

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia

**ANÁLISE COMPARATIVA DO CICLO DE VIDA DE
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS INDUSTRIAIS E
ARTESANAIS DA CULINÁRIA MINEIRA**

ELBERT MULLER NIGRI

Belo Horizonte
2012

ELBERT MULLER NIGRI

**ANÁLISE COMPARATIVA DO CICLO DE VIDA DE
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS INDUSTRIAIS E
ARTESANAIS DA CULINÁRIA MINEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Produção e Logística,

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eustáquio de Faria.

Coorientadores:

Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho.

Prof^a. Dr^a. Sônia Denise Ferreira Rocha.

Belo Horizonte
Faculdade de Engenharia - UFMG
2012

“A Deus,
porque dEle e por Ele e para Ele
são todas as coisas;
glória, pois, a Ele eternamente.
Amém!”

Romanos 11:36.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua presença intensa na minha vida.

Ao orientador Professor Eduardo Romeiro Filho, pela confiança no meu trabalho.

Aos meus professores coorientadores, Paulo Eutáquio de Faria e Sônia Denise Ferreira Rocha.

À graduanda Aline Capanema, pela contribuição no trabalho.

Aos demais colegas do Laboratório Integrado de Design e Engenharia do Produto (LIDEP), Luana Lott e Luciana Duarte.

Ao colega Wanderson de Oliveira Leite, pelo apoio durante o curso de mestrado.

Aos meus pais, Efigênia e Murilo.

Aos meus irmãos, Paula e Albert.

À Lídia, que me acompanhou desde o início neste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa.

Aos produtores e empresas que permitiram a coleta de dados utilizados no presente trabalho.

RESUMO

Embora a maior parcela da demanda por produtos típicos da culinária mineira como o queijo minas e o doce de leite seja suprida pela produção industrial, boa parte dela ainda é composta de produtos artesanais. A produção de doce de leite no Brasil é feita por muitas empresas, desde grandes laticínios até pequenos produtores artesanais e, de acordo com dados do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) em 2008, 40% do volume total de queijos produzidos no Brasil foram supridos pela produção artesanal. O presente estudo apresenta a aplicação da ferramenta de análise do ciclo de vida (ACV) nos produtos: queijo minas e doce de leite, determinando qual tipo de processo, se industrial ou artesanal, gera menor impacto ambiental. Para tanto, também foi realizada a análise individual nos dois tipos de processos produtivos (industrial e artesanal) de cada produto analisado, determinando também o impacto ambiental por etapas do ciclo de vida. A coleta de dados para o estudo foi realizada por meio de visitas em produtores artesanais e industriais de queijo minas e doce de leite. Os dados coletados em pesquisa de campo foram inseridos no *software* Simapro e a análise de impacto do ciclo de vida foi feita com a aplicação do método *Eco-indicator 99*. Os resultados revelaram que a produção artesanal apresenta menos prejuízo ao ambiente em ambos os produtos, queijo minas e doce de leite, e que a etapa de produção de leite é a maior geradora de impacto ambiental no ciclo de vida do queijo industrial, do queijo artesanal e do doce de leite artesanal. No ciclo de vida do doce de leite industrial, a etapa de mistura e cocção apresentou maior impacto ambiental. Entre as categorias de impacto avaliadas neste estudo, destacam-se a respiração de partículas inorgânicas, uso da terra e mudanças climáticas. Esses resultados apurados na análise são justificados principalmente devido à utilização de energia elétrica pelos produtores industriais.

Palavras-chave: Análise do ciclo de vida. Impacto ambiental. Processo artesanal. Processo industrial. Queijo minas. Doce de leite.

ABSTRACT

Although the largest share of demand for food products typical of Minas Gerais such as “minas cheese” and “milk candy” is catered for by industrial production, much of it still consists of handicraft products. The production of milk candy in Brazil is made by many companies, from large to small dairy artisan producers and according to data from Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) in 2008, 40% of total cheese produced in Brazil was supplied by craft production. This study presents the application of the tool of Life Cycle Assessment (LCA) in the products: minas cheese and milk candy, determining which type of process, industrial or craft, that generates less environmental impact. To this end, the analysis was also performed in two kinds of individual processes (industrial and artisanal) of each product analyzed, also determining the environmental impact by stages of the life cycle. Data collection for the study was conducted through visits to artisan producers and industrial producers of minas cheese and milk candy. The data collected from field research were included in the SimaPro software, and impact analysis of the life cycle was carried out using the method Eco-Indicator 99. Results indicate that the artisanal production causes less harm to the environment in both products, minas cheese and milk candy, and that the stage of milk production is the largest generator of environmental impact in the life cycle of the industrial cheese, artisanal cheese and artisanal milk candy. In the life cycle of the milk candy industrial the step of mixing and cooking had a higher environmental impact. Among the impact categories evaluated in this study, the highlights are the respiration of inorganic particles, land use and climate change. These results show in the analysis are explained by the use of electricity by industrial producers.

Keywords: Life cycle analysis. Environmental impact. Craft process. Manufacturing process. Minas cheese. Milk candy.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ABCV	Associação Brasileira do Ciclo Vida
ABIPT	Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do ciclo de vida
ACVS	Análise do ciclo de vida simplificada
AICV	Avaliação do impacto do ciclo de vida
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior
CB38	Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental
CCV	Custo do Ciclo de Vida
CH ₄	Metano
CML	Avaliação do Ciclo de Vida
CMLCA	<i>Chain Management by Life Cycle Assessment</i>
CO ₂	Dióxido de carbono
CV	Cavalo-vapor
DALY	<i>Disability Adjusted Life Years</i>
EERE	<i>Energy Efficiency and Renewable Energy</i>
EIOA	Análise de insumo-produto ambiental
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EPD	<i>Environmental Product Declarations</i>
EPS	<i>Environmental Priority Strategies</i>
EUA	Estados Unidos da América
FAEMG	Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais
GANAP	Grupo de Apoio à Normalização
GLP	Gás liquefeito de petróleo
GP2	Grupo de Prevenção da Poluição
REET	<i>Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation</i>
ICV	Inventário do ciclo de vida
INDI	Instituto Nacional do Desenvolvimento Industrial

IOA	<i>Input-output</i>
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ISO	<i>International Organization of Standardization</i>
LCA	Avaliação do custo de vida
LCC	<i>Life Cycle Costing</i>
LCSA	Avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida
LIDEP	Laboratório Integrado de Design e Engenharia do Produto
MRI	<i>Midwest Research Institute</i>
N ₂ O	Óxido nitroso
NBR	Norma Brasileira
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
NPI	<i>National Pollutant Inventory</i>
PAF	<i>Potentially Affected Fraction</i>
PAG	Potencial de aquecimento global
PDF	<i>Potentially Disappeared Fraction</i>
PHT	Potencial de toxicidade humana
PN	Potencial de nitrificação
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
REPA	<i>Resource and Environmental Profile Analysis</i>
SAIC	<i>Scientific Applications International Corporation</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SETAC	<i>Society of Environmental Toxicology and Chemistry</i>
S-LCA	<i>Social Life Cycle Assessment</i>
TRACI	<i>Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts</i>
TS	<i>Technical specification</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Program</i>
USP	Universidade de São Paulo
WISARD	<i>Waste Integrated Systems Assessment for Recovery and Disposal</i>
WTP	<i>Willingness To Pay</i>

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

FIGURA 1 - Normas ISO versão atual.....	28
FIGURA 2 - Estrutura de uma ACV.....	29
FIGURA 3 - Fases da ACV.....	30
FIGURA 4 - Unidade de processo.....	32
FIGURA 5 - Dimensões da ACV.....	32
FIGURA 6 - Procedimentos simplificados para a etapa de análise do inventário.....	34
FIGURA 7 - As etapas do método Eco99.....	45
FIGURA 8 - Ciclo de vida do queijo minas artesanal e do queijo minas industrial.....	59
FIGURA 9 - Insumos utilizados na produção de 1 kg do queijo minas industrial.....	61
FIGURA 10 - Insumos utilizados na produção de 1 kg do queijo minas artesanal.....	62
FIGURA 11 - Divisão do ciclo de vida do queijo industrial em subsistemas..	66
FIGURA 12 - Processo artesanal do queijo minas dividido em subsistemas	67
FIGURA 13 - Ciclo de vida do doce de leite artesanal e do doce de leite industrial.....	90
FIGURA 14 - Insumos utilizados na produção de 400 g do doce de leite industrial.....	92
FIGURA 15 - Insumos utilizados na produção de 400 g do doce de leite artesanal.....	94
FIGURA 16 - Divisão do ciclo de vida do doce de leite industrial em subsistemas.....	97
FIGURA 17 - Processo artesanal do doce de leite dividido em subsistemas .	99
FIGURA 18 - Tanque de estocagem de leite (recepção).....	221
FIGURA 19 - Colocação do coalho.....	221
FIGURA 20 - Processo de dessoração e enformagem da massa.....	222
FIGURA 21 - Salga do queijo.....	222
FIGURA 22 - Maturação do queijo.....	223

FIGURA 23 - Local de fabricação do queijo artesanal.....	223
FIGURA 24 - Processo de dessoração e enformagem da massa.....	224
FIGURA 25 - Sal grosso e coalho utilizados na fabricação do queijo.....	225
FIGURA 26 - Fermento pingo (coleta).....	225
FIGURA 27 – Queijo maturando na parte de cima, abaixo a massa de queijo enformada.....	226
FIGURA 28 - Tanque de leite e maquinário para o processo de homogeneização.....	227
FIGURA 29 - Mistura do açúcar no leite na etapa de mistura e cocção.....	227
FIGURA 30 - Tanque de estocagem de doce.....	228
FIGURA 31 - Máquina de injetar doce.....	229
FIGURA 32 - Limpeza dos tachos.....	229
FIGURA 33 - Entrada da loja.....	230
FIGURA 34 - Local de exposição dos doces e licores para venda.....	231
FIGURA 35 - Mistura e cocção.....	231
FIGURA 36 - Doce em potes de vidro.....	232
FIGURA 37 - Potes de doce.....	232

Gráficos

GRÁFICO 1 - Impactos ambientais gerados pelo queijo industrial em porcentagem.....	68
GRÁFICO 2 - Impactos ambientais pelo ciclo de vida do queijo industrial pelo critério de ponderação.....	70
GRÁFICO 3 - Impactos ambientais no ciclo de vida do queijo industrial pelo critério de pontuação única.....	72
GRÁFICO 4 - Impactos ambientais do queijo minas artesanal em porcentagem.....	74
GRÁFICO 5 - Impactos ambientais no ciclo de vida do queijo minas artesanal pelo critério de ponderação.....	76
GRÁFICO 6 - Impactos ambientais no ciclo de vida do queijo minas artesanal apresentados pelo critério de pontuação única.....	78

GRÁFICO 7 - Comparação entre impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial e do queijo minas artesanal em porcentagem.....	80
GRÁFICO 8 - Comparação por categoria de impacto ambiental entre o ciclo de vida do queijo minas industrial e artesanal pelo critério de ponderação.....	82
GRÁFICO 9 - Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial e artesanal apresentados em pontuação única.....	84
GRÁFICO 10 - Comparação entre impactos ambientais gerados por etapas do ciclo de vida industrial e artesanal do queijo minas.....	86
GRÁFICO 11 - Impactos ambientais gerados pelo doce de leite industrial em porcentagem.....	101
GRÁFICO 12 - Impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial pelo critério de ponderação.....	103
GRÁFICO 13 - Impactos ambientais gerados no ciclo de vida do doce de leite industrial pelo critério de pontuação única.....	105
GRÁFICO 14 - Impactos ambientais do doce de leite artesanal em porcentagem.....	107
GRÁFICO 15 - Impactos ambientais no ciclo de vida do doce de leite artesanal pelo critério de ponderação.....	109
GRÁFICO 16 - Impactos ambientais no ciclo de vida do doce de leite artesanal apresentados pelo critério de pontuação única.....	111
GRÁFICO 17 - Comparação entre impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial e do doce de leite artesanal em porcentagem.....	113
GRÁFICO 18 - Comparação por categoria de impacto ambiental entre o ciclo de vida do doce de leite minas industrial e do doce artesanal pelo critério de ponderação.....	115
GRÁFICO 19 - Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial e artesanal apresentados em pontuação única.....	117

GRÁFICO 20 - Comparação entre impactos ambientais gerados por etapas do ciclo de vida industrial e artesanal do doce de leite.....	119
--	-----

Quadros

QUADRO 1 - Métodos de avaliação de impacto do ciclo de vida.....	42
QUADRO 2 - Valores normalizados em função de dados europeus segundo o relatório de Blonk <i>et al.</i> (1997) na perspectiva hierárquica	47
QUADRO 3 - Valores normalizados em função de dados europeus segundo o relatório de Blonk <i>et al.</i> (1997) na perspectiva individualista	48
QUADRO 4 - Valores normalizados em função de dados europeus segundo o relatório de Blonk <i>et al.</i> (1997) na perspectiva igualitária	49
QUADRO 5 - Softwares para apoio à ACV.....	51
QUADRO 6 - Insumos utilizados na produção de queijo minas artesanal e industrial por unidade funcional.....	63
QUADRO 7 - Emissões geradas (parte) na produção de queijo minas industrial e de queijo minas artesanal por quilograma de produto	64
QUADRO 8 - Insumos utilizados na produção de doce de leite artesanal e industrial por unidade funcional.....	95
QUADRO 9 - Emissões geradas (parte) na produção de doce de leite industrial e de doce de leite para 400 g de produto	96
QUADRO 10 - Emissões geradas pelo uso de lenha como combustível em caldeira, por metro cúbico.....	149
QUADRO 11 - Emissões geradas pelo uso de lenha como combustível na produção industrial de queijo minas com valores expressos por lote e por unidade funcional.....	150
QUADRO 12 - Emissões geradas pelo uso de lenha como combustível na produção industrial de doce de leite com valores expressos por lote e por unidade funcional.....	151
QUADRO 13 - Caracterização dos efluentes gerados na produção de doce de leite industrial.....	152
QUADRO 14 - Caracterização dos efluentes gerados na produção de doce de leite artesanal.....	153

SUMÁRIO¹

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Análise do ciclo de Vida (ACV).....	18
2.1.1 Histórico da ACV.....	18
2.1.1.1 ACV no Brasil.....	21
2.1.2 Conceito geral de ciclo de vida.....	22
2.1.3 Conceito e definição de análise do ciclo de vida.....	23
2.1.4 Benefícios de um estudo ACV.....	24
2.1.5 Limitações de um estudo ACV.....	26
2.1.6 A ACV e as normas ISO.....	27
2.1.7 Fases da avaliação do ciclo de vida.....	29
2.1.7.1 Definição de objetivo e escopo.....	30
2.1.7.2 Análise de inventário.....	33
2.1.7.3 Avaliação de impacto.....	35
2.1.7.4 Interpretação.....	40
2.2 Métodos de análise de impacto do ciclo de vida (AICV).....	41
2.2.1 Método <i>eco-indicator</i> 99.....	43
2.3 <i>Softwares</i> para apoio à ACV.....	49
2.4 Análise do ciclo de vida simplificada (ACVS)	51
3 METODOLOGIA.....	54
4 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO QUEIJO MINAS.....	57
4.1 Descrição do processo produtivo do queijo minas industrial e artesanal.	57
4.1.1 Principais características dos produtores de queijo minas estudados..	59
4.2 Insumos utilizados na produção de queijo minas.....	60

¹ Este trabalho foi revisado de acordo com as novas regras ortográficas aprovadas pelo Acordo Ortográfico assinado entre os países que integram a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em vigor no Brasil desde 2009. E foi formatado de acordo com a ABNT NBR 14724 de 17.04.2011.

4.3 Divisão do ciclo de vida do queijo minas em subsistemas.....	64
4.4 Resultados e discussão da análise comparativa do queijo minas.....	67
4.4.1 Queijo minas industrial.....	67
4.4.2 Queijo minas artesanal.....	73
4.4.3 Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial e do queijo minas artesanal.....	79
4.5 Considerações sobre a análise do ciclo de vida do queijo minas industrial e do queijo minas artesanal.....	87
5 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO DOCE DE LEITE.....	89
5.1 Descrição do processo produtivo do doce de leite industrial e artesanal.	89
5.1.1 Principais características dos produtores de doce de leite visitados.....	90
5.2 Insumos utilizados na produção do doce de leite.....	91
5.3 Divisão do ciclo de vida do doce de leite em subsistemas.....	96
5.4 Resultados e discussão da análise comparativa do ciclo de vida doce de leite.....	99
5.4.1 Doce de leite industrial.....	99
5.4.2 Doce de leite artesanal.....	106
5.4.3 Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial e o doce de leite artesanal.....	112
5.5 Considerações sobre a análise do ciclo de vida do doce de leite industrial e do ciclo de vida do doce de leite artesanal.....	120
6 CONCLUSÃO.....	121
REFERÊNCIAS.....	123
APÊNDICES.....	129

1 INTRODUÇÃO

Processo artesanal é aquele realizado de maneira tradicional, muitas vezes exercida por um mesmo indivíduo utilizando métodos rudimentares e em pequena escala. É aquele que afirma a identidade cultural de um local ou de um povo. O processo industrial é caracterizado pelo uso de maquinário sofisticado; seu método é dividido em etapas realizadas por diferentes indivíduos e voltado para a produção em grande escala.

No Brasil, a maioria da demanda por produtos de praticamente todos os segmentos é suprida por produtos industrializados, ou seja, manufaturados por processos industriais. No entanto, no segmento alimentício, mesmo com o mercado dominado por produtos industrializados, os produtos artesanais têm seu destaque. Isso porque uma de suas principais características é a qualidade, advinda de seu tradicional modo de preparo e componentes utilizados.

Um dos alimentos mais antigos da humanidade, inclusive citado em trechos bíblicos, é o queijo. Conta-se do surgimento de um esboço de receita desse produto obtido da observação do processo de coagulação de leite de cabras e ovelhas domesticadas por pastores há cerca de 10.000 a.C. (MASUI; YAMADA, 1999 *apud* PIRES, 2003).

