquímico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a viabilidade de aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida para integrar os negócios da cadeia de suprimentos de um Laticínio do Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Determinar a abordagem da ACV a ser utilizada para a realização do inventário nesta cadeia de suprimento específica;

Realizar a Avaliação do Ciclo de Vida de um Laticínio no território de identidade do médio sudoeste da Bahia;

Identificar oportunidades de melhoria dos aspectos ambientais relacionados com os processos de negócio;

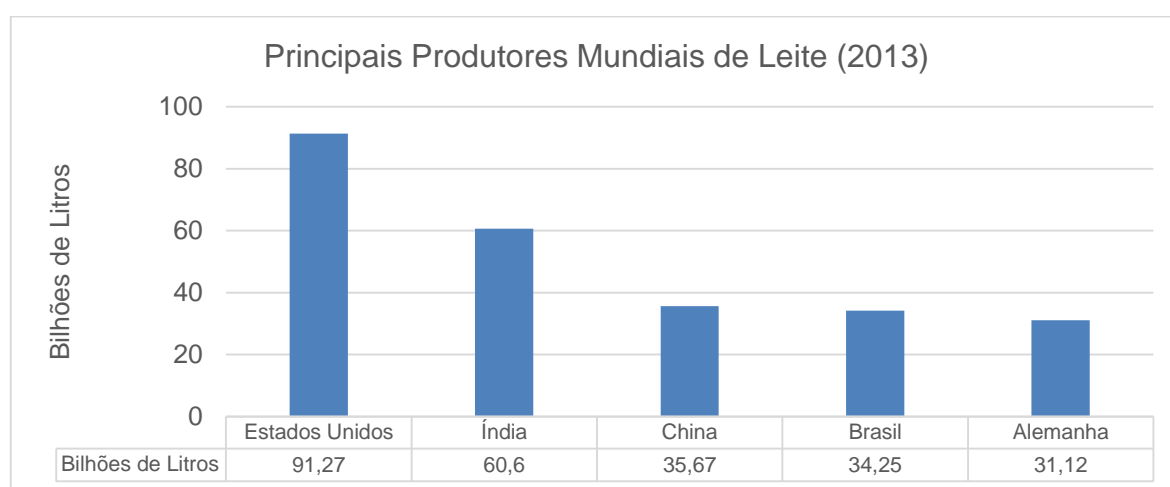
Verificar a viabilidade operacional da aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida como metodologia de apoio a gestão dos processos de negócios de Laticínios, através de análise de diferentes cenários;

Contribuir com os Laticínios, através de informações necessárias para um melhor desenvolvimento dos seus processos de negócio, visando a gestão ambiental da cadeia de suprimentos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O Leite e a Indústria de Produtos Lácteos

A produção de leite representa uma atividade de grande importância na economia mundial. Dados de 2013 mostram o Brasil como quarto maior produtor, tendo produzido 34,2 bilhões de litros de leite nesse período (FAO, 2015), conforme a Figura 1.



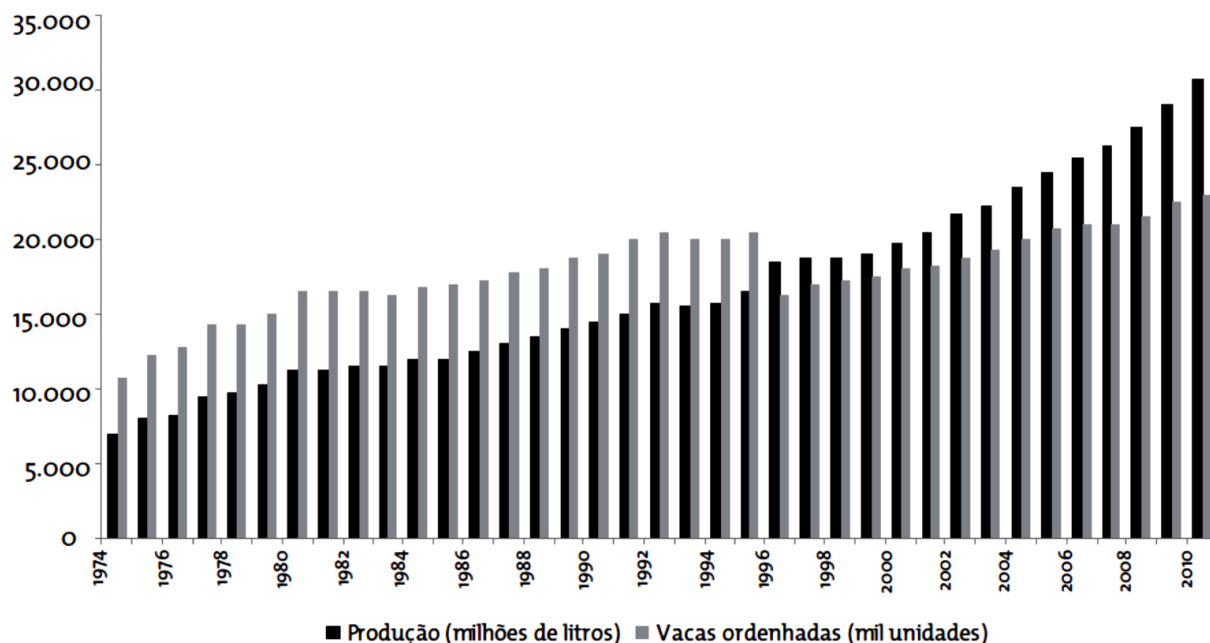
**Figura 1. Principais Produtores Mundiais de Leite em 2013**

Fonte: Adaptado de FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015)

No meio rural, o agronegócio do leite e seus derivados é responsável por 40% dos postos de trabalho. Aproximadamente 195 empregos são criados permanentemente quando o mercado consumidor de lácteos alcança um milhão de reais. Já para cada real de aumento na produção do leite, há um crescimento de, aproximadamente, cinco reais no Produto Interno Bruto – PIB do país. Estes fatos indicam que o agronegócio do leite supera alguns setores da economia brasileira, como o de automóveis, construção civil, siderúrgico e têxtil (EMBRAPA, 2014).

A produção do leite vem sendo impulsionada pelo consumo. Vários são os fatores responsáveis por este crescimento, como o aumento da renda, o crescimento populacional e as mudanças nos hábitos de consumo. O consumo per capita de leite em 2010 no Brasil foi de 161 litros/habitante/ano, ainda abaixo do nível recomendado de 200 litros/habitante/ano (SPERS *et al.*, 2013). Em resumo, espera-se que a indústria ainda apresente um elevado crescimento.

A produção de leite tem crescido continuamente desde 1974 (Figura 2), mas houve redução no total de vacas ordenhadas, o que significa um aumento de produtividade da pecuária leiteira.



**Figura 2. Produção de leite de vaca. Brasil – 1974 a 2010**

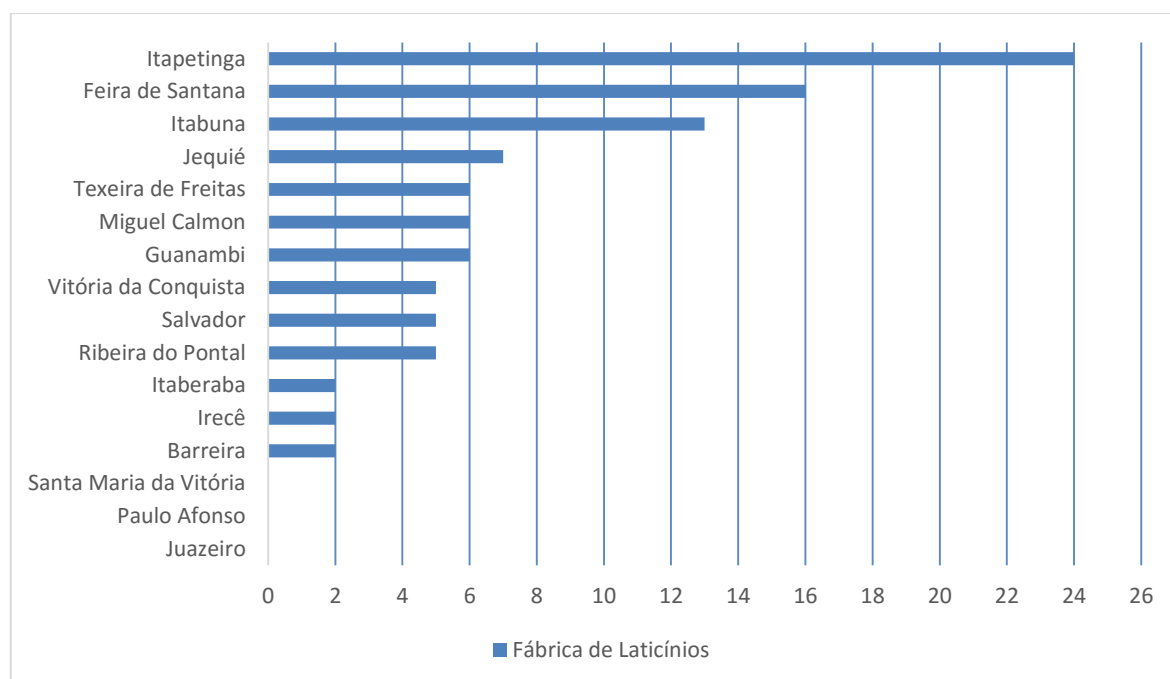
Fonte: Maia *et al.* (2013, p. 376)

Segundo as estatísticas de produção pecuária, referentes ao ano de 2014, realizado pelo IBGE (2016), a Bahia é o décimo maior produtor de leite do país, despontando como primeiro na região nordeste. No entanto, a Bahia conta com o terceiro maior rebanho do país, ocupando ainda, em termos de produtividade, a 23ª posição nacional (Patês *et al.*, 2012). Observa-se, portanto, a necessidade de melhoria da produtividade para que o estado possa se manter competitivo no mercado.

Na Bahia, a pecuária de leite se apresenta como um dos setores mais importantes do agronegócio deste estado. A cadeia do leite e derivados está presente em todas as regiões, e desempenha um importante papel no que diz respeito ao suprimento de alimentos e para a geração de emprego e renda para a população (CARVALHO Jr, 2011).

Segundo Carvalho Jr (2011), o estado da Bahia é o principal mercado consumidor de produtos lácteos do Nordeste. Suas principais bacias leiteiras estão localizadas nos seguintes territórios de identidade: Extremo Sul, Médio Sudoeste, Litoral Sul, Médio Rio de Contas, Portal do Sertão e Vitória da Conquista.

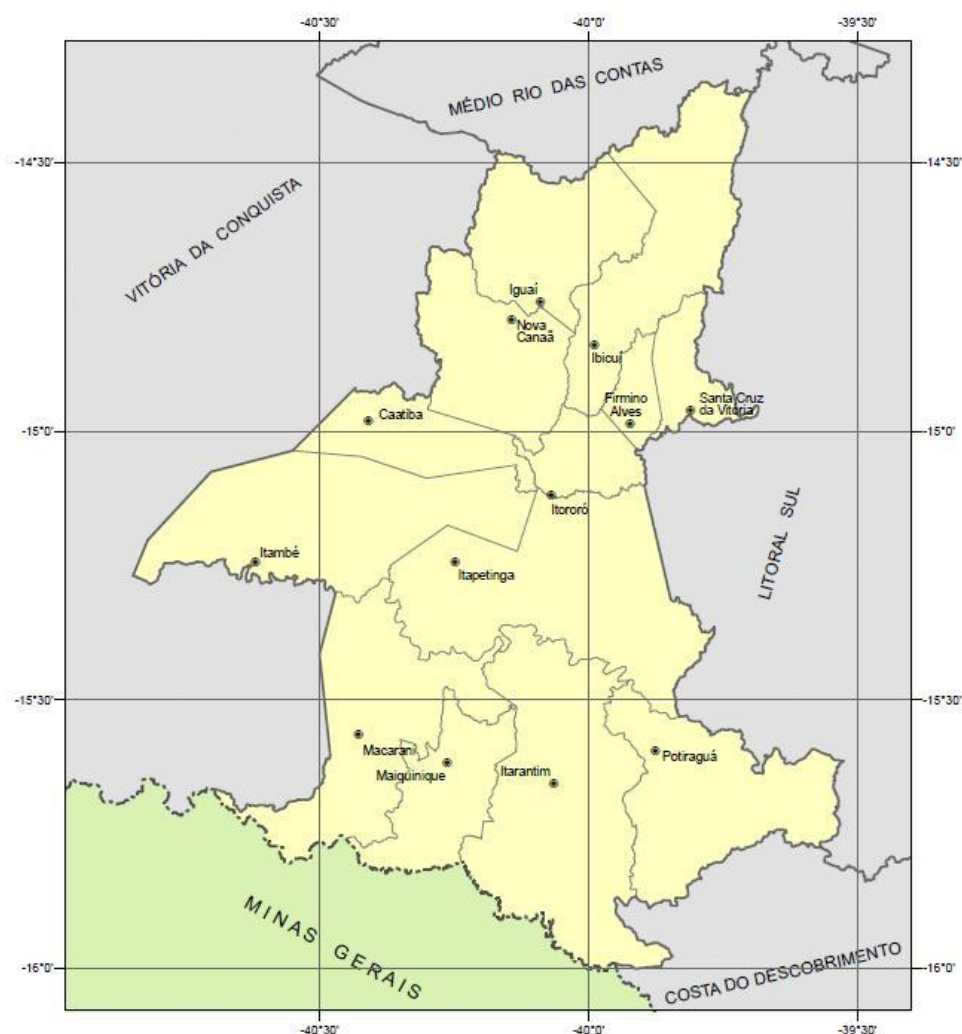
A Figura 3 apresenta a distribuição dos laticínios na Bahia, segundo a Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia – ADAB. Destaca-se que a maior concentração está na região correspondente à Coordenadoria de Itapetinga, que compreende os municípios do Território de Identidade Médio Sudoeste (Figura 4), com um total de 24 fábricas de produtos lácteos (MADERI, 2014).



**Figura 3. Distribuição por coordenadoria das Indústrias de Laticínios na Bahia com Registro no Serviço de Inspeção Estadual (SIE)**  
 Fonte: Adaptado de Maderi (2014, p. 15)

Ainda segundo Maderi (2014), é reconhecido que a consolidação da indústria de laticínios influencia toda a cadeia, com reflexos importantes sobre os produtores de leite.

O consumo de lácteos vem crescendo significativamente, graças à melhoria da renda das classes menos favorecidas economicamente, do aumento e envelhecimento da população, além da aquisição de novos hábitos alimentares e do lançamento de novos produtos lácteos (MADERI, 2014). Logo, conhecida a importância da cadeia de suprimentos do leite, e alinhando a gestão ambiental com as prioridades estratégicas da empresa, tanto na sua necessidade de legitimação como na busca de competitividade (BRITO & BERARDI, 2010), observa-se a necessidade de se identificar os impactos ambientais a ela relacionados.



**Figura 4. Território de Identidade Médio Sudoeste da Bahia**

Fonte: SIPAC (2015)

Segundo Bourlakis *et al.* (2014), dentre os membros da cadeia de suprimentos de lácteos, os laticínios devem ser considerados como os principais responsáveis pela sustentabilidade econômica do setor. Isto se justifica devido ao fato de ser nesta fase da cadeia que o valor do produto é criado, tomando sua forma final.

Os principais impactos ambientais derivados das indústrias de laticínios são consequências dos consumos de água e de energia, bem como da geração de efluentes líquidos com elevada carga orgânica (GONZÁLEZ-GARCÍA *et al.*, 2013).

Existe um grande contingente de pesquisas realizadas quanto aos aspectos técnicos de produção da bovinocultura de leite, evidenciado por uma melhora significativa de sua produtividade nos últimos anos (FERRAZZA, 2012). Isto desdobrou em um aumento da produção por vaca, sendo o Brasil o quarto país com maior crescimento relacionado com a



produtividade, indicando que a tecnologia de produção vem evoluindo rapidamente (EMBRAPA, 2014).

No entanto, segundo MILANI *et al.* (2011), existe a necessidade da realização de novas pesquisas devido aos estudos limitados, dados variáveis e a magnitude do impacto ambiental gerado pelo processamento de produtos lácteos.

Estas novas pesquisas são importantes, na medida que dão suporte aos gestores para tornar o negócio menos impactante ao meio ambiente, e ainda aprimorar os resultados econômicos.

### **3.2 Gestão da Cadeia de Suprimentos**

A gestão da cadeia de suprimentos é o gerenciamento da conexão entre as empresas que se relacionam por meio de ligações à montante (fornecedores) e à jusante (clientes), incluindo os diferentes processos que produzem valor na forma de produtos e serviços para o consumidor final (SLACK *et al.*, 2009).

Como membros de arranjos como as cadeias de suprimentos, as empresas transformam-se em agentes cuja competitividade depende do seu desempenho e do desempenho de todas as demais empresas envolvidas nas etapas necessárias para o fornecimento de um determinado produto aos clientes finais (CARDOSO & FERRAZ, 2010).

Em um mercado altamente competitivo, as empresas de sucesso precisam reinventar-se continuamente. Estas se encontram cada vez mais dentro de uma cultura global que tem como um dos principais objetivos a busca pelo desenvolvimento sustentável. Como consequência, estão se dirigindo para uma padronização de práticas de negócios e uma dependência da cooperação entre clientes, fornecedores e outros parceiros (McADAM & McCORMACK, 2001).

Côté *et al.* (2008) afirmam que os executivos estão cada vez mais atentos à importância de gestão da cadeia de suprimentos, pois ela pode ser um aspecto central da vantagem competitiva de uma empresa.

Segundo Cardoso & Ferraz (2010), a descrição de uma cadeia de suprimentos deve ser feita a partir de uma empresa, denominada “empresa focal”. Os membros da cadeia de suprimentos compreendem, nessa visão, todas as organizações com as quais a empresa focal interage direta ou indiretamente através de seus fornecedores ou clientes, desde o ponto de origem até o ponto de consumo.

A gestão da cadeia de suprimentos tem sido reconhecida gradativamente como a atividade de integração dos “processos-chave” de negócio por meio de toda a cadeia (LAMBERT & COOPER, 2000).

A implementação da gestão da cadeia de suprimentos demanda que se realize a mudança da estrutura funcional (em termos de funções ou departamentos) para a estrutura focada nos processos de negócio (processos-chave), iniciando dentro da própria organização e, em seguida, se estendendo entre cada membro da cadeia (HILSDORF *et al.*, 2009).

Para a estruturação da cadeia de suprimentos são necessárias três etapas: conhecer a estrutura da cadeia de suprimentos; identificar os processos de negócios; e definir o nível de integração dos processos (SIMON *et al.*, 2003).

De acordo com Lambert & Cooper (2000), a estratégia para a implementação deste modelo de estrutura está baseada na integração dos processos chave entre os membros da cadeia de suprimentos.

### **3.2.1 Estrutura da Cadeia de Suprimentos**

Essa é uma etapa de fundamental importância, devido a inclusão de todos os membros da cadeia de suprimentos, que pode torna-la complexa e difícil de se gerenciar. Desta forma, deve-se identificar quais são os membros críticos para o sucesso da empresa focal e para toda a cadeia de suprimentos, ou seja, quais membros deverão receber uma análise gerencial (SIMON & PIRES, 2003).

Segundo Lambert & Cooper (2000), as dimensões estruturais necessárias para se descrever, analisar e gerenciar uma cadeia de suprimentos são:

- Estrutura horizontal: refere-se ao número de camadas de fornecedores e clientes da cadeia de suprimentos
- Estrutura vertical: refere-se ao número de fornecedores e clientes dentro de cada camada.
- Posição horizontal da empresa focal: refere-se à sua localização dentro da cadeia de suprimentos.

### **3.2.2 Processos de Negócios**

Os Processos de Negócios são considerados como um conjunto de atividades estruturadas, utilizadas para determinar um resultado específico para um cliente ou mercado.

É uma organização específica de atividades de trabalho, com início, fim, entradas e saídas definidas (HEWITT, 1994).

Segundo Lambert & Cooper (2000), esses processos de negócios são divididos em:

- **Gestão do Relacionamento com Clientes:** destina-se a identificar mercados e clientes, desenvolvendo e implementando programas específicos com eles;
- **Serviços ao Cliente:** disponibiliza para o cliente, usando sistemas de informação on-line, dados atuais sobre o pedido, bem como a situação de produção, disponibilidade do produto e de distribuição, em tempo real;
- **Previsão de Vendas:** identifica que o fluxo de materiais e produtos se desdobra através da demanda do cliente, que é um ponto crítico para a variabilidade da produção;
- **Atendimento de Pedidos:** corresponde ao processo de entrega dos pedidos dos clientes, com o objetivo de atender aos prazos e às necessidades destes.
- **Gestão do Fluxo de Manufatura:** corresponde em produzir de acordo com os desejos dos clientes. Logo, os processos de manufatura precisam ser flexíveis para atender às mudanças do mercado.
- **Suprimentos:** refere-se ao processo de gestão de compras da empresa.
- **Desenvolvimento do Produto e Comercialização:** processo importante para acompanhar as necessidades dos clientes em relação aos novos produtos, que são uma parte para o sucesso da empresa.
- **Retornos/Devoluções:** é a oportunidade de se conseguir vantagem competitiva sustentável. A gestão das devoluções permite, também, identificar oportunidades de melhorias dos processos da cadeia de suprimentos.

### **3.2.3 Componentes de Gestão da Cadeia de Suprimentos**

Na estrutura de Lambert & Cooper (2000), os componentes gerenciais determinam qual o grau de integração e gerenciamento dos processos na cadeia de suprimentos. Logo, quanto mais componentes existirem e quanto mais forte a sua relação com os processos, mais efetivo será o gerenciamento da cadeia.

Ainda segundo esses autores, os nove componentes podem ser alocados em dois grupos:

- a) Grupo I – Componentes Técnicos e Físicos de Gestão: planejamento e controle, estrutura de trabalho, estrutura de organização, estrutura para o fluxo de produtos, estrutura para o fluxo de informação;
- b) Grupo II – Componentes Gerenciais e Comportamentais de Gestão: métodos de gestão, estrutura de poder e liderança, estrutura de risco e recompensa, e de cultura e atitude.

As diferenças entre os grupos estão relacionadas com os componentes do Grupo I, que apresentam características tangíveis e de fácil mudança, enquanto que os do Grupo II são menos visíveis e difíceis de alterar. No entanto, são os componentes do Grupo II que determinam a conduta da organização, influenciando como os componentes físicos e técnicos serão implementados.

Alguns estudos apresentam a importância e necessidade da integração dos processos de negócio apresentados anteriormente.

Simon & Pires (2003) apresentaram uma pesquisa referente ao conceito de Gestão da Cadeia de Suprimentos, onde foi proposta uma metodologia de apoio às empresas no entendimento e análise desse processo, baseada no modelo conceitual de Gestão da Cadeia de Suprimentos proposto por Cooper (1997). Estes autores apresentaram uma metodologia onde se discute as principais questões referentes à implementação da Gestão da Cadeia de Suprimentos, com foco nas estruturas, processos de negócios e componentes de gestão, conforme estrutura apresentada por Lambert & Cooper (2000).

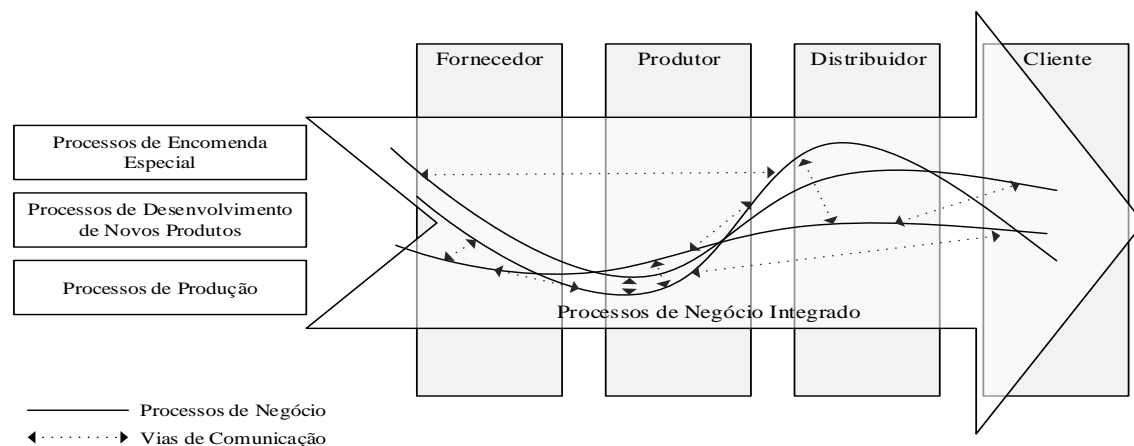
McAdam & McCormack (2001) realizaram uma análise da literatura publicada referente a estudos de caso de algumas organizações, onde buscou-se identificar a integração da cadeia de suprimentos, compreendendo a natureza da relação entre o gerenciamento de processos de negócios e gestão de cadeias de suprimentos. Segundo estes autores, são poucas as empresas que praticam esta integração. Mas, o modelo integrado sendo desenvolvido na *Nortel Networks Corporation*<sup>9</sup> é capaz de desdobrar em uma organização ágil, como também é esperado em muitas empresas menores, conquistando vantagens competitivas em detrimento dos seus concorrentes.

A partir das práticas utilizadas durante seu estudo, McAdam & McCormack (2001) desenvolveram um modelo conceitual de um processo integrado de negócios, apresentado na Figura 5. Este modelo considera todos os processos essenciais como fios entrelaçados.

---

<sup>9</sup> *Nortel Networks Corporation*: organização fornecedora de tecnologia de comunicação

Caminhos de comunicação entre processos centrais e entre as empresas possuem a função de juntar os fios na cadeia de suprimentos. O modelo mostra três processos-chave e alguns exemplos de pontos de contato.



**Figura 5. Modelo conceitual de Integração de processos de negócio**

Fonte: Adaptado de McAdam & McCormack (2001, p. 128)

Hilsdorf *et al.* (2009) realizaram um trabalho com o objetivo de identificar como o desempenho do serviço ao cliente está relacionado com a integração dos processos de negócios na cadeia de suprimentos em empresas fabricantes e exportadoras de calçados da cidade de Franca/SP, e de alguns dos seus importadores (clientes). O trabalho consistiu em um estudo de caso onde foram coletados dados através de entrevistas com o diretor executivo do Sindicato da Indústria de Calçados de Franca, com proprietários e diretores de nove das dez maiores empresas fabricantes de calçados da região, com os três maiores agentes de exportação da região e com sete clientes importadores de calçados. Os resultados obtidos permitem concluir que existe um desempenho aceitável dos serviços com o cliente na integração dos processos. Porém, foi observado que esta integração não depende exclusivamente dos serviços ao cliente, mas também de competências internas relacionadas aos componentes de gestão.

Segundo Brito & Berardi (2010), houve uma evolução dos estudos em Gestão Operacional no final da década de 1980, motivada pela preocupação com eficiência e qualidade nos movimentos com ênfase na Gestão da Qualidade, seguido por estudos das operações em tempo real – *just in time* (JIT). No início da década de 1990, os estudos estavam concentrados nos processos de reengenharia, com foco para a criação de cadeia de valor, *outsourcing* (terceirização) e inovação, ao longo da cadeia de suprimentos. Com a globalização dos mercados, outro fator marcante da mesma década, as empresas passaram a

verificar que a lucratividade não era o único elemento para seu sucesso a longo prazo. Começaram a surgir outras preocupações, como aquelas relacionadas com a saúde e segurança dos trabalhadores e com o meio ambiente, passando a ganhar importância e valor nos processos operacionais.

No entanto, segundo Basnet (2013), para alcançar um desempenho ótimo na cadeia de suprimentos, deve-se adotar, inicialmente, grande ênfase na cadeia de suprimentos interna. Segundo o autor, para a integração da cadeia de suprimentos, deve ocorrer a evolução em três fases: integração funcional, cujo foco é a estruturação dentro de cada função; integração da cadeia de suprimentos interna, na qual é estruturada a inter-relação entre as funções; e integração da cadeia de suprimentos externa, cujo foco é a estruturação entre as empresas participantes.

### **3.3 Cadeia de Suprimentos Interna**

A cadeia de suprimentos interna refere-se à cadeia de atividades ou funções dentro de uma empresa, que resulta no fornecimento de um produto/serviço para o cliente (BASNET, 2013).

Para melhorar a capacidade de resposta, os gestores da cadeia de suprimentos muitas vezes procuram informações que proporcionam uma maior visibilidade em fatores que afetam tanto a oferta quanto a demanda. No entanto, frequentemente se deparam com dados carentes de informações essenciais. A partir destas condições, observa-se que a visibilidade da cadeia de suprimentos é necessária, mas insuficiente para permitir sua gestão. Com isso, a integração de uma organização a partir de sua cadeia de suprimentos interna fornece informações complementares necessárias para obter informações fundamentais, além de proporcionar maior visibilidade da cadeia de suprimentos (WILLIAMS *et al.*, 2013).

Ainda segundo este autor, a integração interna é um recurso que resulta em um conjunto de sistemas e processos interligados, que facilitam os processos de tomada de decisão. Essa integração interna pode ser descrita como a forma com que uma organização estrutura suas práticas organizacionais, procedimentos e comportamento. Tais processos fornecem as orientações para o processamento de informações e tomada de decisão. Como resultado desta integração, a colaboração ocorre entre as áreas funcionais dentro da empresa, levando a um alinhamento de metas e desempenho.

Esse desempenho, segundo Forgionne & Guo (2009), pode ser otimizado quando informações adequadas são compartilhadas entre os membros da cadeia de suprimentos. Por

isso, as informações coletadas na cadeia interna devem ser compartilhadas, sendo crucial na coordenação das cadeias de suprimentos.

As observações realizadas por Forgiotte & Guo (2009) corroboram com Côté *et al.* (2008), que ressaltaram ser a transferência de informação um conceito que é, talvez, mais frequentemente implícita na compreensão de um relacionamento na cadeia de suprimentos. Segundo os autores, normalmente as pesquisas incidem sobre o fluxo de materiais entre as empresas. No entanto, essas relações implicam em uma troca de informações entre os participantes. A falta dessas informações pode ser uma grande limitação para fornecer eficiência da cadeia.

Algumas pesquisas apontam para a utilização da integração da cadeia de suprimentos sendo realizada inicialmente pela cadeia interna.

Williams *et al.* (2013) realizaram um estudo onde foi postulado que a integração da cadeia de suprimentos interna fornece competências para o processamento de informações complementares necessárias para obter uma maior visibilidade de toda a cadeia. Foi realizada uma análise dos dados de 206 empresas. Para os gestores da cadeia de suprimentos, os resultados indicam que a estratégia para alcançar as respostas necessárias para a cadeia de suprimentos exige uma abordagem que alinhe uma maior visibilidade com extensas capacidades de processamento de informações. Para os pesquisadores, este estudo fornece uma pesquisa inicial da visibilidade como uma construção, e estende-se como uma literatura abordando a integração interna como competência necessária para o processamento de informação na cadeia de suprimentos.

Barrat & Barrat (2011) desenvolveram uma pesquisa a partir da necessidade das organizações por um melhor desempenho operacional. Segundo os autores, nas cadeias de suprimentos tem-se procurado desenvolver vínculos externos baseados em informações com seus clientes e fornecedores. Esta pesquisa explorou os papéis específicos da integração dos processos com base em informações internas e externas, objetivando um melhor desempenho operacional. Com base em um estudo de caso que compreende uma cadeia de suprimentos com ligações internas e externas, esta pesquisa desenvolveu uma série de proposições. Os autores concluíram que as ligações internas podem ser úteis para estender externamente a visibilidade da empresa, e para abordar problemas estruturais na cadeia de suprimentos. Além disso, para ampliar a visibilidade em toda a cadeia de suprimentos, as organizações precisam reconhecer o papel da combinação da integração com base em informações internas e externas à cadeia.

Forgionne & Guo (2009), realizaram um trabalho que apresenta uma análise dos problemas de decisão de uma concessionária de energia elétrica com base em um modelo de controle ótimo em um ambiente de mercado competitivo. Neste ambiente, a gestão pode promover a tomada de decisão coordenada através da partilha de informações relevantes com as partes afetadas em toda a cadeia de suprimentos. Os autores propõem um modelo de engenharia simultânea de tomada de decisão. Políticas internas de produção e de estoque ideais foram desenvolvidas com a partilha de todas as informações geradas para a cadeia. O modelo e as políticas foram testadas com dados da indústria de energia elétrica, e as implicações de desempenho foram discutidos para os gestores de energia elétrica e reguladores públicos. Os resultados do teste empírico indicam que a abordagem de engenharia simultânea é uma descrição adequada para esta cadeia.

Pagell (2004) realizou uma pesquisa exploratória com o intuito de construir um modelo para a integração interna. Foi utilizada uma série de estudos de caso para desenvolver uma compreensão mais completa dos fatores que viabilizam e inibem os esforços para a construção de integração entre os processos de operação, compras e logística. Seus resultados sugerem que se trata de um fenômeno complexo, impulsionado por uma série de fatores, incluindo a estrutura e cultura nas empresas, sistemas de recompensa e a quantidade de comunicação formal e informal entre as funções. O resultado final da pesquisa é um modelo de como a integração pode ser construída através destes três processos-chave da cadeia de suprimentos interna (operação, compras e logística).

Com base nos trabalhos citados anteriormente, relacionados com a cadeia de suprimentos, percebe-se que as organizações vêm sendo pressionadas a dar maior importância à relação existente entre as ações que desenvolvem e suas consequências, não somente interna, mas também externamente. Contudo, nestas pesquisas, é possível destacar a necessidade de iniciar estudos a partir da cadeia de suprimentos interna. Logo, estas integrações vêm de encontro com ações que afetam a vida das pessoas, da comunidade e do meio ambiente que estão inseridos, observando-se assim uma nova demanda para estas organizações: a sustentabilidade ambiental.

### **3.4 Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos**

Seuring & Müller (2008) definem a gestão sustentável da cadeia de suprimentos como a gestão de material, informações e dos fluxos de capital, bem como da cooperação entre as empresas ao longo da cadeia de suprimentos, abordando os objetivos de todas as



três dimensões do desenvolvimento sustentável, ou seja, econômica, ambiental e social, visto que elas são derivadas do cliente e das partes interessadas.

Segundo Kang *et al.* (2012), o padrão comum para decidir o objetivo da Gestão da Cadeia de Suprimentos é a obtenção de lucro através de redução de custos. No entanto, existe uma tendência na demanda do cliente pela redução do custo ambiental. Com isso, a importância da sustentabilidade tem sido destacada como um padrão de avaliação de desempenho dos negócios.

Essa sustentabilidade refere-se a uma integração das questões sociais, ambientais e econômicas. A integração estratégica de uma organização, nesse sentido, possui o objetivo de coordenação sistêmica dos processos de negócio entre as organizações, com o intuito de melhorar a longo prazo o desempenho econômico, social e ambiental (TEUTEBERG & WITTSTRUCK, 2010). Essas questões são definidas a seguir, segundo Kang *et. al* (2012):

- Econômico – Está cada vez mais difícil para as empresas, individualmente, obter suas próprias competências com a variação da economia. A colaboração na cadeia proporciona às empresas uma oportunidade de ser flexível a mudanças, compartilhando os custos e os lucros.
- Ambiental – O custo ambiental tem se destacado em todo o mundo. O reconhecimento por parte da sociedade em relação à proteção ambiental tem criado, para as empresas, uma necessidade de crescimento sem comprometer o meio ambiente.
- Social – A empresa torna-se responsável pelo desenvolvimento equilibrado da sociedade através de bem-estar e um retorno para a mesma. Além disso, as exigências da sociedade devem ser atendidas, porque além de participante da cadeia, ela é cliente.

Existe uma cobrança cada vez maior para que as organizações empresariais atuem por meio de modelos de gestão direcionados às propostas do desenvolvimento sustentável. Com isto, espera-se que esses modelos considerem não somente o relacionamento das empresas com seus clientes, mas também seus fornecedores, num cenário de crescente cooperação das organizações por meio da cadeia de suprimento. Nessa perspectiva, a responsabilidade da empresa e sua contribuição ao desenvolvimento sustentável deixam de acontecer apenas dentro das organizações, o que induz a necessidade da cooperação das demais partes envolvidas da cadeia de suprimento para alcançar essa contribuição. As empresas podem ser responsabilizadas não somente pelo que ocorrer dentro do ambiente da organização, mas também por atividades ambientais, sociais, trabalhistas e comerciais dos seus fornecedores (CARVALHO & BARBIERI, 2012).

Alguns estudos sobre Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos foram realizados, mostrando a importância de se relacionar a sustentabilidade com a cadeia de suprimentos.

Vanalle & Santos (2014), realizaram um estudo com o objetivo de identificar as práticas mais valorizadas de sustentabilidade (ambiental, econômica e operacional), que são consideradas nos processos de seleção e desenvolvimento de fornecedores ao longo da cadeia de suprimentos. Segundo os autores, foi escolhido o setor automotivo brasileiro por ser referência com relação às práticas de qualidade e possuir influência nas empresas membros da cadeia de suprimentos automotiva. Foi utilizado um questionário como instrumento de coleta de dados, sendo os mesmos tratados posteriormente. Como resultado, foi identificado que a eliminação ou redução do uso de substâncias perigosas e efluentes industriais são as práticas de desenvolvimento ambiental mais valorizadas. Porém, este desempenho foi o menos valorizado entre as empresas integrantes desta cadeia, como mostra a Tabela 1, que compara os resultados obtidos por Vanalle & Santos (2014), com pesquisas realizadas na China e Índia. Os desempenhos indicam para a necessidade de difundir cada vez mais as responsabilidades com o meio ambiente dentro da cadeia de suprimentos. Entretanto, nesse estudo não foram considerados os aspectos sociais.

**Tabela 1. Pontuações médias obtidas sobre desempenho ambiental, econômico e operacional**

Fatores/Práticas	Pontuação Média Brasil Vanalle & Santos (2014)	Pontuação Média China Zhu <i>et al.</i> (2007)	Pontuação Média Índia Ninlawan <i>et al.</i> (2010)
Desempenho Ambiental	3,50	3,57	4,36
Desempenho Econômico	3,60	3,32	3,97
Desempenho Operacional	4,37	3,58	*
*Item não avaliado pelos autores durante a pesquisa.			

Fonte: Adaptado de Vanalle & Santos, (2014, p. 336)

O metaestudo realizado por Brito & Berardi (2010) teve o objetivo de investigar se as estratégias socioambientais aplicadas à gestão da cadeia de suprimentos desdobram-se para a gestão de *stakeholders* (parte interessada) e o desenvolvimento de capacidades dinâmicas, direcionando seus resultados como fonte de vantagem competitiva para as empresas. Os resultados a partir da análise dos artigos mostraram que a relação entre os membros da cadeia de suprimentos é tratada através da definição de padrões mínimos, por procedimentos de controle e pela exclusão de fornecedores, em detrimento às formas cooperativas e de desenvolvimento conjunto. Os dados demonstram que as pressões regulatórias e de mercado surgem como o motivo preponderante na relação com os *stakeholders*, seguido pelos objetivos de ecoeficiência (melhoria de desempenho econômico

e/ou ambiental, não considerando os aspectos sociais). A conclusão é de que as iniciativas de Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos convergem ao contexto da pressão ambiental por padrões mínimos e na obtenção de uma vantagem competitiva.

Segundo Ramudhin *et al.* (2009), a dimensão social é por vezes mais difícil de capturar ou quantificar. Atrelada a esta dificuldade e à crescente preocupação com as questões ambientais.

Portanto, o presente trabalho concentra seus esforços na análise da Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos.

### **3.5 Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos**

A gestão ambiental da cadeia de suprimentos (do inglês, *Green Supply Chain Management* – GSCM) convergiu seu objetivo de visão tradicional de gestão de operações (foco no lucro e eficiência), com aspectos mais amplos de impactos ao meio ambiente (BRITO & BERARDI, 2010). Desdobra-se da gestão sustentável, que aborda as questões econômicas, ambientais e sociais.

Esta gestão é projetada para incorporar considerações que influenciam ou criam impactos ambientais na cadeia, através dos processos de compras, logística, gestão de materiais, fabricação e processos de eliminação, considerando o ciclo de vida completo de um produto do berço ao túmulo, ou seja, da extração até disposição final (CÔTÉ *et al.*, 2008).

Côté *et al.* (2008) investigaram as cadeias de suprimentos de três pequenas e médias empresas que operam no *Burnside Industrial Park*, na Nova Escócia, Canadá. Os estudos tiveram como objetivo identificar as oportunidades de melhoria do desempenho ambiental das empresas ligadas a cadeias de suprimentos. Foram selecionadas três empresas focais, dentre as cinco contatadas. Reuniões introdutórias foram realizadas nestas empresas para identificar as situações da cadeia de suprimentos que resultam na emissão de gases e na geração dos resíduos sólidos. Posteriormente, foram realizadas reuniões com os fornecedores para verificar possíveis estratégias ambientais que já eram ou poderiam ser empregues ao longo da cadeia de suprimentos. Os autores observaram que o tempo e, em menor grau, os recursos financeiros são os fatores limitantes na resolução dos problemas dos resíduos sólidos e consumo de energia apresentados pelas empresas. Estas pequenas e médias empresas encontram dificuldades em alocar recursos para iniciativas que não são vistos como sua atividade principal. O estudo demonstrou que existem oportunidades para minimizar as emissões de gases de efeito estufa e de resíduos sólidos, como por exemplo a

modificação da estrutura de transporte com a redução de uma viagem de retorno (573 litros de diesel), gerando uma redução acumulada (diversos retornos) de 1,38 Mt de CO<sub>2</sub> emitidas anualmente.

Segundo Hagelaar & Van der Vorst (2002), um dos instrumentos de apoio à Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Os autores afirmam que a ideia de integrar a ACV às cadeias de suprimentos está ganhando mais apoio entre as instituições de pesquisa e empresas. Em seu artigo foi argumentado que, a partir de uma diferenciação entre as estratégias de cuidado e performances ambientais na cadeia, deve existir uma diferenciação de como aplicar a ACV. Ou seja, deve-se decidir entre estratégias orientadas para o cumprimento, processamento e mercado. Ainda segundo os autores, para a execução da ACV, a estrutura da cadeia deve estar em sintonia para atender às exigências específicas desses tipos de estratégias. Ao discutir dois estudos de caso, os autores mostraram que a integração das diferentes formas de aplicação de ACV em uma cadeia resultará em diferentes resultados, chegando à conclusão de que a integração dos cuidados ambientais nas cadeias deve impulsionar a utilização da ACV nas cadeias de suprimentos.

### **3.6 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)**

Nos últimos anos, a ideia de que métodos e técnicas devem ser concebidas no conceito de sustentabilidade vem ganhando aceitação. Essa perspectiva considera uma avaliação global de todo o efeito desde a montante até a jusante, considerando a atividade humana ou fabricação do produto para avaliar os efeitos cumulativos sobre o meio ambiente no espaço e no tempo. Neste sentido, uma das metodologias mais aceitas internacionalmente para examinar o impacto mundial associado a serviços ou produtos é a ACV (HOSPIDO *et al.*, 2003).

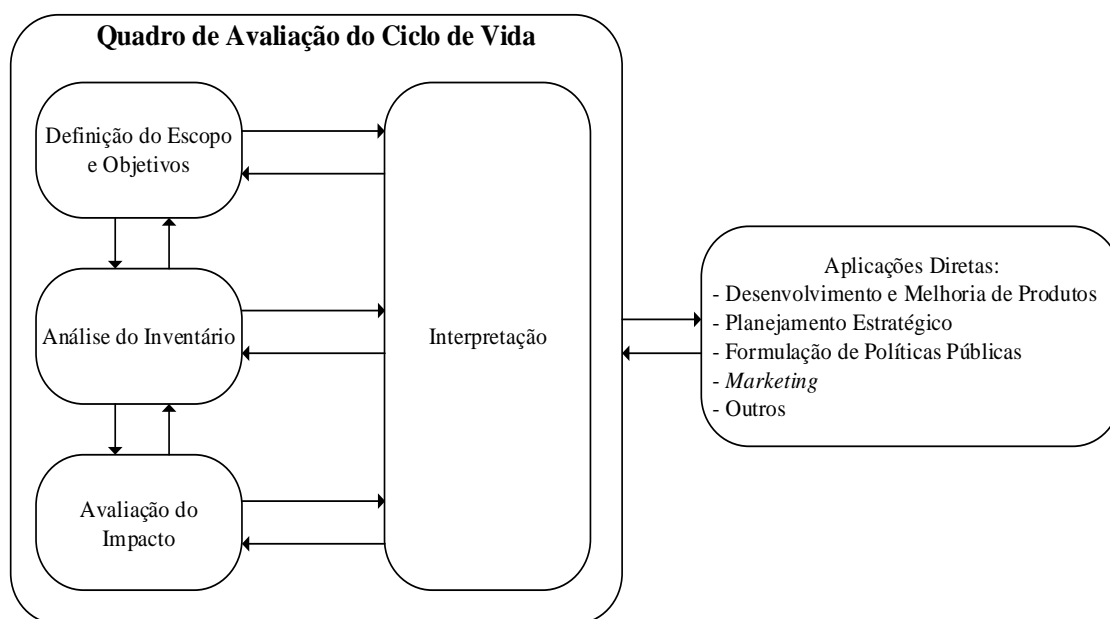
A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia de avaliação dos impactos ambientais associados a um produto, processo ou serviço durante todo o seu ciclo de vida (“berço ao túmulo”), identificando quantitativa ou qualitativamente os requisitos de energia e material e as emissões e os resíduos lançados ao meio ambiente. Além de identificar o impacto ambiental do produto ou serviço, a ACV também identifica as atividades relacionadas aos processos produtivos que mais contribuem para este impacto (BERLIN, 2002; MILANI *et al.*, 2011).

A ACV, padronizada atualmente pelas normas da ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006, é uma importante metodologia utilizada para o auxílio na tomada de decisões

das indústrias, governos e consumidores em relação às suas atividades impactantes ao ambiente. Segundo a ISO 14040 (2006), algumas das principais aplicações da ACV são:

- Análise dos impactos ambientais de um produto ou processo ao longo de seu ciclo de vida;
- Identificação de fases mais críticas ao meio ambiente;
- Evitar a transferência dos impactos ambientais de diferentes processos;
- A comparação entre produtos e processos para divulgação interna ou externa;
- Alternativas de design de produtos e processos;
- Rotulagem ambiental.

A Figura 6 ilustra o processo de trabalho da ACV incluída no padrão da ISO 14040:2006, onde são estabelecidas as seguintes fases: definição do objetivo e do escopo, análise do inventário, avaliação de impacto e interpretação de resultados. Pode se observar ainda, que esta metodologia possui uma característica iterativa, na qual as etapas podem ser redefinidas ao longo do estudo da ACV. A seguir, são apresentadas as fases desta metodologia.



**Figura 6. Quadro de Avaliação do Ciclo de Vida**

Fonte: Adaptado de ISO 14040 (2006, p. 8)

### 3.6.1 Definição do Objetivo e Escopo

Segundo a ISO 14040 (2006), o objetivo do estudo da ACV deve declarar, sem equívoco, a aplicação pretendida, as razões para o estudo e o público-alvo, ou seja, quem irá utilizar os resultados do estudo.

O escopo de um estudo da ACV, segundo a ISO 14040 (2006), deve ser definido de forma a assegurar que a abrangência, a profundidade e os detalhes do estudo sejam compatíveis para o alcance dos objetivos estabelecidos anteriormente. Para tanto, devem ser considerados e descritos os seguintes itens:

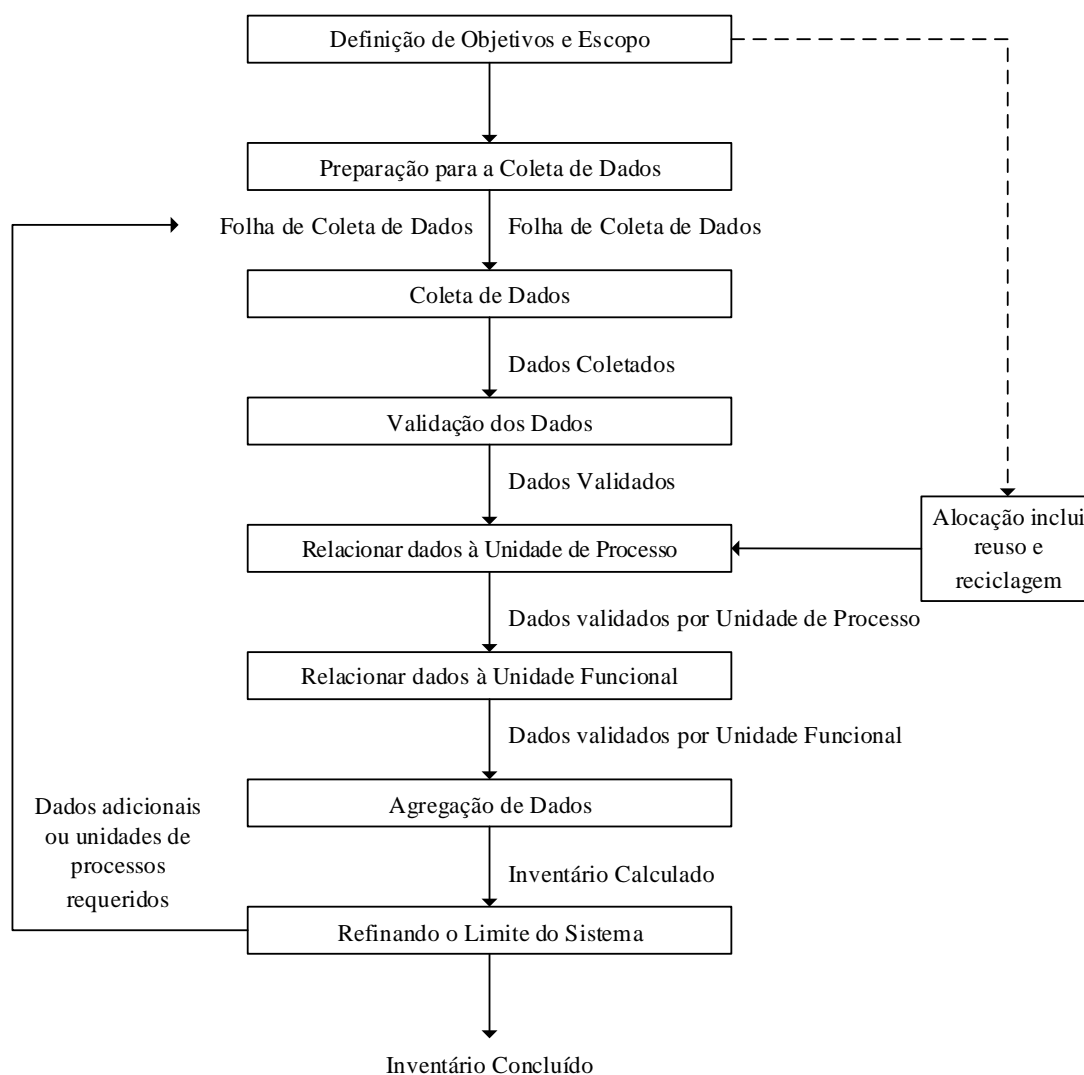
- a) **Função e unidade funcional:** A função se refere ao objetivo do produto/serviço a ser analisado, como exemplo a função “produção de leite” em uma determinada propriedade rural. A unidade funcional é a quantificação da função, com o propósito de fornecer uma referência para relacionar as entradas e saídas do sistema.
- b) **Fronteiras do sistema:** Em uma ACV, as fronteiras do sistema determinam quais unidades de processos devem ser estudadas. Faz-se necessário uma descrição, tanto qualitativamente, como quantitativamente, abordando os fluxos de energia e materiais que cruzam os limites do sistema. Normalmente o sistema é representado através de diagramas de fluxo, apresentando as unidades de processo e suas inter-relações, permitindo uma visão global do processo a ser estudado.
- c) **Requisitos da qualidade dos dados:** Estes requisitos especificam as características dos dados necessários ao estudo. Sua definição ocorre no escopo; entretanto, estão relacionados com a escolha das fontes de dados do inventário, sendo importante sempre dar preferência à utilização de dados primários, ou seja, aqueles obtidos no processo em estudo. Quando existir a impossibilidade da obtenção de dados primários, devem ser utilizados dados secundários da literatura, considerando o mesmo tipo de processo em estudo, além de buscar os dados mais atuais.
- d) **Comparações entre sistemas:** É realizada apenas no caso de estudos que propõem esta finalidade, devendo-se utilizar a mesma função e unidade funcional, para ter a equivalência dos sistemas comparados.
- e) **Análise crítica:** Visa certificar se o estudo da ACV satisfaz os requisitos referentes à metodologia, qualidade dos dados, clareza, precisão e apresentação do estudo. É necessária para aumentar a compreensão e credibilidade de estudos de ACV.

### 3.6.2 Análise do Inventário do ciclo de vida

Segundo a ISO 14044 (2006), a etapa da análise do inventário envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas de um sistema em estudo.

Esta é uma etapa crucial para o desenvolvimento da ACV, que pode ser dificultada devido a uma série de fatores, como a ausência de dados conhecidos, a utilização de dados estimados e a qualidade destes.

A quantificação dos materiais e a energia que cruzam as fronteiras de um sistema são explorados no inventário. Nesta etapa, a determinação dos limites do sistema é crítica, pois se baseia em uma variedade de fatores que variam com o objetivo da análise e da disponibilidade de dados confiáveis. O resultado do inventário dispõe de uma listagem de materiais e da energia requerida, produtos, coprodutos e resíduos que são descartados. É com base nos resultados do inventário do ciclo de vida, que desdobramos as possibilidades de melhoria do sistema explorado (GIANNETTI *et al.*, 2008). A Figura 7 apresenta, simplificadamente, os procedimentos necessários para a realização das etapas do inventário do ciclo de vida.



**Figura 7. Procedimentos simplificados para a etapa de análise do inventário**  
 Fonte: Adaptado de ISO 14044 (2006, p. 12)

Segundo a ISO 14044 (2006), durante a realização dos balanços e cálculos, a coerência entre as entradas e saídas do sistema deve ser verificada, com o intuito de garantir a qualidade dos dados coletados, sendo estes organizados em categorias, como: energia; matéria-prima; emissões para água, ar ou terra; entre outros.

Ainda segundo esta norma, todos os procedimentos de cálculo devem ser documentados e as suposições feitas devem ser claramente indicadas e explicadas. Os procedimentos de cálculo devem ser aplicados de forma consistente ao longo do estudo. Ao determinar os fluxos elementares associados com a produção, o *mix* de produção real deve ser usado sempre que possível, a fim de refletir os vários tipos de recursos que são consumidos. A soma das entradas e saídas de processo unitário alocadas deve ser igual às entradas e saídas deste processo antes de alocação. Sempre que várias alternativas de procedimentos de alocação forem aplicáveis, uma análise de sensibilidade será conduzida para ilustrar as consequências da saída da abordagem escolhida.

### 3.6.3 Avaliação de Impactos

Na ISO 14040 (2006), a avaliação de impactos, ou seja, a avaliação da significância dos potenciais impactos ambientais, relaciona os dados de inventário com impactos ambientais específicos, com o intuito de torná-los mais transparentes. Estes impactos são definidos a partir de categorias, como: exaustão de recursos não renováveis, aquecimento global, redução da camada de ozônio, toxicidade humana, ecotoxicidade, acidificação, oxidantes fotoquímicos, entre outros. Esta norma fornece, ainda, a indicação dos elementos que podem constar nesta fase:

- a) **Classificação:** Cada informação da lista do inventário é classificada de acordo com o efeito em uma das categorias de impacto. Pode ser citado, como exemplo, a emissão de metano, que possui efeito no aquecimento global, sendo classificado nesta categoria de impacto.
- b) **Caracterização:** É onde o efeito de cada item em cada categoria de impacto é modelado, com o intuito de retornar resultados que possam ser expressos como um indicador numérico. O indicador de cada categoria tem como objetivo representar a carga ambiental total ou a significância do uso de cada recurso para a categoria, de acordo com a classificação anterior.



- c) **Atribuição de pesos:** Nesta etapa, pesos poderão ser atribuídos aos resultados da avaliação de impactos, de acordo com sua importância. Por ser uma etapa que pode envolver critérios subjetivos, é considerada como não-científica.

### 3.6.4 Interpretação de resultados

De acordo com ISO 14044 (2006), esta é a fase da ACV na qual os resultados obtidos através da análise do inventário e da avaliação de impacto (no caso de estudos de inventário do ciclo de vida, somente os resultados da análise de inventário), são combinados de forma consistente com o objetivo e o escopo, visando analisar estes resultados, apresentar conclusões, explicar as limitações e providenciar recomendações baseadas nas fases anteriores do estudo.

Alguns estudos foram realizados para a utilização da ACV em laticínios.

Djekic *et al.* (2014) avaliaram o desempenho ambiental da produção de seis tipos de produtos lácteos a partir de sete fábricas de laticínios de diferentes capacidades de processamento na Sérvia. Foram utilizados questionários estruturados nos laticínios selecionados com o intuito de recolher dados para o inventário do ciclo de vida. Foram avaliadas seis categorias de impactos ambientais neste estudo: o aquecimento global, acidificação, eutrofização, depleção da camada de ozônio, poluição atmosférica, formação de foto-oxidantes e toxicidade humana. Como resultado, foi observado que os principais impactos ambientais dos laticínios são principalmente decorrentes da necessidade de energia e de insumos como entrada nos laticínios. Além disto, a contribuição para o impacto é diferente para cada tipo de produto processado.

Já Doublet *et al.* (2013), realizaram uma ACV a partir de um laticínio na Romênia, onde foram avaliados nove produtos lácteos. O objetivo deste estudo foi identificar as informações prioritárias que devem ser coletadas em um laticínio, a fim de avaliar o seu desempenho ambiental. A alocação para os produtos lácteos seguiu uma abordagem físico-química sugerida pela *International Dairy Foundation* (IDF, 2010). Indicadores para a mudança climática, eutrofização, acidificação, toxicidade humana, ecotoxicidade, uso do solo, esgotamento dos recursos abióticos e esgotamento da água estão abordados nesta avaliação. Neste estudo foi observado que a maior contribuição para os impactos gerados pelos laticínios é o uso de energia. A queima de lenhite na usina de energia contribui para a mudança climática, o esgotamento dos recursos abióticos e da eutrofização de água doce, visto que este combustível representa 40% do *mix* de energia da Romênia.

González-García *et al.* (2013) utilizaram a Avaliação do Ciclo de Vida como metodologia para a avaliação ambiental de leite UHT, embalado e produzido em Portugal. Os resultados mostraram que as emissões derivadas de laticínios, tais como CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub> geram grandes impactos ambientais, juntamente com os aspectos relacionados ao consumo de energia. Foi observado, ainda, que as emissões impactam em termos de acidificação, eutrofização, aquecimento global e na formação de foto-oxidantes. Os valores apresentados neste estudo estão de acordo com outros estudos comparáveis. No entanto, alguns fatores identificados podem diferenciar os resultados, tais como: abordagem de alocação, fontes de dados, fatores de caracterização, regimes de gestão agrícola e algumas premissas consideradas. Portanto, segundo os autores, esses aspectos devem ser cuidadosamente tratados, e uma análise de sensibilidade deve ser realizada para avaliar as incertezas dos resultados obtidos.

Uma revisão realizada por Milani *et al.* (2011) indicou que, nos estudos de impacto ambiental para o processamento de leite, diferentes metodologias foram aplicadas e portanto, apresentaram uma grande variação nos resultados. Por outro lado, esta variação também é resultado da ampla gama de métodos de produção e processamento utilizados. Além disso, as pesquisas realizadas para identificar os impactos ambientais das indústrias de produtos lácteos são limitadas. Devido à grande importância econômica e ambiental, os autores propõem investimento na ciência e tecnologia para minimizar os impactos desse segmento.

Hospido *et al.* (2003), desenvolveram uma pesquisa utilizando a ACV para avaliar os impactos ambientais da cadeia de suprimentos do leite na Galícia (Espanha). Em seu trabalho, seis categorias foram consideradas: aquecimento global, destruição da camada de ozônio, acidificação, eutrofização, formação de foto-oxidante e esgotamento dos recursos abióticos. Um indicador de fluxo, o consumo de energia, também foi considerado. Dentre estas categorias, três têm sido relatadas com significativa importância: eutrofização, acidificação e o aquecimento global. No que diz respeito aos laticínios, os dados do inventário de leite foram calculados com base na produção anual de 2001 (cerca de 200 milhões de litros). Os produtos foram embalados como leite líquido: 71% de integral, 18% de semidesnatado e 11% de leite desnatado. O creme é obtido como um coproduto e é vendido para ser processado na França. Foi quantificado que as emissões das caldeiras em fábricas de laticínios são as mais significativas, necessitando de ações de melhoria para esse sistema.

No Brasil, Nigri *et al.* (2014), realizou uma ACV para avaliar os impactos ambientais dos processos de fabricação artesanal e industrial do queijo minas. Os autores coletaram os dados em uma fazenda produtora de queijo minas artesanal e de uma cooperativa que produz o mesmo queijo utilizando o processo industrial. A coleta de dados para o inventário foi realizada através de entrevistas com fazendeiros e funcionários da cooperativa, através de perguntas previamente estabelecidas. O sistema estudado teve início na etapa de extração do leite, sendo finalizado na chegada do produto final aos revendedores. Foi observado, nesse estudo, que o processo industrial gera um maior impacto comparado à produção artesanal, sendo o volume de água o maior gerador de impactos ao meio ambiente. No entanto, segundo os autores, a produção artesanal não é capaz de atender a demanda pelo produto, logo é necessária a produção industrial. Porém, deve-se utilizar metodologias para minimizar os impactos gerados pelos processos industriais.

Estes trabalhos apontam para a necessidade de realizar mais estudos de ACV em laticínios, devido aos diferentes processos industriais adotados, almejando reduzir os impactos ambientais, além de mostrar a utilização da ACV, tanto para a identificação dos impactos ao meio ambiente, quanto para a gestão de melhoria dos processos, fornecendo dados indispensáveis para o controle dos destes, indo, desta forma, ao encontro das principais aplicações da ACV apresentadas.

Segundo Brito & Berardi (2010), com uma crescente demanda em integrar questões ambientais à gestão da cadeia de suprimentos, que ocorre devido a pressões externas aos negócios, foi possível perceber o surgimento de uma aproximação de conceitos utilizados no tema do desenvolvimento sustentável com a gestão da cadeia de suprimentos. Isto ocorre em decorrência da preocupação com os recursos, que podem ser entendidos como finitos, como também pelos métodos de processamento dos produtos e serviços. Com isso, torna-se necessário o uso de metodologias, como a ACV, para integrar as questões ambientais com a cadeia de suprimentos.

### **3.7 Integração da ACV em Cadeias de Suprimentos**

Segundo Hagelaar & Van der Vorst (2002), para a integração de uma ACV em determinada cadeia de suprimento são necessários três pontos principais. Em primeiro lugar, é necessário escolher dentre três estratégias: orientada para o Cumprimento, Processo e Mercado. Já Thomassen *et al.* (2008) discutem duas abordagens de ACV a serem utilizados: Atribucional e Consequencial.

Foi observado que as definições não se contradizem. A ACV atribucional engloba as estratégias orientadas para o cumprimento e processo. Já a consequential se relaciona com a estratégia orientada para o mercado.

Ainda segundo Hagelaar & Van der Vorst (2002), estas estratégias se definem da seguinte forma:

- **Cumprimento:** visa a redução dos impactos ambientais que interferem no cumprimento das regras e regulamentos. Neste tipo de estratégia, o sistema é uma caixa preta, pois a atenção está dirigida para as emissões. A cadeia torna-se uma organização fragmentada, onde cada empresa deve cumprir individualmente com os regulamentos. O desempenho ambiental da cadeia, neste caso, é a soma de todas as performances individuais;
- **Processo:** tem foco na redução do uso de matérias-primas e prevenção de resíduos no processo de produção;
- **Mercado:** tem por objetivo a combinação da redução da carga ambiental causada pela concepção do produto e com a obtenção de uma vantagem competitiva. O desempenho ambiental é o resultado do esforço conjunto da cadeia, para projetar e produzir um produto. Isso exige uma estrutura em que as ligações individuais trabalham intensamente em conjunto para abrir novos mercados. Integração e metas comuns são aspectos-chave.

Em segundo lugar, é necessário tipificar uma cadeia de suprimentos entre três componentes inter-relacionados que são projetados especificamente para atender a demandas internas e externas:

- **Instituição:** refere-se às empresas na cadeia de abastecimento e suas inter-relações;
- **Processo:** refere-se à sequência de atividades das partes envolvidas;
- **Desempenho:** refere-se ao objetivo comum da cadeia (desempenho ambiental).

Os resultados da ACV podem direcionar empresas individuais e elos da cadeia de suprimentos, para implementar medidas ambientais através das informações dos principais contribuintes para os impactos ambientais. Mas para utilizar a ACV em toda a cadeia, alguma forma de cooperação entre os participantes é necessária.

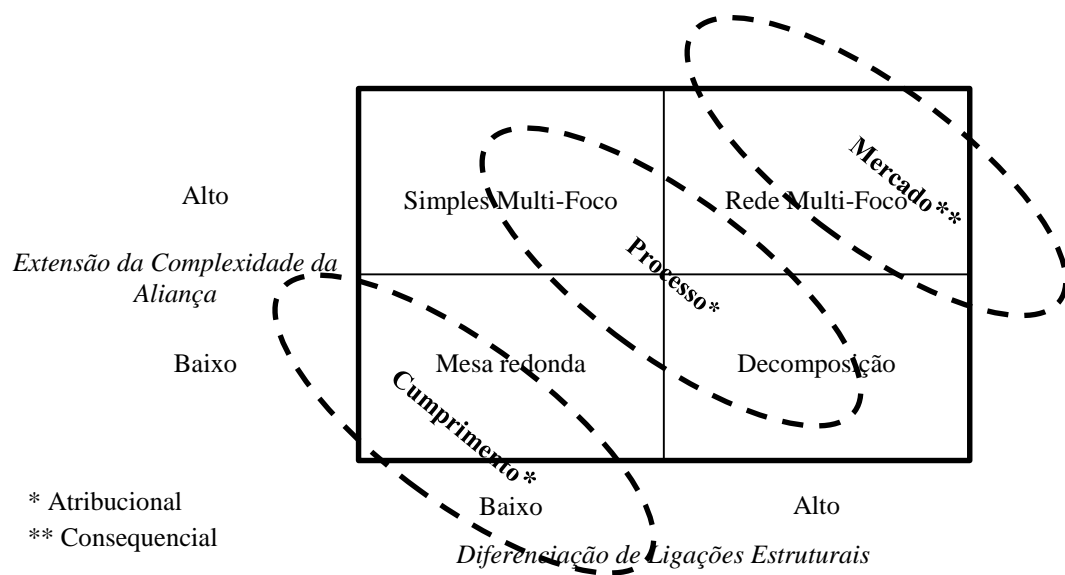
Logo, como terceiro passo, deve-se distinguir qual estrutura de cooperação é utilizada. Para ser capaz de atender a demandas crescentes de cooperação e intercâmbio de informações, a estrutura de cooperação na cadeia de suprimentos deve ser ajustada a um maior nível.

Podemos distinguir entre quatro tipos de cooperação da cadeia de suprimentos:

- Estrutura de Mesa Redonda: é a mais básica. Existem poucas consultas entre os parceiros que influenciam nos processos de tomada de decisão. Estas são focadas em apenas uma função de negócios;
- Estrutura Multi-foco Simples: sugere que existam algumas consultas entre os parceiros que participam em conjunto nos processos de tomada de decisão em diversas funções;
- Estrutura de Decomposição: é caracterizada por um número limitado de funções a serem incluídos na parceria. No entanto, a natureza dessas funções requer uma consulta altamente diferenciada entre os parceiros, através das estruturas horizontais e verticais;
- Estrutura de Rede Multi-foco: se adapta às situações em que os acordos de parceria com muitas funções e o processo de tomada de decisões é altamente diferenciado tanto vertical quanto horizontalmente.

Na Figura 8, as estruturas administrativas são desenvolvidas de acordo com duas dimensões: o grau de complexidade da parceria na cadeia de suprimentos e a diferenciação da ligação estrutural entre os parceiros desta cadeia. A complexidade da cooperação aumenta de acordo com o aumento dos níveis de ambição. Já a estrutura de cooperação deve ser incorporada na estrutura administrativa da cadeia envolvida.

Poucas pesquisas foram encontradas utilizando a ACV para integrar a cadeia de suprimento. Kulak *et al.* (2016) realizaram uma pesquisa descrevendo o processo de *design multi-stakeholder* que foi seguido para proporcionar reduções na utilização de recursos e emissões de duas cadeias de abastecimento alternativas de pão na França. A integração da cadeia foi apoiada pelo uso da ACV como uma ferramenta de apoio à avaliação e informação. Foram monitoradas 13 categorias de impacto ambiental. A partir da cooperação de membros da cadeia, foram sugeridos alguns cenários para melhoria dos impactos. Estas modelagens revelaram uma possibilidade de redução de 47% do potencial de aquecimento global em uma das cadeias e de 40% para o potencial de eutrofização da água na outra cadeia. Os autores concluíram que abordagens integradoras, utilizando ferramentas de avaliação sistemáticas como a ACV, pode ser eficaz na mitigação de impactos ambientais e melhorar a eco eficiência.



**Figura 8. Estrutura de Cooperação na Cadeia de Suprimentos e abordagens de ACV**  
 Fonte: Adaptado de Hagelaar & Van der Vorst (2002, p. 410)

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Dados os objetivos propostos neste trabalho, se buscou, inicialmente, a realização de uma revisão da literatura, que segundo Fink (1998), se trata de um projeto sistemático para identificar, avaliar e interpretar os documentos disponíveis. A literatura pesquisada resume os trabalhos existentes, identificando padrões, temas e questões, e auxilia a identificar determinados conteúdos, podendo contribuir para o desenvolvimento da teoria. As literaturas foram consultadas através de pesquisas no *Google Scholar*, nos periódicos da CAPES, *Web of Science*, *Scielo*, sendo posteriormente gerenciados pela ferramenta *Mendeley*.

Em seguida foi realizado um estudo de caso para coleta de dados de um sistema, visto que, segundo Yin (2014), esse é o método mais adequado quando o controle que o pesquisador tem sobre os eventos é reduzido. Ainda segundo este autor, esta metodologia é recomendada, também, onde o objetivo é a compreensão e a exploração em profundidade do objeto de pesquisa. No que se refere à cadeia de suprimentos, segundo Ellram (2006), o estudo de caso vem se apresentando como uma ferramenta importante para adicionar subsídios a esta área de conhecimento, e que outros tipos de abordagem não conseguem suprir.

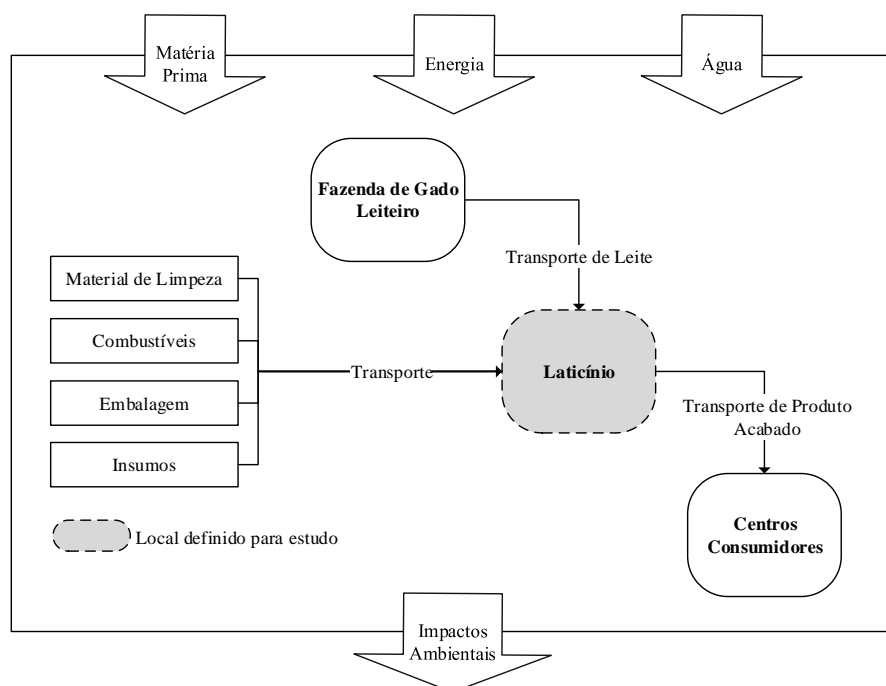
### 4.1 Determinação da Abordagem da ACV

Para determinar a abordagem da ACV a ser utilizada neste estudo, foi utilizada a metodologia proposta por Hagelaar & Van der Vorst (2002). Inicialmente foi definida a abordagem a ser utilizada entre três estratégias (Cumprimento, Processo e Mercado), com base nos objetivos da cadeia. Neste caso, como primeiro passo da metodologia proposta, a estratégia para o nível de cumprimento das legislações pode ser adotada, pois a necessidade de obter ou manter a licença ambiental torna-se o fator preponderante para esta escolha, visto que o cumprimento dos requisitos necessários para obter o licenciamento ambiental se torna o principal objetivo dessas indústrias em relação às questões ambientais, pois apenas 25 % dos laticínios do território de identidade do Médio Sudoeste da Bahia possuem esta licença (MADERI, 2014). Segundo Hagelaar & Van der Vorst (2002), a escolha das estratégias ambientais deve seguir os objetivos de sua cadeia.

Ainda segundo esses autores, ao utilizar a ACV orientada para o cumprimento dos requisitos, o processo é visto como uma caixa preta, onde a atenção deve ser mantida para as entradas e saídas do sistema. Nesse sentido, a cadeia é uma organização fragmentada, onde cada empresa deverá cumprir individualmente as legislações. Neste caso, o desempenho ambiental é medido como a soma de todas as performances individuais. Logo, como segundo passo desta metodologia, podemos tipificar esta cadeia como Instituição, sendo projetada para atender às demandas internas da empresa.