O queijo é considerado alimento tipicamente mineiro e seu estabelecimento como símbolo local iniciou-se a partir do século XVIII, com o desenvolvimento de sua produção por meio de técnicas portuguesas. Seu reconhecimento como manifestação cultural mineira foi confirmado em 2008 pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), declarando-o patrimônio imaterial brasileiro (FAEMG SENAR MINAS, 2011). Os métodos de fabricação do queijo minas são singulares, por possuírem bases artesanais e por estarem incluídos na história do estado de Minas Gerais. Com sua fama, seu volume produzido aumentou, gerando formas alternativas de fabricação. Assim, além da forma artesanal de produção, foi desenvolvido o processo industrial de fabricação do queijo minas, visando atender a uma demanda cada vez maior desse produto. De acordo com

dados do SEBRAE (2008), 40% do volume total de queijos produzidos no Brasil são supridos pela produção artesanal.

O doce de leite também é considerado alimento tradicional da cozinha mineira. De acordo com Machado, Tfouni e Souza (2003), Minas Gerais produz 50% da produção nacional. A produção de doce de leite no Brasil é feita por muitas empresas, desde grandes laticínios até pequenos produtores artesanais (DEMIATE; KONKEL; PEDROSA, 2001). Trata-se de um produto obtido por concentração e ação do calor na pressão normal ou reduzida do leite ou do leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme adicionado de sacarose (BRASIL, 1997).

Tendo em vista a importância do queijo minas e do doce de leite como identificadores da cultura local e seu alto volume de produção, bem como seu consumo crescente, o estudo comparativo dos impactos ambientais gerados durante seu ciclo produtivo se justifica. Além disso, existe aumento na consciência ambiental do consumidor que, no futuro, irá considerar critérios ecológicos e éticos na seleção de produtos alimentares (ANDERSON; OHLSSON; OLSSON, 1994).

Um dos métodos mais aceitos internacionalmente para avaliação dos impactos ambientais associados a atividades ou produtos consiste na análise do ciclo de vida (ACV) (HOSPIDO; MOREIRA; FEIOJOO, 2003). Essa ferramenta ou método serve como auxílio na tomada de decisão de produção de determinados produtos ou escolha de processos, considerando os impactos causados ao meio ambiente. E pode, ainda, identificar oportunidades de melhorias dos aspectos ambientais, considerando as várias fases de um sistema de produção. A ACV fornece visão geral do real impacto causado pela fabricação de certo produto, determinando as etapas críticas da produção que proporcionam altas descargas ambientais ou que consomem grandes quantidades de recursos naturais. Com isso, pode-se determinar a performance ambiental, comparando mais de um produto ou processo e avaliar qual será a melhor opção (NIGRI; ROMEIRO FILHO; ROCHA, 2009).

Embora produtores industriais de queijo minas e doce de leite possuam mais capacidade de investimentos na redução de impactos ambientais devido ao seu alto volume de produção, acredita-se que a produção artesanal de queijo minas e doce de leite proporcione menos impacto ambiental.

1.1 Objetivos

O objetivo deste estudo é determinar o tipo de processo (industrial ou artesanal) que apresenta menos impacto ambiental, com a aplicação da ferramenta ACV nos produtos: queijo minas e doce de leite. Com o propósito de alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos deste estudo são:

- Determinar o impacto ambiental das etapas do ciclo de vida do queijo minas e do ciclo de vida do doce de leite nos processos industrial e artesanal, a fim de determinar quais são as que geram mais prejuízo ao ambiente.
- Determinar o impacto ambiental gerado no ciclo de vida do queijo minas e no ciclo de vida do doce de leite nos processos industrial e artesanal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Análise do ciclo de Vida (ACV)

2.1.1 Histórico da ACV

Com a preocupação sobre a escassez de matérias-primas e recursos energéticos, no início da década de 1960 houve o surgimento da análise do ciclo de vida (ACV), buscando-se encontrar maneiras de mapear e quantificar o gasto de recursos naturais. Vários estudos detalhados envolvendo o esgotamento de recursos naturais e mudanças climáticas geradas pelo crescimento populacional e o conseqüente aumento do consumo foram realizados estimando custos e implicações ambientais de fontes alternativas de energia (SAIC, 2006).

As abordagens ao ciclo de vida também foram combinadas com modelos econômicos de insumo-produto para estimar as emissões ambientais e os custos econômicos, associados a várias tecnologias energéticas ao longo de seus ciclos de vida. Um marco importante envolvendo a ACV ocorreu quando a empresa Coca-Cola solicitou um estudo com o objetivo de quantificar a utilização de recursos naturais, bem como a geração de resíduos e emissões durante o ciclo de vida da garrafa retornável de vidro e da garrafa descartável de plástico com o fim de avaliar qual embalagem seria mais ambientalmente adequada. O estudo foi conduzido pelo *Midwest Research Institute* (MRI) e ficou conhecido como *Resource and Environmental Profile Analysis* (REPA). Embora nunca tenha sido publicado devido a questões de sigilo industrial, o mesmo serviu de base pelo MRI durante a realização de um estudo para a *Environmental Protection Agency* (EPA, 2002) e é muitas vezes tido como o surgimento do que hoje se conceitua como AVC (CHEHEBE, 1998).

Outras empresas, tanto nos Estados Unidos como na Europa, realizaram estudos comparativos similares à ACV no início da década de 1970. Naquela época, muitos dos dados disponíveis foram retirados de fontes públicas, tais como

documentos governamentais ou trabalhos técnicos, uma vez que dados específicos industriais não estavam disponíveis (SAIC, 2006).

Houve, entre 1975 e 1980, redução no interesse por essa ferramenta e as preocupações se deslocaram para questões de gestão de risco e de resíduos domésticos e, ao longo desse período, a análise de inventário do ciclo de vida continuou a ser realizada, desenvolvendo sua metodologia. O interesse europeu cresceu nesse período e verificou-se a criação da Direção do Ambiente (DG X1) pela Comissão Europeia e abordagens paralelas sobre ACV foram desenvolvidas, constatando-se esforço com o fim de padronizar normas de poluição em toda a Europa. Quando os resíduos sólidos se tornaram um problema de nível mundial em 1988, a ACV mais uma vez surgiu como uma ferramenta para analisar os problemas ambientais (SAIC, 2006).

Normas foram criadas, ainda na década de 1980, pela Comunidade Econômica Europeia, fazendo com que empresas de embalagens para alimentos monitorassem o consumo de matérias-primas, energia e geração de resíduos durante a fabricação. Assim, a metodologia REPA foi novamente estudada e aprimorada na forma de fornecer melhor análise de impactos ambientais. No estudo, foi introduzido um método baseado em normas de legislação que permitiu o acréscimo de dados normalizados de emissões para o ar e para a água baseados no chamado volume crítico (FERREIRA, 2004).

A *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) divulgou diversos trabalhos e realizou fóruns na década de 1990, contribuindo para o crescimento de atividades ACV na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA). Sua maior contribuição foi a padronização do ACV, que, serviu de orientação para trabalhos de normatização internacional da *International Organization for Standardization* (ISO) que originaram parte da série de normas ISO 14000 relativas à ACV (FERREIRA, 2004).

Com isso, houve o surgimento da série 14000 objetivando estabelecer a padronização de processos produtivos que utilizassem recursos extraídos do meio ambiente ou que proporcionassem algum dano ambiental. O propósito

dessas normas é fornecer às empresas ferramentas para a tomada de decisão bem como a avaliação de alternativas sobre métodos de manufatura. Também podem ser usadas para dar apoio às declarações de rótulos ambientais ou para selecionar indicadores ambientais. A seguir são citadas normas ISO relacionadas à ACV:

- ISO 14040 – *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework* (ISO, 1997);
- ISO 14041 – *Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis* (ISO, 1998);
- ISO 14042 – *Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment* (ISO, 2000);
- ISO 14043 – *Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation* (ISO, 2000).

A ISO também fornece relatórios definindo formato de documentação, especificações técnicas e exemplos de aplicações:

- ISO/TR 14047 – *Environmental management - Life cycle impact assessment – Examples of application of ISO 14042* - (ISO, 2003);
- ISO/TS 14048 – *Environmental management - Life cycle assessment – Data documentation format* (ISO, 2002);
- ISO/TR 14049 – *Environmental management - Life cycle assessment – Examples of application of ISO14041 to goal and scope definition and inventory analysis* (ISO, 2000).

Após essas normas publicadas, a SETAC e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) identificaram a necessidade de divulgação de informações para execução de projetos ACV em países industrializados e não industrializados. Em 2002, foi feita parceria internacional a fim de colocar o conceito de ciclo de vida em prática em todo o mundo e melhorar as ferramentas de apoio a partir de melhores dados e indicadores de impacto. Nessa parceria, conhecida como a Iniciativa do Ciclo de Vida, a SETAC fornece conhecimento técnico e consultoria e o PNUMA facilita o processo, envolvendo as partes interessadas de diferentes regiões (ELCOCK, 2007).

Em 2006, a ISO publicou a segunda edição das normas de ACV. A ISO 14040, *Environmental Management: Life-cycle Assessment - Principles and Framework*, em conjunto com a ISO 14044, *Environmental Management: Life-cycle Assessment - Requirements and Guidelines*, anulando e substituindo as normas anteriores. As revisões na norma ISO 14040 e 14044 tiveram como fim melhorar a legibilidade, remoção de erros e inconsistências, no entanto, o conteúdo do núcleo técnico manteve-se praticamente inalterado (ELCOCK, 2007).

2.1.1.1 ACV no Brasil

Trabalhos sobre ACV no Brasil ainda são recentes e tiveram início com a criação do Grupo de Apoio à Normalização (GANNA) junto à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Como resultado, em 1998 foi lançado o primeiro livro “Análise de ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000”, de José Ribamar Chehebe, que explica e comenta as normas da série ISO relativas à ACV.

Nesse mesmo ano houve o surgimento do Grupo de Prevenção da Poluição (GP2), sob a coordenação do Prof. Dr. Gil Anderi da Silva do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). O GP2, que possui o objetivo de gerar conhecimentos e desenvolver competências nos campos da prevenção da poluição e da gestão ambiental, foca seus estudos na ACV de bens e serviços, desenvolvendo um banco de dados regional e adequando metodologias ao Estado brasileiro. Até então, vários trabalhos acadêmicos vinham sendo produzidos pelo grupo. Ao final, o GANA foi substituído pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (CB-38) da ABNT, gerido pelo Dr. Haroldo Mattos de Lemos (SEO; KULAY, 2006).

Empresas e demais instituições brasileiras tiveram interesse pela ACV para avaliação de processos produtivos com ênfase ambiental, com o lançamento em novembro de 2001 da primeira norma ISO da série 14040 (NORMAS BRASILEIRAS - NBR ISO 14040, 2001) traduzida pela ABNT (RIBEIRO, 2009).

Com a necessidade da divulgação e do desenvolvimento e uso da ferramenta ACV no Brasil e também para a criação de um inventário nacional, foi criada a Associação Brasileira do Ciclo Vida (ABCV) no final de 2002.

Em 2004, a ABNT lançou as normas traduzidas NBR ISO 14041 e NBR ISO 14042 e foi definida a criação do projeto brasileiro de ACV, o qual está centrado em dois programas: formação de competências em ACV e construção do banco de dados brasileiro para auxílio a estudos de ACV realizados no e para o país.

A norma NBR ISO 14043 foi publicada em 2005 pela ABNT e a Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (ABIPTI) publicou o livro “Avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina”, que traz informações e abordagens metodológicas de ACV inseridas no contexto de países latinos (PIRES; PAULA; VILLAS BOAS; 2005 *apud* RIBEIRO, 2009).

2.1.2 Conceito geral de ciclo de vida

O ciclo de vida tem seu conceito baseado no fato de que produtos e processos possuem ciclos de vida. As matérias-primas são extraídas da natureza, modificadas, transportadas, utilizadas e, finalmente, descartadas. Apesar de processos possuírem uma cadeia um pouco distinta da dos produtos, estes também possuem seus ciclos de vida. Sempre há interação entre o ambiente e o ciclo de vida de produtos/processos, interação esta que fatalmente culminará em modificação danosa ao meio ambiente. O ciclo de vida considera as ações de empresas e suas implicações, que não podem ser atribuídas apenas às fases do ciclo a que estão diretamente ligadas. Assim, o ciclo de vida tem o apoio de ferramentas, programas e procedimentos que avaliam processos produtivos a partir de três perspectivas: ambiental, econômica e social (ELCOCK, 2007).

A integração desses três aspectos - ambiental, econômico e social - leva a uma esfera maior denominada de sustentabilidade, que se utiliza da ecoeficiência. A ecoeficiência refere-se à entrega de mercadorias a preços competitivos e serviços para satisfazer às necessidades humanas, enquanto ocorre a redução da

intensidade de recursos e impactos ecológicos em todo o ciclo de vida, isto é, produzir mais com menos (ELCOCK, 2007).

Por fim, o ciclo de vida se constitui numa premissa para a implantação da ecoeficiência que, por sua vez, serve de ferramenta para o alcance e implantação da sustentabilidade.

2.1.3 Conceito e definição de análise do ciclo de vida

Segundo Chehebe (1998), a análise do ciclo de vida é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final (túmulo). A ACV avalia todas as fases da vida de um produto a partir da perspectiva de que eles são interdependentes, o que significa que uma operação leva à próxima.

A avaliação é feita a partir da visão sistêmica e da perspectiva do deslocamento de uma carga ambiental entre estágios do ciclo de vida identificando pontos negativos e a possibilidade de se evitá-los (FINKBEINER *et al.*, 2006).

A ACV fornece a estimativa dos impactos ambientais por fases e em totalidade do ciclo de vida de um produto ou processo, considerando impactos gerados por etapas anteriormente rejeitadas por processos tradicionais, como o descarte do produto final, por exemplo. Ao incluir os impactos ao longo do ciclo de vida, a ACV oferece a visão abrangente dos aspectos ambientais do produto ou processo e uma imagem mais precisa e verdadeira de *trade-offs* em produtos e processos de seleção (SAIC, 2006).

A ACV tem evoluído significativamente ao longo das últimas três décadas para se tornar mais uma ferramenta sistemática e robusta para identificar e quantificar o potencial de cargas ambientais e impactos de um produto, processo ou atividade.

A ACV tornou-se uma ferramenta de apoio à decisão de grande valor, que pode ser usada pelos fabricantes, fornecedores, clientes, decisores políticos e outros interessados (JESWANI *et al.*, 2010). Ela surgiu da necessidade de se estabelecer uma metodologia que facilitasse a análise e a comparação dos impactos ambientais entre as atividades de uma empresa, incluindo seus produtos e processos. Um dos objetivos da ACV é estabelecer metodologia confiável e que possa ser reproduzida a fim de possibilitar a decisão, entre várias atividades, por aquela que terá menos impacto ambiental.

Além disso, a ACV preocupa-se com a preservação ambiental aliada ao desenvolvimento tecnológico e tem como função transformar os fluxos de materiais de forma cíclica e ecológica, em que o processo engloba desde a captação dos recursos naturais até o descarte final, considerando, ainda, aspectos como: reciclagem e reaproveitamento (HINZ, 2007).

A ACV também possui abordagens modernas cujos aspectos sociais e econômicos estão inclusos no estudo. Como esse tipo de abordagem não será tratado neste trabalho, as informações sobre aspectos sociais e econômicos não estão no presente texto e podem ser consultadas no APÊNDICE A.

2.1.4 Benefícios de um estudo ACV

A ACV disponibiliza informações sobre as interações que ocorrem entre as etapas que constituem o ciclo de vida desse bem e o meio ambiente. Assim, a ACV procura fornecer informações de quaisquer interações existentes com o meio ambiente, contribuindo para o entendimento da natureza global e interdependente de consequências ambientais das atividades humanas, gerando subsídios capazes de definir os efeitos ambientais dessas atividades e identificando oportunidades para melhorias de desempenho ambiental (SEO, KULAY, 2006).

Uma ACV pode servir como fonte de comparação e ajudar na decisão de selecionar um produto ou processo que resulta em menos impacto ao meio ambiente. As informações obtidas pela ACV podem ser associadas a outros

fatores tais como dados de custos e desempenhos. Assim, a ACV permite obter a visão geral dos impactos gerados no ciclo de vida de um produto ou processo, evitando o deslocamento de problemas ambientais de um setor para outro quando se foca em apenas determinadas etapas do sistema. Essa capacidade de acompanhar e documentar mudanças nos impactos ambientais pode ajudar os decisores e os gestores a caracterizar completamente o ambiente *trade-offs* associados a alternativas de produto ou processo (FERREIRA, 2004).

Segundo Saic (2006), ao realizar uma ACV os gestores e analistas podem:

- Avaliar sistematicamente os impactos ambientais de determinado produto;
- determinar qual a melhor opção entre as existentes na escolha de produtos ou processos para apoio à decisão de governos, entidades e sociedade;
- fornecer análises quantitativas de lançamentos de descargas ambientais por etapa ou total do ciclo de vida de um produto ou processo;
- determinar os danos ambientais gerados localmente e/ou globalmente pela extração e consumo de recursos naturais;
- analisar comparativamente diferentes produtos que atendam a uma mesma demanda, identificando seus benefícios e impactos ambientais para suporte à escolha;
- identificar agentes geradores de impacto ambiental em áreas específicas de interesse governamental.

Para Elcock (2007), a ACV pode identificar oportunidades para melhorar o desempenho ambiental de produtos ou processos em vários pontos do seu ciclo de vida, identificando os chamados "pontos quentes", que são áreas de interesse ambiental potencial ou atividades que causam o maior impacto ambiental, ainda na fase de projeto, ajudando a minimizar os efeitos nocivos. Ao fazer ajustes na fase inicial do ciclo de vida – na qual os custos da intervenção são relativamente baixos, como, por exemplo, o redesenho de um produto para torná-lo mais adequado para a reciclagem – ou em fases posteriores – como o desenvolvimento de métodos de reciclagem de um produto já existente –, os gastos com melhorias ambientais podem ser minimizados.

E, conforme informações da UNEP (1996), acrescentam-se como benefícios a indicação de pontos fortes e fracos do produto na busca de sua melhoria; o projeto de produtos; a formulação da política da companhia; o atendimento à legislação e as informações do produto para questões de marketing e a possibilidade de sua utilização para rotulagem ambiental; subsídios e taxações em favor da produção mais limpa e em políticas gerais como na determinação de combustíveis para a geração de eletricidade e meios de transporte.

2.1.5 Limitações de um estudo ACV

A realização de uma ACV pode ser dispendiosa. Dependendo das características do processo ou produto analisado, a coleta de dados pode ser problemática e a disponibilidade dos mesmos pode ter forte impacto na precisão dos resultados finais. Portanto, é importante ponderar a disponibilidade de dados, o tempo necessário para realizar o estudo, os recursos financeiros necessários e os benefícios previstos da ACV (HORNE; GRANT; VERGHESE, 2009).

Outra questão importante é que a ACV não avalia características como funcionalidade de um produto, custos ou questões éticas produtivas. Sendo assim, essa ferramenta não deve ser usada como único fator de apoio à decisão. Soma-se a isso o fato de que informações de determinadas corporações são inviabilizadas por confidencialidade, desinteresse ou temor de que a exposição de sua produção gere sanções (FERREIRA, 2004).

Outro fator envolve a falta de banco de dados regionais, fazendo com que dados europeus e norte-americanos sejam utilizados na América do Sul numa realidade diferente. Chehebe (1998) destaca a dependência geográfica como uma das principais limitações da ACV.

Uma das grandes dificuldades de aplicação da técnica envolve a tomada de decisões subjetivas englobando o tipo de seleção feita em um estudo de ACV, a escolha dos limites do sistema, a seleção da origem e da idade dos dados e a escolha das categorias de impacto, levando à perda do caráter objetivo da

técnica. Além disso, a falta de uma mesma metodologia de aplicação da ferramenta ACV pode conceber diferentes interpretações de resultados obtidos a partir de análises dessa natureza. Registros demonstram que aplicações de diferentes metodologias não muito díspares num mesmo estudo de caso não geram o mesmo resultado (SEO; KULAY, 2006).

Na ocorrência de comparações entre diferentes estudos de ACV, é importante que os pressupostos e metodologias estejam claros e consistentes. As normas existentes fornecem algumas orientações que, se seguidas, irão assegurar a coerência, mas para algumas questões as normas são omissas ou ambíguas, deixando espaço para o uso de ampla gama de métodos. Tais métodos podem apresentar falta de transparência nas principais questões metodológicas, tornando difícil compará-los com outros (ELCOCK, 2007). Outra limitação da ferramenta ACV é que ela não considera fatores sociais, políticos ou culturais, sendo necessária sua combinação com outras ferramentas para gestão.

2.1.6 A ACV e as normas ISO

Embora existam muitas definições, a ACV é essencialmente constituída por uma avaliação sistemática de impactos ambientais decorrentes da prestação de um produto ou serviço. As normas internacionais auxiliam na especificação, definição do método e os protocolos associados à empresa auxiliam a analisar e elaborar relatórios de estudos de ACV (HORNE; GRANT; VERGHESE, 2009).

Sem padronização de métodos e estabelecimento de critérios para a condução de estudos, os resultados seriam muito discrepantes e não seria possível comparação ou avaliação entre pesquisas. Assim, houve o surgimento das normas da série ISO 14040 envolvendo a ACV.

Após reformulações para aperfeiçoamento com retiradas de erros e inconsistências, inclusão de definições de produto e processo e esclarecimentos sobre fronteiras do sistema, todos os itens obrigatórios foram reunidos em uma única norma, a ISO 14044. A norma ISO 14040 foi mantida como um documento

modelo, mas transferindo todos os itens obrigatórios para a nova norma (FINKBEINER *et al.*, 2006).

As normas reformuladas têm como características (FIG. 1):

- ISO 14040 – *Environmental management: life cycle assessment –principles and framework.*

Essa norma define os principais termos do processo, descrevendo e determinando princípios gerais na definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação. Descreve os critérios de confecção de relatórios e análises. A forma como a divisão de etapas é feita não é detalhada e a metodologia aplicada não é especificada (RIBEIRO, 2009);

- ISO 14044 – *Environmental management: life cycle assessment – requirements and guidelines.*

Essa norma apresenta a fase de análise de inventário do ciclo de vida (ICV), em que são levantados os dados referentes a insumos, gastos energéticos e emissões durante o ciclo de vida do produto. Apresenta também a fase de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV), em que são caracterizados os impactos ambientais relacionados ao objeto de estudo e a fase de interpretação que apresenta os resultados partindo de uma revisão crítica do estudo, confrontando com os objetivos descritos no princípio da análise (HINZ, 2007).

FIGURA 1 - Normas ISO versão atual



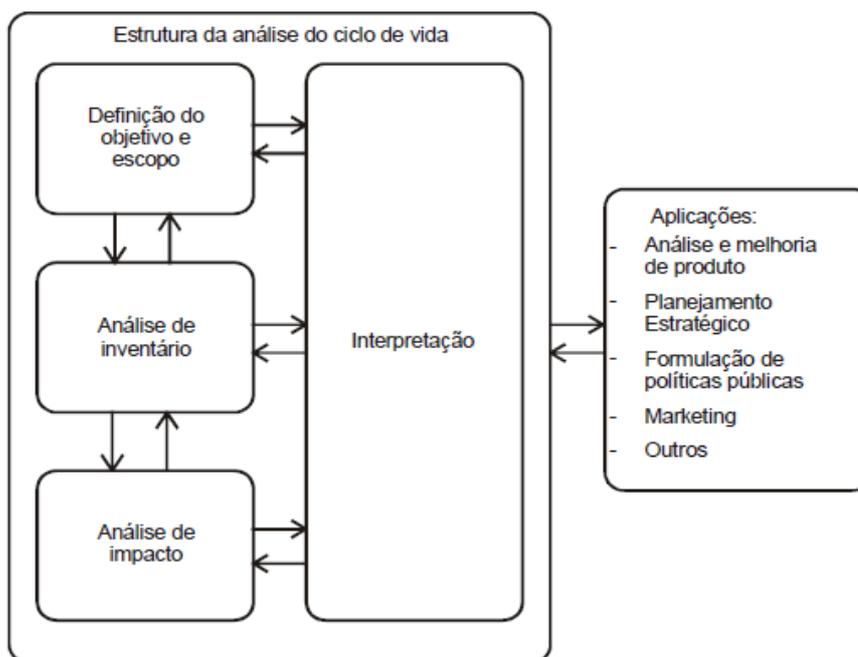
Fonte: Hinz (2007), adaptado.

2.1.7 Fases da avaliação do ciclo de vida

Segundo a norma ISO 14040 (2006), a ACV é dividida em quatro fases bem definidas: a) definição do objetivo e escopo; b) análise de inventário; c) análise de impacto; d) interpretação de resultados.

Na FIG. 2 segue-se a representação de disposição estruturada das fases, as quais são citadas a seguir, baseadas, de forma geral, nas normas ISO.

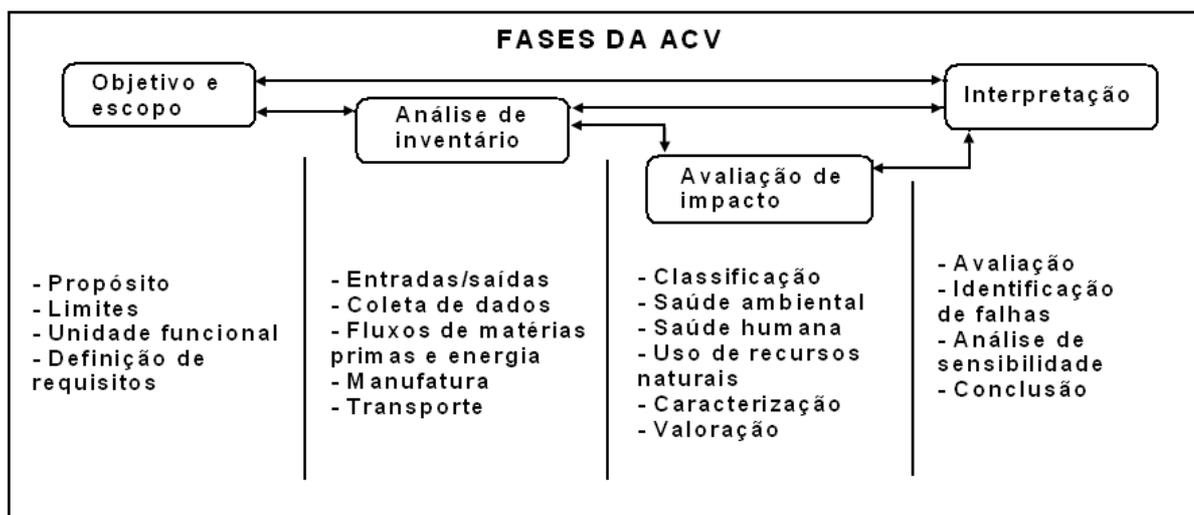
FIGURA 2 – Estrutura de uma ACV



Fonte: ISO 14040 (1997).

Na FIG. 3 Chehebe (1998) apresenta as fases do ACV com suas características e relações.

FIGURA 3 - Fases da ACV



Fonte: Chehebe (1998).

2.1.7.1 Definição de objetivo e escopo

Nessa fase de ACV o objetivo deve ser definido de forma clara e consistente para que a aplicação da metodologia seja viável. Além disso, as razões para condução do estudo e o público-alvo também devem estar claros. O objetivo pode ser a obtenção de uma visão mais clara de um sistema já estabelecido, identificando-se os pontos críticos do processo ou produto estudado, fornecendo a possibilidade de melhorá-lo. E ainda permite a comparação com outros sistemas e seus impactos potenciais. O escopo indica o sistema do processo ou produto que será analisado, delimitando suas fronteiras e demais características funcionais do estudo (ELCOCK, 2007).

Segundo a norma ISO 14041, na definição do escopo de um estudo da ACV devem ser considerados e claramente descritos os seguintes itens:

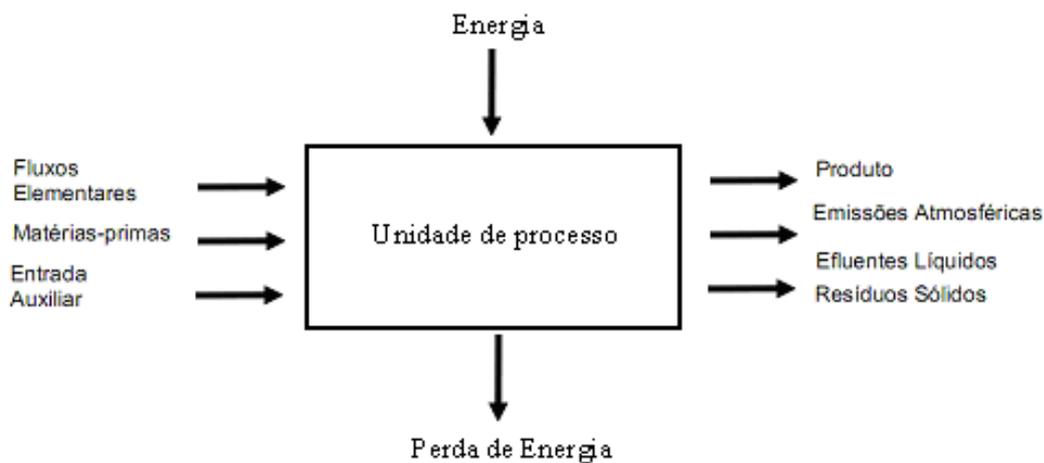
- As funções do sistema de produto ou, no caso de estudos comparativos, dos sistemas, ou seja, a finalidade para a qual o produto estudado se destina ou, ainda, a característica de desempenho do produto;
- a unidade funcional, que é uma medida que permite a quantificação da função definida. Ela representa o desempenho das saídas funcionais do sistema de produto. Portanto, a unidade funcional deve ser claramente

definida e mensurável, a fim de assegurar a comparabilidade de resultados da ACV;

- o sistema de produto a ser estudado, ou seja, a finalidade para a qual o produto estudado se destina ou, ainda, a característica de desempenho do produto;
- as fronteiras do sistema de produto, que definem quais processos elementares ou subdivisões dos sistemas de produto dentro do fluxo produtivo serão incluídos no sistema a ser modelado. É ideal que as entradas e saídas sejam fluxos elementares;
- procedimentos de alocação, que são necessários quando se lida com sistemas que envolvem produtos múltiplos. Os fluxos de materiais e de energia, assim como as liberações ao ambiente associadas, devem ser alocados aos diferentes produtos, de acordo com procedimentos claramente estabelecidos;
- tipos de impacto e metodologia de avaliação de impacto e interpretação subsequente a ser usada;
- requisitos dos dados, que especificam em termos gerais as características dos dados necessários ao estudo;
- limitações da análise, que envolvem qualidade dos dados, fronteiras do sistema, métodos aplicados, etc.;
- análise crítica, que é uma técnica para verificar se um estudo da ACV satisfaz os requisitos dessa norma quanto à metodologia, aos dados e ao relatório;
- tipo e formato do relatório requerido para o estudo. Os resultados da ACV devem ser relatados ao público-alvo de forma fiel, completa e exata. Devem ser definidos o tipo e o formato do relatório na fase de escopo do estudo.

Para facilitar a identificação de entradas e saídas, o sistema deve ser dividido em processos elementares (FIG. 4) e os limites devem ser determinados de acordo com o grau de detalhamento necessário ao estudo (HINZ, 2007).

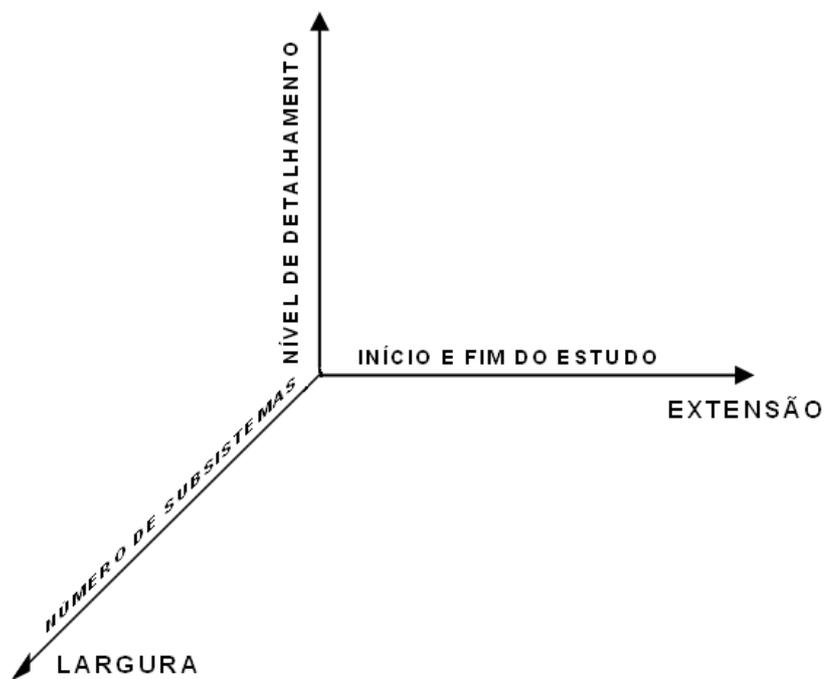
FIGURA 4 - Unidade de processo



Fonte: Ometto (2005).

Ainda segundo a norma ISO 14040, o conteúdo mínimo do escopo de um estudo ACV deve referir-se às suas três dimensões (FIG. 5): a) extensão: onde iniciar e parar o estudo; b) largura: quantos e quais subsistemas incluir; c) profundidade: o nível de detalhe (CHEHEBE, 1998).

FIGURA 5 - Dimensões da ACV



Fonte: Chehebe (1998).

2.1.7.2 Análise de inventário

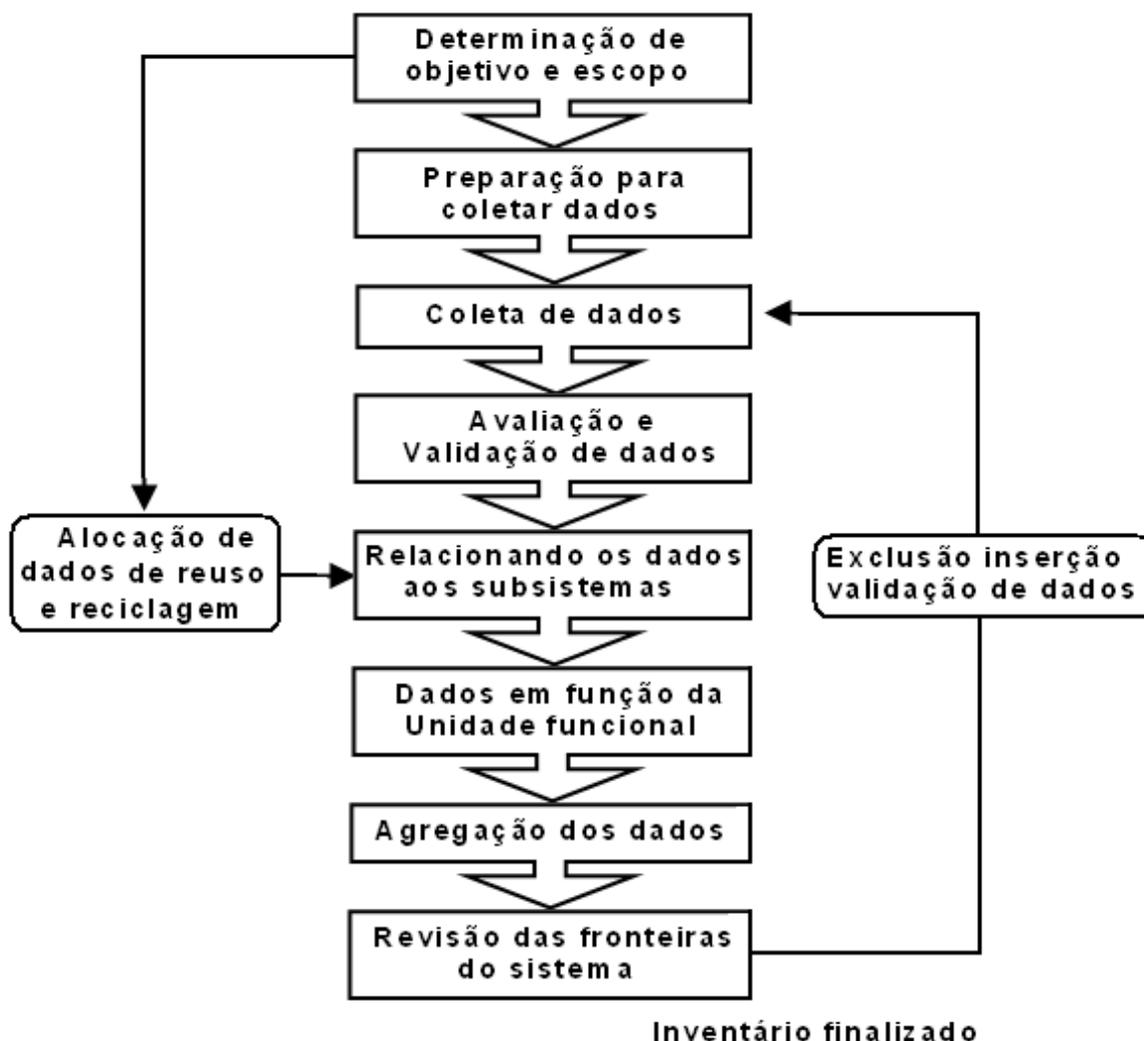
No ciclo de vida de um produto, o inventário refere-se à coleta de dados, sendo eles classificados e agrupados de acordo com categorias determinadas e são atribuídos valores de acordo com escala de importância previamente definida, de forma que o balanço de massa e energia seja calculado (VALT, 2004).