Por fim, deve-se identificar a estrutura de cooperação existente na cadeia. Após visita *in loco* e entrevista com um representante da cadeia observou-se que a estrutura a ser utilizada é a de Mesa Redonda, pois existe pouca cooperação entre os parceiros, com as tomadas de decisão das funções de negócios sendo tratadas separadamente por cada empresa.

Com isso, neste estudo, foi definido um Laticínio do Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia (Figura 9), para representar os impactos ambientais gerados por este tipo de organização dentro da cadeia de suprimentos láctea, sendo necessária uma abordagem voltada para o cumprimento das legislações, além deste tipo de indústria ser o grande responsável pela sustentabilidade econômica desta cadeia, sendo nesta fase que o valor do produto é criado e este toma sua forma final (BOURLAKIS et al., 2014).



**Figura 9. Fontes de impactos ambientais gerados pela Cadeia de Suprimentos Láctea em estudo**



Este tipo de abordagem é englobado por uma ACV atribucional. Ainda na Figura 9, é possível observar que os impactos ambientais da cadeia de suprimentos láctea, não são exclusivo do laticínio, mas sim representam a soma dos impactos de todos os participantes da cadeia.

Para avaliar o resultado obtido através desta metodologia que indicou uma abordagem para cumprimento das legislações, foram utilizados alguns documentos legais.

#### **4.1.1 Legislação Ambiental**

Os documentos legais em que o laticínio se enquadra são:

- Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 357 de 17/03/05, alterada e complementada pelas resoluções 410/2009 e 430/2011: é a legislação ambiental vigente em âmbito federal, que estabelece as normas e padrões necessários para a qualidade das águas e o lançamento de efluentes nos corpos de água.
- Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEPRAM nº 4.327 de 31 de outubro de 2013: Dispõe sobre as atividades de impacto local de competência dos Municípios da Bahia, fixa normas gerais relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, do meio ambiente e ao combate da poluição. Esta resolução define a classificação das fontes de poluição considerando a capacidade de processamento e potencial poluidor dos empreendimentos.
- Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: Regulamenta o uso da água. Foi verificado que este uso só poderá ser realizado mediante a autorização conferida por outorga.

#### **4.2 Caracterização do Objeto de Estudo**

Após a determinação da abordagem e local a ser aplicada a ACV, foi realizada a caracterização do Laticínio através de um roteiro de pesquisa previamente elaborado (Apêndice 1), aplicado com a Engenheira de Alimentos responsável pelo laticínio, através de visitas in loco no período de Dezembro de 2014 a Outubro de 2015.

#### **4.3 Avaliação do Ciclo de Vida**

A metodologia utilizada nesta pesquisa para a ACV foi baseada nas normas ISO 14040:2006 e 14044:2006, incluindo os seguintes passos: definição do objetivo e dos limites do sistema, análise do inventário, avaliação de impactos e interpretação dos resultados.

### 4.3.1 Definição dos Objetivos e Escopo do Estudo

O objetivo desta ACV foi a avaliação dos impactos ambientais causados pelos processos produtivos de um laticínio de médio porte do território de identidade do médio sudoeste da Bahia.

Para a definição do escopo, os seguintes critérios foram considerados:

- Função: fabricação de produtos lácteos;
- Unidade funcional: 1 kg de produto final, onde os produtos que forem líquidos serão transformados para quilograma de acordo com sua densidade (DJEKIC *et al.*, 2014);
- Fronteira do sistema: o limite do sistema é a planta industrial do laticínio, sendo o escopo *gate-to-gate* (portão até o portão);
- Requisitos da qualidade: os dados foram em sua maioria procedentes de fontes primárias, obtidos através de visitas ao laticínio estudado. No entanto, onde houve impossibilidade de coleta, foram utilizados dados secundários provenientes de bases de dados e outras pesquisas.

A Figura 10 apresenta o sistema de produto em estudo, onde podem ser observadas suas entradas e saída. É importante observar, que o soro e o creme são coprodutos, tendo sua saída do processo produtivo, e retornando para o mesmo como ingrediente para alguns produtos.

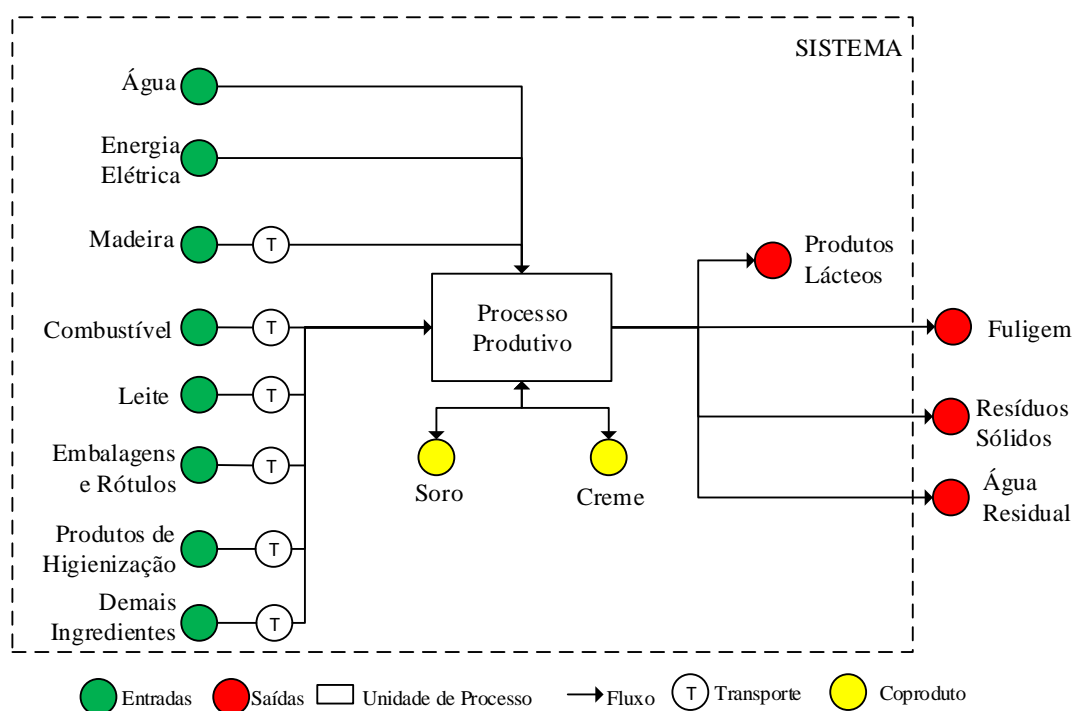


Figura 10. Sistema de Produto do Laticínio considerado neste estudo

### 4.3.2 Análise do Inventário

O mesmo roteiro de pesquisa elaborado para a caracterização do laticínio foi utilizado para a realização da coleta de dados necessários para os cálculos (Apêndice 1). Este roteiro foi construído com base em todas as entradas e saídas do sistema em estudo.

A partir de visitas *in loco*, de junho a outubro de 2015, foram estruturados os fluxogramas de processos para todos os itens produzidos. Estes foram divididos em subsistemas que agrupam a fabricação de produtos que possuem processos semelhantes.

Para a elaboração do inventário foram considerados as médias dos dados do período de abril a setembro de 2014. Este período foi selecionado por inconsistência dos dados dos demais períodos (falta de preenchimento de planilhas de acompanhamento). Os dados secundários foram obtidos na literatura e/ou em bases de dados, pois a medição destes não foi possível para este trabalho. Os dados de entradas e saídas do sistema foram coletados conforme metodologia apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1. Metodologia de coleta das entradas e saídas do sistema**

DADOS COLETADOS	METODOLOGIA DE COLETA
Ingredientes	Os ingredientes utilizados em cada subsistema foram coletados através dos controles diários de produção dos respectivos produtos, referentes ao período de abril a setembro de 2014.
Embalagens	A quantidade de embalagem utilizada foi coletada a partir do controle de almoxarifado dos meses referente ao período de abril a setembro de 2014.
Água	A quantidade de água utilizada foi mensurada multiplicando-se a vazão da bomba de captação do poço pela quantidade de horas que a mesma foi utilizada.
Energia Elétrica	Foi coletado o consumo nas contas do serviço estadual de fornecimento de energia elétrica, referente ao período de abril a setembro de 2014.
Lenha	Os dados foram obtidos através do controle de compra da lenha.
Energia Térmica	A energia térmica utilizada foi obtida através da média de lenha consumida no período de abril a setembro de 2014, considerando a densidade do Eucalipto de 500 kg/m <sup>3</sup> e 40% de umidade (EPE, 2015).
Transporte	Os dados foram coletados utilizando a distância dos fornecedores informados até o Laticínio, através da ferramenta <i>Google Maps</i> .
Resíduo de Plásticos	Estes dados foram coletados no controle de resíduos de plástico, que são enviados para a recicladora.
Resíduo de Produção	Foram coletados através dos controles diários dos respectivos produtos, referentes ao período de abril a setembro de 2014.
Água Residual	A água residual foi considerada a mesma que entra para o processo produtivo, sendo descartada após o uso.
Fuligem	Para a fuligem, foi considerado um percentual de 3% da madeira consumida (BORLINI <i>et al.</i> , 2005).
Madeira Carbonizada	A madeira carbonizada foi calculada pela diferença entre o peso madeira consumida e o peso da fuligem gerada.
Produtos de Higienização	Os produtos de higienização foram coletados a partir do controle de almoxarifado dos meses referentes ao período de abril a setembro de 2014.
Creme (Coproducto)	Foram coletados através dos controles diários, referentes ao período de abril a setembro de 2014.
Soro (Coproducto)	Foi considerado um percentual de 70% de soro por litro de leite consumido, conforme controle mensal de produção do laticínio.
Produto	Foram coletados através dos controles diários, referentes ao período de abril a setembro de 2014.

Após a coleta de dados, foi realizada uma alocação mássica e um balanço de massa e energia, utilizando uma planilha do Excel, para validar os dados coletados. A alocação seguiu os parâmetros indicados por Doublet *et al.* (2013), conforme Tabela 2.

**Tabela 2. Alocação Mássica**

	Eletricidade	Energia Térmica	Água	Efluentes	Produtos de Higienização	Transporte
	kWh/kg	MJ/kg	kg/kg	m <sup>3</sup> /kg	kg/kg	tkm/kg
Leite desnatado	0,16	2,01	0,98	0,001	0,004	0,03
Creme	0,16	2,01	0,98	0,001	0,004	0,1
Iogurte	0,4	11,4	2,63	0,003	0,011	0,18
Manteiga	0,96	7,37	1,84	0,002	0,008	0,03
Queijo Fresco	0,96	7,37	1,84	0,002	0,008	0,03
Queijo Macio	0,64	6,7	9,19	0,009	0,039	0,13

Fonte: Adaptado de Doublet *et al.* (2013, p. 23)

Nesta etapa, os dados foram relacionados à unidade funcional definida no escopo, tendo seus resultados agregados, posteriormente, em uma tabela, também através de uma planilha do Excel (APÊNDICE 2).

#### 4.3.3 Avaliação de Impactos

Nesta fase da ACV ocorreu a classificação dos dados de inventário, de acordo com seus respectivos impactos ambientais, cujas categorias foram utilizadas de acordo com as literaturas mais atuais da área em estudo.

O software SimaPro 8.0.5.13 foi utilizado para a implementação computacional do inventário com o intuito de caracterizar os resultados como indicadores numéricos. Foi utilizado o método de avaliação de impacto ReCiPe, sucessor do método CML-IA (PRE 2014), que era utilizado por autores como González-García *et al.* (2013), Fantin *et al.* (2012), Bartl *et al.* (2011) e Eide (2002).

O método possui 18 categorias de impacto ambiental. No entanto, para este estudo, foram consideradas 8 categorias devido às características do sistema em estudo, sua relevância para o sistema, e a frequência em que foram utilizadas em outros estudos de caso similares. São elas:

- Mudança Climática<sup>10</sup>
- Acidificação Terrestre

<sup>10</sup> Mudança Climática é o conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de gases (como o dióxido de carbono e o metano) na atmosfera.

- Depleção do Ozônio<sup>11</sup>
- Eutrofização de Água Doce
- Formação de Oxidantes Fotoquímicos
- Formação de Material Particulado<sup>12</sup>
- Depleção de Água
- Depleção Fóssil

O Quadro 2 apresenta os processos e a base de dados utilizados no SimaPro para a modelagem do queijo minas padrão. Os demais processos se encontram no Apêndice 3.

**Quadro 2. Processos e base de dados utilizados para modelagem do queijo Minas Padrão no SimaPro**

PRODUTO	PROCESSO	BASE DE DADOS
MINAS PADRÃO	ENTRADAS PARA A ESFERA TECNOLÓGICA	
	Oriented polypropylene film E	Industry data 2.0
	Packaging film, low density polyethylene {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Calcium chloride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium chloride, production mix, at plant, dissolved RER	ELCD
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI
	SAÍDAS	
	Soot	
	Production waste	
	Packaging waste, plastic	
	Wood ashes	
	Wastewater	

#### 4.3.4 Interpretação dos resultados do ACV

Nesta fase da ACV, os resultados obtidos através da análise do inventário e da avaliação de impacto, gerados pelo Software SimaPro 8.0.5, foram combinados com o

<sup>11</sup> Depleção do ozônio refere-se ao lento e constante declínio no volume total de ozônio na estratosfera da Terra.

<sup>12</sup> Material particulado são partículas muito finas de sólidos ou líquidos suspensos no ar.

objetivo e o escopo estipulado, no qual foram analisados estes resultados e apresentadas conclusões, limitações e recomendações de outros estudos.

Baseando na metodologia utilizada por Djekic *et al.* (2014), as contribuições relativas de cada participante da cadeia de suprimentos e cada categoria de impacto foram calculados para todos os produtos e fábrica de laticínio. De acordo com os resultados obtidos pelos autores, foi observado que a produção de leite cru na fazenda de gado leiteiro contribui de forma significativa para os impactos ambientais. Devido ao fato de que o presente estudo explorou os resultados de uma fábrica de produtos lácteos, será utilizada a mesma abordagem do trabalho de Djekic *et al.* (2014), desconsiderando este insumo, com o objetivo de explorar mais o laticínio e outros fornecedores.

#### **4.4 Avaliação de Cenários**

O roteiro de pesquisa também abordou informações necessárias para identificar variáveis que definam a estrutura da cadeia de suprimentos do leite.

Os dados levantados foram utilizados para verificar as interações existentes da estruturação dos processos de negócios sugeridos por Lambert & Cooper (2002) na cadeia de suprimentos com vistas para o desenvolvimento sustentável.

Através dos resultados obtidos na Avaliação do Ciclo de Vida, foi verificado quais participantes da cadeia de suprimentos contribuíram com os maiores impactos.

Na tentativa de redução destes impactos, foram avaliados três cenários: redução do transporte em 40%; redução da utilização dos produtos de higienização em 20%; e um cenário com a soma dos dois anteriores (redução do transporte em 40% + 20% de redução no consumo de produtos de higienização). Outros cenários não foram avaliados devido à falta de cooperação entre a cadeia de suprimentos, ou seja, não foi possível acessar às informações dos fornecedores.

Para o primeiro cenário, a redução de 40% foi devido à sugestão de um novo fornecedor de insumos e embalagens mais próximo. Na redução do uso de produtos de higienização, a presente pesquisa se orientou pelo trabalho realizado por Djekic *et al.* (2014), que mostrou ser possível esta redução com a padronização dos processos de higienização dos laticínios.

Os cenários foram comparados para verificar se houve redução dos impactos ambientais em relação à situação da cadeia atual.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização do Laticínio

O laticínio deste estudo está localizado no Território de Identidade do Médio Sudoeste Baiano e tem capacidade para processar 30.000 litros de leite por dia. Atualmente processa 16.000 litros/dia, sendo o transporte do leite realizado por um caminhão com tanque isotérmico com capacidade de 8.000 litros. A entrega é realizada ao longo do dia, sendo percorrida uma distância média de 8.500 km por mês. O leite é processado para a comercialização dos seguintes produtos: minas frescal (normal e *light*), ricota (normal e condimentada), mozzarella (normal e *light*), provolone, minas padrão, coalho, lanche, parmesão (fresco e ralado), enroladinho, iogurte (frutas, morango, coco, ameixa e natural) e manteiga.

Conforme a resolução nº 4.327 de 2013 do Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEPRAM, que define as atividades de impacto ambiental local (BAHIA, 2009), o laticínio está enquadrado no código C 1.3 que estabelece um porte médio para um laticínio com capacidade instalada de 10.000 até 50.000 L/d de leite, sendo esta atividade passível de licenciamento ambiental para funcionamento. Este laticínio possui 37 funcionários em regime de trabalho de 8 horas/dia de segunda a sexta e 4 horas trabalhadas aos sábados.

A empresa possui 70 fornecedores de leite, todos situados no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia. O laticínio não se preocupa em verificar se esses fornecedores possuem algum tipo de certificação ambiental, somente sendo realizada uma verificação de qualidade do leite no recebimento. Além desta matéria prima, outros insumos são utilizados em seus processos, que foram verificados na coleta de dados.

Neste laticínio existem duas caldeiras a lenha instaladas para a geração de vapor necessário para a fabricação dos produtos e sanitização das tubulações e equipamentos. A madeira utilizada como combustível é o eucalipto, possuindo nota fiscal de compra, além de ser registrada. Os outros equipamentos disponíveis para os processos produtivos neste laticínio serão apresentados posteriormente.

No laticínio pesquisado, os resíduos sólidos gerados nos processos de embalagem são enviados para uma empresa de reciclagem da região. Já o papelão, a fuligem e as cinzas proveniente das caldeiras, são recolhidos pela prefeitura. Porém, a empresa está buscando alternativas para a reciclagem destes resíduos. As embalagens dos produtos de higienização

são recolhidas pelos fornecedores destes materiais. Soro e pedaços de queijo resultantes dos processos produtivos, produtos danificados no transporte e armazenamento e produtos com data de validade avançada, quando não comprometer a qualidade do produto final, são reaproveitados no processo produtivo. Quando não for possível reprocessar, os resíduos são destinados à alimentação animal.

A água utilizada é obtida através de um poço artesiano, recebendo os devidos tratamentos para obter a qualidade necessária para sua utilização nos processos produtivos da indústria de alimentos.

Nesta indústria, existe uma grande preocupação com o consumo de água, não somente com a qualidade e quantidade no processamento de seus produtos, mas também na limpeza de seus equipamentos e instalações, que são grandes consumidores deste recurso. As operações incluem lavagens de tubulações, tanques, pasteurizadores e equipamentos, que requerem grandes volumes de água, descartando, conseqüentemente, grandes volumes de efluentes.

Além do volume de água utilizado, existe também uma preocupação com os componentes que se misturam à mesma, como os compostos derivados do leite nos processos de limpeza dos equipamentos, que geram grande impacto ao serem descartados. Além destes, nestes efluentes existem também produtos químicos diversos, areia e lubrificantes, que são diluídos nas águas de higienização de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria. No laticínio em estudo, estes efluentes são descartados na rede pública.

Foi verificado, também, que a empresa não possui nenhum controle do consumo de água. Logo, observa-se a possibilidade de implementação de um programa de gestão para o controle do consumo desse insumo, além da reutilização e reciclagem dos efluentes, como alternativa para evitar a sobrecarga dos sistemas de tratamento, evitando a sobrecarga nos sistemas de tratamento e sendo importante como uma ferramenta na redução de custos de produção (BRIÃO & TAVARES, 2007).

Da mesma forma que a água, outro importante insumo para o processo industrial é a energia. O laticínio avaliado utiliza o serviço estadual de fornecimento de energia elétrica, no entanto, não realiza nenhum mecanismo para avaliar qual processo consome mais energia e não adota nenhuma medida de redução do consumo.

Segundo Debastiani *et al.* (2014), a eficiência energética está diretamente associada ao crescimento econômico e ao desenvolvimento sustentável. No entanto, o consumo de energia, um fator crítico em processos industriais, é frequentemente negligenciado. Logo,



neste laticínio estudado, observa-se a necessidade de avaliar o consumo de energia elétrica associado aos seus processos produtivos, sistemas e equipamentos existentes.

## 5.2 Avaliação do Ciclo de Vida

### 5.2.1 Análise do Inventário

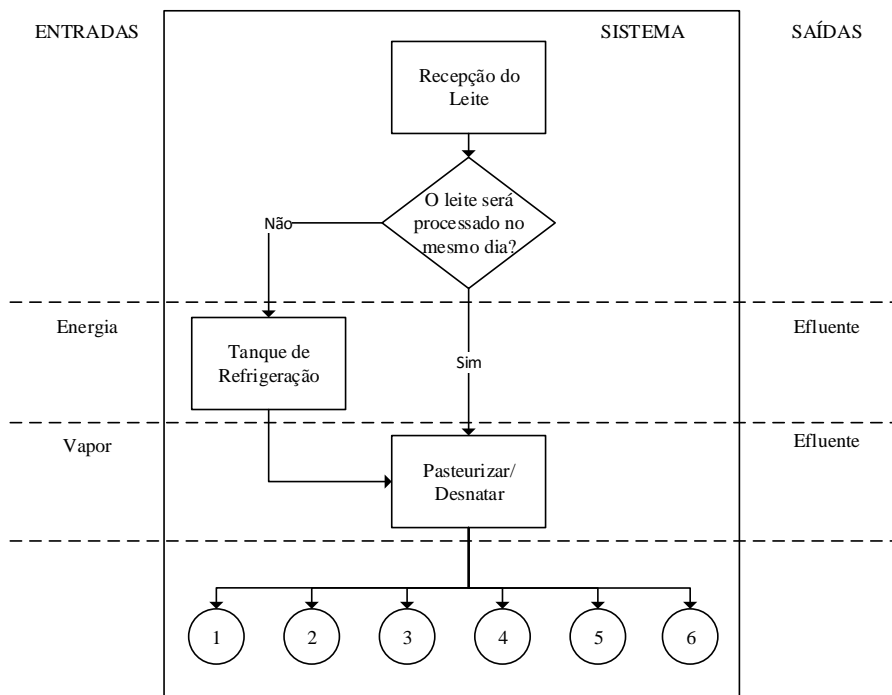
O sistema do processo produtivo do laticínio foi dividido em sete subsistemas (sistema de produto), de acordo com os processos de cada produto e suas diferentes etapas de produção. Os sistemas de produto com etapas de produção em comum foram agrupados, conforme divisão apresentada no Quadro 3.

**Quadro 3. Subsistemas**

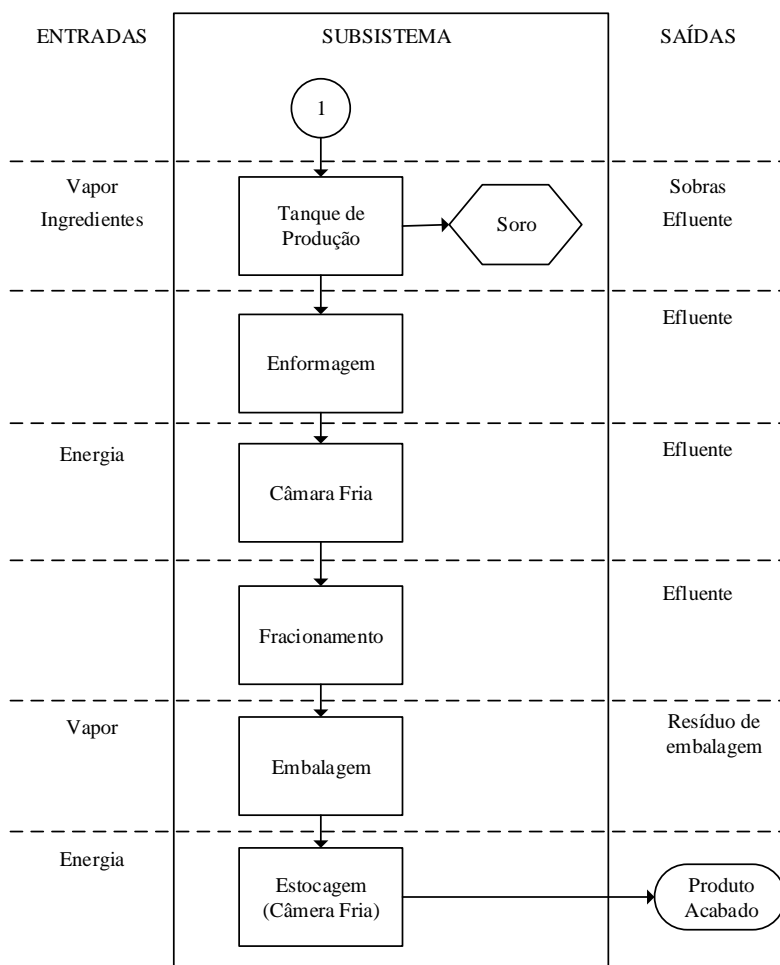
SUBSISTEMA	Sistema de Produto
1	Minas Frescal (Normal, <i>Ligth</i> )
2	Ricota (Normal, Condimentada)
3	Mínas Padrão
	Coalho
	Parmesão (Fresco, Ralado)
4	Iogurtes (Frutas, Morango, Coco, Ameixa, Natural)
5	Mozarela (Normal, <i>Ligth</i> )
	Lanche
	Enroladinho
6	Manteiga
7	Provolone

Os processos produtivos do laticínio estão representados na Figura 11, que aborda desde a recepção do leite (portão de entrada do laticínio), a refrigeração do leite não processado no mesmo dia, a pasteurização, até os diferentes subsistemas para a produção dos produtos mencionados no Quadro 5. Observa-se, também, as entradas de insumos e saídas de coprodutos e emissões em cada processo do sistema.

O subsistema 1, que está representado na Figura 12, refere-se ao processo produtivo do Minas Frescal (Normal e *Ligth*). Seus processos englobam a mistura do leite pasteurizado com os ingredientes no tanque de produção, passando pelos processos de enformagem, descanso na câmara fria, fracionamento, embalagem e estocagem. As entradas de insumos e saídas de coprodutos e emissões também são representadas em cada processo.

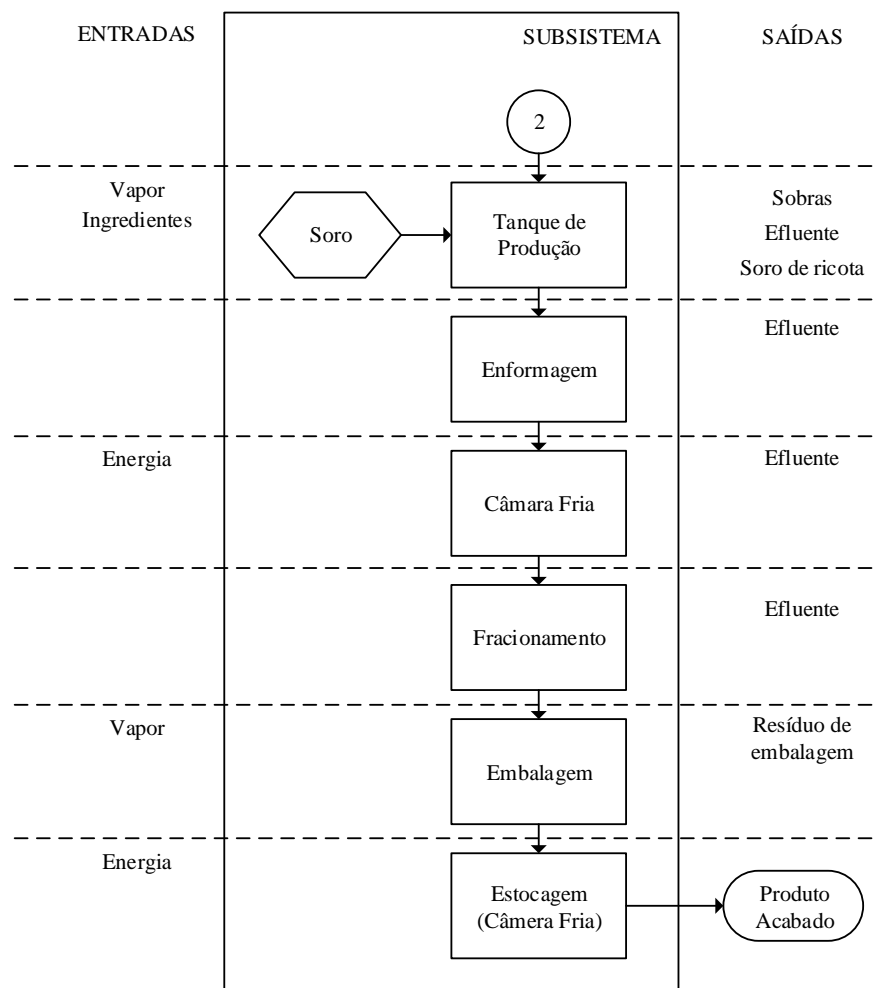


**Figura 11. Sistema do processo produtivo de produtos lácteos**



**Figura 12. Subsistema de produção de Minas Frescal (Normal e Light)**

Já o subsistema 2, representado pelo fluxograma da Figura 13, refere-se ao processo produtivo da Ricota (Normal e Condimentada). Após a mistura do leite pasteurizado com os ingredientes no tanque de produção ocorrem a enformagem, o descanso na câmara fria, fracionamento, embalagem e estocagem. As entradas de insumos, dentre eles o ingrediente soro (coproduto dos processos produtivos dos outros queijos), além das saídas de coprodutos e emissões dos processos, estão representados neste fluxograma.



**Figura 13. Subsistema de produção da Ricota (Normal e Condimentada)**

Na Figura 14 está representado o fluxograma do subsistema 3 para a produção de Minas Padrão, Coalho e Parmesão (Fresco e Ralado). Após a realização da mistura do leite pasteurizado com os ingredientes no tanque de produção ocorrem a enformagem, a prensagem e o descanso na câmara fria. Se o produto não for ralado, acontece a embalagem e estocagem. Já quando o produto for ralado, ele passa pelo ralador, é secado na estufa, posteriormente é triturado, peneirado, envasado e estocado. As entradas de insumos, além

das saídas de coprodutos e emissões dos processos, também estão representadas neste fluxograma.

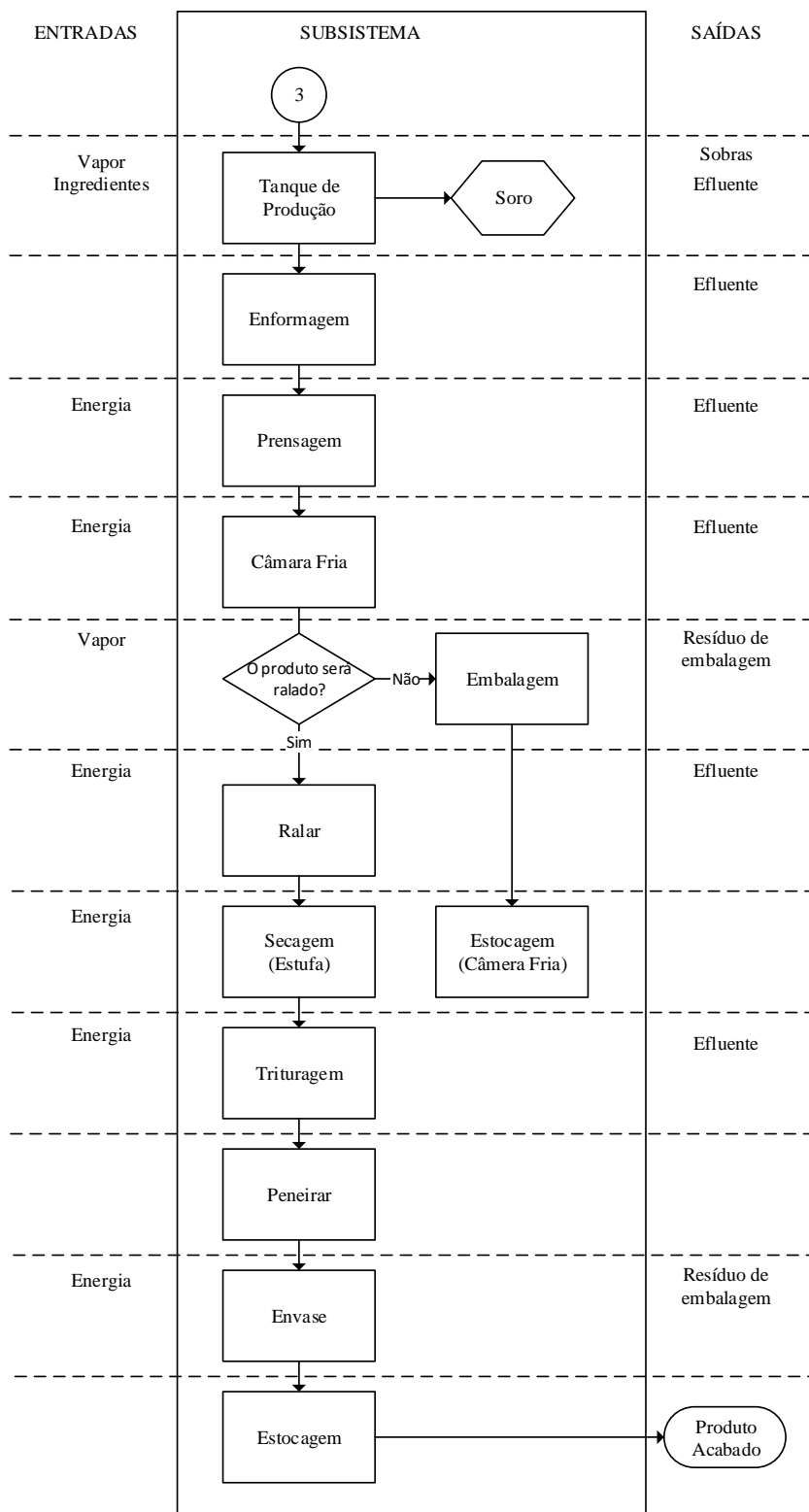
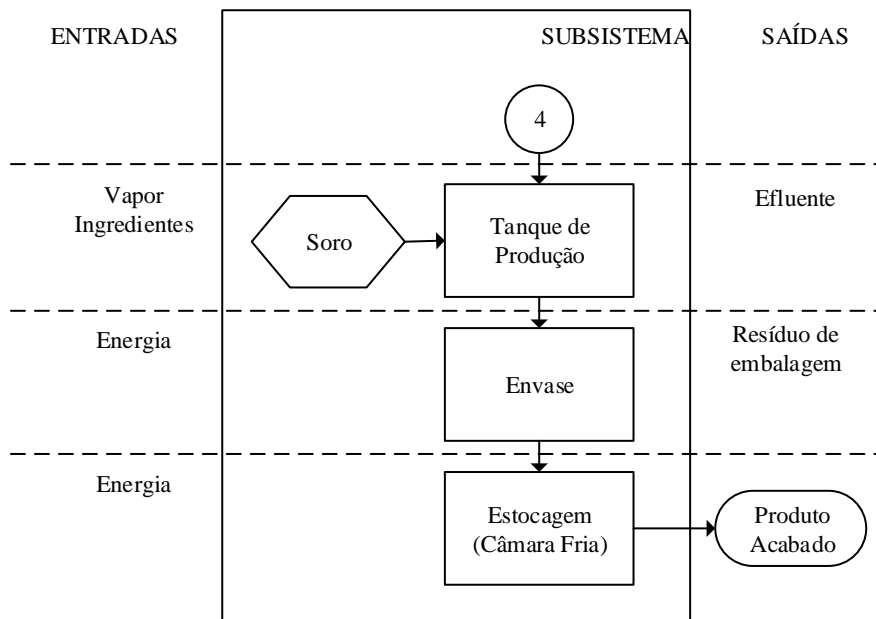


Figura 14. Subsistema de produção do Minas Padrão, Coalho e Parmesão (Fresco e Ralado)

O processo de fabricação do Iogurte (Frutas, Morango, Coco, Ameixa, Natural), referentes ao subsistema 4, está representado na Figura 15. O leite pasteurizado é misturado aos ingredientes, envasado e estocado. Como nos outros subsistemas, também estão representadas neste as entradas de insumos e saídas de coprodutos e emissões dos processos.



**Figura 15. Subsistema de produção do Iogurte (Frutas, Morango, Coco, Ameixa, Natural)**

A Figura 16 apresenta as entradas de insumos, saídas de coprodutos e emissões, além do processo produtivo da Mozzarella (Normal e *Light*), do Enroladinho e do Lanche (subsistema 5). Inicia-se com a mistura do leite pasteurizado com os ingredientes no tanque de produção, sendo realizado um descanso para a fermentação, depois ocorre a filagem, enformagem e mais um descanso. Posteriormente é realizada a salga e a secagem na câmara fria. Se o produto for a base de mozzarella, é embalado e estocado. Para o provolone, subsistema 7 (Figura 18), após esses processos é adicionada a fumaça líquida, para posterior secagem, embalagem e estocagem. Nesses dois subsistemas (Figura 16 e 18) também estão representadas as entradas de insumos e saídas de coprodutos e emissões dos processos.

Por fim, a Figura 17 apresenta o fluxograma do subsistema 6 para a produção de manteiga. O coproduto creme, retirado na pasteurização, é levado para a câmara fria para pegar consistência, sendo posteriormente batido, envasado e estocado. As entradas de insumos e saídas de coprodutos e emissões estão representadas neste fluxograma. O leite produzido no batimento do creme é descartado junto com os demais efluentes.