Conforme a norma ISO 14041, a análise de ICV envolve a coleta de dados e os procedimentos de cálculo, a fim de quantificar: as entradas de energia, de matéria-prima, auxiliares e outras entradas físicas; e os produtos e as emissões atmosféricas, os efluentes líquidos, os resíduos sólidos e outros aspectos ambientais.

A condução do inventário se segue de forma iterativa, ou seja, ao mesmo tempo em que as etapas da análise ocorrem, também ocorre a checagem de procedimentos de forma a assegurar que os requisitos de qualidade estabelecidos na primeira fase estejam sendo obedecidos (CHEHEBE, 1998).

A FIG. 6 apresenta um fluxograma para a realização de análise ICV contendo procedimento de coleta de dados e cálculo para assegurar a compreensão consistente do sistema em análise, o qual inclui, entre outros fatores, a coleta dos dados; a alocação dos dados em tabelas ou planilhas; a validação das informações; o relacionamento dos dados ao processo elementar; o relacionamento dos dados à unidade funcional; a agregação de dados; e o refinamento das fronteiras do sistema.

FIGURA 6 - Procedimentos simplificados para a etapa de análise do inventário



Fonte: ISO (1998).

Em suma, a análise do inventário deve ser organizada de forma a conter a seguinte seqüência: a preparação para coleta de dados, a coleta, a determinação do procedimento de cálculos e sua alocação no estudo (ISO, 1998).

De acordo com Ribeiro (2009), alguns parâmetros referentes à coleta de dados devem ser observados:

- Cobertura temporal: a idade desejada dos dados e o período mínimo de tempo indicado para a coleta dos dados de amostragem;
- cobertura geográfica: área geográfica indicada para a coleta dos dados dos processos elementares, a fim de serem geograficamente compatíveis com os objetivos do estudo;

- cobertura tecnológica: combinação de tecnologias e identificação das diferenças tecnológicas para os processos estudados (por exemplo, média ponderada da combinação dos processos existentes, melhor tecnologia disponível ou pior unidade em operação).

No início, uma grande quantidade de dados deve ser obtida de diferentes fontes. Esses dados devem ser selecionados ou organizados em categorias como: materiais, energia, emissões e outros. Deve-se sempre lembrar que a organização depende do objetivo proposto pelo estudo. Os fluxos de entrada e saída de energia devem ser quantificados em unidade de energia e massa e volume de materiais da mesma forma, ou seja, quantificados em unidades específicas de massa e volume. A preparação da coleta de dados deve ser feita de forma a assegurar que as informações solicitadas sejam bem claras. Assim, a documentação em que os dados coletados serão alçados deve ser de simples entendimento, pois será feita durante a pesquisa de campo (CHEHEBE, 1998).

Durante a coleta de dados poderá ser observada incompatibilidade de dados devido à captação de informações em diferentes fontes, além de estarem fora do padrão desejado. Porém, durante o refino isso será resolvido. Na validação dos dados, deve-se observar se as informações estão completas e de acordo com o que foi proposto. Para a alocação dos dados, os mesmos devem estar em unidades apropriadas para determinação dos fluxos no sistema. Normalmente os dados são coletados em unidades diferentes, portanto, antes da alocação os dados devem ser normalizados, e isso de acordo com a unidade funcional. É comum ocorrer exclusão de dados durante o refinamento e a necessidade de inclusão de novos dados, porque durante o estudo podem ocorrer mudanças devido à incapacidade de conclusões a partir dos dados ou o aparecimento de variáveis novas no sistema (NIGRI, 2009).

2.1.7.3 Avaliação de impacto

Após a coleta de dados, sua validação e quantificação, ou seja, após o término do inventário de dados, passa-se à etapa de AICV. Nessa etapa, é calculado o

impacto ambiental gerado durante o ciclo de vida do produto ou processo em questão. Para isso, são selecionadas categorias de impacto em que se utilizam indicadores para quantificar emissões, uso de recursos e demais impactos de acordo com as categorias escolhidas. Os indicadores fornecem os potenciais impactos ambientais (HINZ, 2007).

Segundo Takeda (2008), durante a avaliação de impacto devem-se avaliar aspectos como consistência, completude e sensibilidade. A consistência envolve a capacidade dos dados coletados em englobar os aspectos estabelecidos durante a determinação do objetivo e escopo e também expressa o critério de qualidade. A completude envolve a representatividade dos dados, número de amostras e sua capacidade de representação da análise em questão. E a sensibilidade envolve incertezas de dados e a análise em si. Uma vez que, não raro, estudo de ACV apresenta análises qualitativas, o estabelecimento ou determinação da incerteza nos dados geralmente se apoia em conhecimentos de especialistas ou no bom senso.

Chehebe (1998) ressalta que a AICV é um processo de caráter tanto quantitativo quanto qualitativo, utilizado para determinar a grandeza e significado dos impactos ambientais a partir da análise de inventário. O objetivo e escopo do estudo é que determina a metodologia utilizada, o grau de detalhamento e a escolhas dos impactos avaliados.

A fase de avaliação dos impactos ambientais tem a função de determinar e quantificar o quão intensa é a ação dos aspectos ambientais no meio. Nessa avaliação os impactos são definidos como consequências geradas pelo fluxo de entrada e saída no sistema estudado. Essas consequências afetam a saúde humana, de animais ou plantas e até a disponibilidade futura de recursos naturais. Assim, deve ser realizada a classificação, caracterização e valoração dos dados coletados anteriormente (MOURAD *et al.*, 2002² *apud* HINZ, 2007).

² MOURAD, Ana Lúcia; GARCIA, Eloísa Elena; VILHENA, André. **Avaliação do ciclo de vida: princípios de aplicações**. Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002.

Vários métodos de avaliação de impactos têm sido aplicados no uso da ferramenta ACV e isso tem gerado grandes discussões. Não há consenso quanto à aplicação de tais métodos. No entanto, a NBR ISO 14040 (2001) afirma que a avaliação de impacto deve conter, no mínimo, estas três etapas: seleção de categorias, classificação e caracterização.

- Seleção de categorias: na qual são indicadas categorias de impacto ambiental em que o estudo em questão deseja abordar, embora nem sempre seja possível fazê-lo. É importante que se definam quais níveis, entre as diversas cadeias de impactos, serão avaliados. As categorias são medidas a partir de objetivos propostos, baseado em conhecimento científico.
- Classificação: deve ser feita a alocação dos resultados da análise de inventário nas categorias de impacto, correlacionando os resultados do ICV a estas e, assim, os dados obtidos no inventário serão agrupados e classificados entre as categorias selecionadas na etapa anterior. Nessa fase, todas as entradas e saídas do inventário que contribuem para causar impacto sobre o ambiente são classificadas de acordo com o efeito para o qual contribuem.
- Caracterização: os dados atribuídos às categorias serão trabalhados de forma a indicar um valor numérico. Como exemplo, suponha-se que a categoria de impacto potencial de aquecimento global (PAG) seja medida em relação ao efeito de 1 kg de dióxido de carbono (CO_2) ou o potencial de eutrofização, que é medido em relação a 1 kg de fosfato. Quando outra substância contribui para o mesmo impacto que a substância de referência, são determinados os parâmetros de equivalência para atribuição dos valores das mesmas (NIGRI, 2009).

Existem diversas categorias de impacto ambiental utilizadas em métodos de AICV e as principais são:

- Exaustão de recursos não renováveis: envolve a extração e utilização de minerais e combustíveis fósseis;
- aquecimento global: o aumento da radiação térmica junto à superfície do globo eleva sua temperatura, podendo trazer desequilíbrios ecológicos

como o derretimento das calotas polares e, conseqüentemente, a diminuição da área ocupada do planeta. Esse aumento de temperatura provém principalmente da crescente quantidade de CO₂, óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), aerossóis e outros gases na atmosfera terrestre, os quais impedem a dispersão dos raios solares que atingem o planeta;

- depleção da camada de ozônio: o uso de aerossóis à base de haletos orgânicos, como o clorofluorcarbono e seus derivados, é o principal agente de depleção da camada de ozônio. A diminuição dessa camada eleva a quantidade de raios ultravioletas que atingem a superfície da Terra, podendo provocar danos diversos;
- toxicidade humana: contaminação por exposição a substâncias tóxicas liberadas em atividades antrópicas. O valor do potencial de toxicidade humana (PHT) para uma dada substância é medido como a massa do corpo humano que estaria exposta ao limite toxicológico aceitável por 1 kg de substância (CHEHEBE, 1998);
- ecotoxicidade: danos causados à fauna e à flora por substâncias tóxicas, em meio aquático ou terrestre;
- acidificação: aumento da acidez do solo ou da água devido à liberação de óxidos de nitrogênio e enxofre, podendo causar efeitos nocivos em plantas, seres humanos, animais e também em edificações;
- oxidação fotoquímica: segundo Kulay (2000), óxidos de nitrogênio reagem com substâncias voláteis pela ação de raios ultravioletas, gerando oxidantes fotoquímicos. Estes criam nevoeiros, reduzindo a taxa de luminescência solar e dificultando a fotossíntese;
- eutrofização: o aumento de nutrientes, principalmente em meios aquáticos, provoca o crescimento populacional de microrganismos e, por consequência, a diminuição da taxa de oxigênio necessária aos peixes e outros organismos vivos;
- uso da terra: refere-se ao impacto ambiental gerado pela retirada da biodiversidade do local e sua respectiva ocupação para atividades humanas;
- radiação: contaminação por partículas radioativas advindas da extração de recursos naturais como rocha fosfática, carvão mineral, petróleo e outros;

- respiração de partículas inorgânicas: substâncias inorgânicas como material particulado, óxidos, nitratos e outros ao serem inaladas pelo homem geram efeitos nocivos à sua saúde;
- respiração de partículas orgânicas: partículas que contêm carbono em sua estrutura e geram danos à saúde ao serem inaladas.

Existem ainda, na fase de avaliação de impacto do ciclo de vida, outros elementos que são opcionais: a normalização, a ponderação e o agrupamento (COLTRO, 2007).

A normalização procura estabelecer o quão intenso ou qual a magnitude dos resultados calculados em cada categoria de impacto em um valor de referência. Esse valor pode ser a relação entre a geração de determinado gás emitido pelo processo estudado e a quantidade nacional emitida (CHEHEBE, 1998).

Segundo Heijungs (1996 *apud* FERREIRA, 2004), a estrutura matemática da fase de normalização é a seguinte:

$$N_j = S_j / A_j$$

Em que:

N_j - É o resultado normalizado de impacto ambiental na categoria de impacto J;

S_j - É o resultado do impacto ambiental na categoria de impacto J;

A_j - É o fator de normalização que representa a extensão do impacto ambiental j num determinado espaço de tempo e local e pode ser calculado por:

$$A_j = \sum Q_{ji} \cdot \Phi_i$$

Em que:

Q_{ji} - É o fator de caracterização para a categoria de impacto ambiental j, devido à carga ambiental i ;

Φ_i - É o fluxo de carga ambiental i em área e tempo determinados.

A ponderação atribui valor de peso a cada categoria de impacto, permitindo a comparação entre diferentes impactos ambientais gerados e, também, a atribuição de um único valor oriundo do estudo realizado (CHEHEBE, 1998).

Segundo Heijungs (1996 *apud* FERREIRA, 2004), a ponderação para valores normalizados pode ser calculada por:

$$X = \sum_j W_j \cdot N_j$$

Em que:

X - É o índice ambiental;

W_j - Fator de peso referente à categoria de impacto j;

N_j - Resultado do impacto ambiental j normalizado.

O agrupamento estabelece correlação entre categorias de impacto de diferentes conjuntos de dados que apresentem semelhanças e também um grau de prioridade, que pode ser elevado, médio ou baixo (COLTRO, 2007).

Um dos fatores que tornam a normalização, a ponderação e o agrupamento em elementos opcionais é a não adequação do modelo aplicado à região em que o estudo é feito. E outro fator é que sua aplicação depende de levantamento de dados de inventário na região, país ou continente estudado (COLTRO, 2007).

2.1.7.4 Interpretação

Essa é a fase da ACV, em que os resultados obtidos nas fases anteriores são avaliados de acordo com os objetivos propostos no início da análise. Embora todo o processo de levantamento de dados, montagem de fluxos de massa e energia e cálculo de impacto já tenham sido executados, a interpretação constitui uma fase de grande importância no estudo ACV. É nela que são conferidos e avaliados os resultados de forma que pontos críticos sejam identificados, possibilitando a implementação de estratégias de melhorias como substituição e recuperação de materiais e a reformulação ou substituição de processos, visando à preservação ambiental (VALT, 2004).

De acordo com a norma NBR ISO 14040 (2001), a interpretação é a fase da ACV na qual as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto ou, 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 definidos, visando alcançar conclusões e recomendações.

Na fase de interpretação devem-se identificar os pontos significativos baseados nos resultados do estudo tais como emissões, energia e outros. Deve-se também assegurar que toda a informação relevante para a interpretação esteja completa, verificando se os resultados são afetados pela incerteza durante a aplicação de métodos ou cálculos. Por fim, verificar se as conclusões estão consistentes com os requisitos do objetivo e âmbito do estudo, incluindo, em particular, requisitos de qualidade dos dados, suposições e valores pré-definidos (RIBEIRO, 2009).

Uma vez que já se tenha considerado o estudo terminado, seus resultados devem ser relatados ao público-alvo de forma fiel, completa e exata. O tipo e formato desse relatório devem ser definidos na etapa de definições do estudo (RIBEIRO, 2009).

2.2 Métodos de análise de impacto do ciclo de vida (AICV)

Para a realização da AICV existem diversas metodologias em diferentes estágios de desenvolvimento. Não há, até o momento, um método considerado único ou mais apropriado (MELO, 2009). Estes métodos muitas vezes necessitam de cálculos na manipulação de dados e existem diferentes *softwares* para realizá-los.

Fava *et al.* (1993) salienta que um bom método é aquele que tenha a capacidade de apresentar resultados de relevância para o usuário, que seu resultado seja válido, que transpareça a realidade e que seja de uso fácil e de simples verificação. Deve, ainda, apresentar flexibilidade, aceitando diferentes tipos ou qualidade de dados ou mesmo permitir a inserção de dados incompletos, além de apresentar compatibilidade. Que compreenda todos os estágios da ferramenta ACV e, finalmente, não necessite de alto custo e apresente resultados em curto espaço de tempo.

Ao longo do desenvolvimento da ferramenta de ACV, vários procedimentos metodológicos de AICV surgiram. Atualmente, são pelo menos 10 métodos distintos que se apresentam em três grandes grupos: o norte-americano, o europeu e o japonês (QUADRO 1). A descrição detalhada de cada método citado no QUADRO 1 está exposta no APÊNDICE B.

QUADRO 1 – Métodos de avaliação de impacto do ciclo de vida

MÉTODO
PAÍS: Canadá - LUCAS (<i>A New LCIA Method Used for a Canadian-Specific Context</i>)
PAÍS: Dinamarca - EDIP 2003 (<i>Environmental Design of Industrial Products</i>)
PAÍS: EUA - TRACI (<i>Tool for Reduction and Assessment of Chemical and other Environmental Impacts</i>)
PAÍS: Japão - LIME (<i>Life Cycle Impact Assessment Method based on Endpoint modeling</i>) - JEPIX (<i>Japan Environmental Policy Priorities Index</i>)
PAÍS: Holanda - CML (<i>Center for Environmental Science</i>) - <i>Eco-indicator- 99</i>
PAÍS: Suécia - EPS 2000 (<i>Environmental Priority Strategies</i>)
PAÍS: Suíça - IMPACT 2002+ - <i>Ecotoxicity Method (Ecopoints)</i>

Fonte: adaptado de Souza, Soares e Sousa (2007, *apud* MELO, 2009).

Segundo Melo (2009), todas as metodologias são baseadas nas recomendações da norma ISO 14044 e nas publicações da SETAC. As metodologias existentes apresentam diferenças de acordo com a região considerada, o nível de caracterização na cadeia de causa-efeito, as categoriais de impacto consideradas e os modelos de caracterização, os métodos e fatores de normalização e de ponderação.

2.2.1 Método *eco-indicator 99*

O método *eco-indicator 99* foi desenvolvido na Holanda com a finalidade de mensurar os impactos ambientais e alocá-los num único escore. Segundo pesquisa feita por Takeda (2008), o *eco-indicator 99* foi o mais citado entre todos os métodos de AICV em artigos publicados em língua inglesa na área de ACV.

Na aplicação do método *eco-indicator 99*, três passos são realizados (TAKEDA, 2008):

- A análise de inventário, em que ocorre a quantificação dos aspectos ambientais;
- a alocação dos aspectos ambientais quantificados na AICV nas categorias de impacto ambiental selecionadas. Esse segundo passo é também chamado de *midpoint* da AICV e se divide em duas etapas: efeitos gerados ao ambiente pelas entradas e saídas do sistema analisado e a associação desses ao dano ambiental gerado;
- normalização e ponderação do dano, também chamado de *endpoint*.

O método *eco-indicator 99* divide as categorias de impactos ambientais em três grandes grupos (GOEDKOOOP; SPRIENSMA, 2000):

- Dano à saúde humana, que avalia o número de anos de vida perdidos ou com saúde debilitada;
- dano à qualidade do ecossistema, que avalia a perda de espécies em áreas determinadas em certo tempo.
- dano aos recursos naturais, que tem como medida o excedente energético utilizado para futuras extrações de combustíveis fósseis e minerais.

Nesses três grandes grupos estão divididas as categorias de impacto individuais mensuradas no *eco-indicator 99* e suas respectivas unidades. São elas (GOEDKOOOP; SPRIENSMA, 2000):

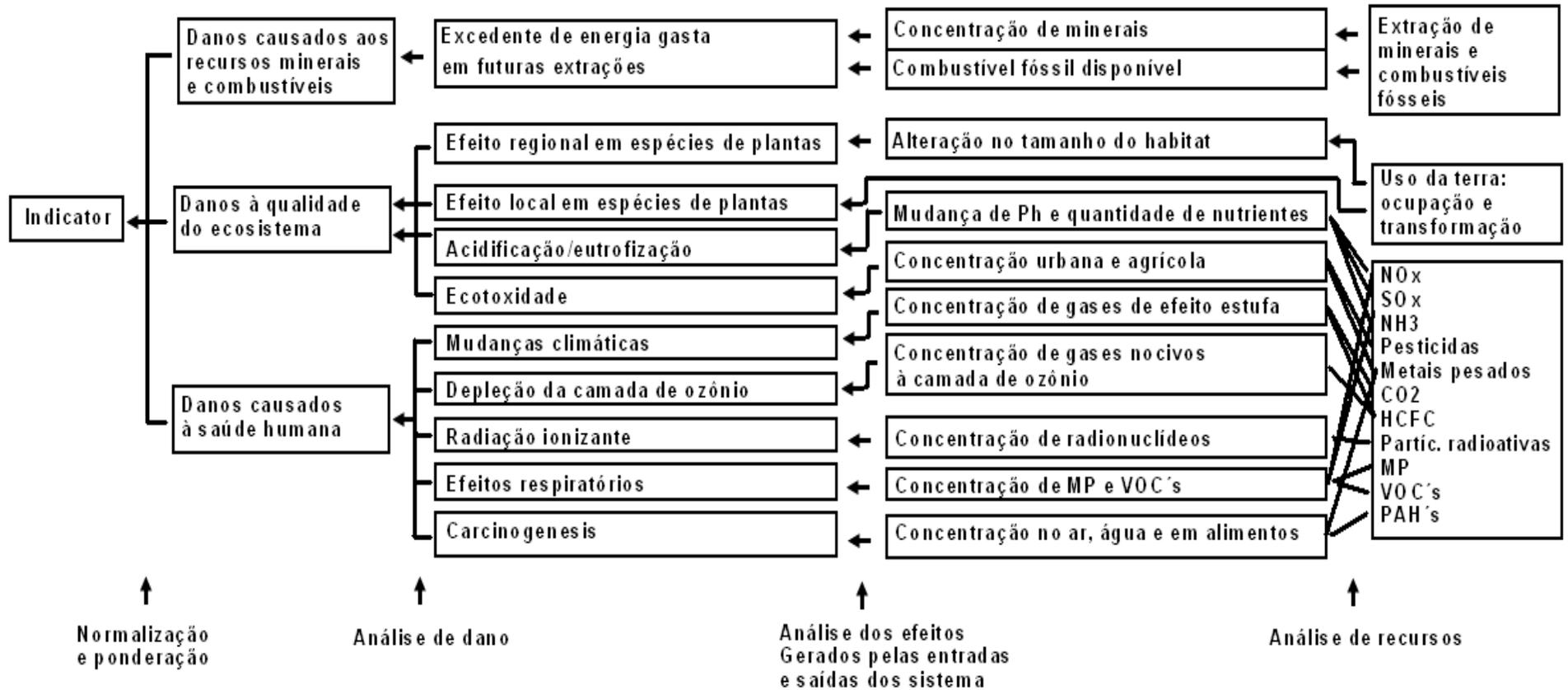
- Carcinógenos - o dano é expresso em *Disability Adjusted Life Years* (DALY). Esse indicador expressa o prejuízo à saúde humana em anos de vida perdidos por incapacidade;

- respiração de orgânicos (DALY);
- respiração de inorgânicos (DALY);
- mudanças climáticas (DALY);
- radiação (DALY);
- ecotoxicidade - dano expresso em *Potentially Affected Fraction* (PAF). $\text{m}^2\cdot\text{ano}$. O indicador expressa a fração de espécies afetadas por substâncias nocivas;
- acidificação/eutrofização (PAF). $\text{m}^2\cdot\text{ano}$;
- uso da terra, dano expresso em *Potentially Disappeared Fraction* (PDF) $\text{m}^2\cdot\text{ano}$. O indicador expressa a fração de espécie potencialmente desaparecida;
- depleção de recursos como minerais e combustíveis fósseis, dano medido em MJ/kg. É devido à energia adicional que será necessária gastar para extrair esse recurso, dado o aumento do grau de dificuldade para obtê-lo.

A FIG. 7 esquematiza o método Eco99, que se divide em quatro etapas:

- Análise de recursos;
- análise dos efeitos gerados pelas entradas e saídas dos sistemas;
- análise de danos;
- normalização e ponderação.

FIGURA 7 – As etapas do método Eco99



Fonte: adaptado de Goedkoop e Spriensma (2000) adaptado.

A normalização utilizada no *eco-indicator* 99 é baseada em informações europeias para as emissões no ar e baseada em dados holandeses para emissões na água e no solo. A normalização também se baseia na emissão de determinada carga ambiental anual, em função do número de habitantes europeus (GOEDKOOOP; SPRIENSMA, 2000).

A ponderação procura medir ou comparar o grau de importância entre os potenciais impactos ambientais, aferindo-lhes valores, ou seja, a cada categoria de impacto é atribuído um valor numérico adimensional. O resultado do valor pela quantidade calculada resulta num ecoponto (GOEDKOOOP; SPRIENSMA, 2000).

Uma das grandes dificuldades na ACV é que escolhas têm que ser feitas na determinação de impactos ambientais e uma única verdade simplesmente não existe. Por exemplo, uma substância que apresente indícios quanto à sua capacidade de provocar câncer pode ser visto como extremamente perigosa por uma pessoa, enquanto que outra não seria incomodada de todo. Para lidar com essa dificuldade, três perspectivas diferentes foram desenvolvidas: a) hierárquica; b) individualista; c) igualitária.

A versão individualista inclui relações de efeito apenas com causa comprovada e com perspectiva de curto prazo. Essa perspectiva não considera que, a longo prazo, o dano será corrigido mesmo com a evolução da ciência e da sociedade. A hierárquica inclui fatores que são apoiados por comunidades científicas e políticas. Essa visão é bastante comum na comunidade científica. Diretrizes estabelecidas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) são aceitas nessa versão. Já a versão igualitária utiliza o princípio da precaução. Mesmo em caso de incerteza quanto à relação de causa e dano, os dados serão incluídos na análise. Essa perspectiva considera uma visão a longo prazo.

A consequência é que o método Eco99 não fornecerá um único score, mas três pontuações. Cabe ao usuário escolher a perspectiva mais adequada ou optar por uma média dos três pontos de vista. Esse fato é uma clara reflexão de que o julgamento de questões ambientais não é objetivo (GOEDKOOOP; SPRIENSMA, 2000).

Os QUADROS 2, 3 e 4 apresentam os valores (ecopontos) nas diferentes perspectivas, calculados a partir de dados europeus, segundo o relatório de Blonk *et al.* (1997).

QUADRO 2 - Valores normalizados em função de dados europeus segundo o relatório de Blonk *et al.* (1997) na perspectiva hierárquica

Perspectiva Hierárquica - Eco-indicator 99						
	Ar	Água	Solo agrícola	Solo da indústria	Total	Por habitante
Efeitos carcinógenos (Daly/ano)	1.99E+05	3.10E+05	1.83E+05	6.77E+04	7.60E+05	2.00E-03
Respiração part. Inorganic. (Daly/ano)	4.05E+06				4.05E+06	1.07E-02
Respiração part. organic. (Daly/ano)	2.60E+04				2.60E+04	6.84E-05
Mudanças climáticas (Daly/ano)	9.08E+05				9.08E+05	2.39E-03
Radiação (Daly/ano)	1.01E+03	9.84E+01			1.02E+04	2.68E-05
Depleção de ozônio (Daly/ano)	8.32E+04				8.32E+04	2.19E-04
Saúde Humana total (Daly/ano)	5.27E+06	3.10E+05	1.83E+05	6.77E+04	5.84E+06	1.54E-02
Ecotoxicidade (PAF m ² ano/ano)	7.02E+11	7.87E+09	2.37E+12	4.32E+08	3.08E+12	8.11E+03
Ecotoxicidade (PDF m ² ano/ano)	7.02E+10	7.87E+08	2.37E+11	4.32E+07	3.08E+11	8.11E+02
Acidificação/nutrição (PDF m ² ano/ano)	1.43E+11				1.43E+11	3.75E+02
Uso da terra (PDF m ² ano/ano)	1.50E+12				1.50E+12	3.95E+03
Qualidade do ecossistema total (PDF m² ano/ano)	1.71E+12	7.87E+08	2.37E+11	4.32E+07	1.95E+12	5.13E+03
Minerais (MJ/Ano)					5.61E+10	1.48E+02
Combustíveis fósseis (MJ/Ano)					3.14E+12	8.26E+03
Recursos total (MJ/Ano)					3.20E+12	8.41E+03

QUADRO 3 - Valores normalizados em função de dados europeus segundo o relatório de Blonk *et al.* (1997) na perspectiva individualista

Perspectiva Individualista - Eco-indicator 99						
	Ar	Água	Solo agrícola	Solo da indústria	Total	Por habitante
Efeitos carcinógenos (Daly/ano)	1.40E+04	6.20E+04	3.06E+03	0.00E+00	7.91E+04	2.08E-04
Respiração part. Inorganic. (Daly/ano)	2.09E+06				2.09E+06	5.50E-03
Respiração part. organic. (Daly/ano)	2.42E+04				2.42E+04	6.37E-05
Mudanças climáticas (Daly/ano)	8.72E+05				9.09E+06	2.29E-03
Radiação (Daly/ano)	9.38E+02	5.74E+01			9.95E+02	2.62E-06
Depleção de ozônio (Daly/ano)	6.73E+04				6.73E+04	1.77E-04
Saúde Humana total (Daly/ano)	3.07E+06	6.21E+04	3.06E+03	0.00E+00	3.13E+06	8.25E-03
Ecotoxicidade (PAF m2 ano/ano)	7.37E+10	5.10E+09	6.14E+11	4.32E+08	6.93E+11	1.82E+03
Ecotoxicidade (PDF m2 ano/ano)	7.37E+09	5.10E+08	6.14E+10	4.32E+07	6.93E+10	1.82E+02
Acidificação/nutrição (PDF m2 ano/ano)	1.43E+11				1.43E+11	3.76E+02
Uso da terra (PDF m2 ano/ano)	1.50E+12				1.50E+12	3.95E+03
Qualidade do ecossistema total (PDF m2 ano/ano)	1.65E+12	2.62E+08	6.14E+10	4.32E+07	1.71E+12	4.51E+03
Minerais (MJ/Ano)					5.61E+10	1.48E+02
Combustíveis fósseis (MJ/Ano)					0.00E+00	0.00E+00
Recursos total (MJ/Ano)					5.61E+10	1.50E+02

QUADRO 4 - Valores normalizados em função de dados europeus segundo o relatório de Blonk *et al.* (1997) na perspectiva igualitária

Perspectiva Igualitária - Eco-indicator 99						
	Ar	Água	Solo agrícola	Solo da indústria	Total	Por habitante
Efeitos carcinógenos (Daly/ano)	1.99E+05	3.10E+05	1.83E+05	6.77E+04	7.60E+05	2.00E-03
Respiração part. Inorganic. (Daly/ano)	4.09E+06				4.09E+06	1.08E-02
Respiração part. organic. (Daly/ano)	2.60E+04				2.60E+04	6.84E-05
Mudanças climáticas (Daly/ano)	9.08E+05				9.08E+05	2.39E-03
Radiação (Daly/ano)	1.01E+04	9.84E+01			1.02E+04	2.68E-05
Depleção de ozônio (Daly/ano)	8.32E+04				8.32E+04	2.19E-04
Saúde Humana total (Daly/ano)	5.31E+06	3.10E+05	1.83E+05	6.77E+04	5.88E+06	1.55E-02
Ecotoxicidade (PAF m2 ano/ano)	7.02E+11	7.87E+09	2.37E+12	4.32E+08	3.08E+12	8.11E+03
Ecotoxicidade (PDF m2 ano/ano)	7.02E+10	7.87E+08	2.37E+11	4.32E+07	3.08E+11	8.11E+02
Acidificação/nutrição (PDF m2 ano/ano)	1.43E+11				1.43E+11	3.75E+02
Uso da terra (PDF m2 ano/ano)	1.50E+12				1.50E+12	3.95E+03
Qualidade do ecossistema total (PDF m2 ano/ano)	1.71E+12	7.87E+08	2.37E+11	4.32E+07	1.95E+12	5.13E+03
Minerais (MJ/Ano)					5.61E+10	1.48E+02
Combustíveis fósseis (MJ/Ano)					2.20E+12	5.79E+03
Recursos total (MJ/Ano)					2.26E+12	5.94E+03

2.3 Softwares para apoio à ACV

A ACV é uma ferramenta que utiliza grande e variada quantidade de dados que necessitam de manipulação para obtenção de resultados. Tal manipulação requer gasto de tempo e de recursos que, na maioria das vezes, não estão disponíveis. Os *softwares* foram inseridos nesse contexto para suprir essa necessidade, viabilizando e otimizando diversas pesquisas envolvendo ACV. Assim, essas ferramentas computacionais têm facilitado o gerenciamento de estudos,

disponibilizando um banco de dados que reduz recursos na coleta de informações, fornecem a avaliação de impactos e interpretação e apresentam resultados de forma compacta e simplificada (MARIOTONI; CUNHA; BAPTISTELA, 2007³ *apud* RIBEIRO 2009).

De acordo com Jönbrink *et al.* (2000), existe elevado número de fornecedores de ferramentas de *software* de ACV no mercado. Os *softwares* destinam-se a diferentes tipos de usuários e são projetados para diferentes tipos de ACV. O QUADRO 5 apresenta os principais *softwares* de apoio à análise do ciclo de vida. As informações sobre cada *software* podem ser consultadas no APÊNDICE C.

³ MARIOTONI, C.A.; CUNHA, M.E.G.; BAPTISTELA, R.Z. **Uma discussão de diferentes softwares visando a aplicação da técnica Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em indústrias.** In: Conferência Internacional sobre Avaliação de Ciclo de Vida – CILCA 2007, anais. São Paulo, 2007. 1 CD-ROM.

QUADRO 5 – *Softwares para apoio à ACV*

SOFTWARE	URL
TRACI	(http://www.epa.gov/nrmrl/std/sab/traci/)
ATHENA™	(http://www.athenasmi.org/tools/impactEstimator/)
BEES 3.0	(http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm)
The Boustead Model 5.0	(http://www.boustead-consulting.co.uk/products.htm)
CMLCA	(http://www.cmlca.eu/)
ECO-it 1.3	(http://www.pre.nl/content/eco-it-ecodesign-software)
EcoScan 3.0	(http://www.idemat.nl/Product/pi_eco.htm)
EIO-LCA	(http://www.eiolca.net)
EDIP PC-Tool	(http://www.mst.dk/English/)
GaBi 4	(http://www.gabi-software.com/index.php?id=85&L=16&redirect=1)
GEMIS	(http://www.oeko.de/service/gemis/)
GREET Model	(http://greet.es.anl.gov/)
IDEMAT 2005	(http://www.idemat.nl/)
KCL-ECO 4.0	(http://www.idemat.nl/Product/pi_eco.htm)
LCAiT 4	(http://www.lcait.com/)
LCAPIX	(http://www.kmlmtd.com/index.htm)
REGIS	(http://www.sinum.com/en/products/software/)
SimaPro7	(http://www.pre.nl/content/simapro-lca-software)
SPOLD	(http://www.ecoinvent.org/ecoinvent-v3/ecospold-v2/)
TEAM™	(https://www.ecobilan.com/uk_team.php)
UMBERTO	(http://www.umberto.de/en/)
WISARD™	(https://www.ecobilan.com/uk_wisard.php)

Fonte: Saic (2006), adaptado.

2.4 Análise do ciclo de vida simplificada (ACVS)

A análise do ciclo de vida simplificada (ACVs) é versão reduzida de uma ACV completa. É conduzida de acordo com as orientações específicas exigidas para determinado caso e sua utilização pode ser direcionada para situações que exigem análises extremamente complexas ou até em pesquisas de menos

importância que não atraem recursos financeiros para analisá-los em sua totalidade (HOCHSCHORNER; FINNVEDEN, 2003).

Simplificar um estudo ACV torna-se atrativo, pela redução de tempo e custo na análise desde que a simplificação não prejudique os resultados da pesquisa. Ambos os fatores devem ser balanceados a fim de que os objetivos propostos no estudo sejam alcançados (HOCHSCHORNER; FINNVEDEN, 2003).

Parte-se do pressuposto de que todo estudo ACV foi simplificado de alguma forma, pois o mapeamento do ciclo de vida de um produto relaciona-se a outros produtos e, por fim, gera uma cadeia que pode tomar proporções globais. Ainda, segundo Graedel e Allenby (1998), uma análise do ciclo de vida completa nunca foi realizada e provavelmente nunca será, porque a qualidade e a quantidade de informação para dar suporte a uma decisão aumentam proporcionalmente ao aprofundamento da pesquisa.