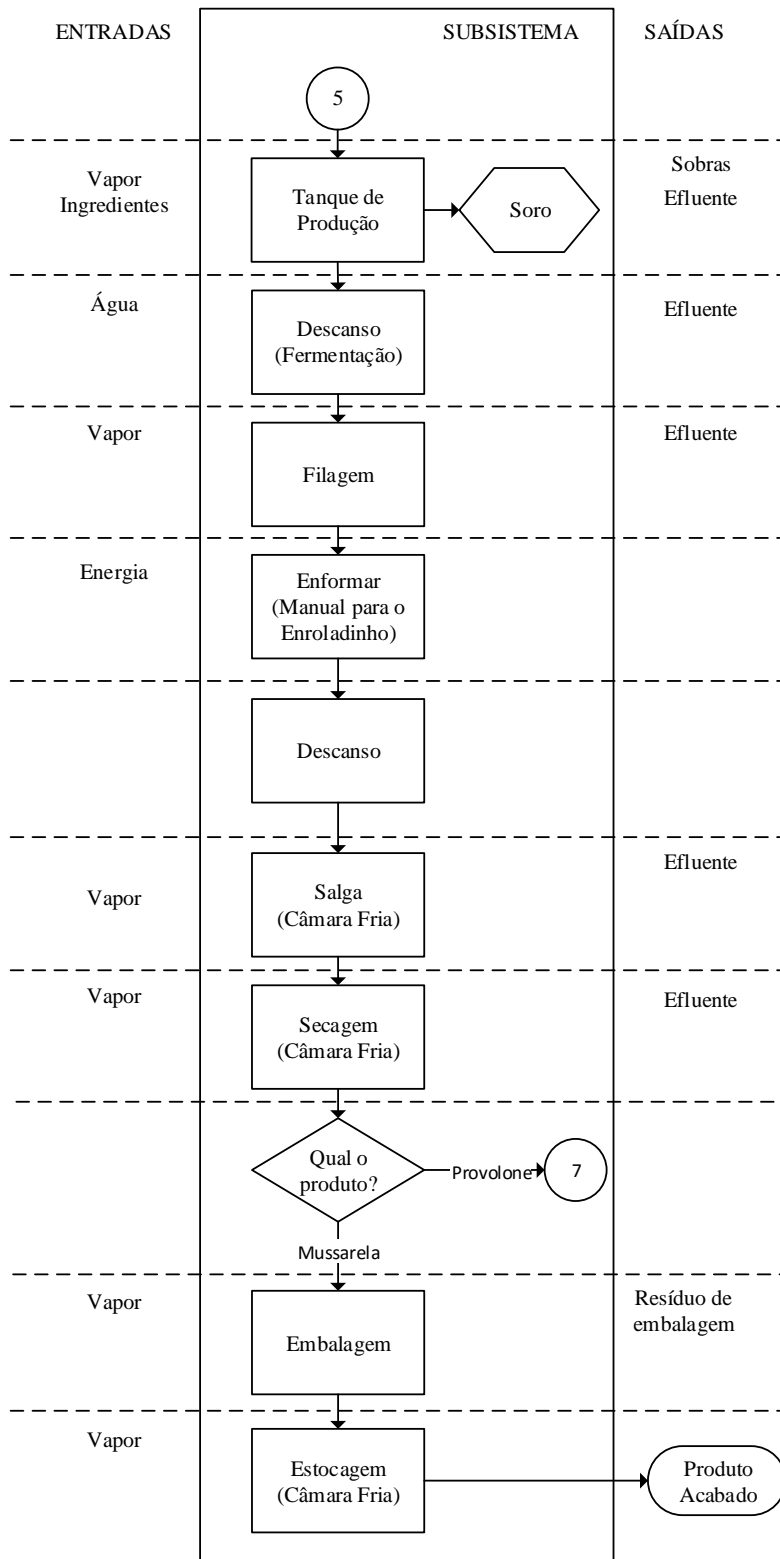
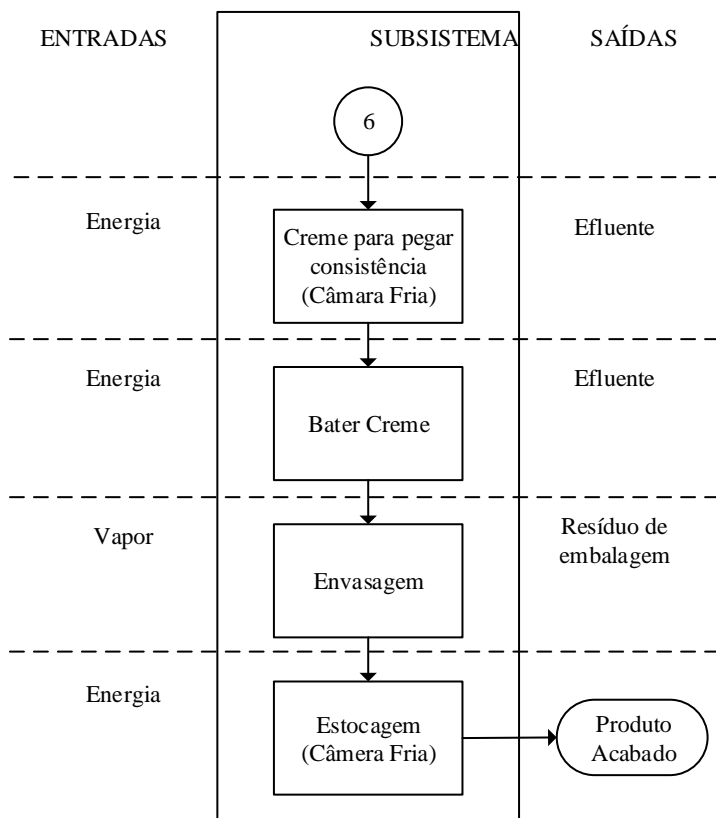
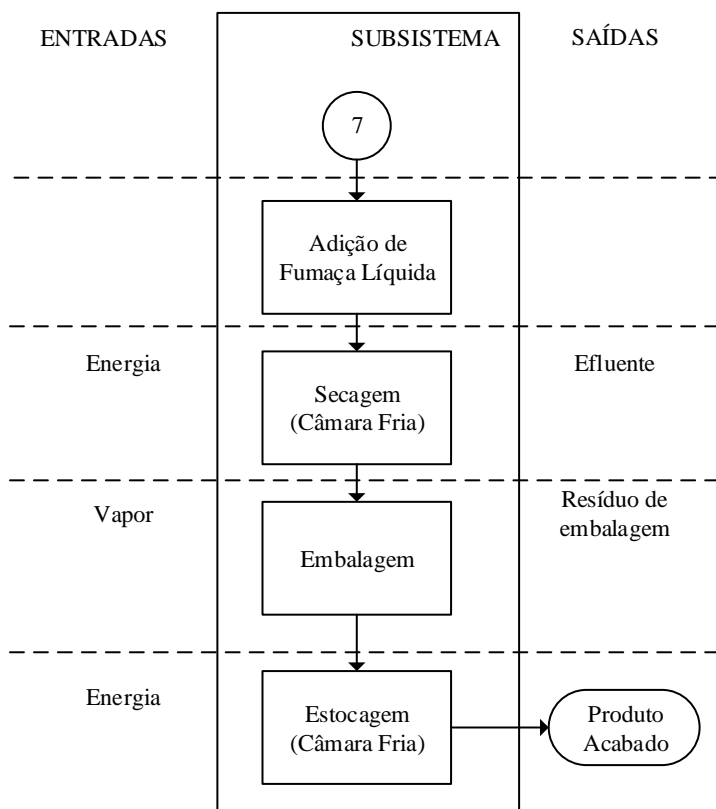


Figura 16. Subsistema de produção da Mozzarella (Normal e *Ligth*), do Enroladinho e do Lanche



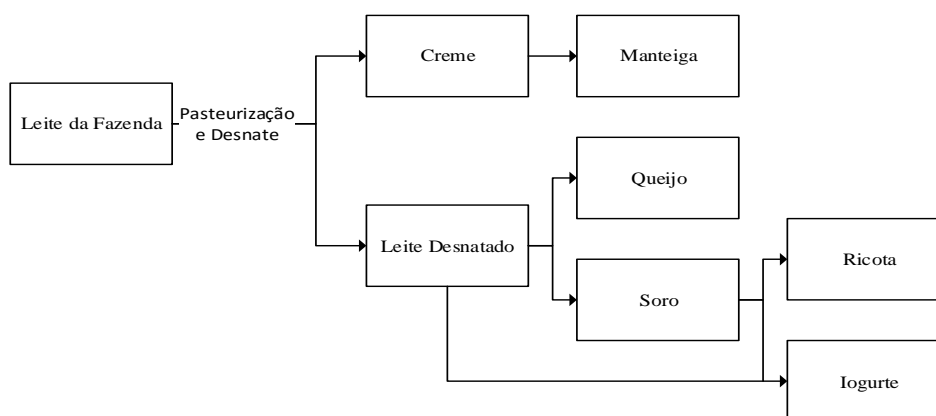
**Figura 17. Subsistema de produção Manteiga**



**Figura 18. Subsistema de produção do Provolone**

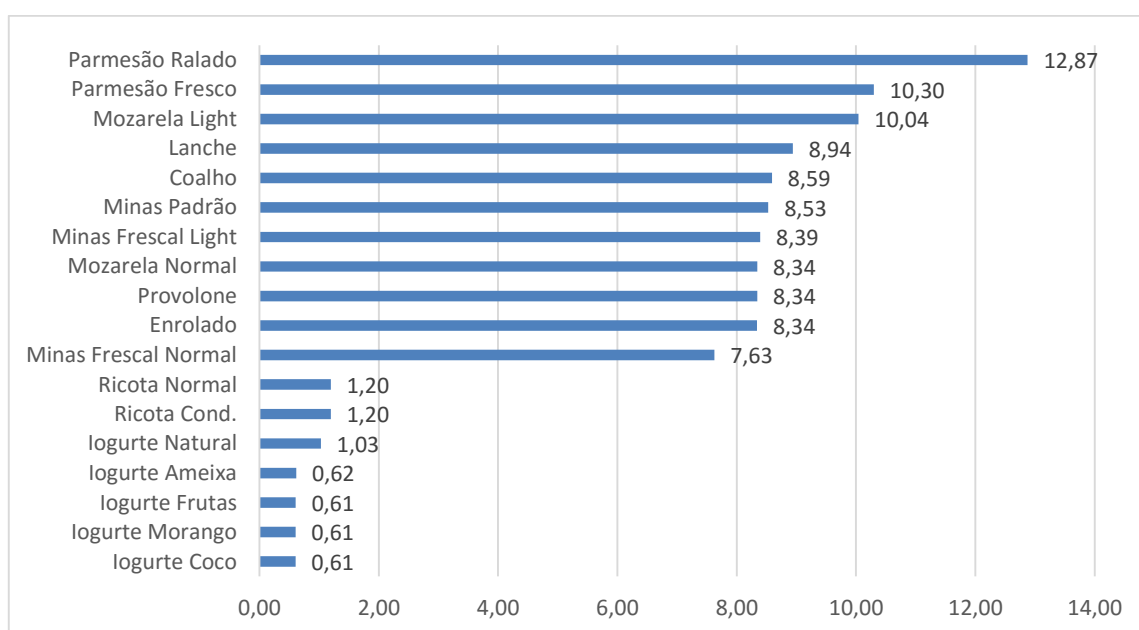
### 5.2.1.1 Coleta de dados

O fluxo utilizado para a coleta de dados do inventário, é representado conforme a Figura 19. Inicialmente o leite chega no laticínio vindo da fazenda. Ocorre a pasteurização e o desnate do leite recebido, gerando o leite desnatado e o coproduto creme. Este último é utilizado para a fabricação da manteiga. O leite desnatado é utilizado diretamente para a fabricação de iogurte. Sua utilização para a produção de queijo gera o coproduto soro, que é utilizado para a produção de iogurte e ricota.



**Figura 19. Fluxo de desdobramento do insumo leite**

A Figura 20 apresenta o consumo de leite por quilograma de produto final obtido através do inventário, sendo observado o maior consumo de leite para a produção do queijo parmesão ralado e fresco, 12,87 L/kg e 10,30 L/kg, respectivamente. Já o menor consumo de leite é apresentado na produção de iogurtes de frutas, morango e coco (0,61 L/kg).

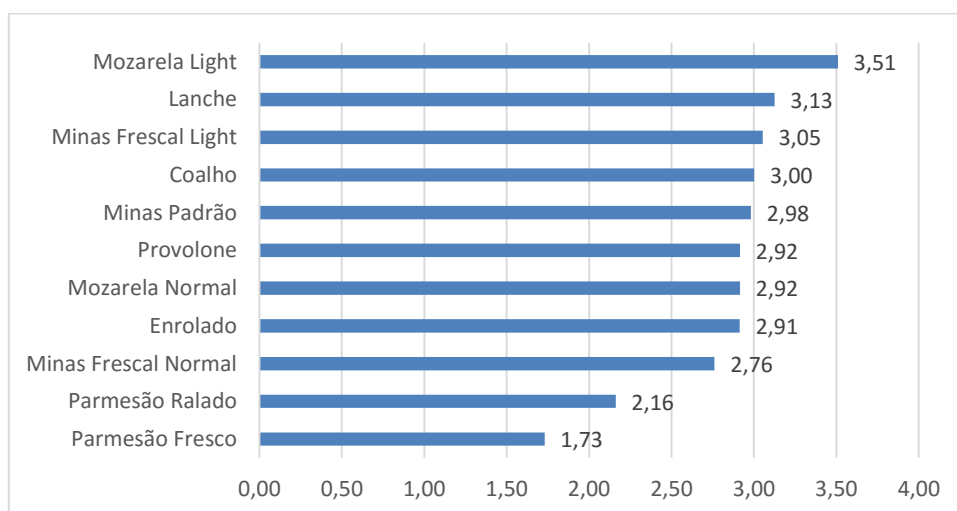


**Figura 20. Consumo de Leite por produto final, em L/kg**

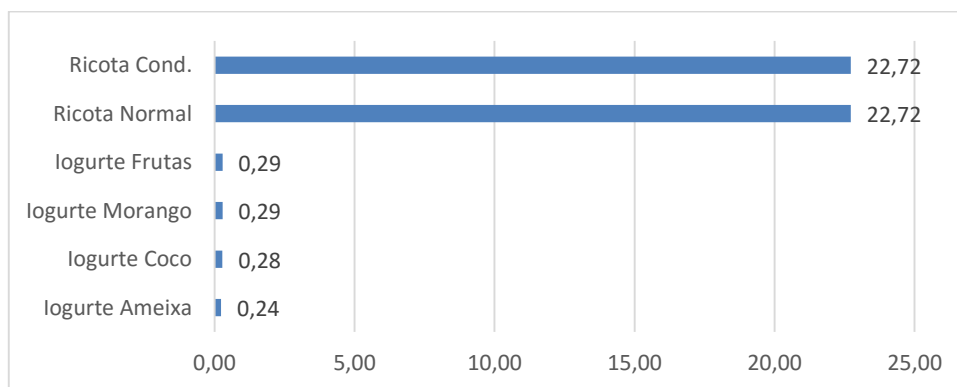


O consumo de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), presente em quase todos os produtos, pode ser observado na Figura 21. Dos produtos que utilizam esse insumo, o que apresenta o maior consumo por quilograma de produto final é a mozzarella light (3,51 kg/kg). Ainda de acordo com a Figura 20, o produto que menos consome  $\text{CaCl}_2$  é o parmesão fresco (1,73 kg/kg).

O soro gerado pelo laticínio é um coproduto que é utilizado para a fabricação de outros produtos. A Figura 22 apresenta o consumo de soro por quilograma de produto final. Observa-se que as ricotas condimentada e normal apresentam o maior consumo (22,72 L/kg). Segundo Silva (2011), muitos laticínios descartam este coproduto com os demais efluentes, gerando um grande impacto devido ao seu potencial poluidor. No caso do laticínio estudado, a utilização do soro como insumo para a fabricação de outros produtos é benéfico, reduzindo a quantidade de efluentes lançados na rede de esgoto pública. No entanto, sua produção irá gerar impactos para a produção dos iogurtes e ricotas.



**Figura 21. Consumo de cloreto de cálcio por quilograma de produto final**



**Figura 22. Consumo de soro por produto final, em L/kg**

### **5.2.2 Avaliação de Impactos**

Nesta etapa da ACV foram obtidos resultados para todos os produtos correlacionando as entradas e saídas com as respectivas categorias de impacto ambiental. Esses resultados são interpretados no item a seguir.

### **5.2.3 Interpretação dos resultados da ACV**

Os resultados da categoria de impacto permitiram a identificação de participantes com maiores cargas ambientais.

A Figura 23 apresenta uma comparação dos impactos de todos os produtos avaliados nesse laticínio. Foi observado que, nas categorias de impactos que estão sendo avaliadas nesse trabalho, as ricotas apresentam maior impacto em relação aos demais produtos, nas categorias de Mudanças Climáticas, Depleção do Ozônio, Acidificação Terrestre, Formação de Oxidantes Fotoquímicos, Formação de Material Particulado, Depleção de Água e Depleção Fóssil. Em relação a categoria Eutrofização da Água Doce, foram os iogurtes (Ameixa, Coco, Frutas e Morango) que causaram o maior impacto devido ao uso de açúcar.

#### **5.2.3.1 Ricota e Soro do Queijo**

A partir disto, na Figura 24 é possível observar que o soro do queijo, como ingrediente, é o motivo para a ricota normal causar um maior impacto em 7 (sete) categorias em comparação aos demais produtos deste laticínio. Este ingrediente é responsável por um maior percentual de impacto em todas as categorias avaliadas. É importante salientar que os impactos causados pela ricota normal e condimentada são semelhantes. O gráfico da ricota condimentada é apresentado no APÊNDICE 4.

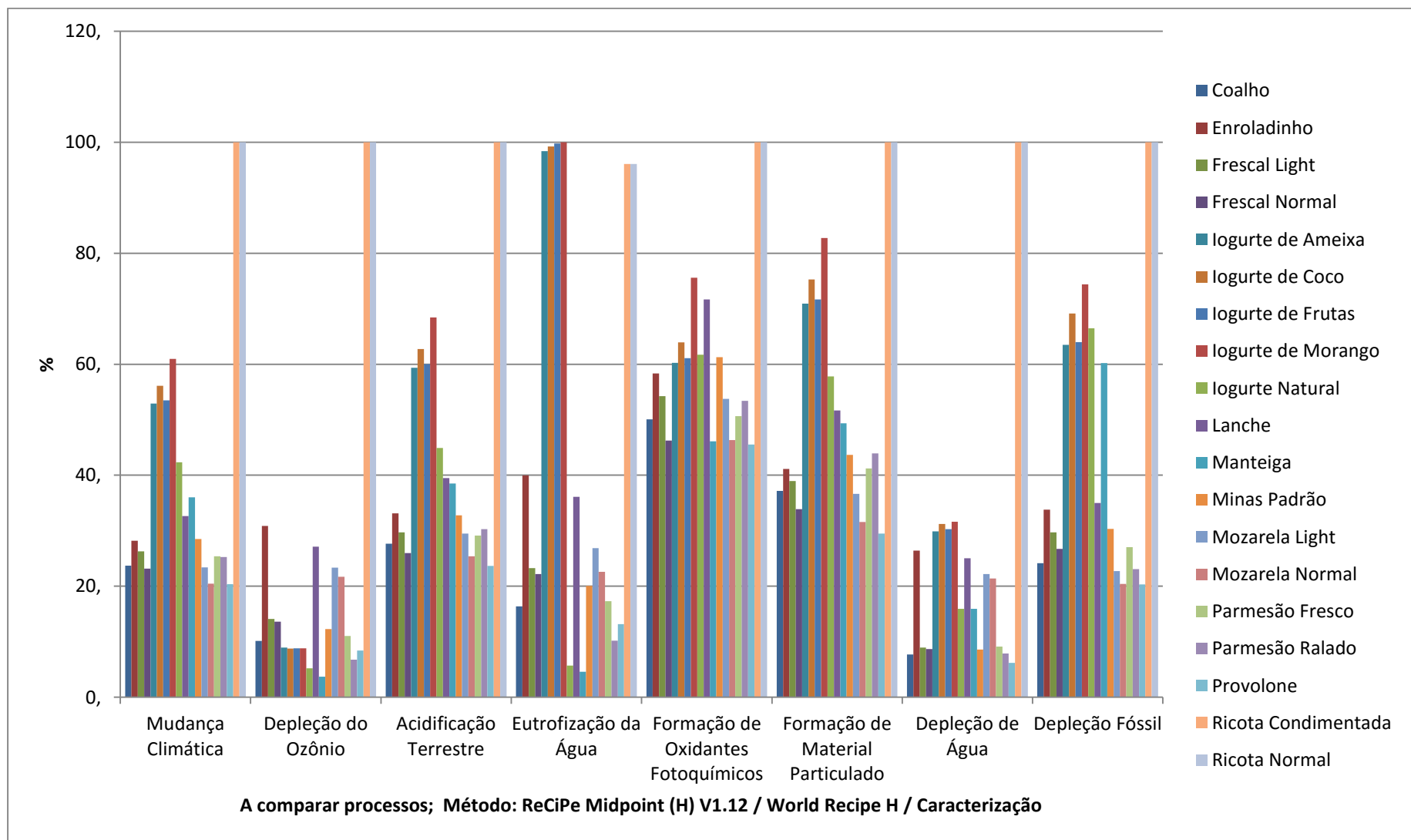


Figura 23. Comparação de todos os produtos do laticínio em cada categoria de impacto

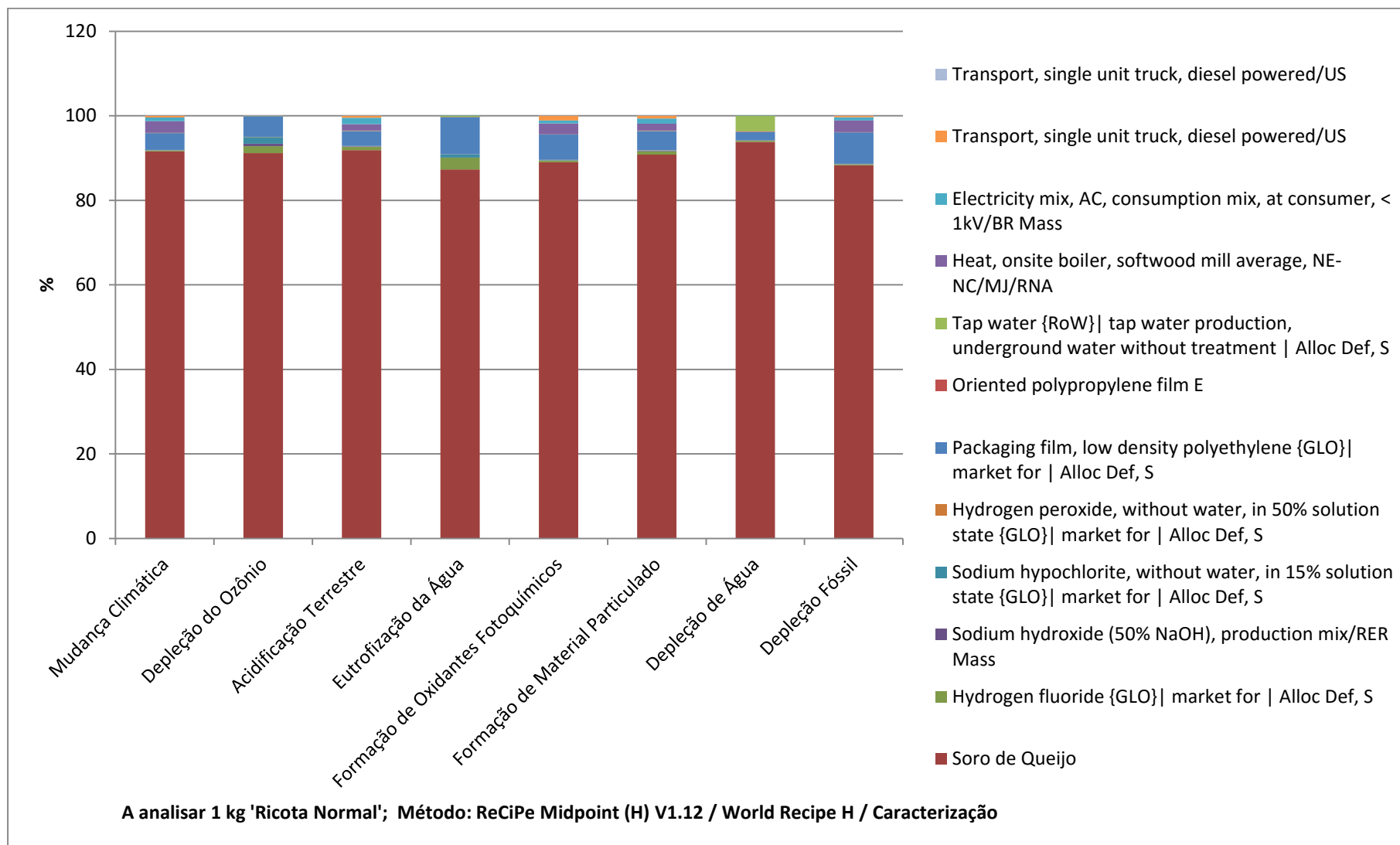


Figura 24. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Ricota Normal.

Com base nestas informações, foi gerado um gráfico (Figura 25) para identificar motivo dos impactos causados pelo soro do queijo. O Quadro 6 apresenta as maiores contribuições para o impacto em cada categoria.

A Figura 25 e o Quadro 4 mostram que as maiores contribuições para cada categoria de impacto são referentes ao uso de energia (maior contribuição em 5 categorias), produtos de higienização (maior contribuição em 2 categorias) e consumo de água (maior contribuição em 1 categoria). No entanto, das 7 categorias que a ricota é a maior causadora de impacto, cinco tem sua maior contribuição com o uso de energia para a geração do soro. Logo, podemos observar que estes são os grandes causadores de impactos comparando com os demais produtos deste laticínio.

Como no trabalho de Djekic *et al.* (2014), a energia foi identificada como o grande contribuinte para a categoria de impacto Mudança Climática. Segundo González- García *et al.* (2013), o principal motivo é devido às emissões de CO<sub>2</sub> equivalente derivadas da combustão, principalmente na queima de combustíveis no transporte.

**Quadro 4. Maiores contribuições de impacto do soro de queijo**

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Maior Contribuição</b>	<b>%</b>	<b>Maior Fluxo de Contribuição</b>
Mudança Climática*	Energia (Energia Térmica - Caldeira) (Energia Elétrica)	90,30 (68,20) (22,10)	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar na produção da caldeira (0,02 kg CO <sub>2</sub> eq)
Depleção do Ozônio*	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hipoclorito de Sódio) (Hidróxido de Sódio) (Peróxido de Hidrogênio)	96,82 (41,00) (39,10) (15,00) (1,72)	Emissão de metano para o ar na produção de fluoreto de hidrogênio (2,29E-10 kg CFC-11 eq)
Acidificação Terrestre*	Energia (Energia Térmica - Caldeira) (Energia Elétrica)	75,30 (37,5) (37,8)	Emissão de monóxido de enxofre para o ar na queima de carvão para geração de energia elétrica (1,12E-5 kg SO <sub>2</sub> eq)
Eutrofização de Água Doce	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hipoclorito de Sódio) (Hidróxido de Sódio)	92,92 (72,60) (17,80) (2,52)	Emissão de fosfato para a água na produção de fluoreto de hidrogênio (1,06E-6 kg P eq)
Formação de Oxidantes Fotoquímicos*	Energia (Energia Térmica - Caldeira) (Energia Elétrica)	84,10 (66,20) (17,90)	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar na produção da caldeira (3,66E-5 kg NMVOC)
Formação de Material Particulado*	Energia (Energia Térmica - Caldeira) (Energia Elétrica)	59,10 (41,20) (17,90)	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar na produção da caldeira (8,06E-6 kg PM10 eq)
Depleção de Água*	Consumo de Água	89,5%	Consumo de água do poço (0,000862 m <sup>3</sup> )
Depleção Fóssil*	Energia (Energia Térmica - Caldeira) (Energia Elétrica)	89,40 (69,70) (19,70)	Diesel queimado na caldeira industrial (0,00717 kg oil eq)

\* Categorias de maior contribuição da Ricota em comparação com os demais produtos

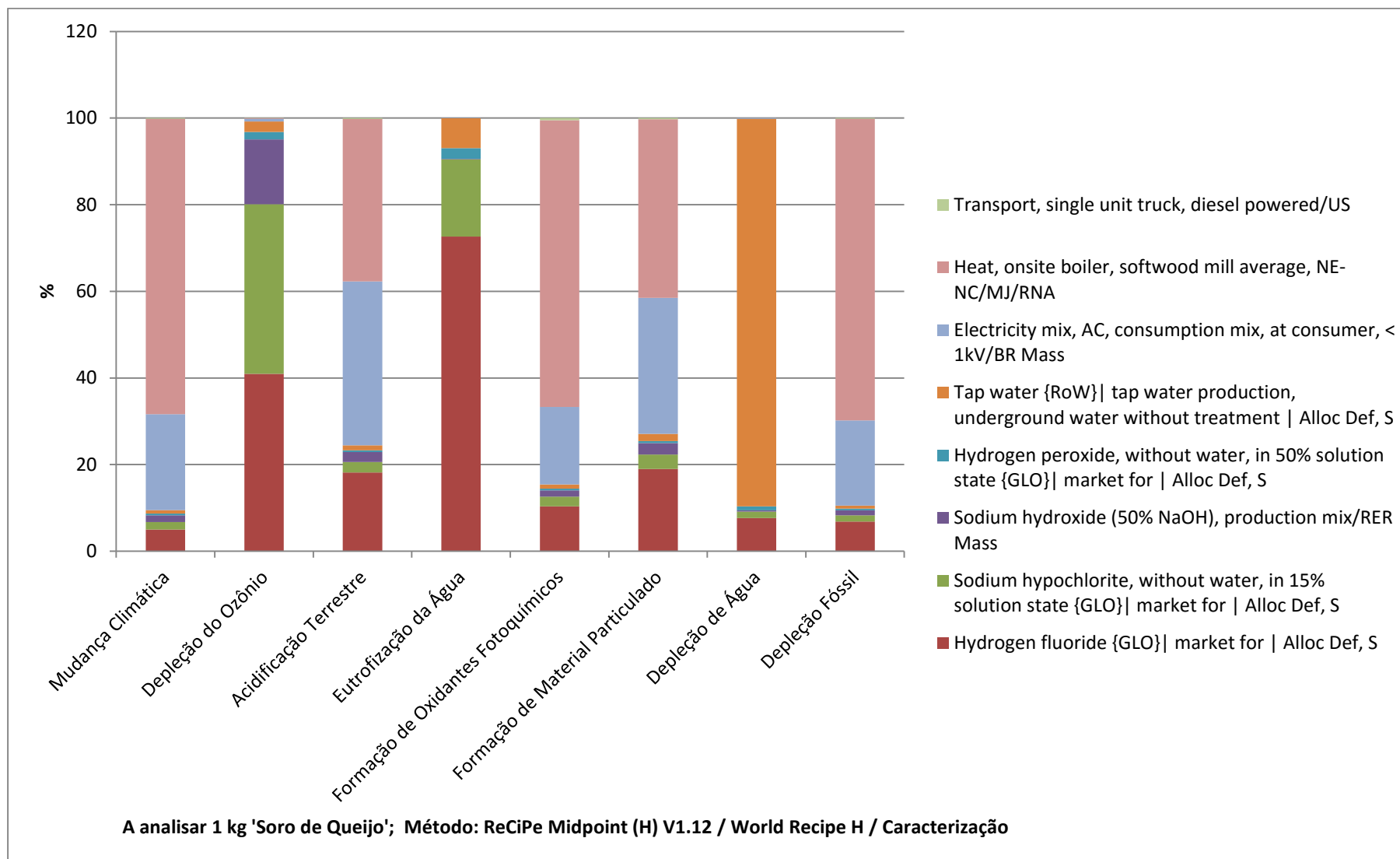


Figura 25. Avaliação dos impactos ocasionados pela geração de soro do queijo.

Neste estudo, por ser um coproduto e insumo no processo produtivo da ricota, o soro acaba possuindo uma margem de contribuição alta para os impactos deste produto por demandar uma grande quantidade de entradas para a obtenção desse coproduto. Mas este fator acaba sendo uma vantagem devido a separação do soro dos demais efluentes. Um exemplo é o estudo de Djekic *et al.* (2014), onde os laticínios não possuem uma segregação do soro de queijo. Gonzáles-Garcia *et al.* (2013) informou que a utilização do soro é uma alternativa para a redução no perfil ambiental de queijos em categorias como a eutrofização da água e depleção da camada de ozônio.

### 5.2.3.2 Iogurtes

Conforme mencionado anteriormente, 4 dos 5 iogurtes são os maiores causadores de impactos em 1 categoria (Eutrofização da Água Doce). A Figura 26 apresenta um comparativo específico para os iogurtes. Na categoria referente à Eutrofização, apenas o iogurte natural não apresenta grande contribuição por não utilizar o soro e açúcar como insumo. Com isto, será analisado o iogurte de morango devido a sua maior contribuição para o impacto nesta categoria, além de possuir configuração semelhante com os demais.

Os resultados apresentados na Figura 27, e especificados no Quadro 5, indicam que a maior contribuição para a eutrofização da água, se deve ao uso do açúcar pelo Laticínio. Os gráficos dos outros iogurtes estão apresentados no APÊNDICE 4.

**Quadro 5. Maiores contribuições de impacto do Iogurte de Morango para a Eutrofização**

Categoria de Impacto	Maior Contribuição	%	Maior Fluxo de Contribuição
Mudança Climática	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	42,60	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar na produção da embalagem (0,188 kg CO <sub>2</sub> eq)
Depleção do Ozônio	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hipoclorito de Sódio) (Hidróxido de Sódio) (Peróxido de Hidrogênio)	59,09 (25,00) (25,60) (7,72) (0,75)	Emissão de metano para o ar na produção de hipoclorito de sódio (3,45E-10 kg CFC-11 eq)
Acidificação Terrestre	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	39,80	Emissão de dióxido de enxofre para o ar na produção de embalagem (0,0078 kg SO <sub>2</sub> eq)
Eutrofização de Água Doce*	Açúcar	93,20	Emissão para o solo no uso de fertilizante contendo fósforo na produção de cana de açúcar (2,26E-5 kg P eq)
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	42,39	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar no transporte (0,000486 kg NMVOC eq)
Formação de Material Particulado	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	42,90	Emissão de dióxido de enxofre para o ar na produção de embalagem (0,000156 kg PM10 eq)
Depleção de Água	Açúcar	44,7%	Consumo de água na fazenda de cana de açúcar (0,00326 m <sup>3</sup> )
Depleção Fóssil	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	70,00	Consumo de energia do óleo (0,0709 kg oil eq)

\* Categoria de maior contribuição do Iogurte de Morango em comparação com os demais produtos

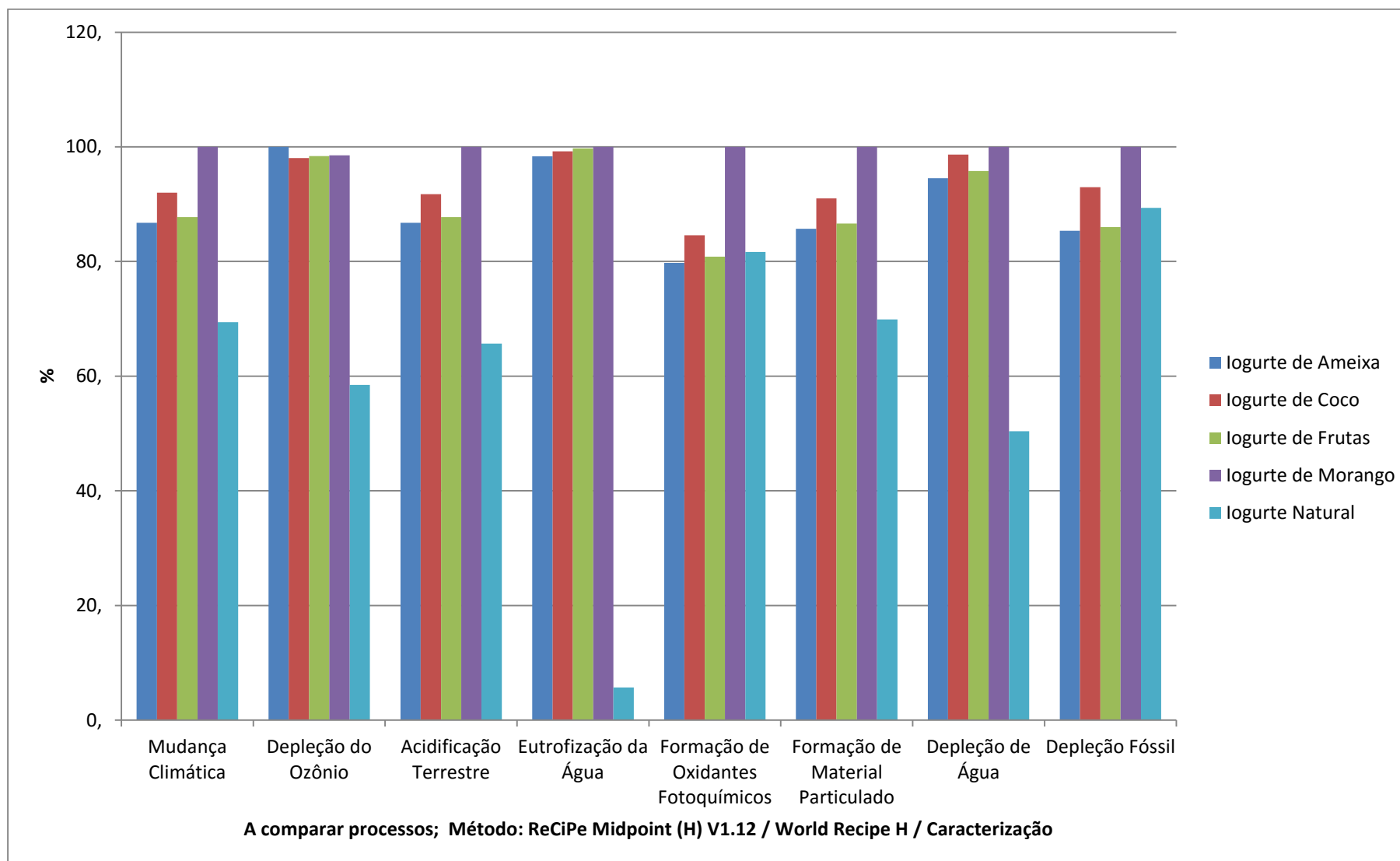


Figura 26. Comparativo entre os iogurtes em cada categoria de impacto.



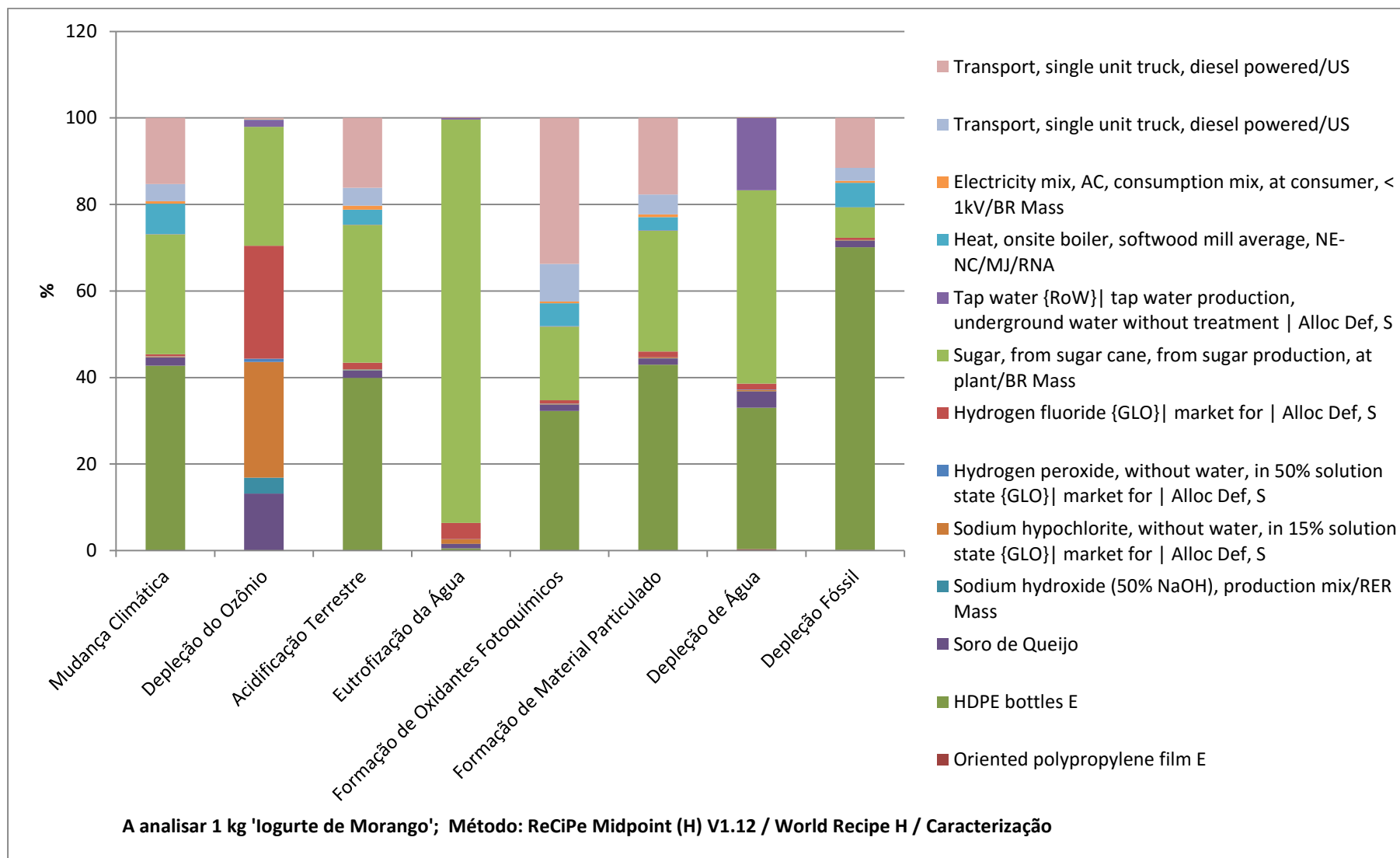


Figura 27. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Iogurte de Morango.

A Tabela 3 apresenta um comparativo deste trabalho com outros dois estudos. É possível observar que este estudo apresenta resultados semelhantes aos obtidos por Djekic *et al.* (2014) e Doublet *et al.* (2013). No que se refere à Mudança climática, neste estudo ocorrerá uma emissão de 2,2666 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de iogurte, dentro do intervalo estudado por Djekic *et al.* (2014), realizado em sete laticínios, que encontrou uma variação de 1,42 a 2,63 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de iogurte. No que se refere a Acidificação Terrestre, os resultados deste trabalho (0,112 kg SO<sub>2</sub> eq/ kg de iogurte) também permanecem no intervalo pesquisado por Djekic *et al.* (2014).

Na categoria da Eutrofização de Água Doce, o trabalho realizado por Doublet *et al.* (2013), apresentou o dobro de emissão deste trabalho, por quilo de iogurte (0,0004 contra 0,0002 kg P eq).

**Tabela 3. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Iogurte em diferentes estudos**

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Djekic <i>et al.</i> (2014)</b>	<b>Unidade</b>	<b>Doublet <i>et al.</i> (2013)</b>	<b>Unidade</b>	<b>Este estudo</b>	<b>Unidade</b>
Mudança Climática	1,42 - 2,63	kg CO <sub>2</sub> eq	3,3500	kg CO <sub>2</sub> eq	2,2666	kg CO <sub>2</sub> eq
Depleção do Ozônio	1,01E-05	kg R11			7,46E-09	kg CFC-11 eq
Acidificação Terrestre	0,0144 - 0,0195	kg SO <sub>2</sub> eq	0,0349	molc H <sup>+</sup> eq	0,0112	kg SO <sub>2</sub> eq
Eutrofização de Água Doce	0,0065 - 0,0070	kg PO <sub>4</sub> eq	0,0004	kg P eq	0,0002	kg P eq
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	0,0003 - 0,0007	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			0,0079	kg NMVOC
Formação de Material Particulado					0,0038	kg PM10 eq
Depleção de Água					0,0325	m <sup>3</sup>
Depleção Fóssil					0,9602	kg oil eq

As demais categorias de impacto possuem diferentes unidades de medida, dificultando a comparação.

Corroborando com o Tabela 3, a Tabela 4 apresenta um comparativo entre alguns autores, específico para a categoria de impacto Mudança Climática. É importante ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho se apresentam semelhantes aos estudos apresentados.

**Tabela 4. Comparativo referente à Mudança Climática (Iogurte)**

Referência	kg CO2-eq/kg iogurte
Este Estudo (2015)	2,27
Djekic <i>et al.</i> (2014)	1,42 a 2,63
Doublet <i>et al.</i> (2013)	3,35
González-García <i>et al.</i> (2013)	1,78
Sheane <i>et al.</i> (2011)	1,78
IDF (2009)	1,10
Büsser & Jungbluth (2009b); Jungbluth <i>et al.</i> (2013)	1,13

Fonte: Adaptado de Doublet *et al.* (2013, p. 46)

### 5.2.3.3 Queijos

Mesmo não sendo os maiores causadores de impacto em comparação com os demais produtos lácteos, os queijos possuem sua parcela de impacto, além de possuírem uma grande produção, sendo necessária uma análise destes produtos.

A Figura 28 apresenta um comparativo entre os queijos. Conforme esta figura e o Quadro 6, é possível verificar que o lanche e enroladinho são os queijos de maior impacto em relação aos demais, devido a maior quantidade de insumos utilizados.

**Quadro 6. Maiores contribuições de impacto dos queijos**

Categoria de Impacto	Maior Contribuição
Mudança Climática	Lanche
Depleção do Ozônio	Enroladinho
Acidificação Terrestre	Lanche
Eutrofização de Água Doce	Enroladinho
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	Lanche
Formação de Material Particulado	Lanche
Depleção de Água	Enroladinho
Depleção Fóssil	Lanche

Com base na informação anterior, torna-se necessário a interpretação dos gráficos específicos do queijo lanche e enroladinho.

A Figura 29 apresenta os impactos causados na produção do queijo lanche. Na comparação com os demais queijos, observa-se que sua contribuição para os impactos se dá a partir da utilização de transporte de insumos para a produção (ingredientes e produtos de higienização), conforme contribuições no Quadro 7.

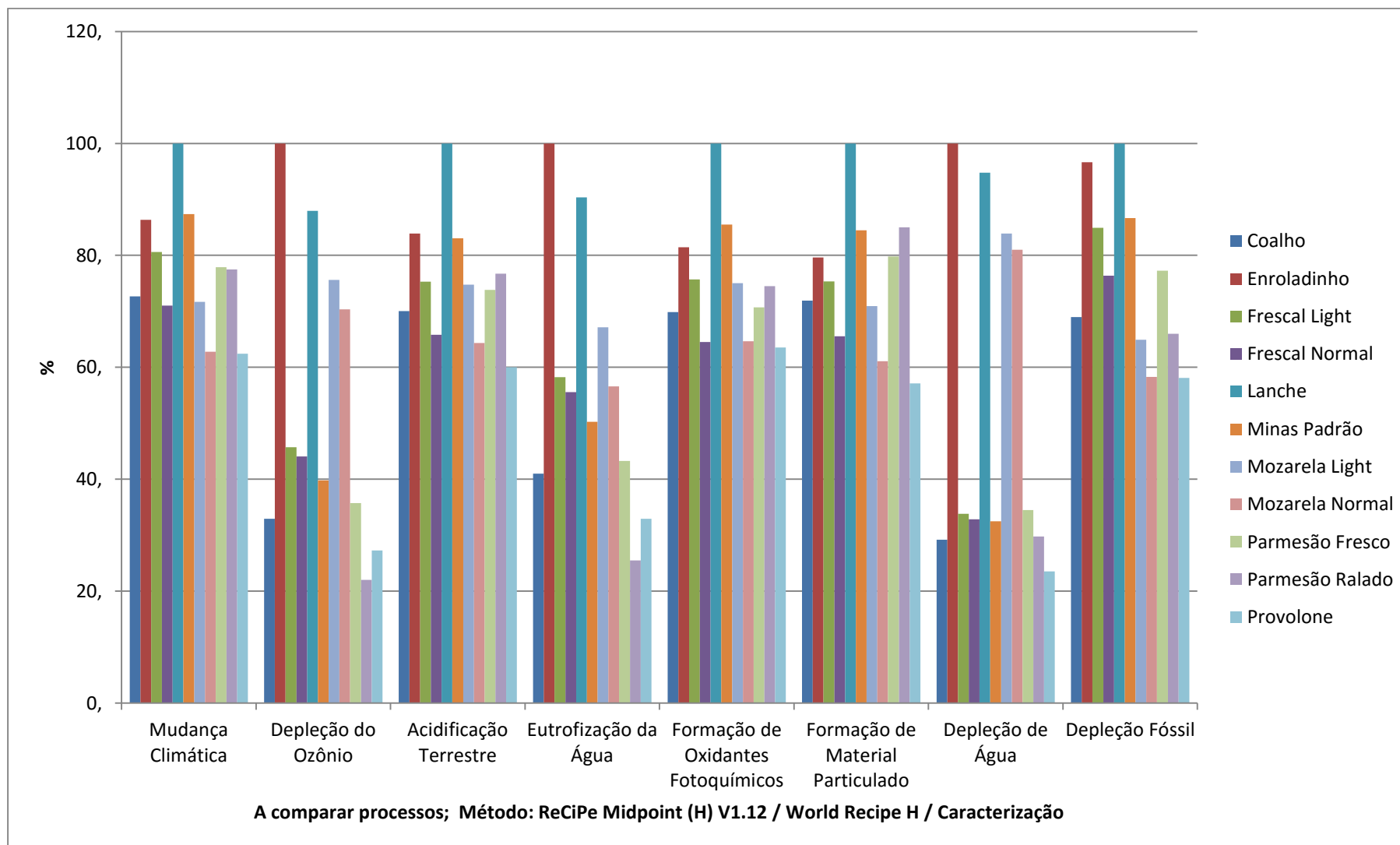


Figura 28. Comparativo entre os queijos em cada categoria de impacto.

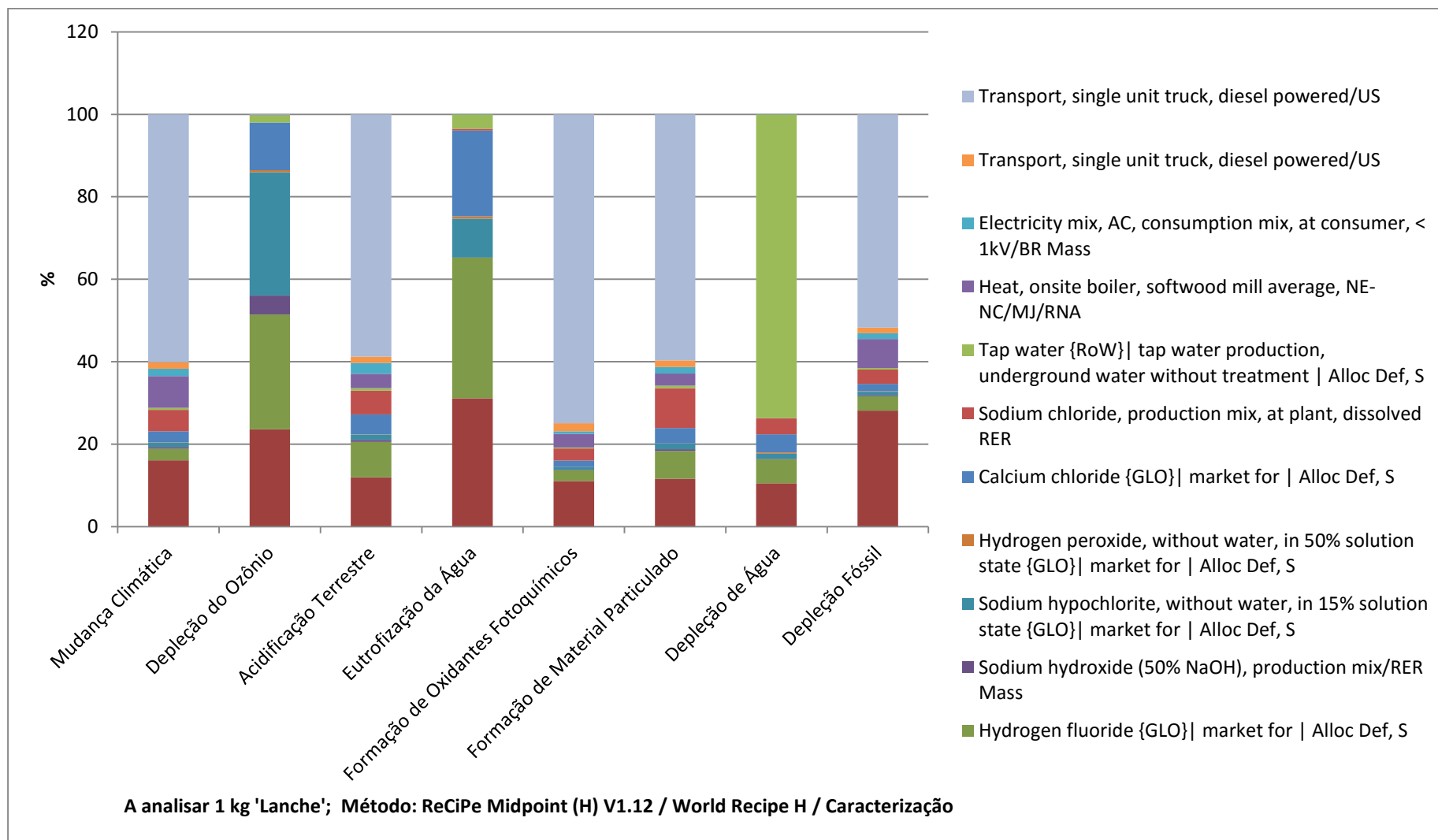


Figura 29. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de queijo Lanche.

**Quadro 7. Maiores contribuições de impacto do queijo Lanche**

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Maior Contribuição</b>	<b>%</b>	<b>Maior Fluxo de Contribuição</b>
Mudança Climática*	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	60,00	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar no transporte (0,144 kg CO <sub>2</sub> eq)
Depleção do Ozônio	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hidróxido de Sódio) (Hipoclorito de Sódio) (Peróxido de Hidrogênio)	65,59 (26,70) (9,46) (28,70) (0,73)	Emissão de metano para o ar na produção de hipoclorito de sódio (1,19E-9 kg CFC-11 eq)
Acidificação Terrestre*	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	58,7	Emissão de Óxidos de Nitrogênio para o ar no transporte (0,000573 kg SO <sub>2</sub> eq)
Eutrofização de Água Doce	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hipoclorito de Sódio) (Hidróxido de Sódio)	45,20 (34,80) (9,61) (0,79)	Emissão de fosfato para a água na produção de fluoreto de hidrogênio (4,89E-6 kg P eq)
Formação de Oxidantes Fotoquímicos*	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	74,90	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar no transporte (0,00102 kg NMVOC eq)
Formação de Material Particulado*	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	59,60	Emissão de dióxido de enxofre para o ar no transporte (0,000225 kg PM10 eq)
Depleção de Água	Consumo de água	73,70%	Consumo de água do poço (0,0043 m <sup>3</sup> )
Depleção Fóssil*	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	51,70	Consumo de óleo bruto para fabricação de diesel (0,0479 kg oil eq)

\* Categorias de maior contribuição do queijo Lanche em comparação com os demais queijos

Para o queijo Enroladinho, os impactos causados em sua produção e as maiores contribuições estão presentes na Figura 30 e Quadro 8, respectivamente. Este queijo apresenta semelhanças com o Lanche em sua distribuição dos responsáveis pelo impacto em cada categoria. Observa-se que o transporte tem uma maior contribuição em 4 categorias de impacto, e que nas categorias em que se destaca com maior contribuição em comparação aos demais queijos (Depleção do Ozônio, Eutrofização da Água Doce e Depleção de Água), a maior parcela de contribuição se deve aos produtos de higienização e consumo de água.

Os gráficos dos demais queijos se encontram no APÊNDICE 4.

No trabalho realizado por Djekic *et al.* (2014), todos os tipos de energia necessários para o transporte foram considerados na categoria "Energia". Assim como neste estudo, os resultados deste autor indicam que a energia é o grande contribuinte para os impactos na produção de queijo. Logo, observa-se que a eficiência energética em uma fábrica de laticínios está intimamente relacionada com o produto.

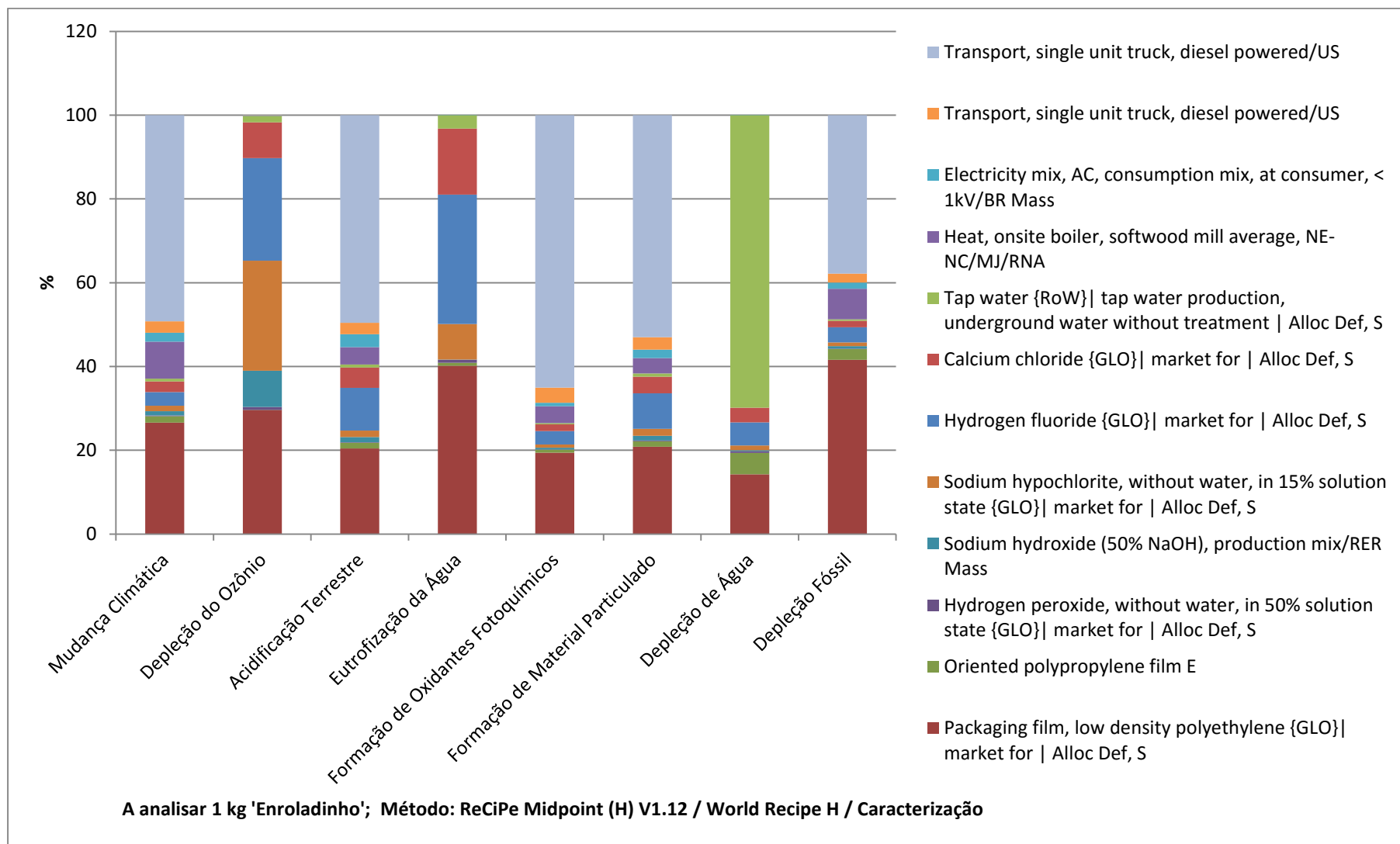


Figura 30. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de queijo Enroladinho.

**Quadro 8. Maiores contribuições de impacto do queijo Enroladinho**

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Maior Contribuição</b>	<b>%</b>	<b>Maior Fluxo de Contribuição</b>
Mudança Climática	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	49,20	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar no transporte (0,102 kg CO <sub>2</sub> eq)
Depleção do Ozônio*	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hidróxido de Sódio) (Hipoclorito de Sódio)	59,47 (24,50) (8,67) (26,30)	Emissão de metano para o ar na produção de hipoclorito de sódio (1,19E-9 kg CFC-11 eq)
Acidificação Terrestre	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	49,5	Emissão de Óxidos de Nitrogênio para o ar no transporte (0,000405 kg SO <sub>2</sub> eq)
Eutrofização de Água Doce*	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hipoclorito de Sódio) (Peróxido de Hidrogênio)	40,12 (30,90) (8,52) (0,70)	Emissão de fosfato para a água na produção de fluoreto de hidrogênio (4,89E-6 kg P eq)
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	65,10	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar no transporte (0,00723 kg NMVOC eq)
Formação de Material Particulado	Transporte de ingredientes e produtos de higienização	53,00	Emissão de dióxido de enxofre para o ar no transporte (0,000159 kg PM10 eq)
Depleção de Água*	Consumo de água	69,80%	Consumo de água do poço (0,0043 m <sup>3</sup> )
Depleção Fóssil	Embalagens de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD)	51,70	Consumo de óleo bruto para fabricação de embalagem (0,0212 kg oil eq)
* Categorias de maior contribuição do queijo Enroladinho em comparação com os demais queijos			

Alguns fatores influenciam a taxa de consumo de energia em fábricas de laticínios, como o local de produção (clima), idade e tamanho da planta (capacidade e disposição), a taxa de utilização das instalações, nível de automação e o tipo de energia utilizada (XU & FLAPPER, 2009). O último fator depende dos processos tecnológicos e da disponibilidade de diversas formas de energia, bem como os tipos de produtos fabricados em cada fábrica de laticínio (UNEP, 2004).

Um exemplo é o trabalho de Djekic *et al.* (2014), onde os laticínios estudados por este autor utilizam em sua maioria a eletricidade, combustíveis fósseis e gás natural como fonte energética, diferindo desta pesquisa que possui a eletricidade e uso da madeira como biocombustível.

As comparações dos impactos dos queijos produzidos neste laticínio com outros dois estudos podem ser observadas na Tabela 5. É possível verificar que no presente estudo, os impactos resultantes para produção de 1 kg de queijo são semelhantes aos obtidos por Djekic *et al.* (2014) e Doublet *et al.* (2013).

No que se refere à Mudança climática, neste estudo ocorreu uma emissão de 4,07 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de queijo, dentro dos intervalos estudado por Djekic *et al.* (2014), realizado em



sete laticínios, que encontrou uma variação de 1,42 a 2,63 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de queijo, e Doublet *et al.* (2013) com um intervalo de 3,24 a 7,76 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de queijo.

No que se refere a Acidificação Terrestre, os resultados deste trabalho (0,199 kg SO<sub>2</sub> eq/ kg de queijo) ficaram abaixo do intervalo pesquisado por Djekic *et al.* (2014), ou seja, apresentaram uma menor emissão de kg SO<sub>2</sub> eq por kg de queijo.

**Tabela 5. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Queijo em diferentes estudos**

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Djekic <i>et al.</i> (2014)</b>	<b>Unidade</b>	<b>Doublet <i>et al.</i> (2013)</b>	<b>Unidade</b>	<b>Este estudo</b>	<b>Unidade</b>
Mudança Climática	6,73 - 9,47	kg CO <sub>2</sub> eq	3,24 - 7,76	kg CO <sub>2</sub> eq	4,07	kg CO <sub>2</sub> eq
Depleção do Ozônio	(5,0 - 6,56)E-5	kg R11			6,74E-08	kg CFC-11 eq
Acidificação Terrestre	0,0696 - 0,0894	kg SO <sub>2</sub> eq	0,03 – 0,10	molc H+ eq	0,0199	kg SO <sub>2</sub> eq
Eutrofização de Água Doce	0,0324 - 0,0413	kg PO <sub>4</sub> eq	0,0004 – 0,0010	kg P eq	0,0002	kg P eq
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	0,0016 - 0,0021	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			0,0193	kg NMVOC
Formação de Material Particulado					0,0066	kg PM10 eq
Depleção de Água					0,0823	m <sup>3</sup>
Depleção Fóssil					1,4040	kg oil eq

Na categoria da Eutrofização de Água Doce, o trabalho realizado por Doublet *et al.* (2013), apresentou o dobro (ou mais, conforme intervalo) de emissão, por quilo de queijo, deste trabalho.

Da mesma forma que nos iogurtes, as categorias de impacto para a produção de queijo possuem diferentes unidades de medida, dificultando a comparação.

A Tabela 6 apresenta um comparativo entre alguns autores, específico para a categoria de impacto Mudança Climática, com o intuito de comparar uma maior quantidade de pesquisas. É apresentado a quantidade de emissões geradas para a produção de 1 kg de queijo em cada estudo, sendo possível identificar uma semelhança entre outros dois resultados, mas também uma menor emissão de kg CO<sub>2</sub>-eq/kg queijo se comparado com os demais.

**Tabela 6. Comparativo referente à Mudança Climática (Queijo)**

Referência	kg CO <sub>2</sub> -eq/kg queijo
Este Estudo (2015)	4,07
Djekic <i>et al.</i> (2014)	6,73 a 9,47
Doublet <i>et al.</i> (2013)	3,24 a 7,76
Jungbluth <i>et al.</i> (2013)	3,49 a 11,00
Kim <i>et al.</i> (2013)	7,3 a 8,5
Sheane <i>et al.</i> (2011)	10,40
IDF (2009)	8,80
Nielsen <i>et al.</i> (2003)	11,90
Berlin (2002)	8,80

Fonte: Adaptado de Doublet *et al.* (2013, p. 46)

Segundo Djekic *et al.* (2014), essa disparidade nos resultados pode ocorrer devido as características de qualidade que variam, em cada país, em termos de humidade e matéria gorda, limitando a comparação.

### 5.2.3.4 Processo de pasteurização e desnate do leite

Um processo importante do laticínio que causa um grande impacto é a pasteurização e desnate do leite cru. A Figura 31 apresenta os impactos referentes ao leite desnatado. É possível observar que as maiores contribuições para as categorias de impacto são relativas ao transporte de leite cru e produtos de higienização e consumo de água, conforme apresentado no Quadro 9.

**Quadro 9. Maiores contribuições de impacto do Leite Desnatado**

Categoria de Impacto	Maior Contribuição	%	Maior Fluxo de Contribuição
Mudança Climática*	Transporte de leite cru e produtos de higienização	99,40	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar no transporte (1,19 kg CO <sub>2</sub> eq)
Depleção do Ozônio	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hidróxido de Sódio) (Hipoclorito de Sódio)	82,50 (32,60) (10,90) (39,00)	Emissão de metano para o ar na produção de fluoreto de hidrogênio (9,16E-11 kg CFC-11 eq)
Acidificação Terrestre*	Transporte de leite cru e produtos de higienização	99,40	Emissão de Óxidos de Nitrogênio para o ar no transporte (0,00477 kg SO <sub>2</sub> eq)
Eutrofização de Água Doce	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hipoclorito de Sódio)	40,12 (69,70) (21,40)	Emissão de fosfato para a água na produção de fluoreto de hidrogênio (4,2E-7 kg P eq)
Formação de Oxidantes Fotoquímicos*	Transporte de leite cru e produtos de higienização	99,80	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar no transporte (0,00851 kg NMVOC eq)
Formação de Material Particulado*	Transporte de leite cru e produtos de higienização	99,60	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar no transporte (0,00187 kg PM10 eq)
Depleção de Água*	Consumo de água	92,50	Consumo de água do poço (0,000459 m <sup>3</sup> )
Depleção Fóssil*	Transporte de leite cru e produtos de higienização	99,30	Consumo de óleo bruto para fabricação de diesel (0,399 kg oil eq)

\* Categorias de maior contribuição do Leite Desnatado em comparação com a Ricota Normal

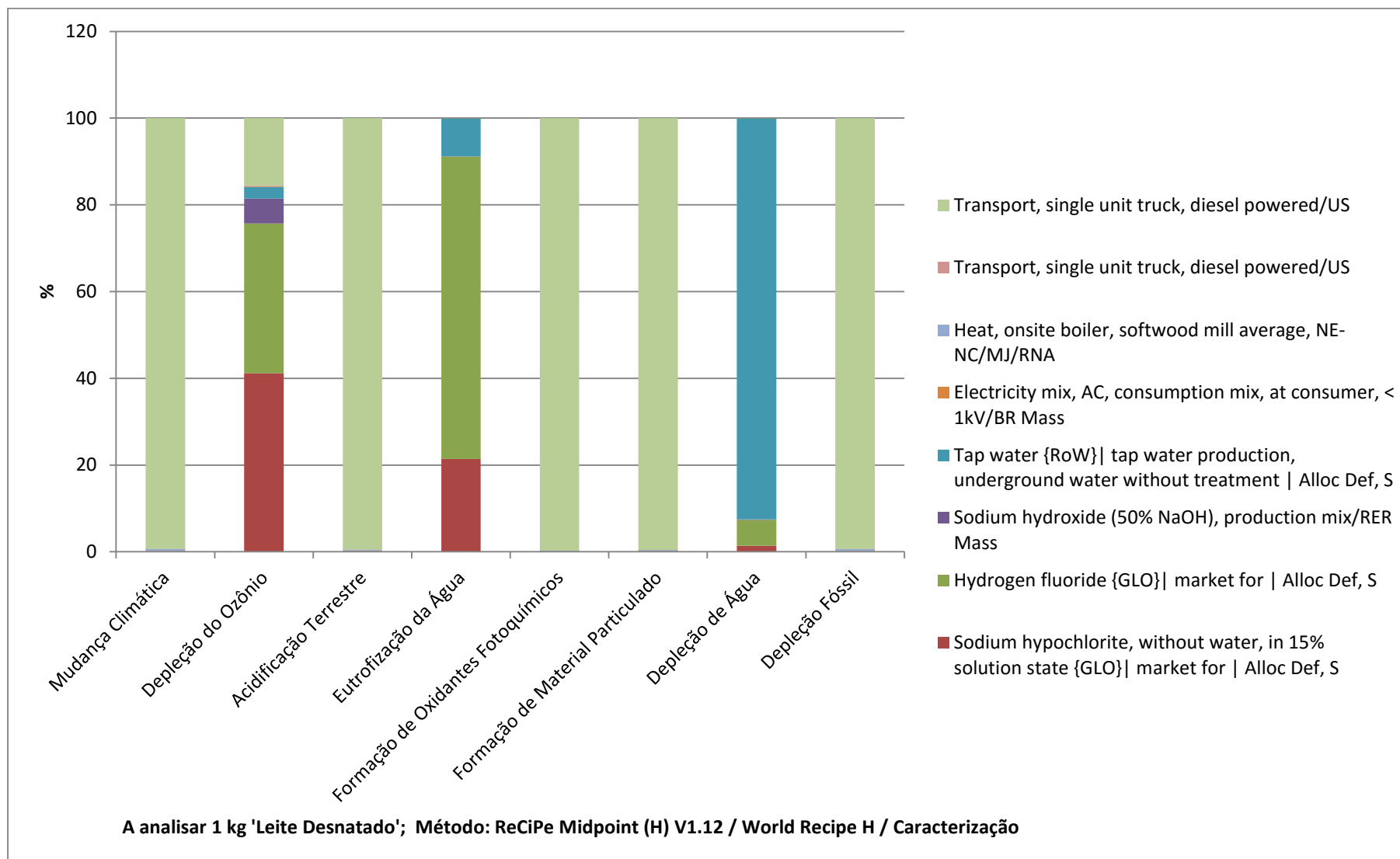


Figura 31. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Leite Desnatado.

A Tabela 7 apresenta uma comparação entre os impactos do leite desnatado produzido neste trabalho com outros dois estudos. Como no comparativo do queijo e iogurte, é possível verificar que os impactos resultantes para produção de 1 kg de leite desnatado são semelhantes aos obtidos por Djekic *et al.* (2014) e Doublet *et al.* (2013).

Comparando a categoria de Mudança Climática, é possível observar que neste estudo ocorrerá uma emissão de 1,40 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de leite desnatado, dentro do intervalo estudado por Djekic *et al.* (2014), que encontrou uma variação de 1,25 a 1,67 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de leite desnatado, mas fica abaixo do valor de 1,93 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de leite desnatado, encontrado por Doublet *et al.* (2013).

Para a Acidificação Terrestre, os resultados deste trabalho (0,0074 kg SO<sub>2</sub> eq/ kg de leite desnatado) estão abaixo do intervalo (0,0139 a 0,0156 kg SO<sub>2</sub> eq/ kg de leite desnatado) pesquisado por Djekic *et al.* (2014).

Na categoria da Eutrofização de Água Doce, o trabalho realizado por Doublet *et al.* (2013), apresentou um valor muito superior ao apresentado no presente trabalho, sendo gerado mais de 3 vezes o kg P eq/kg de leite desnatado.

Da mesma forma que nos produtos anteriores, as categorias de impacto para a produção de leite desnatado possuem diferentes unidades de medida, dificultando a comparação.