A análise do ciclo de vida de forma simplificada pode ser utilizada sem perdas de informações relevantes se estiver de acordo com o objetivo proposto. Além disso, a ACV serve apenas como apoio à decisão, pois não determina qual o melhor processo ou produto e os custos associados (HOSPIDO; MOREIRA; FEIOJOO, 2003).

As simplificações em estudos de ACV, segundo Ribeiro (2009), seguem duas categorias: a) simplificação dentro da própria estrutura da ACV, utilizando base de dados de inventários ACV em *softwares* de apoio ou limitando o escopo de forma a reduzir a quantidade de dados e modelagem; b) alterações no próprio conceito da ferramenta ACV, eliminando ou limitando estágios no ciclo de vida do produto ou processo estudado.

A retirada de etapas pode ocorrer, por exemplo, no início do ciclo de vida do produto, não se avaliando a extração e a preparação de matéria-prima. Esses estágios iniciais também são chamados de estágios *upstream*. Ou pode ocorrer também a desconsideração de estágios finais do ciclo de vida, como a etapa de

utilização do produto pelo consumidor até seu descarte. Esses estágios são chamados de *downstream* (RIBEIRO, 2009).

Outra forma de classificação de estudos ACV envolve a qualidade dos dados disposta em três níveis. O primeiro contém a análise quantitativa, que inclui um novo inventário com dados detalhados coletados para a pesquisa em questão. O segundo, também quantitativo, porém utilizando dados disponíveis ou semiquantitativos. E o terceiro fazendo-se a análise de maneira qualitativa ou semiquantitativa (WENZEL, 1998). A análise do ciclo de vida é composta basicamente de dados quantitativos englobando a totalidade do ciclo de vida do produto ou processo estudado em conformidade com as normas estabelecidas pela ISO. A utilização de análises qualitativas ou contendo dados qualitativos se deve à dificuldade de quantificar determinados aspectos, o que culmina na utilização de dados qualitativos motivada, muitas vezes, pela impossibilidade de medições, falta de recursos financeiros e de tempo (NIGRI, 2009).

Métodos de avaliação do ciclo de vida simplificados são realizados de maneira qualitativa ou semiquantitativa e/ou não incluem o ciclo de vida inteiro do produto ou processo. Estes podem ser usados como pré-estrutura de um ACV quantitativo ou como avaliação paralela a ser utilizada junto ao mesmo para interpretação. Além disso, podem ser úteis em várias aplicações como, por exemplo, desenvolvimento de produtos, aquisições ou a identificação de aspectos críticos no ciclo de produtos, entre outros (HOCHSCHORNER; FINNVEDEN, 2003).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa seguiu as seguintes etapas descritas de forma geral:

Primeiramente, foi descrito o processo produtivo de cada produto.

A segunda etapa consistiu na escolha de procedimentos para coleta de dados e sua respectiva coleta e refinamento. Para a coleta de dados em campo foram selecionados um produtor industrial e um produtor artesanal de cada produto (queijo minas e doce de leite). O processo de coleta de dados em campo ocorreu com o auxílio de um roteiro de perguntas, que pode ser consultado no APÊNDICE D. O objetivo do roteiro de perguntas era a obtenção da quantidade e tipo de insumos utilizados na produção, bem como o transporte e origem dos principais insumos. Os dados coletados foram medidos em função da quantidade de produto produzido e depois calculados em função da unidade funcional escolhida.

A energia elétrica foi obtida a partir da potência de cada aparelho utilizado no processo e medição de seu tempo de funcionamento (APÊNDICE E). A quantidade de gás liquefeito de petróleo (GLP) utilizada na fabricação de doce de leite artesanal foi calculada a partir de dados do fabricante e medição do tempo de funcionamento do fogão utilizado no processo (APÊNDICE F). A quantidade de lenha utilizada nos processos de fabricação industrial de queijo minas e doce de leite foi fornecida em metros cúbicos e posteriormente transformada em quilogramas com a utilização de dados bibliográficos. As emissões de gases e particulados referentes à queima da lenha também foram obtidas em pesquisa bibliográfica, exceto para o CO₂ que foi calculado (APÊNDICE G).

Sobre a caracterização de efluentes líquidos, os dados referentes à geração por parte de produtores artesanais não foram encontrados na literatura e sua medição não foi possível. Além disso, os dados encontrados em pesquisa bibliográfica para produtores industriais, ou seja, em indústria de laticínios, apresentavam

grande variação. Contudo, uma mesma base de dados característica de produtores de queijo em Minas Gerais foi utilizada tanto para o produtor industrial quanto para o artesanal, a fim de que não gerasse diferença na comparação entre processos, porém, que permitisse a comparação entre etapas de um mesmo processo (APÊNDICE H).

Os dados referentes aos impactos ambientais gerados na produção dos insumos utilizados na fabricação do queijo minas e do doce de leite, exceto lenha, foram acessados no banco de dados *ecoinvent* do *software* Simapro7. Os insumos acessados no *software* foram: leite, açúcar, cloreto de cálcio, sal, soda cáustica, ácido nítrico, detergente, plástico PP, papelão, água, GLP e energia elétrica.

Vale ressaltar que os dados referentes aos insumos fornecidos pelo *software* são dados europeus, destacando-se o impacto ambiental gerado na produção de leite, uma vez que houve a alocação desse impacto na produção de queijo e também de doce de leite.

Os impactos ambientais referentes à produção de bicarbonato de sódio, sorbato de potássio, coalho e fermento não foram consideradas no estudo, pela indisponibilidade de dados no *ecoinvent*. Em relação ao transporte, foi considerado somente o do leite (principal matéria-prima do queijo) e do queijo. O transporte dos demais subprodutos não foi considerado na análise devido à sua reduzida quantidade no processo e dificuldade de localização do local de origem. Os impactos relacionados ao transporte foram calculados também pelo *software* Simapro.

Depois disso, o valor da unidade funcional foi determinado.

Em quarto, foram estabelecidos os limites ou fronteiras do sistema de cada produto estudado. A divisão do sistema e o estabelecimento de fronteiras adotadas neste estudo foram determinadas com a finalidade de proporcionar melhor comparação entre os processos industrial e artesanal de um mesmo produto. Não foi considerado o ciclo de vida do maquinário utilizado durante o

processamento dos produtos: queijo minas e do doce de leite em ambos os processos.

Depois, os dados coletados foram inseridos no *software* Simapro7 para análise e utilizou-se o método de avaliação de impacto do ciclo de vida, *eco-indicator* 99, com perspectiva individualista cuja normalização é feita em um contexto europeu. Com a determinação dos aspectos e impactos ambientais, foi realizada a análise comparativa dos produtos entre os processos de fabricação industrial e artesanal. As categorias de impactos ambientais avaliadas pelo *eco-indicator* 99 utilizado pelo Simapro foram: carcinógenos, respiração de partículas inorgânicas, respiração de partículas orgânicas, mudanças climáticas, radiação, depleção da camada de ozônio, ecotoxicidade, acidificação/eutrofização, uso da terra e minerais.

4 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO QUEIJO MINAS

4.1 Descrição do processo produtivo do queijo minas industrial e artesanal

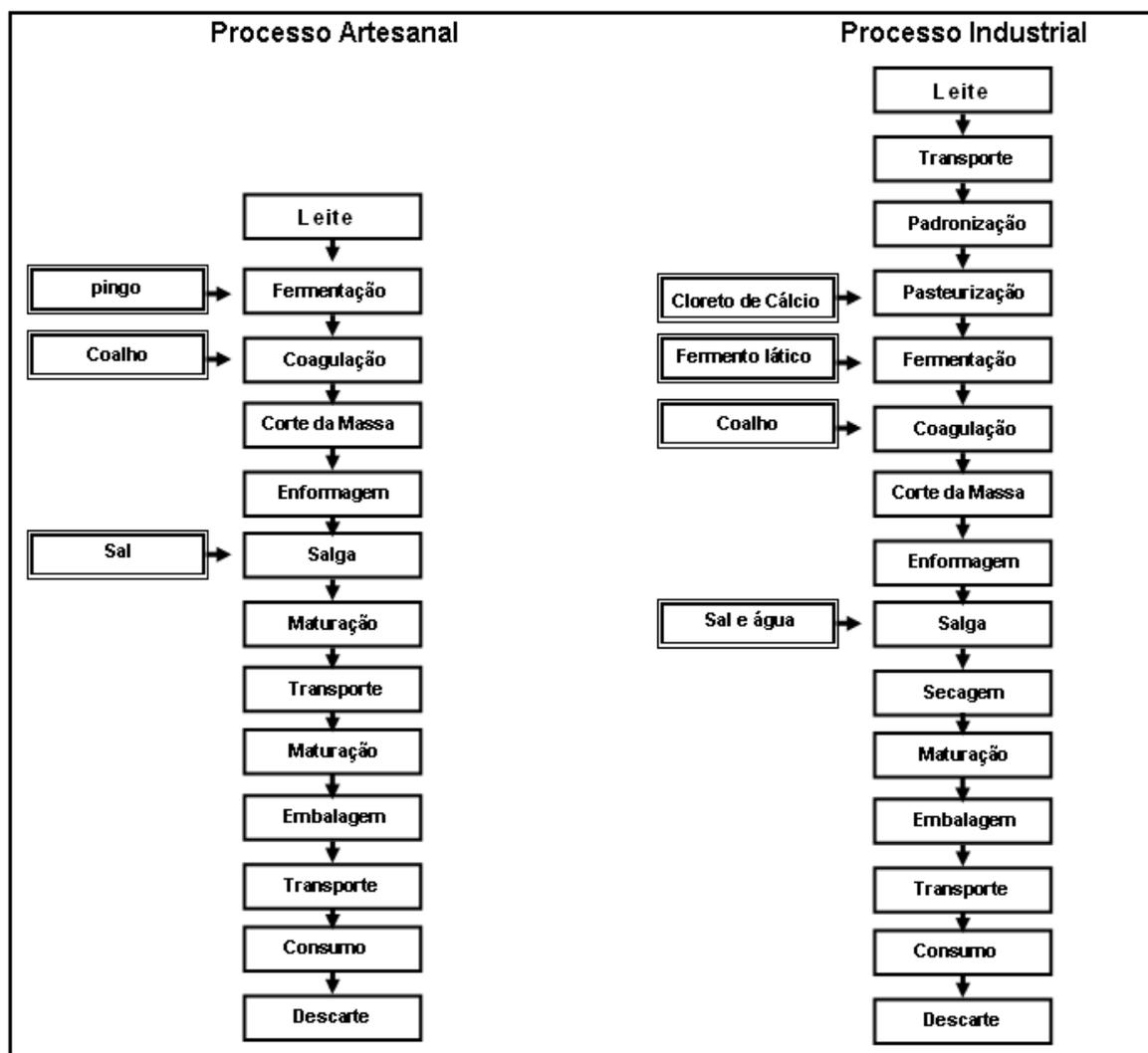
A produção do queijo minas artesanal inicia-se com a ordenha do gado. O leite ordenhado segue para um recipiente onde já se encontra o “pingo” (fermento típico da região do Serro, em Minas Gerais). À medida que o recipiente é preenchido com leite, ocorre a mistura ao fermento. O coalho é então adicionado ao leite, fazendo que ocorra a separação da parte sólida do leite com o soro. Esse processo dura entre 45 e 60 minutos. Após a separação completa, a parte sólida é cortada e decantada. A massa é retirada com uma peneira e colocada em fôrmas. A massa é prensada na fôrma e virada no mesmo instante. Nesse momento inicia-se a salga, com a adição de sal grosso na parte superior da massa e após aproximadamente cinco horas o queijo é virado novamente e o sal grosso é colocado no outro lado. Por volta de 14 horas depois o queijo é retirado da fôrma e colocado em prateleiras para que ocorra o processo de cura. O restante de soro misturado com sal grosso que escorre do queijo durante a salga é recolhido e será utilizado no próximo ciclo de produção de queijo. Este é o fermento utilizado no processo artesanal, denominado de “pingo”. O queijo permanece por quatro dias maturando na fazenda, depois é levado para a cooperativa, pesado e lavado e permanece entre cinco e seis dias maturando em câmaras refrigeradas. Depois disso é embalado e transportado para os revendedores. Todo o processo de fabricação de queijo ocorrido na fazenda não utiliza energia elétrica, principalmente porque não necessita de refrigeração.

A produção industrial do queijo minas também se inicia com a ordenha do gado, porém o leite é transportado para a cooperativa assim que ordenhado. O leite é padronizado com quantidade de gordura entre 3 e 3,2%, depois pasteurizado a 75°C durante 15 segundos. Adiciona-se cloreto de cálcio para repor o cálcio perdido na pasteurização e depois se acrescenta o fermento. Esse fermento utilizado na cooperativa é industrializado. O leite é colocado num tanque, onde é adicionado o coalho para que ocorra a separação da parte sólida do leite com o

soro, depois a massa é cortada e decantada. A massa é prensada dentro do tanque, cortada em blocos e enformada. O queijo enformado é prensado durante 20 minutos juntamente com uma membrana no interior da forma. O queijo é virado e prensado novamente por mais 20 minutos. A membrana é retirada da fôrma e o queijo é prensado por mais 10 minutos. Ele é levado para a câmara de refrigeração e deixado de um dia para outro. É retirado da fôrma e segue para a salmoura, onde fica entre cinco e seis horas imerso em água com sal. É levado para a câmara de secagem e fica por volta de 48 horas, quando é virado por três vezes para que ocorra a maturação por igual. Por fim, o queijo permanece por cerca de 10 dias em processo de cura e é ensacado e preparado para ser transportado.

A partir da chegada do queijo artesanal na cooperativa, o que acontece após seu quarto dia de maturação, os processos artesanal e industrial se igualam, uma vez que a cooperativa é responsável pela rotulagem de ambos. A FIG. 8 esquematiza o processo produtivo artesanal e industrial do queijo.

FIGURA 8 - Ciclo de vida do queijo minas artesanal e do queijo minas industrial



Fonte: do autor.

4.1.1 Principais características dos produtores de queijo minas estudados

- **Produtor de queijo minas industrial**

O produtor de queijo minas industrial visitado está situado na cidade do Serro, a 200 km de Belo Horizonte. O queijo é produzido em uma fábrica de laticínios pertencente a uma cooperativa de produtores e o leite utilizado no processo é pasteurizado. O soro de leite gerado no processo é doado a fazendeiros locais para alimentação animal e, além disso, a fábrica possui uma estação de tratamento de efluentes. A cooperativa é suprida por mais de 60 produtores de

leite e também é responsável pela recepção, embalagem e venda do queijo minas produzido artesanalmente pelos cooperados.

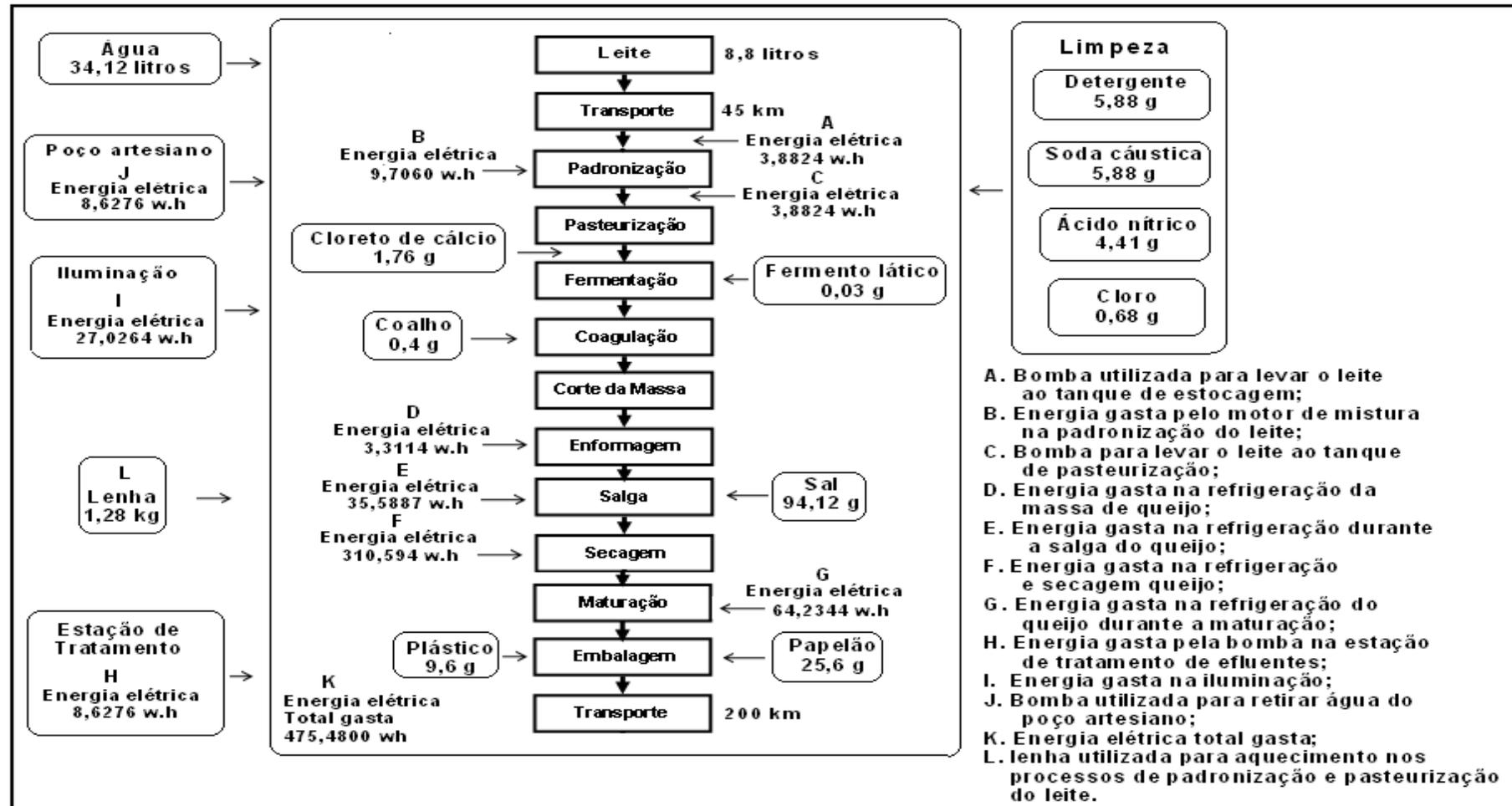
- **Produtor de queijo minas artesanal**

O produtor de queijo minas artesanal visitado também está situado na cidade do Serro e faz parte de uma cooperativa de produtores locais, possuindo credenciamento para produzir o queijo minas vendido pela cooperativa. Sua produção diária é de pouco mais de 20 kg de queijo. Seu local de produção está situado dentro da fazenda, ao lado do local de ordenha. Seu processo de produção de queijo é totalmente manual e segue características tradicionais dos produtores de queijo artesanal do Serro utilizando leite cru na produção. Todo o soro de leite gerado na produção é destinado à alimentação animal na própria fazenda e os efluentes líquidos gerados na produção são despejados numa fossa dentro da propriedade.