**Tabela 7. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Leite Desnatado em diferentes estudos**

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Djekic <i>et al.</i> (2014)</b>	<b>Unidade</b>	<b>Doublet <i>et al.</i> (2013)</b>	<b>Unidade</b>	<b>Este estudo</b>	<b>Unidade</b>
Mudança Climática	1,25 - 1,67	kg CO <sub>2</sub> eq	1,9300	kg CO <sub>2</sub> eq	1,4002	kg CO <sub>2</sub> eq
Depleção do Ozônio	1,01E-05	kg R11			0,0000	kg CFC-11 eq
Acidificação Terrestre	0,0139 - 0,0156	kg SO <sub>2</sub> eq	0,0232	molc H+ eq	0,0074	kg SO <sub>2</sub> eq
Eutrofização de Água Doce	0,0064 - 0,0066	kg PO <sub>4</sub> eq	0,0002	kg P eq	6,11E-07	kg P eq
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	(3,47 - 4,86)E-4	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			0,0109	kg NMVOC
Formação de Material Particulado					0,0027	kg PM10 eq
Depleção de Água					0,00049	m <sup>3</sup>
Depleção Fóssil					0,4316	kg oil eq

### 5.2.3.5 Manteiga

O coproduto creme, gerado no processo de desnatação do leite cru, é utilizado como ingrediente da Manteiga. Os impactos gerados para a produção de 1 kg de creme, são os mesmos que para produção de 1 kg de leite desnatado, visto que possuem as mesmas entradas e saídas. O gráfico é apresentado no APÊNDICE 4.

Os impactos apresentados pela manteiga, podem ser observados na Figura 32 e no Quadro 10. Podemos observar que as embalagens utilizadas para a manteiga, apresentam maiores contribuições em 6 diferentes categorias de impacto.

**Quadro 10. Maiores contribuições de impacto da Manteiga**

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Maior Contribuição</b>	<b>%</b>	<b>Maior Fluxo de Contribuição</b>
Mudança Climática	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	67,40	Emissão de CO <sub>2</sub> para o ar na produção de embalagem (0,175 kg CO <sub>2</sub> eq)
Depleção do Ozônio	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hidróxido de Sódio) (Hipoclorito de Sódio) (Peroxido de Hidrogênio)	96,41 (40,80) (14,90) (39,00) (1,71)	Emissão de metano para o ar na produção de fluoreto de hidrogênio (2,29E-10 kg CFC-11 eq)
Acidificação Terrestre	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	66,00	Emissão de dióxido de enxofre para o ar na produção de embalagem (0,000728 kg SO <sub>2</sub> eq)
Eutrofização de Água Doce	Produtos de Higienização (Fluoreto de Hidrogênio) (Hipoclorito de Sódio) (Peroxido de Hidrogênio)	74,51 (58,20) (14,30) (2,01)	Emissão de fosfato para a água na produção de fluoreto de hidrogênio (1,06-6 kg P eq)
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	49,3	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar na produção de embalagem (0,00042 kg NMVOC eq)
Formação de Material Particulado	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	67,1	Emissão de óxidos de nitrogênio para o ar na produção de embalagem (0,000146 kg PM10 eq)
Depleção de Água	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	60,50	Consumo de água utilizada para refrigeração (0,00144 m <sup>3</sup> )
Depleção Fóssil	Embalagens de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	80,70	Consumo de óleo para geração de energia (0,0661 kg oil eq)

A Tabela 8 apresenta uma comparação entre os impactos na produção de manteiga deste estudo com outros dois trabalhos. Diferente dos comparativos anteriores, os impactos resultantes para produção de 1 kg de manteiga são menores que os obtidos por Djekic *et al.* (2014) e Doublet *et al.* (2013).

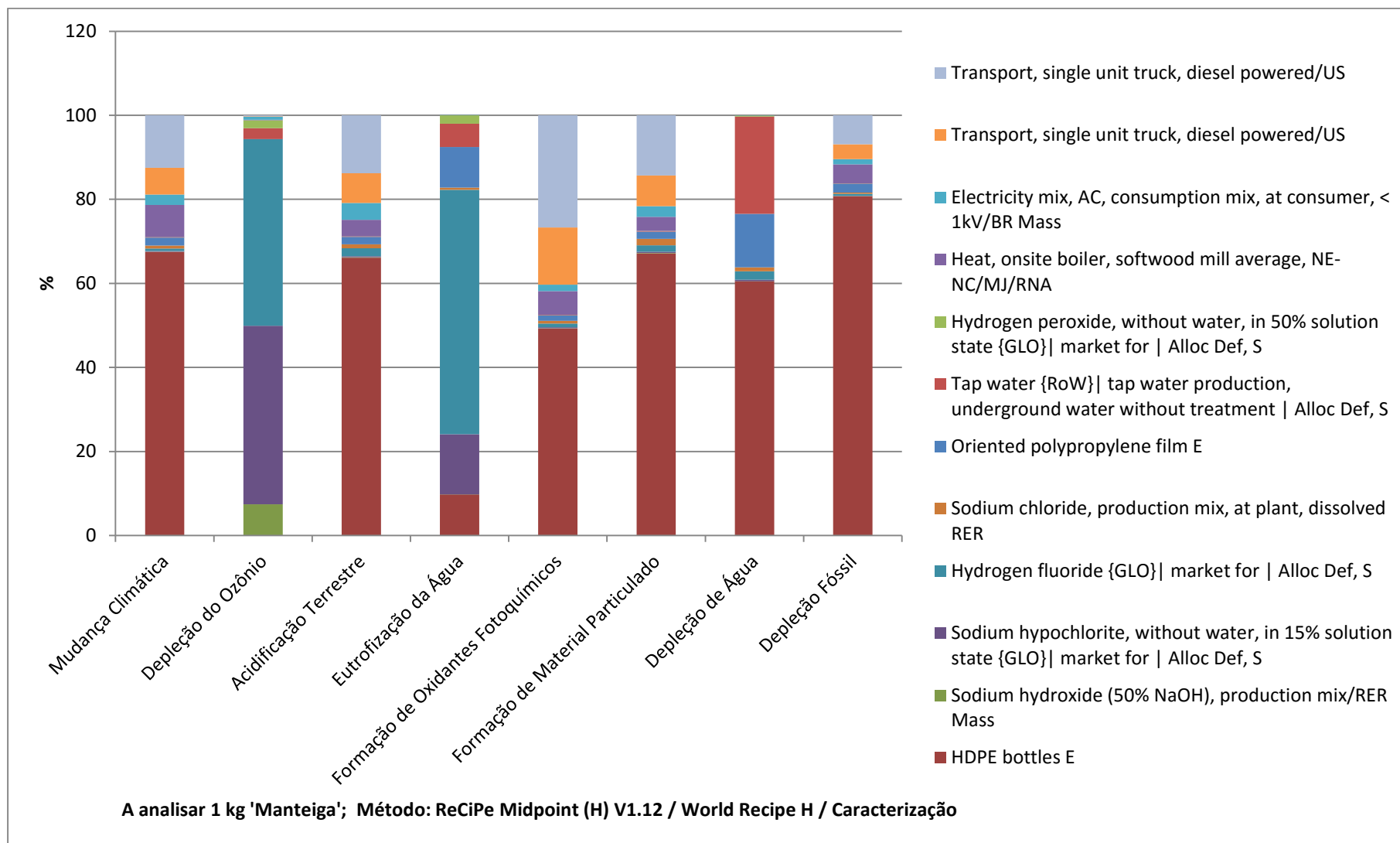


Figura 32. Avaliação dos impactos ocasionados pela produção de Manteiga.

Na categoria de Mudança Climática é possível observar que neste estudo ocorrerá uma emissão de 0,30 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de manteiga, abaixo do intervalo estudado por Djekic *et al.* (2014), que encontrou uma variação de 20,69 a 21,30 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de manteiga, e do valor de 10,5 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de manteiga, encontrado por Doublet *et al.* (2013).

**Tabela 8. Resultados da Avaliação de Impactos associados à produção de 1 kg de Manteiga em diferentes estudos**

Categoria de Impacto	Djekic <i>et al.</i> (2014)	Unidade	Doublet <i>et al.</i> (2013)	Unidade	Este estudo	Unidade
Mudança Climática	20,69 - 21,30	kg CO <sub>2</sub> eq	10,5000	kg CO <sub>2</sub> eq	0,3072	kg CO <sub>2</sub> eq
Depleção do Ozônio	2,0E-4	kg R11			7,13E-10	kg CFC-11 eq
Acidificação Terrestre	0,2636 - 0,2658	kg SO <sub>2</sub> eq	0,1410	molc H+ eq	0,0015	kg SO <sub>2</sub> eq
Eutrofização de Água Doce	0,0203 - 0,0270	kg PO <sub>4</sub> eq	0,0014	kg P eq	1,83E-06	kg P eq
Formação de Oxidantes Fotoquímicos	(5,9 – 6,0)E-3	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			0,0011	kg NMVOC
Formação de Material Particulado					0,0005	kg PM10 eq
Depleção de Água					0,0037	m <sup>3</sup>
Depleção Fóssil					0,1713	kg oil eq

Para a Acidificação Terrestre, os resultados deste trabalho (0,0015 kg SO<sub>2</sub> eq/ kg de manteiga) também está abaixo do intervalo (0,2636 a 0,2658 kg SO<sub>2</sub> eq/ kg de manteiga) encontrado por Djekic *et al.* (2014). Da mesma forma, na categoria de Eutrofização de Água Doce, o trabalho realizado por Doublet *et al.* (2013), apresentou um valor muito superior ao apresentado no presente trabalho (0,0203 contra 1,83E-06).

As demais categorias de impacto para a produção de manteiga possuem diferentes unidades de medida, dificultando a comparação.

Da mesma forma que para o iogurte e o queijo, a Tabela 9 apresenta um comparativo, referente à manteiga, entre alguns autores, específico para a categoria de impacto Mudança Climática. Este quadro confirma a tendência apresentado no Quadro 18, cuja quantidade de kg CO<sub>2</sub>-eq/kg de manteiga geradas nas outras pesquisas é superior à apresentada neste trabalho.

**Tabela 9. Comparativo referente à Mudança Climática (Manteiga)**

Referência	kg CO <sub>2</sub> -eq/kg manteiga
Este Estudo (2015)	0,31
Djekic <i>et al.</i> (2014)	20,69 a 21,30
Doublet <i>et al.</i> (2013)	10,50
Sheane <i>et al.</i> (2011)	7,70
Büsser & Jungbluth (2009b); Jungbluth <i>et al.</i> (2013)	16,20

Fonte: Adaptado de Doublet *et al.* (2013, p. 46)

### 5.3 Comparação entre cenários

A partir dos resultados obtidos anteriormente, foi observado que diferentes insumos geram impactos significativos para diferentes produtos. No entanto, devido à pouca cooperação entre os integrantes da cadeia de suprimentos, torna-se difícil a sugestão de melhorias para processos à montante (onde foram verificados os impactos).

O Quadro 11 apresenta os principais impactos observados para produção destes produtos.

**Quadro 11. Principais impactos observados no Laticínio**

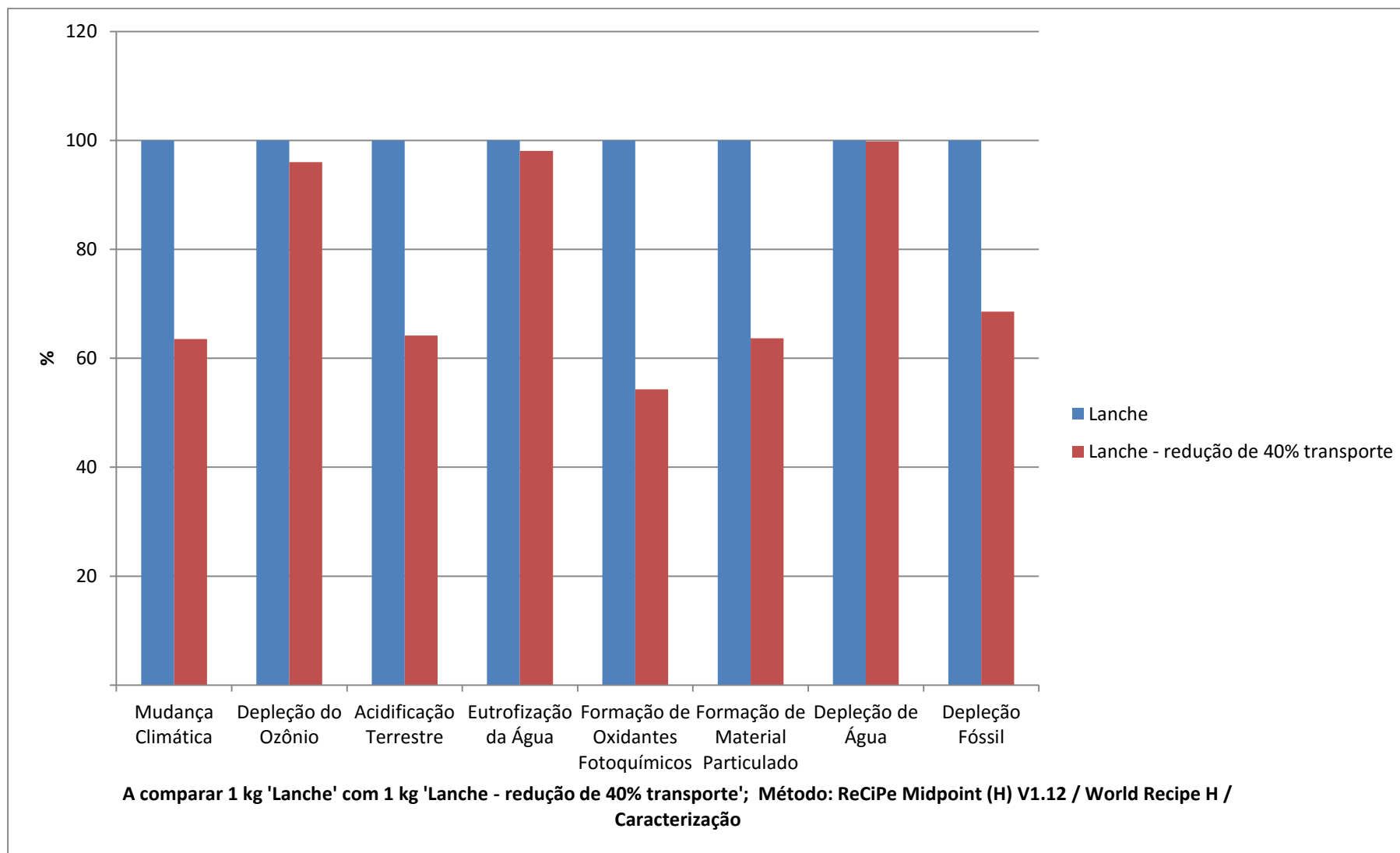
Principais Impactos	Produtos
Energia Térmica	Soro do queijo
Consumo de Açúcar	Iogurte
Transporte de insumos	Iogurte, Queijos
Produtos de Higienização	Soro, Iogurte, Queijos, Manteiga
Embalagens	Iogurte, Manteiga, Queijos
Consumo de Água	Soro, Queijos, Iogurte

No estudo proposto por Kulak *et al.* (2016), os impactos avaliados para a implementação de cenários foram desenvolvidos em um processo de projeto colaborativo, que foram modelados a partir da aplicação da ACV. A abordagem de modelagem do sistema foi utilizada para avaliar os impactos ambientais de implementação do cenário ao nível de todo o sistema em estudo. Logo, os cenários avaliados foram resultantes de uma cooperação de toda a cadeia produtiva. Como no presente estudo não houve esta integração da cadeia, foram propostos cenários a partir dos indicadores que geraram mais impactos na cadeia.

Logo, neste trabalho foram identificados alguns fornecedores de insumos, com o intuito de reduzir os impactos relacionados ao transporte. A partir de um cenário com fornecedores mais próximos ao laticínio (40% mais próximo), foi realizado um comparativo para verificar se foi possível reduzir os impactos. O produto selecionado para esta comparação foi o Queijo Lanche, visto que apresenta um dos maiores impactos causados pelo transporte (maior quantidade de insumos transportados). Para a escolha dos novos fornecedores não foi considerado a qualidade e o preço dos insumos.

A Figura 33 apresenta um comparativo do modo em que o queijo Lanche atualmente é produzido, com um cenário de redução de 40% do transporte dos insumos. As maiores reduções dos impactos podem ser observadas nas categorias de Formação de Oxidantes Fotoquímicos (redução de 45,7%) e Mudança Climática (redução de 36,5%).





**Figura 33. Comparativo entre os cenários do queijo Lanche com a produção deste queijo reduzindo o transporte em 40%**

O método de higienização convencional (alcalino/ácida) foi descrito por Berlin *et al.* (2007), e foi observado no laticínio estudado, assim como no estudo de Djekic *et al.* (2014). Esta atividade é outra área que deve haver contínua análise, otimização e inovação, utilizando diferentes produtos de higienização e tecnologia. As principais melhorias estão no sistema de doseamento de produtos químicos e sistema de aquecimento para aumentar a eficácia das soluções. Estas melhorias afetam, também, a qualidade de águas residuais descarregadas (Milani *et al.*, 2011).

Neste estudo, os produtos de higienização apresentaram contribuição para impactos ambientais em todos os produtos. Além disso, foi observado nas visitas falta de controle e padronização do consumo destes produtos. Logo, observa-se que é possível realizar uma redução do uso destes materiais. A Figura 34 apresenta um cenário com redução de 20% destes produtos. É possível observar que a maior redução do impacto acontecerá na categoria de Eutrofização da Água Doce (11,5%).

A Figura 35 apresenta um comparativo entre a linha de base (produção atual do queijo Lanche), e os cenários propostos com redução de 40% do transporte, 20% dos produtos de higienização e um cenário somando-se os dois anteriores. Nesta última avaliação, é possível observar a grande redução dos impactos em cada categoria, chegando a reduzir em 46,5% (Formação de Oxidantes Fotoquímicos), quando acumulados os dois cenários propostos, e 37,5% na categoria de Mudança Climática.

Como demonstrado no estudo de Kulak *et al.* (2016), ferramentas de avaliação baseados nas ciências sistemáticas, tais como Avaliação do Ciclo de Vida, podem fornecer informações ambientais valiosas, mas limitações importantes foram encontradas nesta fase devido à falta de integração entre todos os membros da cadeia de suprimentos.

No entanto, os resultados dos cenários analisados mostram que utilizando a ACV para integrar a cadeia de suprimentos láctea, é possível reduzir os impactos em diversas categorias. No exemplo da Formação de Oxidantes Fotoquímicos, a redução foi de 46,5%. Isto converge para as questões levantadas pela Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos, sendo a ACV uma metodologia capaz de auxiliar no gerenciamento dos processos da cadeia.

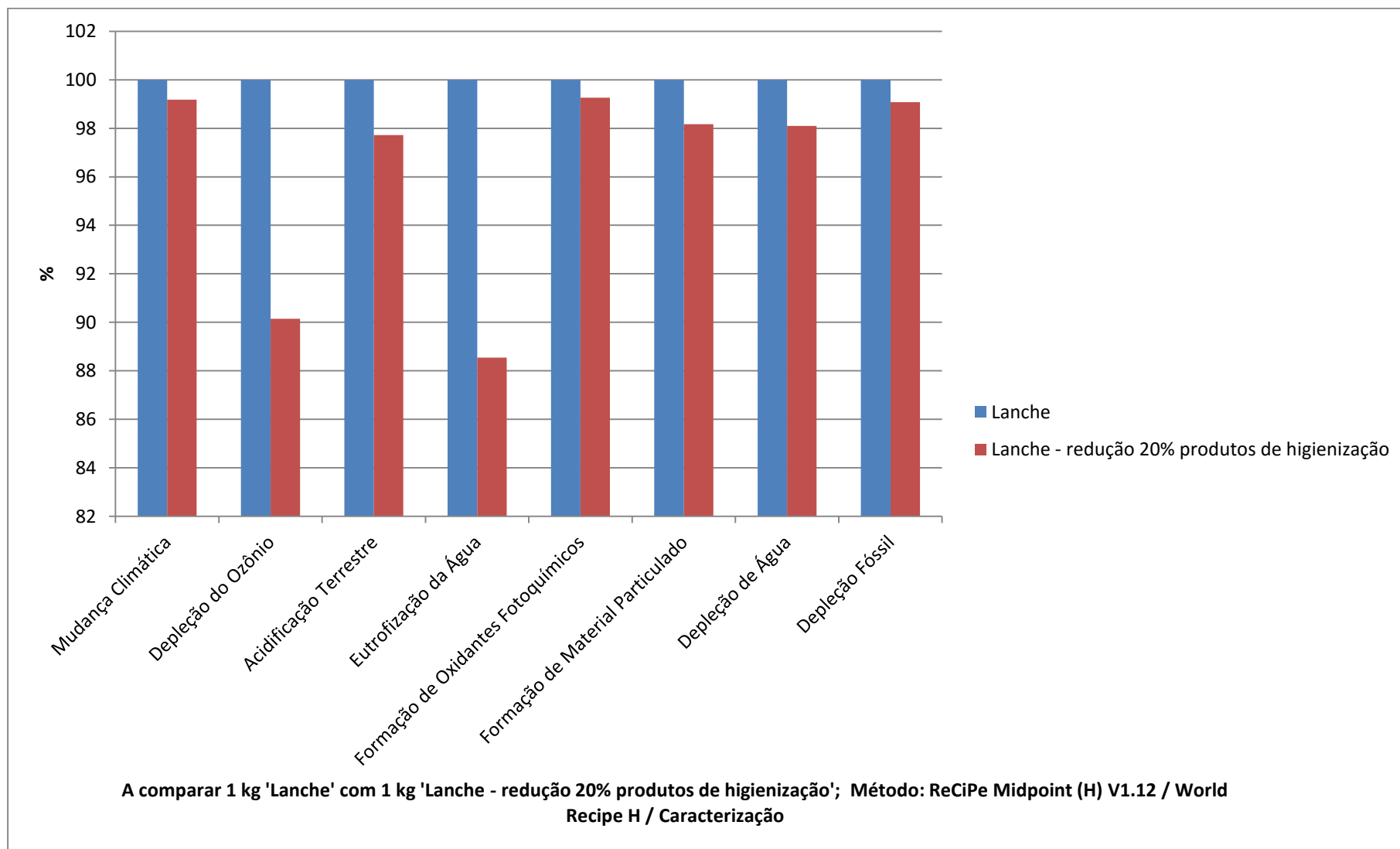


Figura 34. Comparativo entre os cenários do queijo Lanche com a produção deste queijo reduzindo o uso de produtos de higienização em 20%

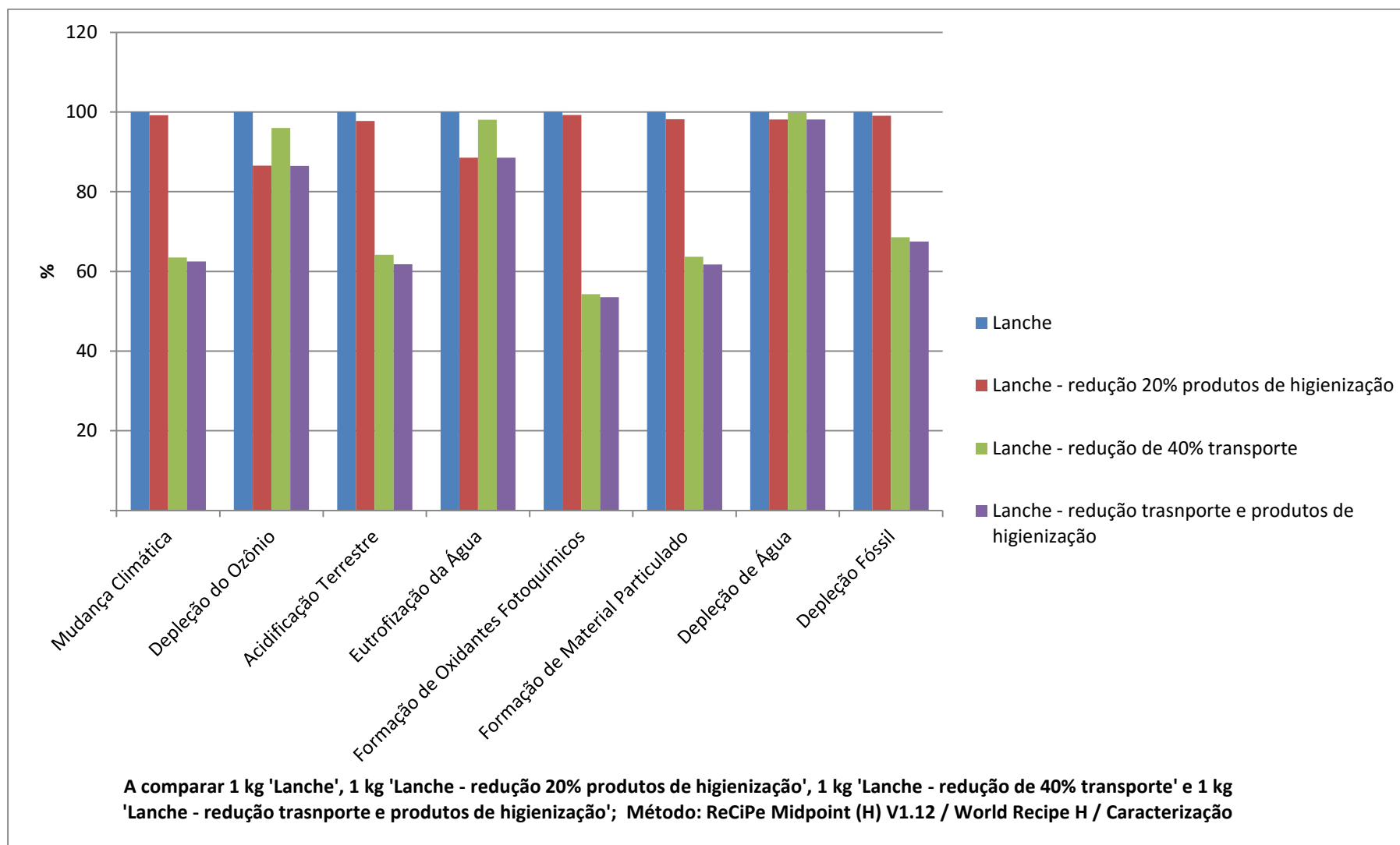


Figura 35. Comparativo entre os cenários para o queijo Lanche

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor lácteo é de grande importância para o Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia e para o Brasil. Neste estudo foi utilizada a metodologia da ACV da perspectiva de um laticínio, apresentando os principais impactos ambientais de dezenove tipos de produtos lácteos.

A maioria dos resultados obtidos neste trabalho, corroboram com a literatura pesquisada, na qual os pontos críticos identificados, são os mesmos para este estudo. No entanto, entende-se que ações devem ser tomadas objetivando melhorias e redução dos impactos ambientais da indústria de laticínios.

As contribuições dos laticínios referentes aos impactos são principalmente devido ao uso de energia e transporte de insumos para o laticínio. As mudanças climáticas, por exemplo, estão intimamente ligadas a utilização destes recursos. Outros fatores que contribuem para os impactos, são o tipo de embalagens e a quantidade de produtos de higienização utilizados. Foi verificado que as contribuições para os impactos são diferentes de acordo com o tipo de produto lácteo produzido.

Esta pesquisa possui algumas limitações, como a qualidade dos resultados e cálculos que está diretamente ligada aos dados obtidos a partir da análise de documentos e informações fornecidas pela empresa. Devido as grandes diferenças tecnológicas dentro dos laticínios, bem como características específicas de matéria-prima utilizada em cada região, são necessários mais estudos como forma de comparar os resultados obtidos.

Foi possível observar ao longo da pesquisa, que a cadeia de suprimentos e a ACV possuem algumas semelhanças em suas estruturas, como por exemplo, a abordagem do ciclo de vida. Até a fase do inventário, as abordagens no estudo dos processos se tornam parecidas. A partir da próxima etapa é que a ACV converge seus esforços para um estudo focado aos impactos ambientais.

No entanto, os resultados obtidos mostraram para a necessidade de integração da cadeia de suprimentos para que a contribuição referente ao impacto ambiental de cada produto que chegue ao cliente final, seja a menor possível. As implicações sugerem que a falta de cooperação dos participantes da cadeia pode ser um fator limitante. No entanto, foi possível indicar, através da ACV, os elos da cadeia que necessitam de uma maior atenção,

visto que possuem uma maior contribuição para os impactos. Isto se alinha como uma metodologia para a integração da cadeia, pois permite um avanço em sua estrutura de cooperação. Os resultados obtidos nesse trabalho podem ser utilizados como mecanismos de aproximação e discussão entre os participantes da cadeia de suprimentos láctea, visto que foi possível observar a quantidade de emissões geradas nesta cadeia, e a possibilidade de redução destas. Como exemplo, na categoria Formação de Oxidantes Fotoquímicos, foi verificado uma possibilidade de redução de 46,5% do impacto, além de reduções significativas para a Mudança Climática, categoria na qual existe uma grande preocupação da população para a redução dos efeitos causados por estes impactos ambientais.

Para próximos trabalhos, sugere-se a utilização da ACV não somente na montante, como sugerido nos cenários analisados, mas também na jusante da cadeia láctea, elos que não foram possíveis analisar nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Cenários, Desafios, Perspectivas e Demandas**. Brasília, 2013.
- BAHIA. Resolução CEPRAM nº 4.327 de 31 de Outubro de 2013. **Programa Estadual de Gestão Ambiental Compartilhada**. Diário Oficial. Salvador - Bahia , 3 de Dezembro de 2013.
- BARBIERI, J.C.; CAJAZEIRA, J.E.R. & BRANCHINI, O. **Cadeia de suprimento e avaliação do ciclo de vida do produto: Revisão teórica e exemplo de aplicação**. O Pap., 70:52–72, 2009.
- BARRATT, M.; BARRATT, R. **Exploring internal and external supply chain linkages: Evidence from the field**. Journal of Operations Management, 29:514-528, 2011.
- BASNET, C. **The measurement of internal supply chain integration**. Management Research Review, 36:153-172, 2013.
- BELIK, W.; CUNHA, A.R.A. & COSTA, L.A. **Crise Dos Alimentos E Estratégias Para a Redução Do Desperdício No Contexto De Uma Política De Segurança Alimentar E Nutricional No Brasil**. Planej. e política públicas, 38:107–132, 2012.
- BERLIN, J. **Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese**. Int. Dairy J., 12:939–953, 2002.
- BERLIN, J.; Sonesson, U.; Tillman, A. M.. **A life cycle based method to minimise environmental impact of dairy production through product sequencing**. J. Clean. Prod. 15:347–356, 2007.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais**. Biblioteca Digital, 2014.
- BOURLAKIS, M.; MAGLARAS, G.; GALLEAR, D. & FOTOPOULOS, C. **Examining sustainability performance in the supply chain: The case of the Greek dairy sector**. Ind. Mark. Manag., 43:56–66, 2014.
- BRASIL. Brasília: Resolução nº 04 de 15 de dezembro de 2010. **Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização, e Qualidade Industrial – CONMETRO.
- BRASIL. Brasília: Resolução nº 357 de 17 de Março de 2005. **Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.
- BRASIL. Brasília: Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Presidência da República.
- BRIÃO, V.B.; TAVARES, C.R.G. **Ultrafiltração como processo de tratamento para o reúso de efluentes de laticínios**. Eng. sanit. ambient., 12:134–138, 2007.

BRITO, R.P. & BERARDI, P.C. **Vantagem competitiva na gestão sustentável da cadeia de suprimentos: Um Metaestudo.** *Rae-Revista Adm. Empres.*, 50:155–169, 2010.

BROCKHAUS, S.; KERSTEN, W.; KNEMEYER, A.M. **Where Do We Go From Here? Progressing Sustainability Implementation Efforts Across Supply Chains.** *Journal of Business Logistics*, 34: 167–182, 2013.

BRUM, L.F.W; SANTOS JÚNIOR, L.C.O; BENEDETTI, S. **Reaproveitamento de Água de Processo e Resíduos da Indústria de Laticínios.** In 2nd International Workshop | Advances in Cleaner Production - Key Elements For A Sustainable World: Energy, Water And Climate Change. São Paulo, 2009.

CARDOSO, J. & FERRAZ, F.T. **Sustentabilidade : Um Novo Desafio Na Cadeia De Suprimentos** VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. *Anais...*2010

CARVALHO, A.P. & BARBIERI, J.C. **Innovation and sustainability in the supply chain of a cosmetics company: A case study.** *J. Technol. Manag. Innov.*, 7:144–156, 2012.

CARVALHO JR, J.N. **Diagnóstico da Pecuária Leiteira na Microrregião de Itapetinga-Bahia.** 2011. 121 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2011.

CMMAD. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum.** Editora da Fundação Getúlio Vargas, 2ª Ed., 1 – 430p., 1991.

CÔTÉ, R.P.; LOPEZ, J.; MARCHE, S.; PERRON, G.M. & WRIGHT, R. **Influences, practices and opportunities for environmental supply chain management in Nova Scotia SMEs.** *J. Clean. Prod.*, 16:1561–1570, 2008.

DEBASTIANI, G.; NOGUEIRA, C.E.C.; LAWDER, J.H.; VIDOTTO, M.L.; AZEVEDO, R.L. **Auditoria energética em uma agroindústria de laticínios.** *Eng. Agríc.*, 34:194–202, 2014.

DJEKIC, I.; MIOCINOVIC, J.; TOMASEVIC, I.; SMIGIC, N. & TOMIC, N. **Environmental life-cycle assessment of various dairy products.** *J. Clean. Prod.*, 68:64–72, 2014.

DOUBLET, G.; JUNGBLUTH, N.; STUCKI, M. & SCHORI, S. **Life cycle assessment of Romanian beef and dairy products.** SENSE Project Number 288974, 2013.

EIDE, M.H. **Life cycle assessment (LCA) of industrial milk production.** *Int. J. Life Cycle Assess.*, 7:115–126, 2002.

ELLRAM, L. M. **The implementation of target costing in the United States: theory versus practice.** *The Journal of Supply Chain Management*, Winter, p. 13-25, 2006.

EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Principais Produtores de Leite do Mundo.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acessado em: 14/06/2014.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional.** Rio de Janeiro, 2015.

FANTIN, V.; BUTTOL, P.; PERGREFFI, R. & MASONI, P. **Life cycle assessment of Italian high quality milk production. A comparison with an EPD study.** *J. Clean. Prod.*, 28:150–159, 2012.



FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **How to Feed the World in 2050**. Disponível em: <https://www.fao.org/>. Acessado em: 14/10/2014.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acessado em: 23/02/2015.

FERRAZZA, R.A. **Indicadores De Desempenho Como Suporte Às Decisões Gerenciais De Fazendas Produtoras De Leite**. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012.

FINK, A. **Conducting Research Literature Reviews - From the Internet to Paper**. SAGA. 2 Ed, 1 - 199 p, 1998.

FORGIONNE, G.; GUO, Z. **Internal supply chain coordination in the electric utility industry**. European Journal of Operational Research, 196: 619-627, 2009.

GIANNETTI, B.F.; ALMEIDA, C.M.V.B. DE; BONILLA, S.H. & RIBEIRO, C.M. **Inventário de ciclo de vida da manufatura de seringas odontológicas**. Produção, 18:155–169, 2008.

GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; CASTANHEIRA, É.G.; DIAS, A.C. & ARROJA, L. **Using Life Cycle Assessment methodology to assess UHT milk production in Portugal**. Sci. Total Environ., 442:225–234, 2013.

GUINÉE, J.B.; HEIJUNGS, R.; HUPPES, G.; ZAMAGNI, A.; MASONI, P.; BUONAMICI, R.; EKVALL, T. & RYDBERG, T. **Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future**. Environ. Sci. Technol., 45:90–96, 2011.

GURSEL, A.P.; MASANET, E.; HORVATH, A. & STADEL, A. **Life-cycle inventory analysis of concrete production: A critical review**. Cem. Concr. Compos., 51:38–48, 2014.

HAGELAAR, G.J.L.F. & VAN DER VORST, J.G. A. J. **Environmental supply chain management: Using life cycle assessment to structure supply chains**. Int. Food Agribus. Manag. Rev., 4:399–412, 2002.

HEWITT, F. **Supply Chain Redesign**. Int. J. Logist. Manag., 5:1 – 9, 1994.

HILSDORF, W.D.C.; ROTONDARO, R.G. & PIRES, S.R.I. **Integração de processos na cadeia de suprimentos e desempenho do serviço ao cliente: um estudo na indústria calçadista de Franca**. Gestão & Produção, 16:232–244, 2009.

HOSPIDO, A.; MOREIRA, M.T. & FEIJOO, G. **Simplified life cycle assessment of galician milk production**. Int. Dairy J., 13:783–796, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aquisição de Leite**. Estatística da Produção Pecuária. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acessado em: 24/01/2016.

IDF – *International Dairy Foundation*. **A common carbon footprint approach for dairy. The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector**. Bruxelas, 2010.

ISO 14040 – International Organization For Standardization 14040. **Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework**. Geneva, 2006.

ISO 14044. – International Organization For Standardization 14044. **Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines**. Geneva, 2006.

KANG, S.H.; KANG, B.; SHIN, K.; KIM, D.; HAN, J. **A theoretical framework for strategy development to introduce sustainable supply chain management**. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40:631–635, 2012.

KULAK, M.; NEMECEK, T.; FROSSARD, E.; GAILLARD, G. **Eco-efficiency improvement by using integrative design and life cycle assessment. The case study of alternative bread supply chains in France**. *Journal of Cleaner Production*, 112: 2452–2461, 2016

LAMBERT, D.M. & COOPER, M.C. **Issues in Supply Chain Management**. *Ind. Mark. Manag.*, 29:65–83, 2000.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. **Supply chain management: implementation issues and research opportunities**. *The International Journal of Logistics Management*, 9:1–209, 1998.

LI, C.; NIE, Z.; CUI, S.; GONG, X.; WANG, Z. & MENG, X. **The life cycle inventory study of cement manufacture in China**. *J. Clean. Prod.*, 72:204–211, 2014.

MACIEL, V.G.; ZORTEA, R.B.; SILVA, W.M.; CYBIS, L.F.D.A.; EINLOFT, S. & SEFERIN, M. **Life Cycle Inventory for the agricultural stages of soybean production in the state of Rio Grande do Sul, Brazil**. *J. Clean. Prod.*, 93: 65–74, 2015.

MADERI, T.R. **Diagnóstico da Gestão Integrada em Indústrias de Laticínios do Território de Identidade do Médio Sudoeste**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2014.

MAIA, G.B.D.S.; PINTO, A.D.R.; MARQUES, CRISTIANE YAIKA TAKAOKA ROITMAN, F.B. & LYRA, D.D. **Produção leiteira no Brasil**. 37:371 – 398, 2013.

MCADAM, R. & MCCORMACK, D. **Integrating business processes for global alignment and supply chain management**. *Bus. Process Manag. J.*, 7:113–130, 2001.

MILANI, F.X.; NUTTER, D. & THOMA, G. **Invited review: Environmental impacts of dairy processing and products: A review**. *J. Dairy Sci.*, 94:4243 – 4254, 2011.

NIGRI, E.M.; BARROS, A.C.; ROCHA, S.D.F. & FILHO, E.R. **Assessing environmental impacts using a comparative LCA of industrial and artisanal production processes: “Minas Cheese” case**. *Food Science and Technology*, 34(3): 522-531, 2014.

PAGELL, M. **Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics**. *Journal of Operations Management*, 22:459-487, 2004.

PATÊS, N.M.S.; FIGUEIREDO, M.P.; PIRES, A.J. V; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; FRIES, D.D.; BONOMO, P. & ROSA, R.C.C. **Aspectos produtivos e sanitários do rebanho leiteiro nas propriedades do sudoeste da Bahia**. *Rev. Bras. Saúde e Produção Anim.*, 13:825–837, 2012.

PRÉ CONSULTANS. **SimaPro Database Manual - Methods Library**. USA, 2014.

- QUEIROZ, G.D.C. & GARCIA, E.E.C. **Reciclagem de sacolas plásticas de polietileno em termos de inventário de ciclo de vida.** *Polímeros*, 20:401–406, 2010.
- RAMUDHIN, A.; CHAABANE, A.; PAQUET, M. **On the Design of Sustainable, Green Supply Chains.** *IEEE*, 979–984, 2009.
- ROHLFES, A.L.B.; BACCAR, N.M.; OLIVEIRA, M.S.R.; MARQUARDT, L. & RICHARDS, N.S.P.S. **Indústrias Lácteas: Alternativas De Aproveitamento Do Soro De Leite Como Forma De Gestão Ambiental.** *Tecni-Lógica*, 15:79–83, 2011.
- SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L.M.S. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: Uma taxonomia no campo da literatura.** *Ambiente & Sociedade*, 17:1–22, 2014.
- SEURING, S.; MÜLLER, M. **From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management.** *Journal of Cleaner Production*, 16:1699–1710, 2008.
- SILVA, D.J.P. **Resíduos Na Indústria De Laticínios.** *Série Sistema de Gestão Ambiental*. 1 – 20 p, 2011.
- SIMON, A.T. & PIRES, S.R.I. **Metodologia para Análise da Gestão da Cadeia de Suprimentos: estrutura, processos de negócios e componentes de gestão.** *Rev. Ciência Tecnol.*, 11:57–66, 2003.
- SIPAC – Sistema de Informação do Patrimônio Cultural da Bahia. **Território de Identidade Médio Sudoeste da Bahia.** Disponível em: <http://patrimonio.ipac.ba.gov.br/territorio/medio-sudoeste-da-bahia/>. Acessado em: 27/07/2015.
- SLACK, N.CHAMBERS, S. & JONHSTON, R. **Administração da Produção.** Atlas, 3. Ed, 1 – 728 p, 2009.
- SPERS, R.G.; WRIGHT, J.T.C. & AMEDOMAR, A.D.A. **Scenarios for the milk production chain in Brazil in 2020.** *Rev. Adm.*, 48:254–267, 2013.
- STOESSEL, F.; JURASKE, R.; PFISTER, S. & HELLWEG, S. **Life cycle inventory and carbon and water footprint of fruits and vegetables: application to a Swiss retailer.** *Environ. Sci. Technol.*, 46:3253–3262, 2012.
- TEUTEBERG, F.; WITTSTRUCK, D. **A Systematic Review of Sustainable Supply Chain Management Research.** *Betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement*, 1001–1015, 2010.
- THOMASSEN, M. A.; DALGAARD, R.; HEIJUNGS, R. & DE BOER, I. **Attributional and consequential LCA of milk production.** *Int. J. Life Cycle Assess.*, 13:339–349, 2008.
- UNEP – *United Nations Environment Programme.* **Eco Efficiency for the Dairy Production.** The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry, Southbank Victoria, Australia, 2004.
- VANALLE, R.M. & SANTOS, L.B. **Análise das práticas de sustentabilidade utilizadas na gestão da cadeia de suprimentos : pesquisa de campo no setor automotivo brasileiro.** *Gestão & Produção*. 21:323–339, 2014.

WILLIAMS, B.D.; ROH, J.; TOKAR, T.; SWINK, M. **Leveraging supply chain visibility for responsiveness: The moderating role of internal integration.** Journal of Operations Management, 31:543–554, 2013.

WILLERS, C.D. **Avaliação dos impactos ambientais da pecuária de corte semi-intensiva.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2014.

XU, T.; FLAPPER, J.. **Energy use and implications for efficiency strategies in global fluid-milk processing industry.** Energy Policy, 37:5334–5341, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Bookman, 5 ed. Porto Alegre:, 2014.

# APÊNDICE 1

## ROTEIRO DE PESQUISA

Pesquisador: Felipe Ungarato

Data: 07/07/2015

## CARACTERIZAÇÃO DO LATICÍNIO

1) Informações Gerais:

Nome Fantasia:

Endereço:

Telefone:

e-mail:

2) Qual a quantidade de funcionários?

Administrativo

Produção

3) Turnos de Trabalho

1 ( )

2 ( )

3 ( )

4) Existe serviço de atendimento ao cliente?

Internet ( )

Telefone ( )

Carta ( )

5) Quem é o responsável da empresa pelo atendimento ao cliente?

6) Alguma ação é tomada na produção a partir da informação fornecida pelo cliente?

Sim ( )

Não ( )

Quais?

7) Fornecedores do leite:

Fazenda


8) É verificada a qualidade do leite recebido?

Sim ( )

Não ( )

9) É verificado se os fornecedores possuem alguma certificação ambiental?

Sim ( )

Não ( )

10) Volume médio de leite recebido por dia:


11) Capacidade de processamento:

12) Leite processado por dia:

13) Os produtos são processados de acordo com previsões de vendas?

Sim ( )

Não ( )

14) Quais os produtos fabricados?


15) Existe pesquisa para desenvolvimento de novos produtos?

Sim ( )

Não ( )

16) Existe pesquisa para verificar se os clientes se importam com questões ambientais relacionadas com o laticínio?

Sim ( )

Não ( )

17) O que é feito com os produtos com data de validade avançada?

---

---

---

18) E com os produtos danificados no transporte?

---

---

---

19) E com os produtos que sofreram danos no armazenamento?

---

---

---

20) Utilizam ferramenta de Gestão Ambiental?

Sim ( )

Não ( )

Qual:

21) Pretende utilizar alguma ferramenta?

Sim ( )

Não ( )

Qual:

---

---

22) Já recebeu consultoria/treinamento ambiental?

Sim ( )

Não ( )

Qual:

23) Recebem inspeção de órgão ambiental?

Sim ( )

Não ( )

Qual:

### EQUIPAMENTOS

24) Qual o Combustível utilizado nas Caldeiras?

Combustível

Quantidade

Combustível	Quantidade

25) Possui registro do combustível?

Sim ( )

Não ( )

26) Quais equipamentos são utilizados para cada etapa do processamento?

Equipamento


### CONDIÇÕES AMBIENTAIS

27) Quais são os resíduos gerados?

Resíduo


28) Como são descartados os efluentes?

---

---

29) E os resíduos sólidos?

---

---

30) Existe reaproveitamento de resíduo?

Sim ( ) Não ( )

Qual:

---

31) Quais produtos são utilizados na higienização das instalações e equipamentos?

Produto


32) Qual a destinação das embalagens vazias destes produtos químicos?

---

---

---

33) Sobre o licenciamento ambiental:

Possui ( ) Não possui ( ) Está em tramitação ( )

Nunca tentou ( ) Já tentou mas não conseguiu ( )

Porque:

---

---

#### CONSUMO DE ÁGUA

34) Qual a principal fonte de abastecimento de água?

Serviço municipal ( ) Poço Artesiano ( ) Águas fluviais ( )

35) A empresa possui controle de consumo de água?

Sim ( ) Não ( )

Qual:

---

36) A empresa possui tratamento de água?

Sim ( ) Não ( )

Qual:

---

37) Quais processos utilizam água?



Processo


38) A empresa tem implantado ou pretende implantar algum programa para redução do consumo de água na fábrica?

Sim ( )

Não ( )

Quais as principais dificuldades?

---

---

---

39) Qual o destino final da água utilizada?

Esgoto Municipal ( )

Águas fluviais ( )

Tratamento

( )

**CONSUMO DE ENERGIA**

40) Quais as fontes de energia utilizadas?

COELBA ( )

Gerador ( )

41) Quais processos e/ou equipamentos consomem energia?

Processo


42) A empresa tem implantado ou pretende implantar algum programa para redução do consumo de ENERGIA na fábrica?

Sim ( )

Não ( )

Quais as principais dificuldades?

---

---

---

---

43) Quais insumos são utilizados na empresa?

Insumo


44) Teria interesse em participar de trabalhos futuros?

Sim ( )

Não ( )

**Obrigado!**

## APÊNDICE 2

### Dados de entradas e saídas relacionadas à unidade funcional (Queijos)

	Unidade Funcional	Minas Padrão	Minas Frescal		Mozarela		Lanche	Enrolado	Provolone	Ricota		Parmesão		Coalho
			Normal	Light	Normal	Light				Cond.	Normal	Ralado	Fresco	
<b>ENTRADAS</b>														
<b>Leite</b>	<b>kg/kg</b>	8,5294	7,6253	8,3922	8,3447	10,0410	8,9418	8,3406	8,3441	1,1964	1,1964	12,8750	10,3000	8,5895
<b>Soro</b>	<b>kg/kg</b>									22,7208	22,7208			
<b>Demais Ingredientes</b>														
Cloreto de Cálcio	<b>kg/kg</b>	0,0064	0,0059	0,0066	0,0026	0,0075	0,0067	0,0063	0,0063			0,0046	0,0037	0,0065
Fermento	<b>ml/kg</b>	0,9055			0,3363	0,3421		0,3302	0,3363			1,0050	0,8082	
Coalho	<b>ml/kg</b>	0,4144		0,4139	0,3926	0,4874	0,5514	0,3877	0,3920			0,6074	0,4903	0,5004
Sal	<b>kg/kg</b>	0,0987	0,0670	0,0739			0,0868					0,2400	0,1944	0,1084
Corante	<b>ml/kg</b>						1,3749							
<b>Embalagem</b>	<b>kg/kg</b>	0,0134	0,0171	0,0176	0,0037	0,0027	0,0154	0,0220	0,0042	0,0116	0,0116	0,0020	0,0131	0,0082
<b>Rótulo</b>	<b>kg/kg</b>	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0012	0,0004	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Recursos</b>														
Água	<b>kg/kg</b>	0,8617	0,8617	0,8617	4,3037	4,3037	4,3037	4,3037	0,8617	0,8617	0,8617	0,8617	0,8617	0,8617
Energia Elétrica	<b>kWh/kg</b>	0,0556	0,0556	0,0556	0,0371	0,0371	0,0371	0,0371	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556
Transporte de Leite	<b>tkm</b>	0,7175	0,4613	0,5775	0,5954	0,7085	0,8389	0,5934	0,5942	0,0003	0,0003	0,6545	0,5256	0,5888
Transporte de demais materiais	<b>tkm</b>	0,0192	0,0243	0,0250	0,0053	0,0041	0,0218	0,0329	0,0065	0,0166	0,0166	0,0028	0,0186	0,0116
Madeira	<b>kg/kg</b>	0,1602	0,1602	0,1602	0,1456	0,1456	0,1456	0,1456	0,1602	0,1602	0,1602	0,1602	0,1602	0,1602
<b>Produtos de Higieneização</b>														
Detergente Alcalino	<b>kg/kg</b>	0,0006	0,0006	0,0006	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
Detergente Ácido	<b>kg/kg</b>	0,0005	0,0005	0,0005	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005

Peróxido de Hidrogênio	<b>kg/kg</b>	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Hidróxido de Sódio	<b>kg/kg</b>	0,0011	0,0005	0,0005	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
<b>SAÍDAS</b>														
<b>Resíduos Sólidos</b>														
Resíduo de Plástico	<b>kg/kg</b>	0,0011	0,0014	0,0014	0,0003	0,0002	0,0012	0,0017	0,0003	0,0009	0,0009	0,0002	0,0010	0,0007
Resíduo de Produção	<b>kg/kg</b>	0,0058	0,0136	0,0200	0,0002	0,0002	0,0183	0,0002	0,0000	0,0166	0,0166	0,0000	0,0000	0,0094
Cinzas	<b>kg/kg</b>	0,1553	0,1553	0,1553	0,1412	0,1412	0,1412	0,1412	0,1553	0,1553	0,1553	0,1553	0,1553	0,1553
Água Residual	<b>l/kg</b>	1,3215	1,3215	1,3215	6,4421	6,4421	6,4421	6,4421	1,3215	1,3215	1,3215	1,3215	1,3215	1,3215
Fuligem	<b>kg/kg</b>	0,0048	0,0048	0,0048	0,0044	0,0044	0,0044	0,0044	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048
<b>Coprodutos</b>														
Creme	<b>kg/kg</b>	0,0703	0,0592	0,1685	0,0989	0,1488	0,0516	0,1005	0,0986			0,1687	0,1231	0,0727
Soro de queijo	<b>kg/kg</b>	5,9706	5,3377	5,8745	5,8413	7,0287	6,2593	5,8384	5,8409	0,8375	0,8375	9,0125	7,2100	6,0126
<b>Produto</b>	<b>kg/kg</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>

**Dados de entradas e saídas relacionadas à unidade funcional (Iogurtes e Manteiga)**

	Unidade Funcional	Manteiga	Iogurte				
			Frutas	Morango	Ameixa	Coco	Natural
<b>ENTRADAS</b>							
<b>Leite</b>	<b>kg/kg</b>		0,6077	0,6067	0,6166	0,6050	1,0300
<b>Soro</b>	<b>kg/kg</b>		0,2894	0,2888	0,2375	0,2847	
<b>Creme</b>	<b>kg/kg</b>	1,1795					
<b>Demais Ingredientes</b>							
Sal	<b>kg/kg</b>	0,0135					
Corante	<b>ml/kg</b>	1,1647		0,5037			
Citrato de sódio	<b>g/kg</b>		0,8039	0,8059	0,7817	0,7992	1,0250
Estabilizante	<b>kg/kg</b>		0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0031

Açúcar	kg/kg		0,1005	0,1007	0,0992	0,0999	
Polpa de frutas	kg/kg		0,0201	0,0201	0,0195	0,0200	
Sorbato	g/kg		0,5024	0,5037	0,4811	0,4995	0,5125
Amido	kg/kg		0,0040	0,0040	0,0039	0,0040	1,0250
Aroma	g/kg			0,5037			
<b>Embalagem</b>	<b>kg/kg</b>	0,0674	0,0631	0,0722	0,0630	0,0701	0,0696
<b>Rótulo</b>	<b>kg/kg</b>	0,0018	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
<b>Recurso</b>							
Água	kg/kg	0,8617	1,2316	1,2316	1,2316	1,2316	1,2316
Energia Elétrica	kWh/kg	0,0556	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232
Transporte de Leite	tkm	0,1923	0,2339	0,3987	0,3161	0,3323	0,4186
Transporte de demais materiais	tkm	0,0983	0,0897	0,1027	0,2265	0,0896	0,0990
Madeira	kg/kg	0,1602	0,2477	0,2477	0,2477	0,2477	0,2477
<b>Produtos de Higieneização</b>							
Detergente Alcalino	kg/kg	0,0006	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Detergente Ácido	kg/kg	0,0005	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Peróxido de Hidrogênio	kg/kg	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Hidróxido de Sódio	kg/kg	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
<b>SAÍDAS</b>							
<b>Resíduos Sólidos</b>							
Resíduo de Plástico	kg/kg	0,0054	0,0050	0,0057	0,0050	0,0056	0,0055
Resíduo de Produção	kg/kg	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Cinza	kg/kg	0,2403	0,2403	0,2403	0,2403	0,2403	0,2403
<b>Água Residual</b>	<b>l/kg</b>	1,8170	1,8170	1,8170	1,8170	1,8170	1,8170
<b>Fuligem</b>	<b>kg/kg</b>	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074
<b>Coprodutos</b>							
<b>Produto</b>	<b>kg/kg</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>

## APÊNDICE 3

### Processos e base de dados utilizados para modelagem do Coalho, Frescal (Light, Normal), Lanche, Parmesão (Fresco, Ralado) no SimaPro

PRODUTO	PROCESSO	BASE DE DADOS	
COALHO, FRESICAL (LIGHT, NORMAL), LANCHE, PARMESÃO (FRESCO, RALADO)	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA		
	Packaging film, low density polyethylene {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint	
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium chloride, production mix, at plant, dissolved RER	ELCD	
	Calcium chloride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI	
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint	
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI	
	SAÍDAS		
	Soot		
	Production waste		
	Packaging waste, plastic		
	Wood ashes		
	Wastewater		
	COALHO, FRESICAL (LIGHT, NORMAL), LANCHE, PARMESÃO (FRESCO, RALADO)	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA	
		Soro de Queijo	Autor
HDPE bottles E		Industry data 2.0	
Oriented polypropylene film E		Industry data 2.0	
Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S		Ecoinvent 3	
Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S		Ecoinvent 3	
Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass		Agri-footprint	
Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S		Ecoinvent 3	
Sugar cane molasses, from sugar production, at plant/BR Mass		Agri-footprint	
Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S		Ecoinvent 3	
Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA		USLCI	
Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass		Agri-footprint	
Transport, single unit truck, diesel powered/US		USLCI	

	SAÍDAS	
	Soot	
	Production waste	
	Packaging waste, plastic	
	Wood ashes	
	Wastewater	
IOGURTE NATURAL	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA	
	HDPE bottles E	Industry data 2.0
	Oriented polypropylene film E	Industry data 2.0
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI
	SAÍDAS	
	Soot	
	Production waste	
	Packaging waste, plastic	
Wood ashes		
Wastewater		
ENROLADINHO	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA	
	Oriented polypropylene film E	Industry data 2.0
	HDPE bottles E	Industry data 2.0
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Calcium chloride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI
	SAÍDAS	
	Soot	
	Production waste	
Packaging waste, plastic		
Wood ashes		
Wastewater		
MANTEIGA	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA	

	Oriented polypropylene film E	Industry data 2.0	
	Packaging film, low density polyethylene {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint	
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium chloride, production mix, at plant, dissolved RER	ELCD	
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI	
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint	
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI	
	SAÍDAS		
	Soot		
	Production waste		
	Packaging waste, plastic		
Wood ashes			
Wastewater			
MOZARELA NORMAL	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA		
	Packaging film, low density polyethylene {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint	
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Calcium chloride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI	
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint	
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI	
	SAÍDAS		
	Soot		
	Production waste		
	Packaging waste, plastic		
Wood ashes			
Wastewater			
MOZARELA LIGHT, PROVOLONE	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA		
	Oriented polypropylene film E	Industry data 2.0	
	Packaging film, low density polyethylene {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3	

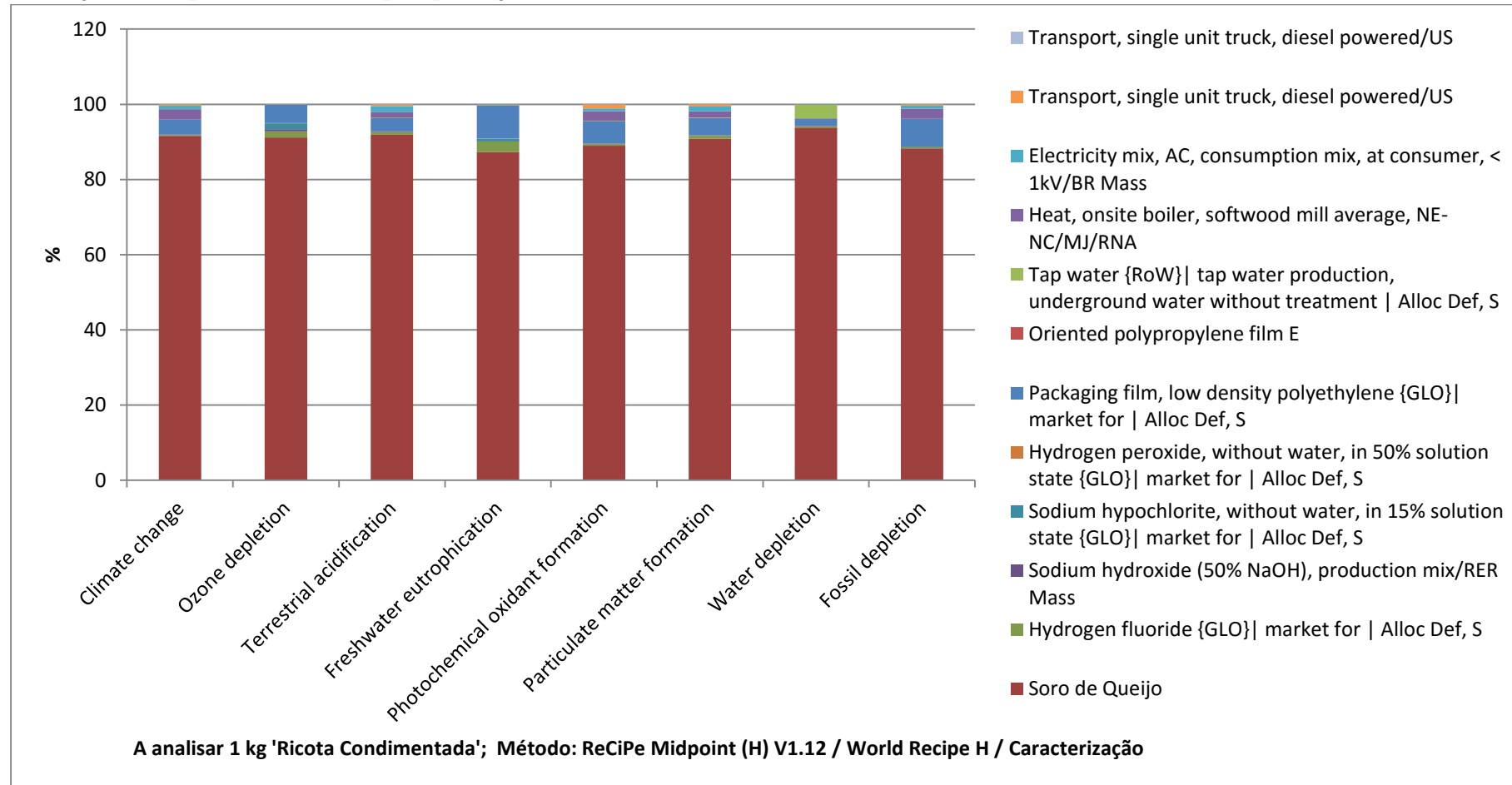


	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Calcium chloride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI
	SAÍDAS	
	Soot	
	Production waste	
	Packaging waste, plastic	
	Wood ashes	
	Wastewater	
RICOTA (NORMAL, CONDIMENTADA)	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA	
	Oriented polypropylene film E	Industry data 2.0
	Packaging film, low density polyethylene {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Soro de Queijo	Autor
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI
	SAÍDAS	
	Soot	
	Production waste	
	Packaging waste, plastic	
	Wood ashes	
	Wastewater	
CREME, LEITE DESNATADO	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA	
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3

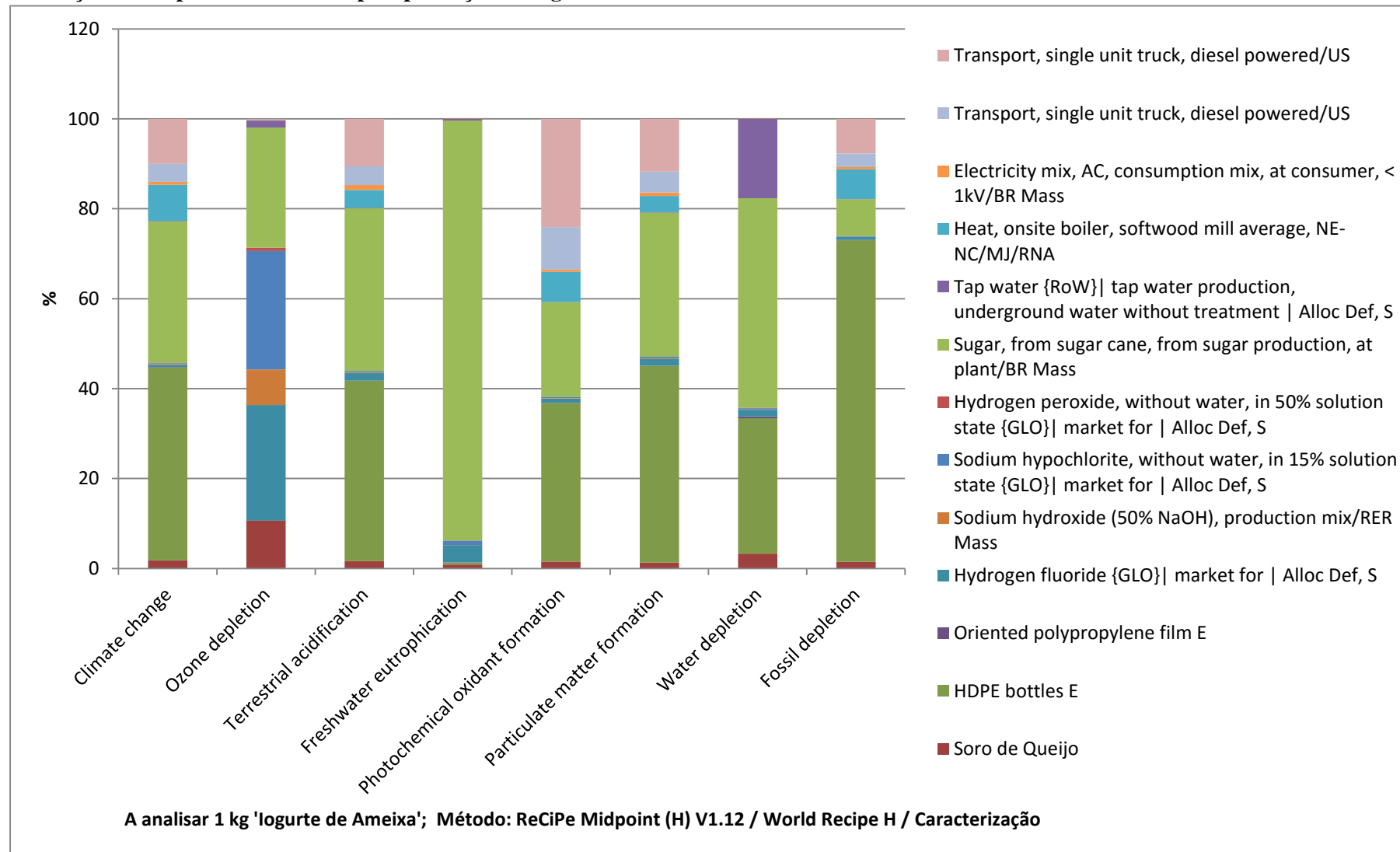
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI
	SAÍDAS	
	Soot	
	Wood ashes	
	Wastewater	
SORO DE QUEIJO	ENTRADAS DA ESFERA TECNOLÓGICA	
	Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Hydrogen fluoride {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {GLO}  market for   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Sodium hydroxide (50% NaOH), production mix/RER Mass	Agri-footprint
	Tap water {RoW}  tap water production, underground water without treatment   Alloc Def, S	Ecoinvent 3
	Heat, onsite boiler, softwood mill average, NE-NC/MJ/RNA	USLCI
	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV/BR Mass	Agri-footprint
	Transport, single unit truck, diesel powered/US	USLCI
	SAÍDAS	
	Soot	
	Wood ashes	
	Wastewater	

## APÊNDICE 4

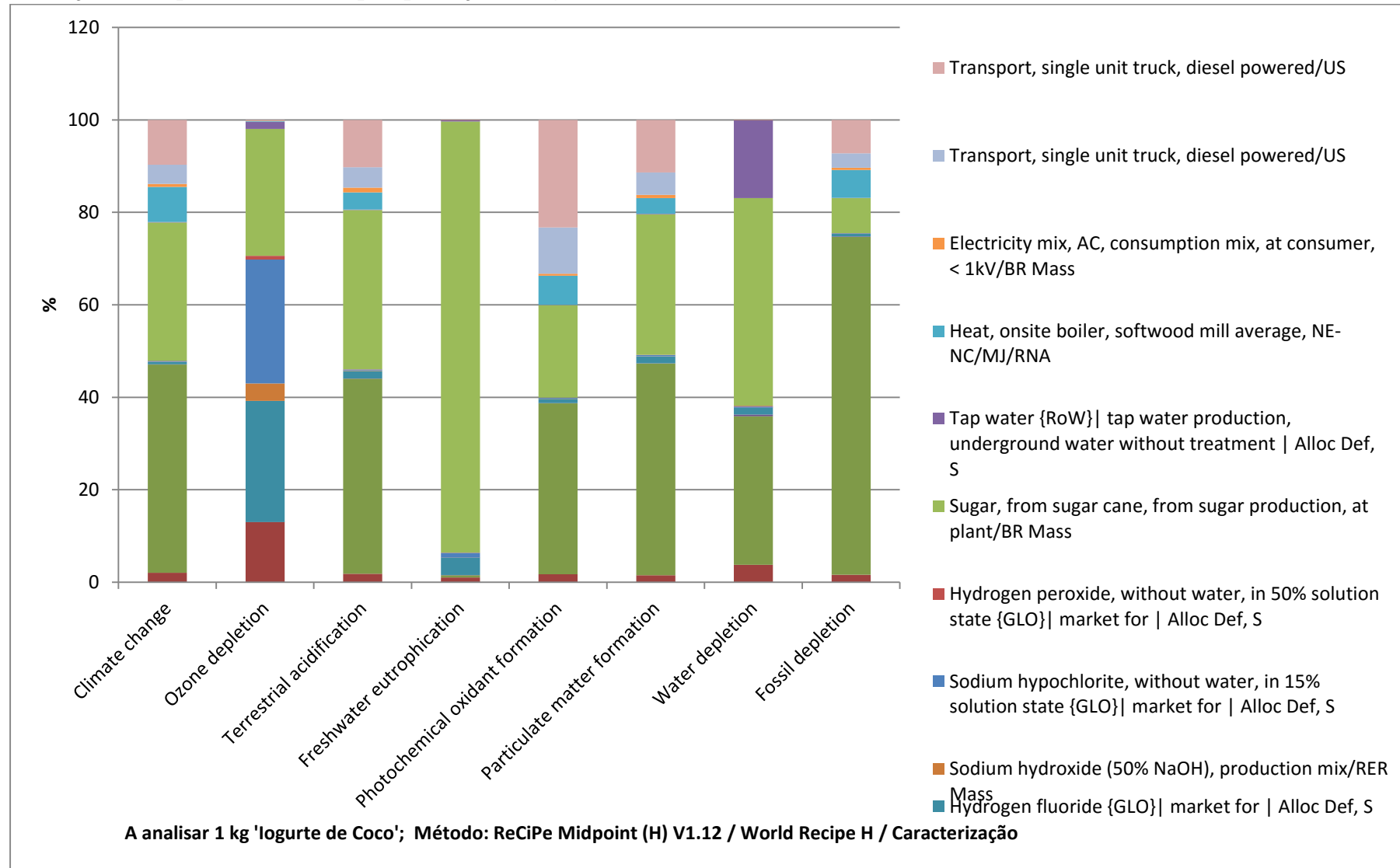
### Avaliação dos impactos ocasionado pela produção de Ricota Condimentada.



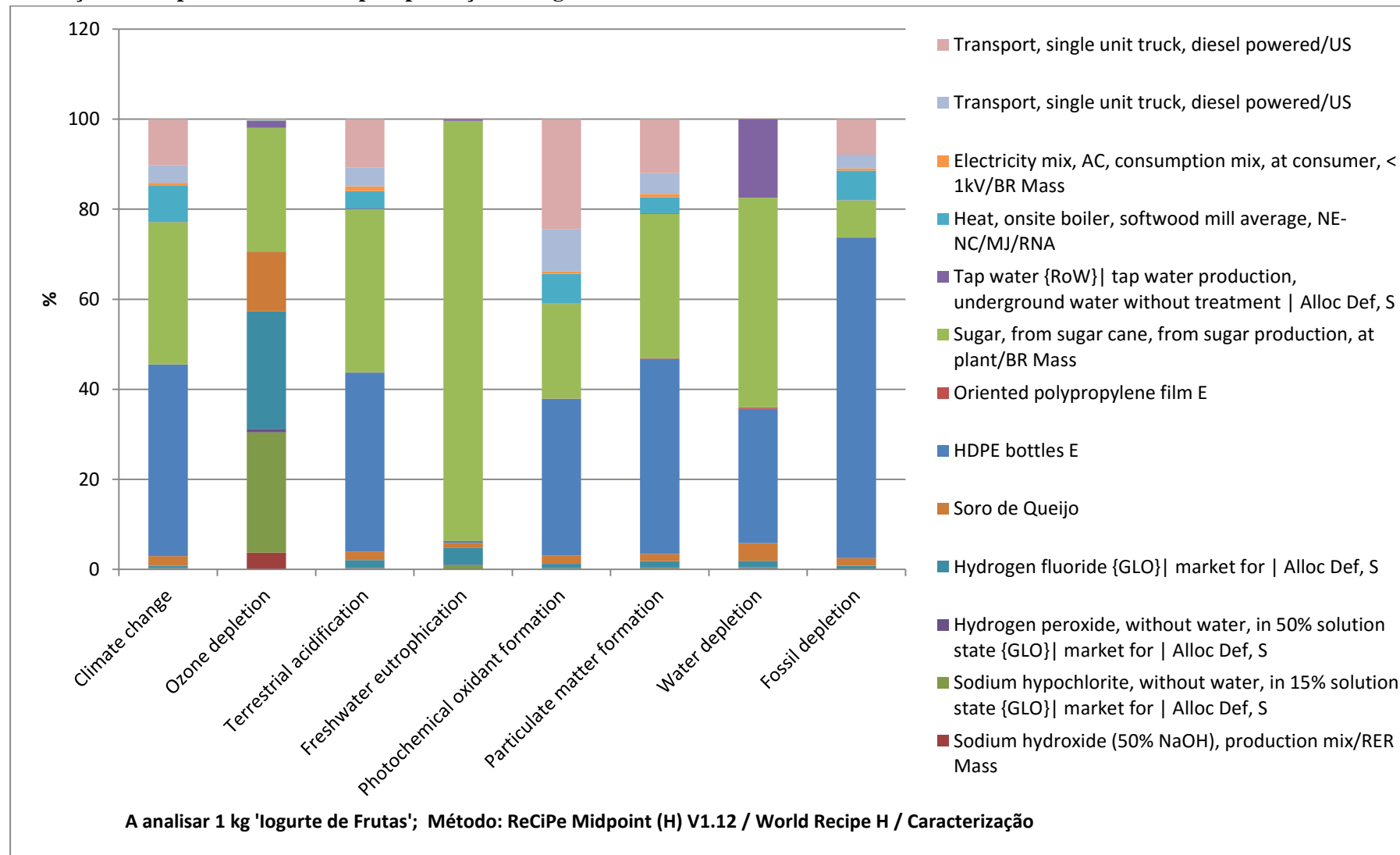
### Avaliação dos impactos ocasionado pela produção de Iogurte de Ameixa.