4.2 Insumos utilizados na produção de queijo minas

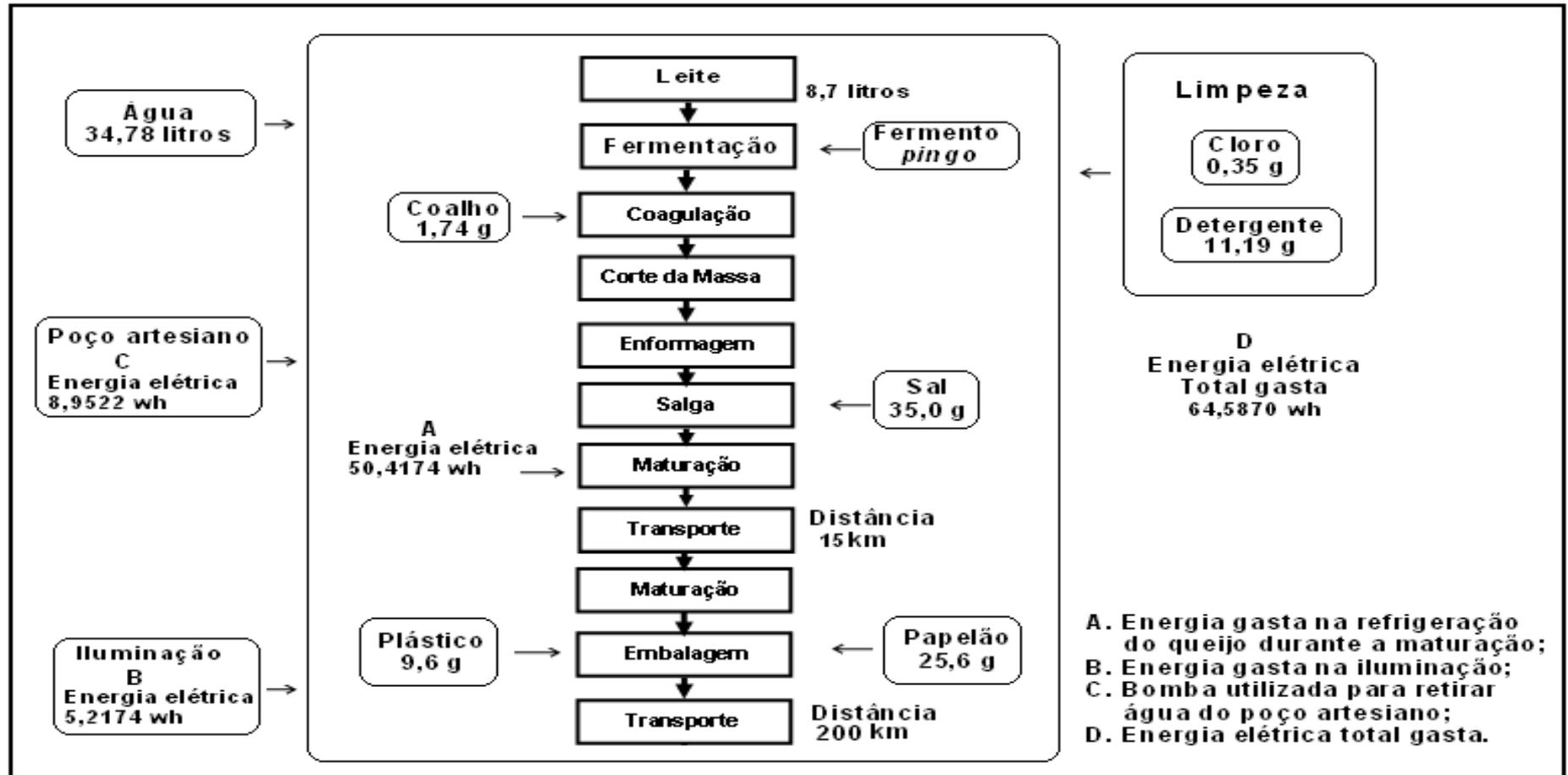
A unidade funcional adotada para o queijo minas foi de 1 kg de produto, que se refere a uma unidade de queijo comumente comercializada. A FIG. 9 mostra a produção industrial de queijo minas, apresentando a quantidade de insumos utilizada na produção de 1 kg de queijo minas. A FIG. 10 também mostra a produção de queijo minas com a quantidade de insumos de acordo com a unidade funcional, porém para o processo artesanal.

FIGURA 9 - Insumos utilizados na produção de 1 kg de queijo minas industrial



Fonte: do autor.

FIGURA 10 - Insumos utilizados na produção de 1 kg de queijo minas artesanal



Fonte: do autor.

O QUADRO 6 apresenta a comparação entre os insumos gastos na produção do queijo minas industrial e os insumos gastos no queijo minas artesanal. Observa-se que o produtor artesanal não utiliza cloreto de cálcio e lenha porque o leite empregado em sua produção não passa pelo processo de pasteurização. O produtor artesanal também não utiliza fermento láctico nem produtos para limpeza da linha de circulação de leite, como soda cáustica e ácido nítrico. A relação entre litros de água gastos por litro de leite processado é de 3,88 para o produtor industrial e 4,00 para o produtor artesanal, valores que são ligeiramente superiores ao consumo de água em laticínios produtores de queijo na Noruega, que varia de 2,5 a 3,8 (MAGANHA, 2006).

QUADRO 6 - Insumos utilizados na produção de queijo minas artesanal e industrial por unidade funcional

Insumo	Unidade	Produção Industrial	Produção Artesanal
Leite	Litros	8,80	8,70
Sal	Gramas	94,12	35,00
Cloreto de cálcio	Gramas	1,76	..
Fermento láctico	Gramas	0,03	..
Coalho	Gramas	0,40	1,74
Papelão	Gramas	25,60	25,60
Plástico	Gramas	9,60	9,60
Detergente	Gramas	5,88	11,19
Soda cáustica	Gramas	5,88	..
Ácido nítrico	Gramas	4,41	..
Cloro	Gramas	0,68	0,35
Água	Litros	34,12	34,78
Lenha	Quilos	1,28	..
Energia elétrica	Watt.hora	475,48	64,59

O QUADRO 7 apresenta parte das emissões geradas na produção de 1 kg de queijo minas industrial e 1 kg de queijo minas artesanal. A totalidade dos

aspectos ambientais gerados no ciclo de vida do queijo minas industrial e artesanal pode ser consultada nos APÊNDICES I e J, respectivamente.

QUADRO 7 – Emissões geradas (parte) na produção de queijo minas industrial e de queijo minas artesanal por quilograma de produto

Elemento	Meio	Queijo minas industrial	Queijo minas Artesanal
DBO	Água	203,10 g	207,12 g
Dióxido de carbono	Ar	3,25 kg	1,56 kg
Monóxido de carbono	Ar	8,43 g	2,8 g
DQO	Água	263,38 g	268,62 g
Metano	Ar	177,00 g	174,79 g
Óxidos de nitrogênio	Ar	13,51 g	11,91 g
VOC	Ar	4,11 g	3,51 g
MP < 10 um	Ar	4,10 g	8,68 mg
MP < 2,5 um	Ar	3,49 g	20,25 mg
Fosfatos	Água	998,40 g	3,06 g
Nitratos	Água	252,86 g	249,94 g
Sulfatos	Água	5,70 g	2,85 g
Dióxido sulfúrico	Ar	1,36 g	1,05 g
Óxido sulfúrico	Ar	5,71 g	5,35 g

4.3 Divisão do ciclo de vida do queijo minas em subsistemas

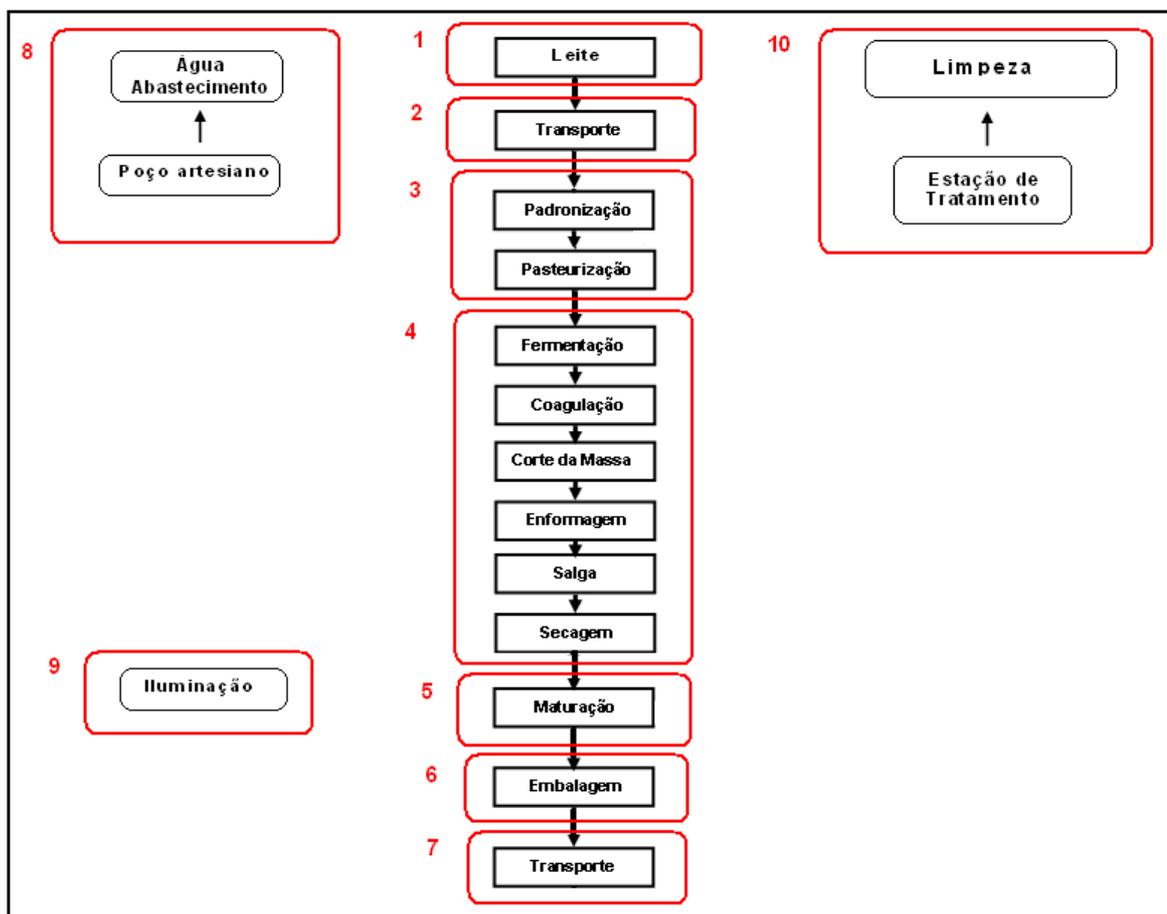
A FIG. 11 apresenta o processo industrial do queijo minas, dividido em subsistemas. O objetivo da divisão é permitir melhor análise comparativa entre os processos industrial e artesanal do queijo minas. O ciclo de vida do queijo minas industrial foi dividido em 10 subsistemas: produção de leite, transporte de subprodutos, processamento do leite, processamento do queijo, maturação, embalagem, transporte do queijo, abastecimento de água, iluminação e limpeza. Optou-se por unir as etapas de padronização e pasteurização em um único subsistema, sendo chamado de processamento do leite. As etapas de

fermentação, coagulação, corte da massa, enformagem, salga e secagem também foram alocadas em um único subsistema denominado de processamento do queijo. A divisão no ciclo de vida do queijo minas artesanal segue a mesma divisão do queijo minas industrial, porém, devido ao seu reduzido número de etapas, algumas entraram na comparação com impacto ambiental nulo.

Cada subsistema apresenta impactos ambientais devido a:

- Subsistema 1 - produção de leite;
- subsistema 2 - transporte de leite;
- subsistema 3 - queima de lenha, utilização de energia elétrica e produção de cloreto de cálcio;
- subsistema 4 - produção de sal e energia elétrica;
- subsistema 5 - energia elétrica;
- subsistema 6 - produção de plástico e papelão;
- subsistema 7 - transporte do queijo;
- subsistema 8 - água utilizada no processo e energia elétrica;
- subsistema 9 - energia elétrica;
- subsistema 10 - produção de detergente, soda cáustica, ácido nítrico e cloro utilização de energia elétrica e geração de efluentes líquidos.

FIGURA 11 - Divisão do ciclo de vida do queijo industrial em subsistemas



Fonte: do autor.

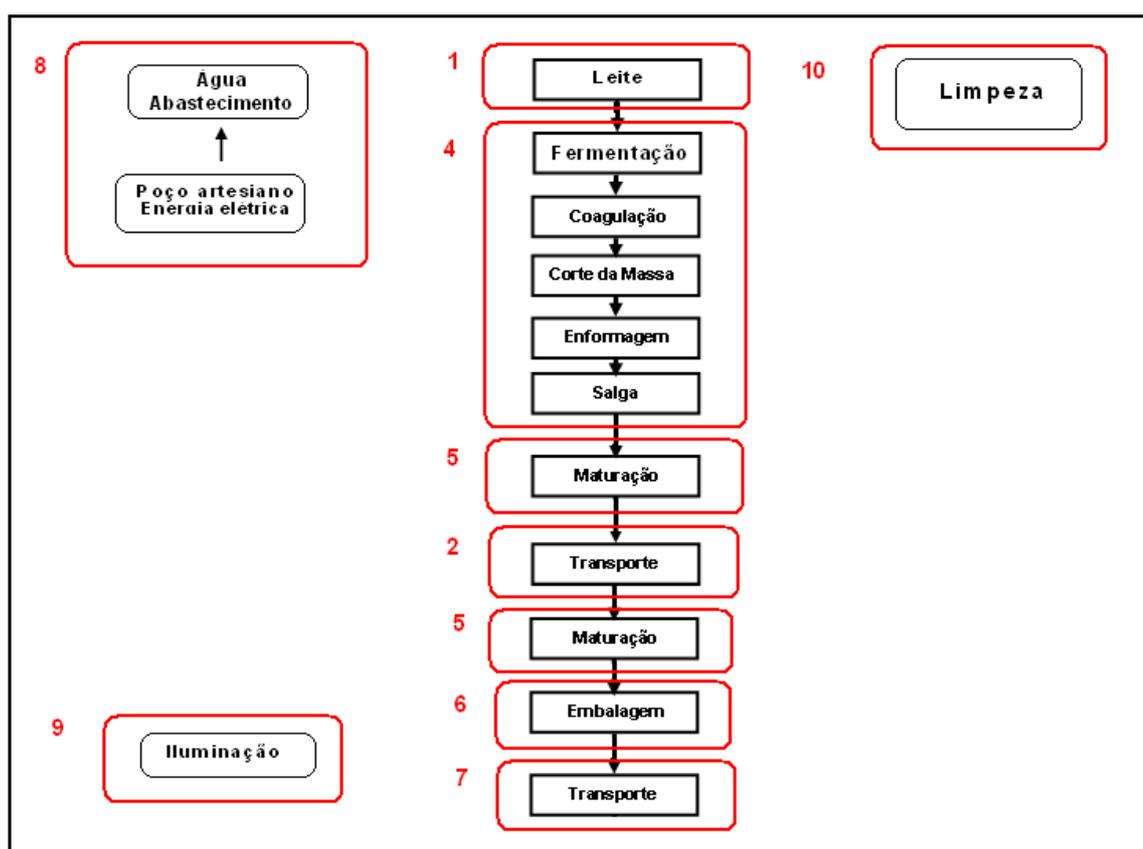
A FIG. 12 apresenta o processo artesanal do queijo minas, dividido em subsistemas. Os subsistemas do processo artesanal foram numerados de acordo com a numeração dada ao processo industrial, portanto, o subsistema 3 não existe e o subsistema 5, que está dividido em duas partes, será considerado um subsistema único na análise.

Cada subsistema apresenta impactos ambientais devido a:

- Subsistema 1 - produção de leite;
- subsistema 2 - transporte de queijo até a cooperativa;
- subsistema 3 - impacto ambiental nulo;
- subsistema 4 - produção de sal;
- subsistema 5 - energia elétrica;
- subsistema 6 - produção de plástico e papelão;

- subsistema 7 - transporte do queijo.
- subsistema 8 - água utilizada no processo e energia elétrica;
- subsistema 9 - energia elétrica;
- subsistema 10 - produção de detergente e cloro e, a geração de efluentes líquidos.