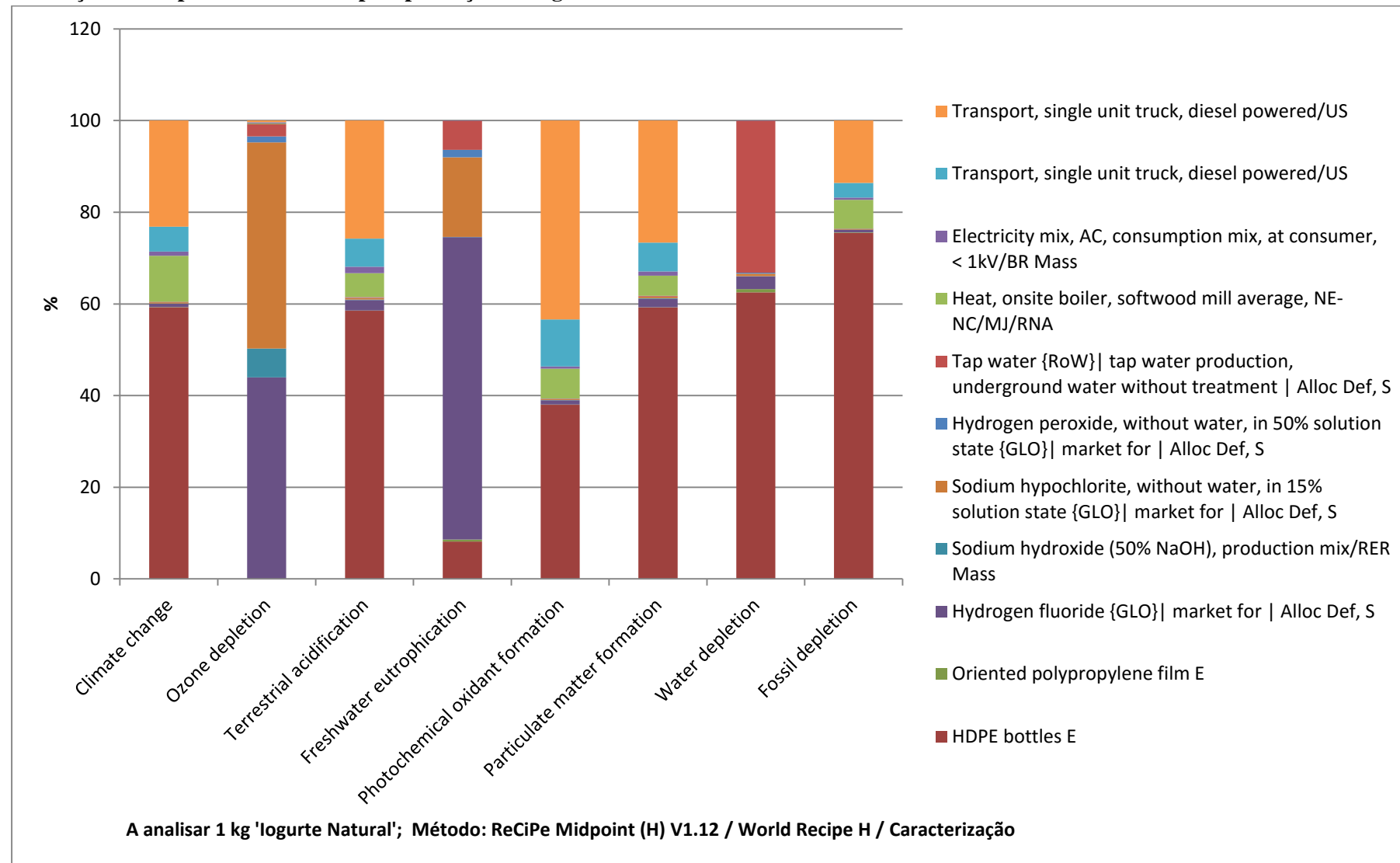
**Avaliação dos impactos ocasionado pela produção de Iogurte de Coco.**



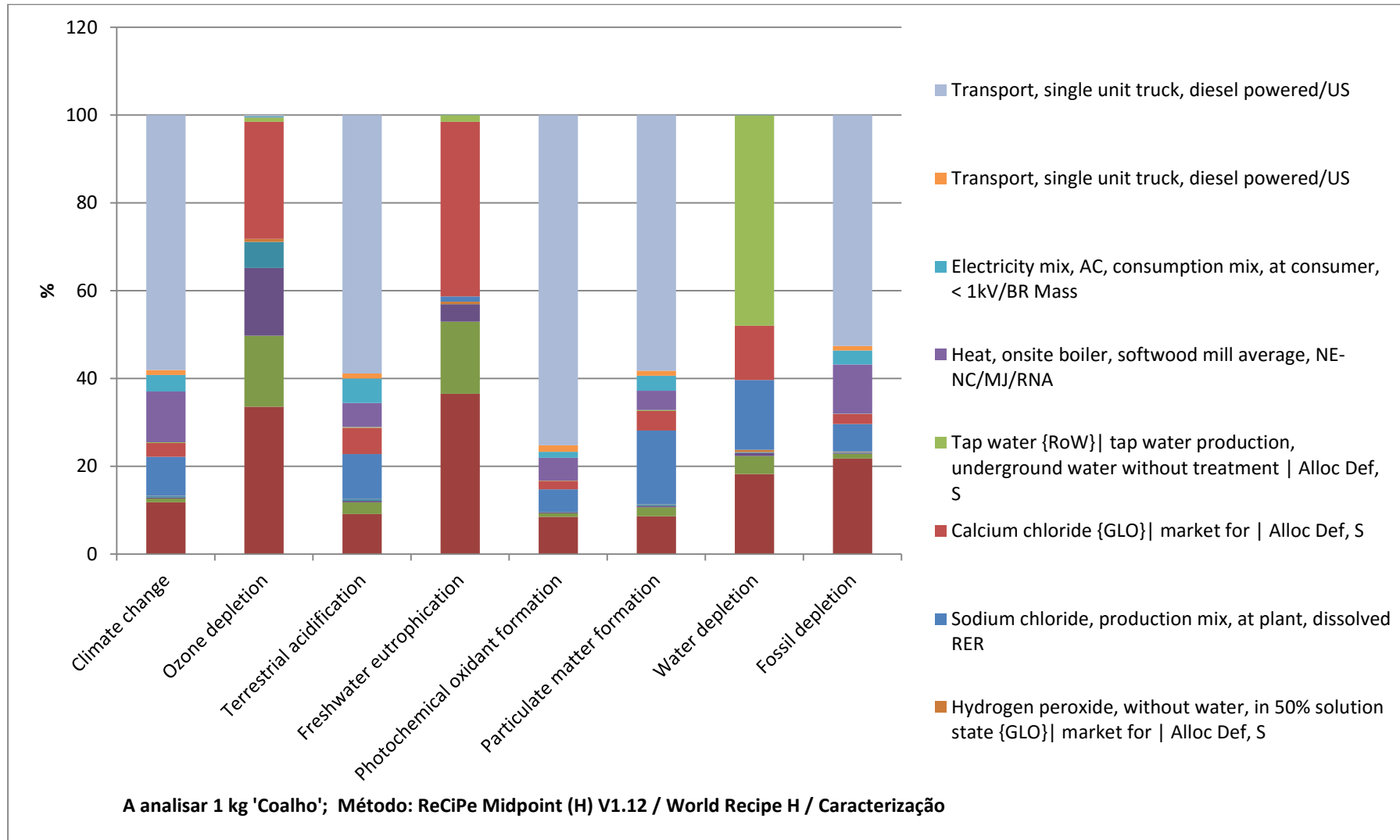
### Avaliação dos impactos ocasionado pela produção de Iogurte de Frutas.



### Avaliação dos impactos ocasionado pela produção de Iogurte Natural.

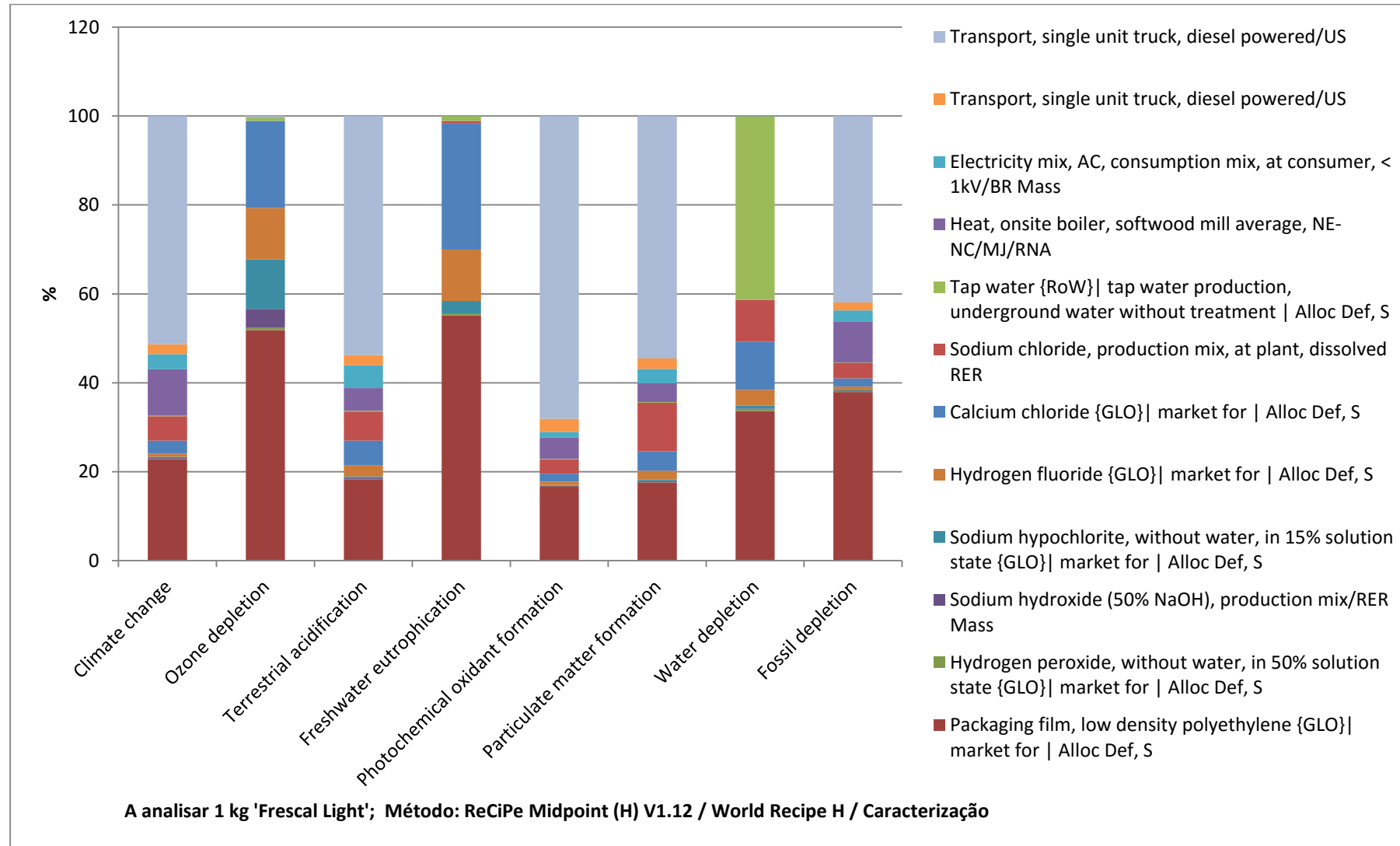


**Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Coalho.**

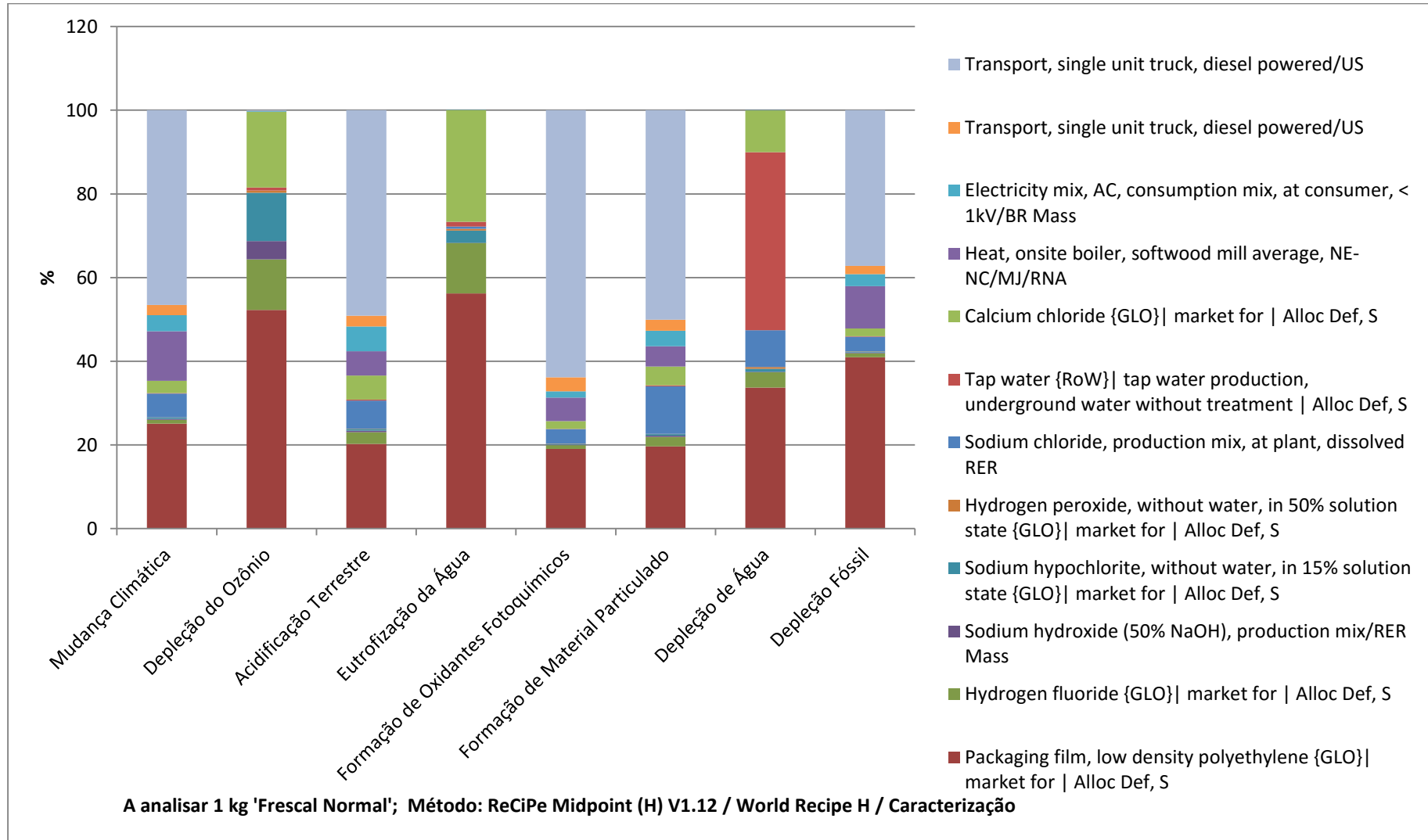




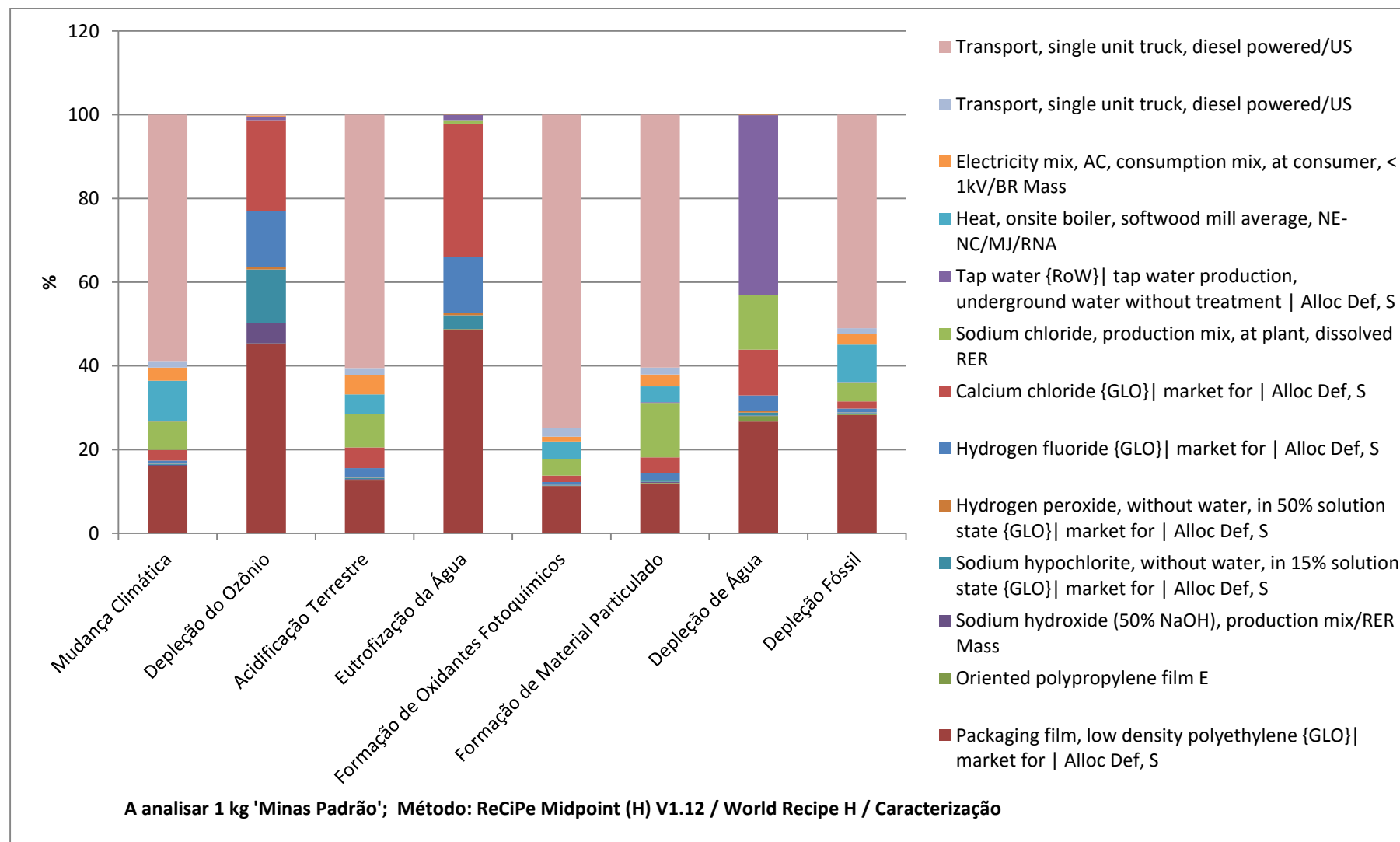
**Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Frescal Light.**



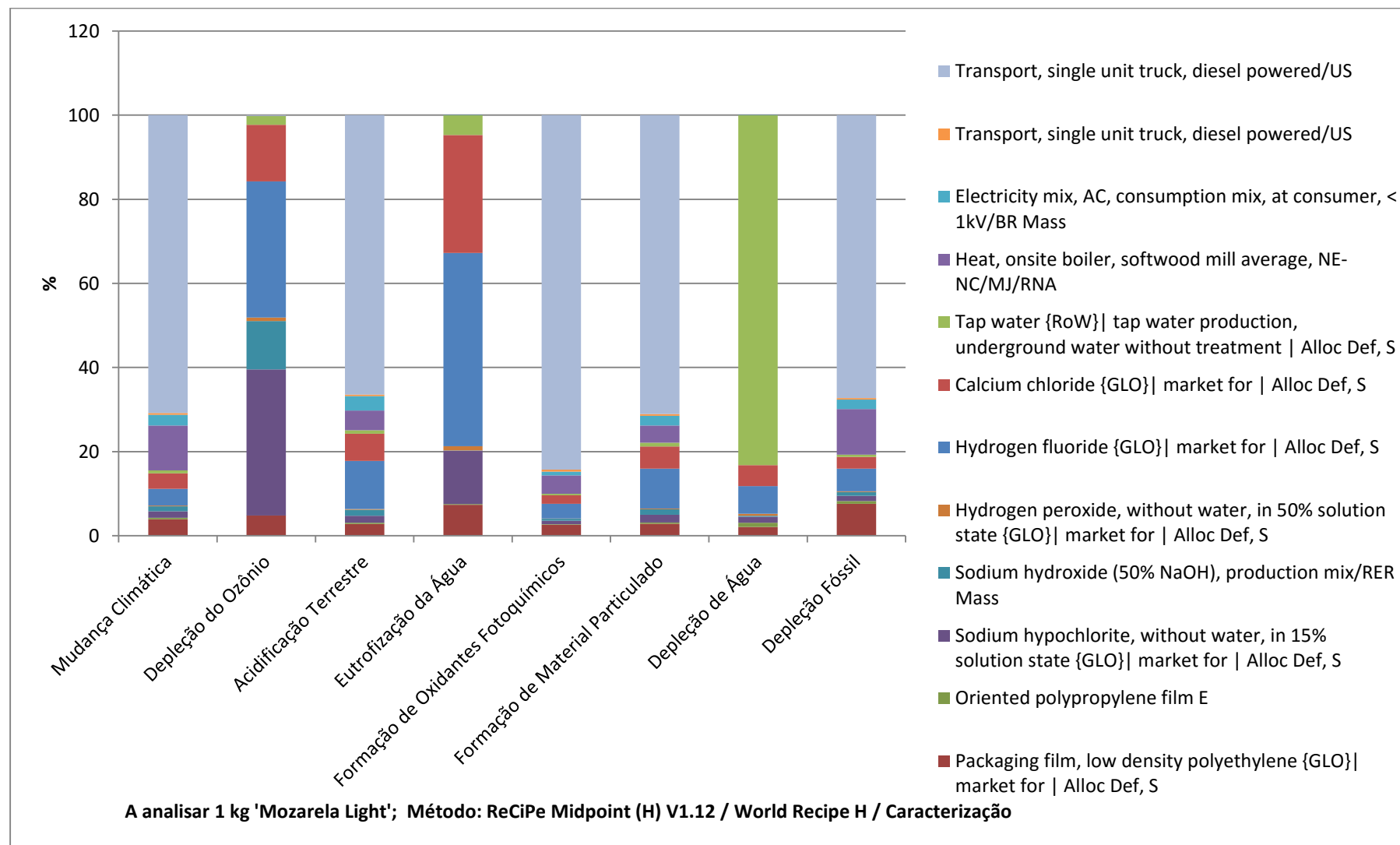
**Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Frescal Normal.**



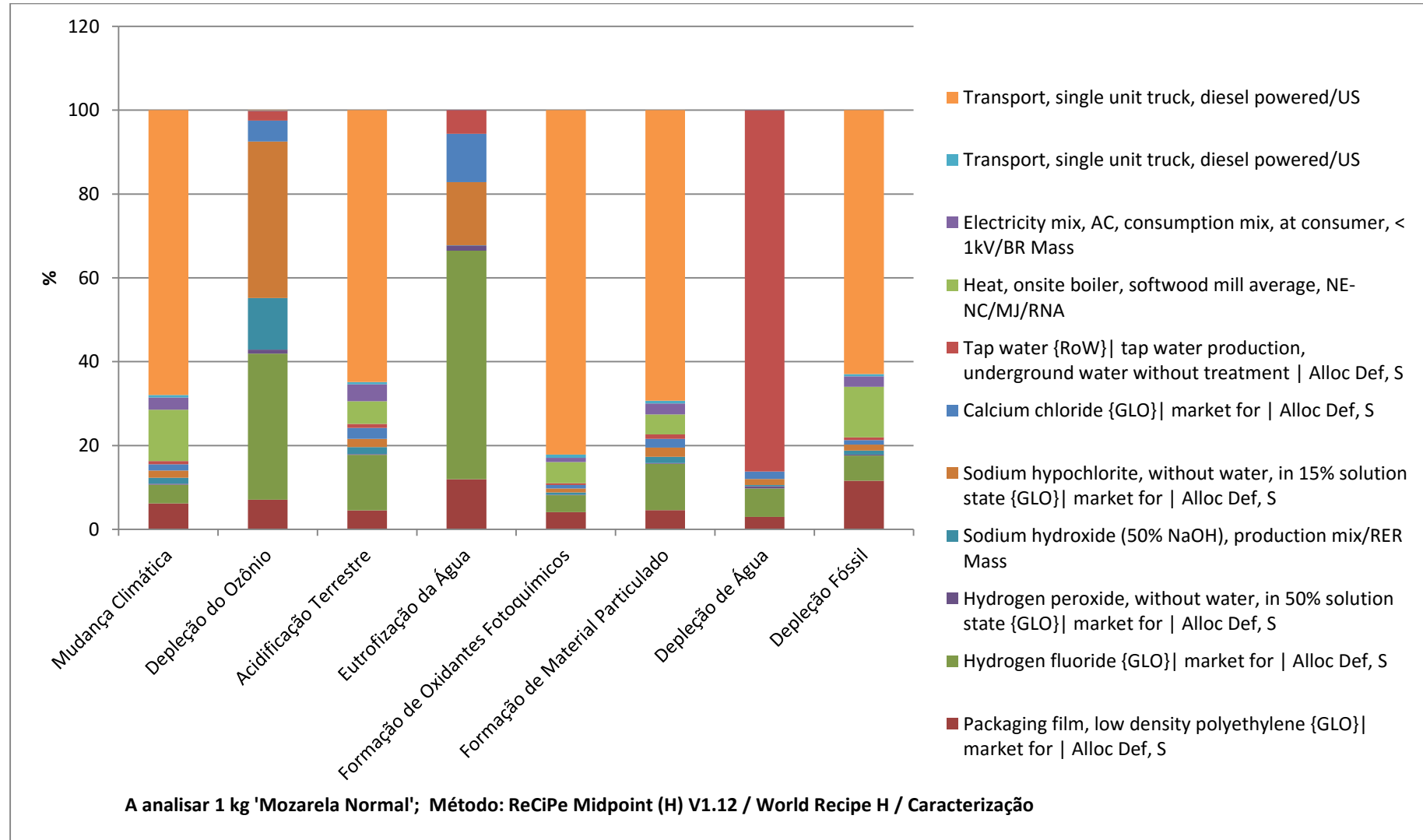
### Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Minas Padrão.



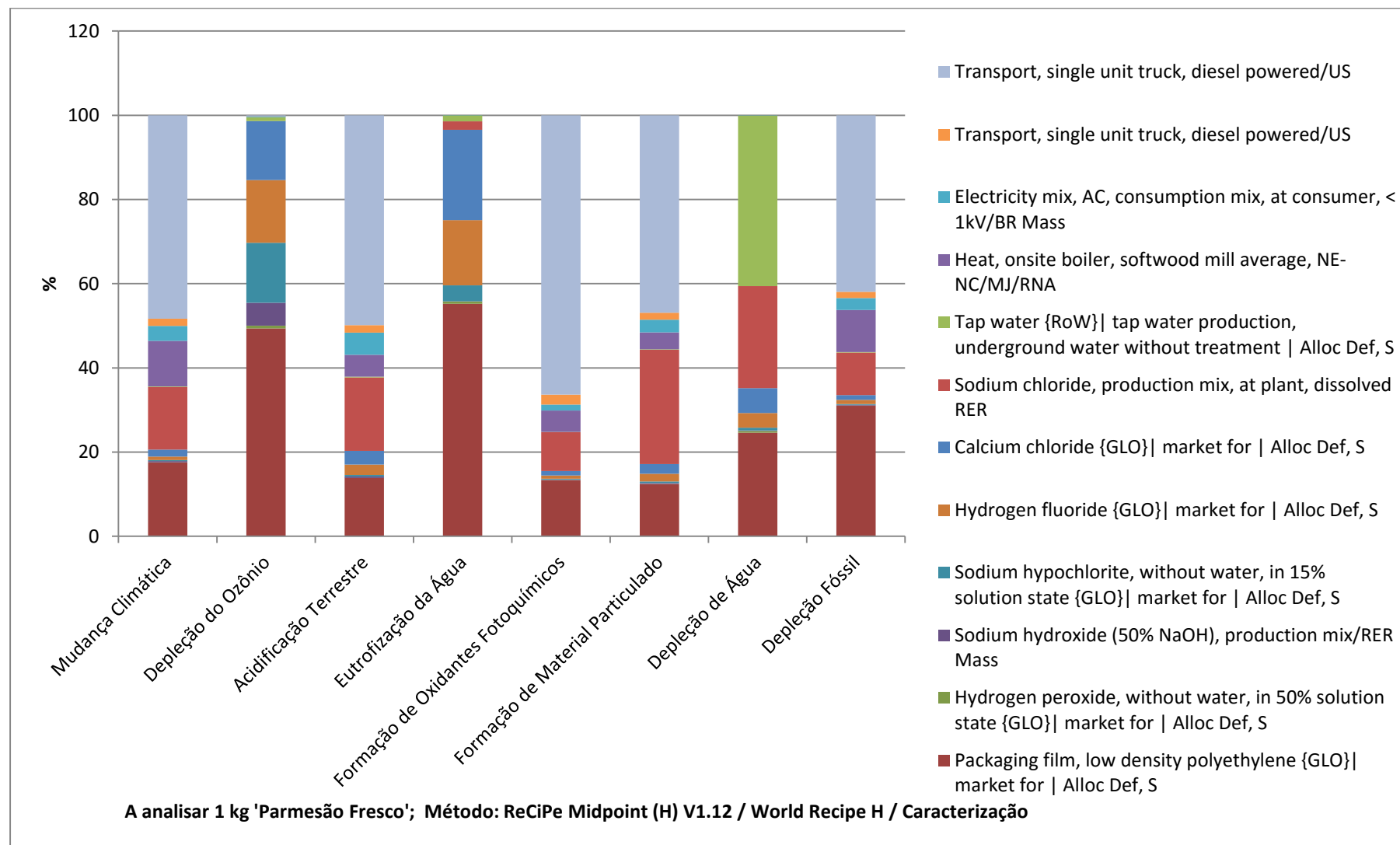
## Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Mozarela Light.



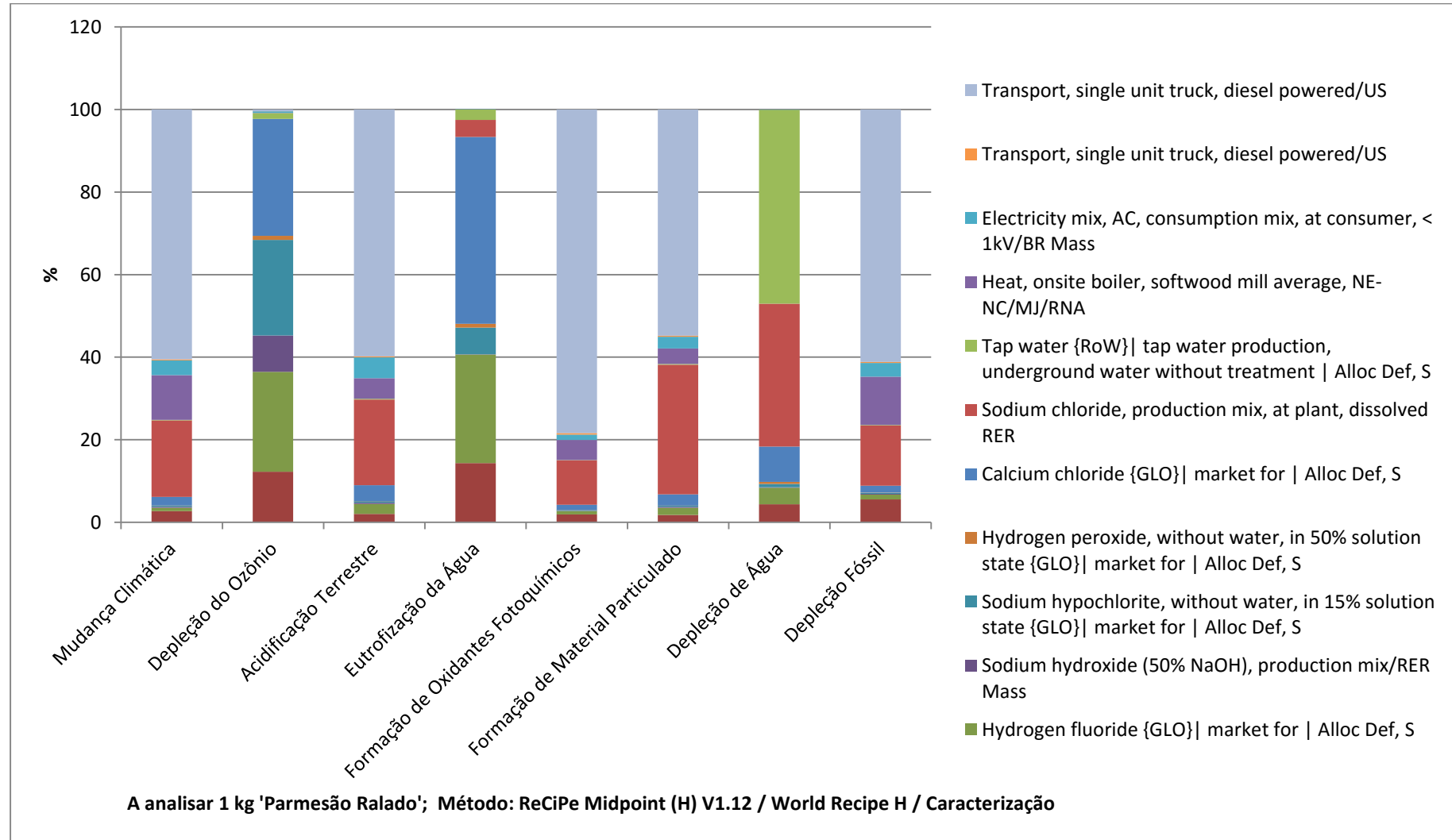
**Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Mozarela Normal.**



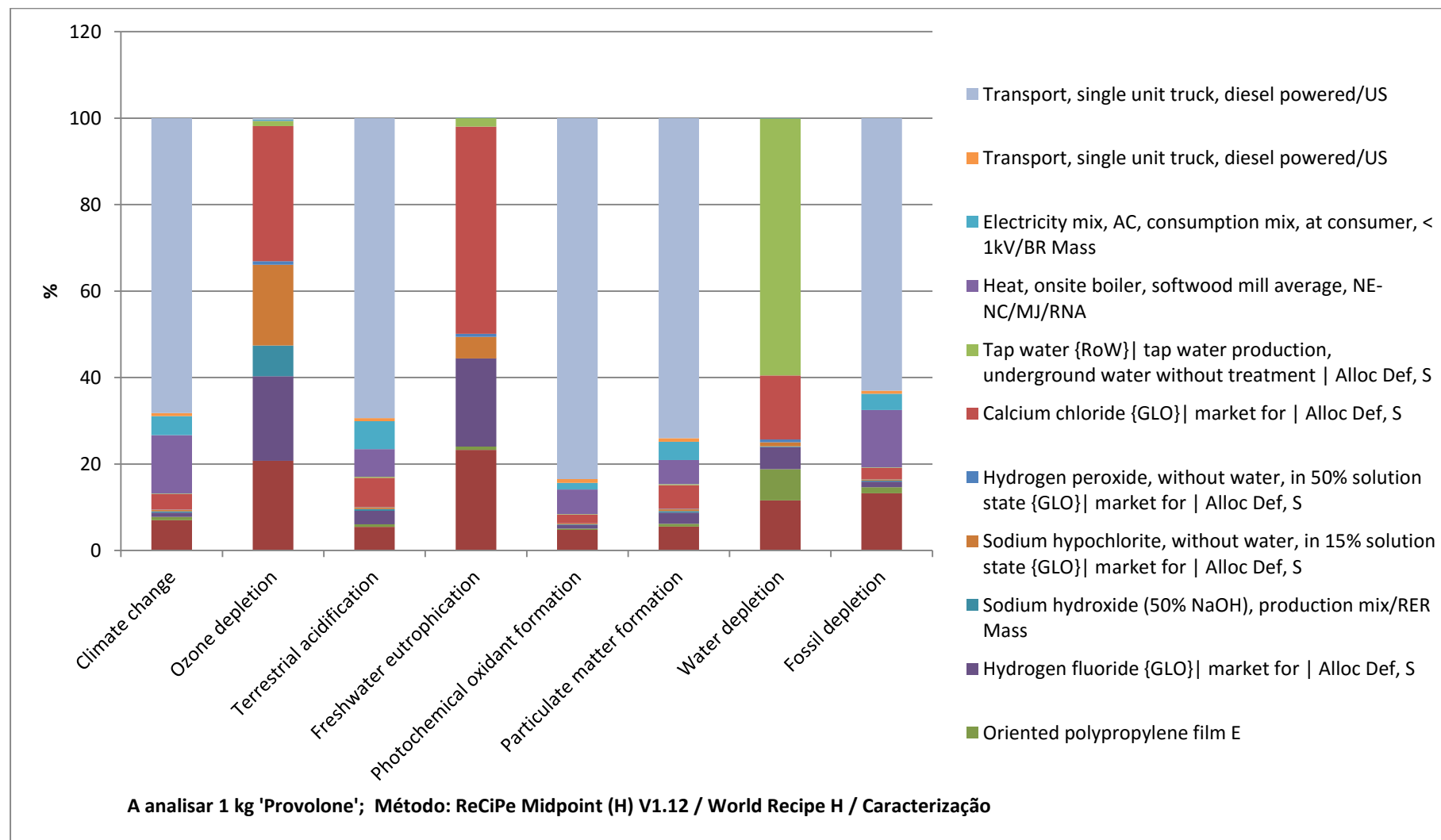
### Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Parmesão Fresco.



**Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Parmesão Ralado.**



**Avaliação dos impactos ocasionado pela produção do queijo Provolone.**





### Avaliação dos impactos ocasionado pelo Creme.