FIGURA 12 - Processo artesanal do queijo minas dividido em subsistemas



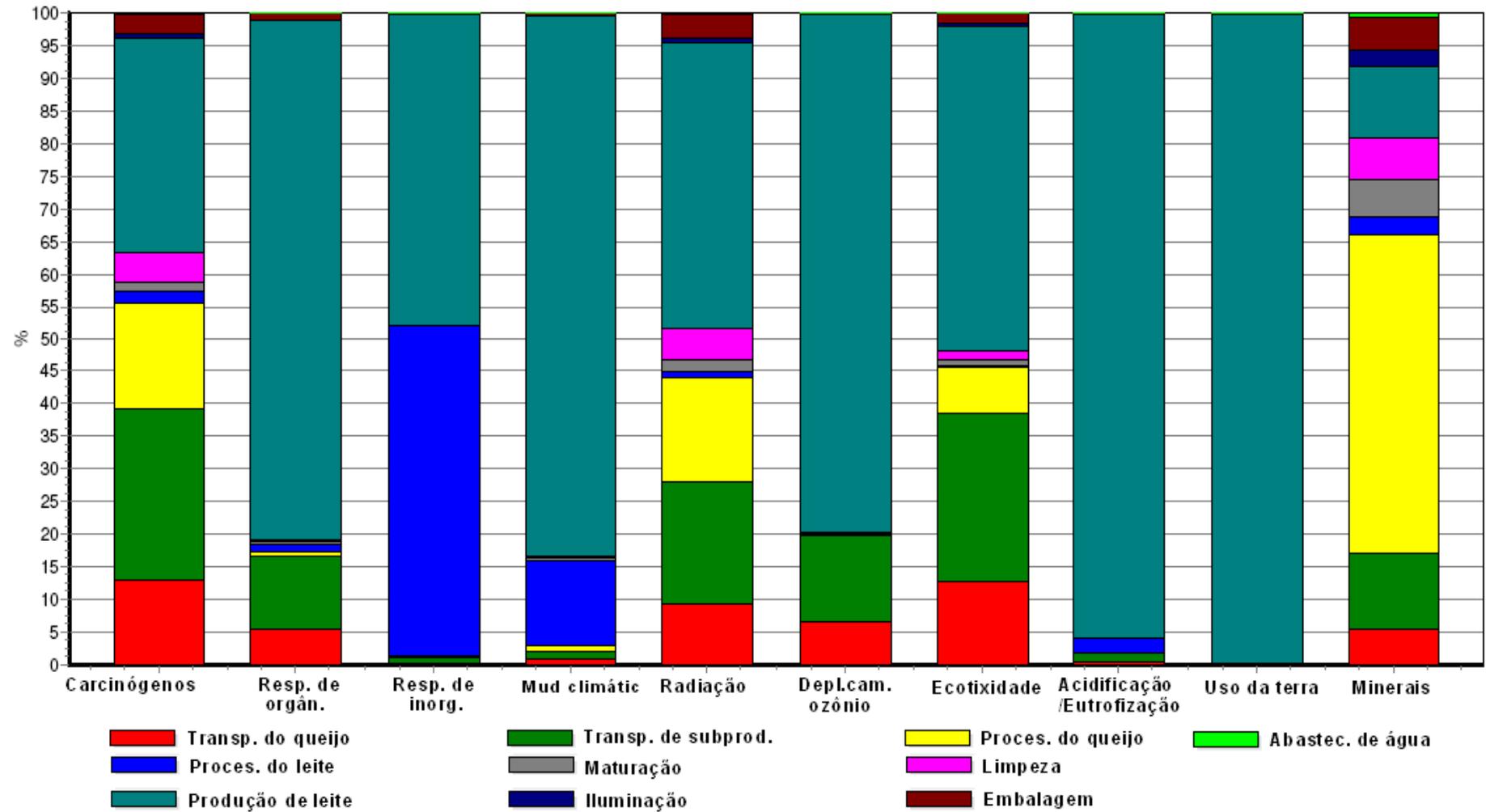
Fonte: do autor.

4.4 Resultados e discussão da análise comparativa do queijo minas

4.4.1 Queijo minas industrial

O GRÁF. 1 apresenta os impactos ambientais do queijo industrial em porcentagem. Percebe-se que a produção de leite contribuiu em todas as categorias de impacto e, inclusive, foi responsável pela totalidade da categoria uso da terra e praticamente toda a categoria acidificação/eutrofização.

GRÁFICO 1 - Impactos ambientais gerados pelo queijo industrial em porcentagem



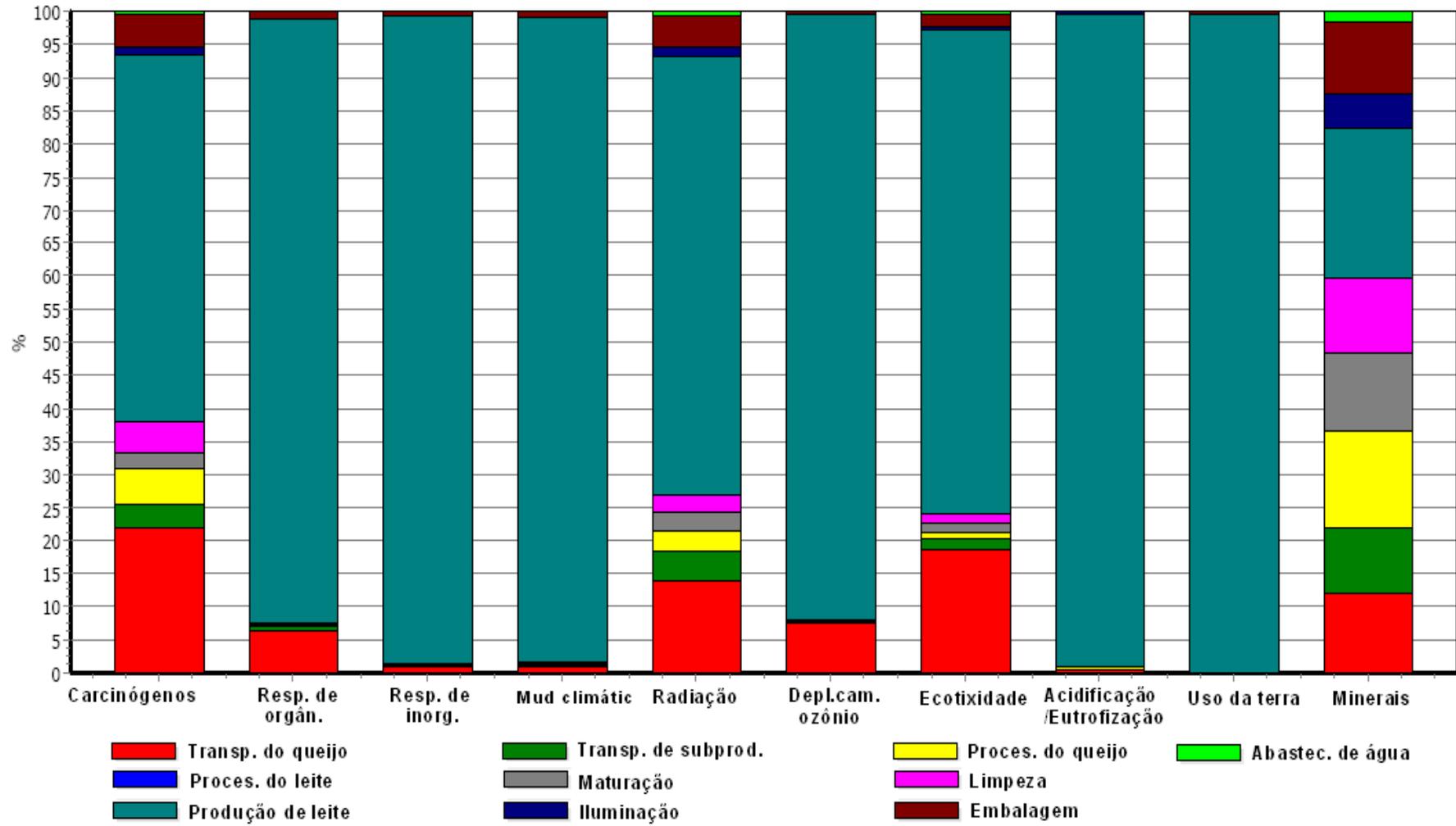
Utilizando o critério de ponderação, o GRÁF. 2 mostra os impactos ambientais também por categoria de impacto. Na divisão por cores constata-se que a principal etapa geradora de impacto foi a produção de leite seguida pelo processamento do leite para fabricação do queijo. Os principais impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial foram: a respiração de partículas inorgânicas, mudanças climáticas e uso da terra. Acidificação/eutrofização e uso de minerais também apareceram, porém, em pequenas quantidades. Os demais impactos foram desprezíveis em relação aos três maiores.

Utilizando o critério de pontuação única e análise por etapas do ciclo de vida do queijo minas industrial, o GRÁF. 3 mostra que a etapa de produção de leite alocada ao ciclo de vida do queijo foi a maior geradora de impacto ambiental. Essa etapa foi responsável pela geração dos impactos: respiração de partículas inorgânicas, mudanças climáticas, uso da terra e, em menor quantidade, acidificação/eutrofização. A etapa de processamento do leite, ou seja, da padronização e pasteurização do leite, também foi responsável por significativo impacto ambiental, destacando-se a respiração de partículas inorgânicas e mudança climática.

4.4.2 Queijo minas artesanal

O GRÁF. 4 apresenta os impactos ambientais associados ao ciclo de vida do queijo artesanal em porcentagem. Apura-se que a produção de leite contribuiu significativamente em todas as categorias de impacto e, inclusive, foi responsável pela totalidade da categoria uso da terra e praticamente toda a categoria de acidificação/eutrofização, mudanças climáticas e respiração de partículas inorgânicas.

GRÁFICO 4 - Impactos ambientais do queijo minas artesanal em porcentagem



Utilizando o critério de ponderação, o GRÁF. 5 destaca os impactos ambientais também por categoria de impacto no ciclo de vida do queijo minas artesanal. Observa-se que os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas artesanal foram: a respiração de partículas inorgânicas, mudanças climáticas, uso da terra e acidificação/eutrofização. Os demais impactos foram desprezíveis em relação aos três maiores.

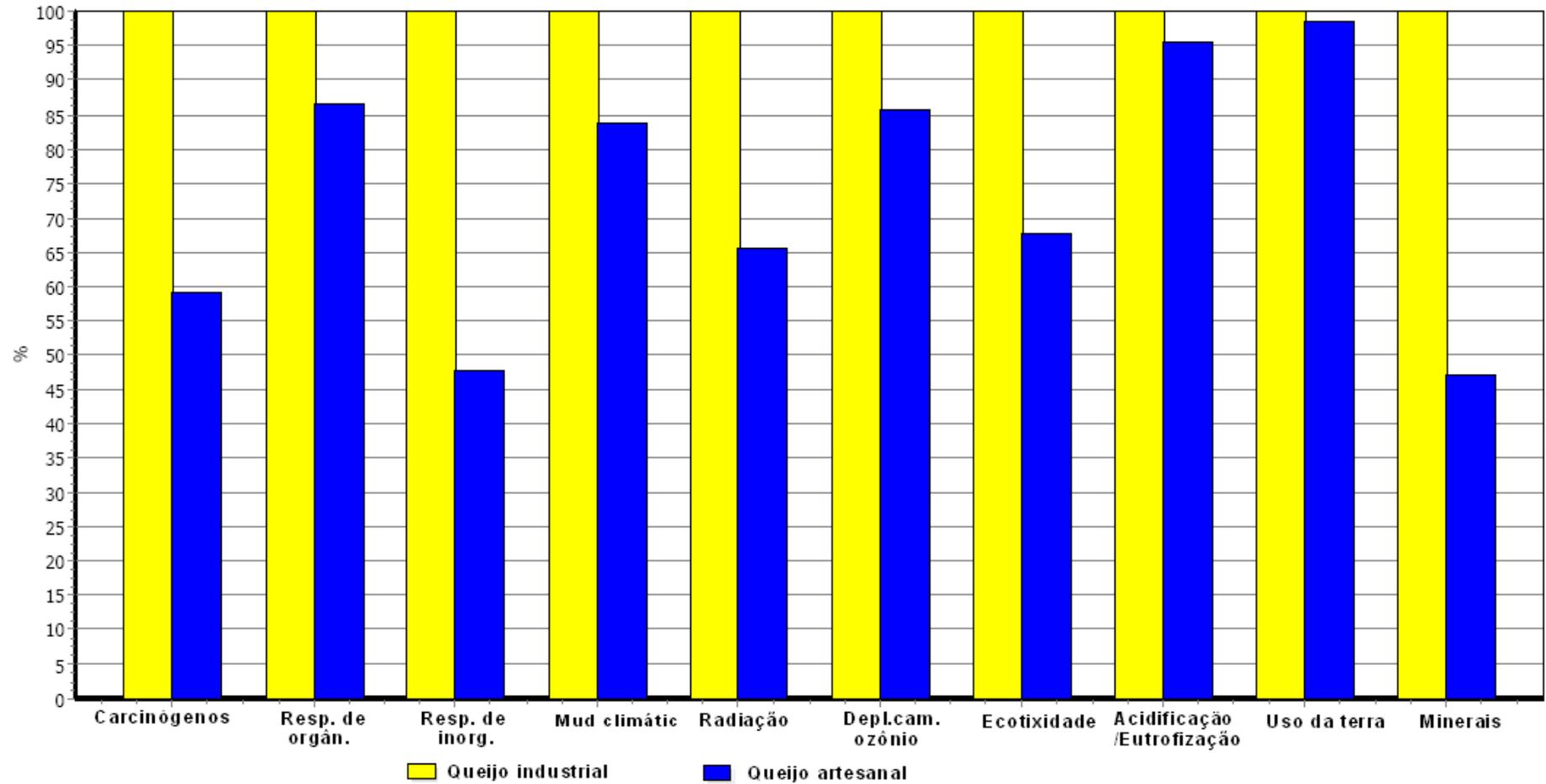
A principal etapa geradora de impacto foi a produção de leite. É possível verificar também que as outras etapas do ciclo de vida do queijo artesanal geraram impactos de proporções insignificantes quando comparadas à produção de leite.

O GRÁF. 6 apresenta os impactos ambientais divididos entre as etapas do ciclo de vida do queijo minas artesanal utilizando-se o critério de pontuação única. A etapa de produção de leite alocada ao ciclo de vida do queijo foi a maior geradora de impacto ambiental. Essa etapa foi responsável pela geração dos impactos: respiração de partículas inorgânicas, mudanças climáticas, uso da terra e, em menor quantidade, acidificação/eutrofização. As demais etapas do ciclo de vida do queijo artesanal apresentaram impactos ambientais desprezíveis em relação à produção de leite.

4.4.3 Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial e do queijo minas artesanal

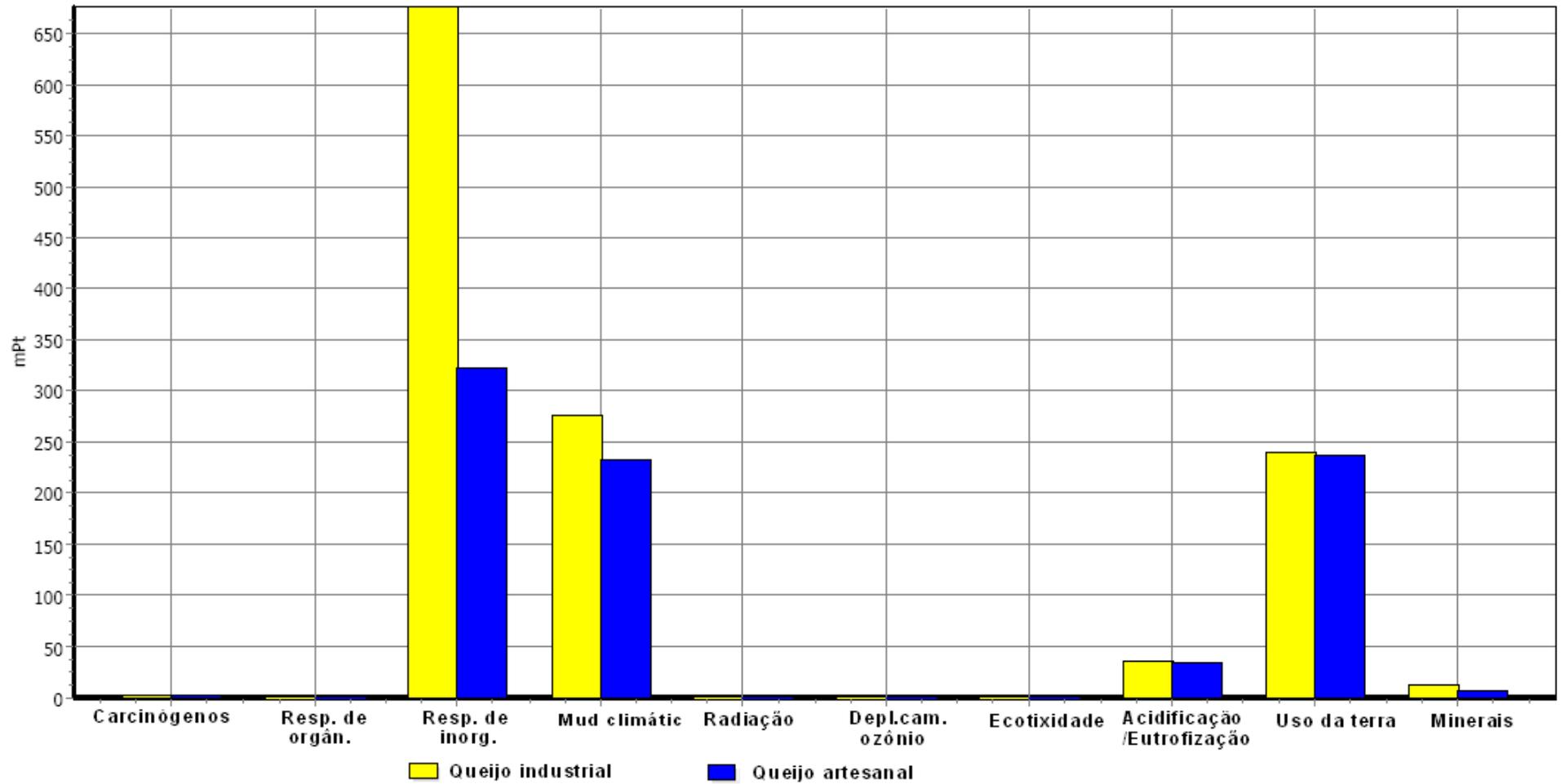
O GRÁF. 7 apresenta a comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial e do ciclo de vida do queijo minas artesanal. Os impactos ambientais gerados pelo queijo industrial foram superiores aos impactos ambientais gerados pelo queijo artesanal em todas as categorias de impacto, sendo que a respiração de partículas inorgânicas e o uso de minerais exibiram mais discrepância.

GRÁFICO 7 – Comparação entre impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial e do queijo minas artesanal em porcentagem



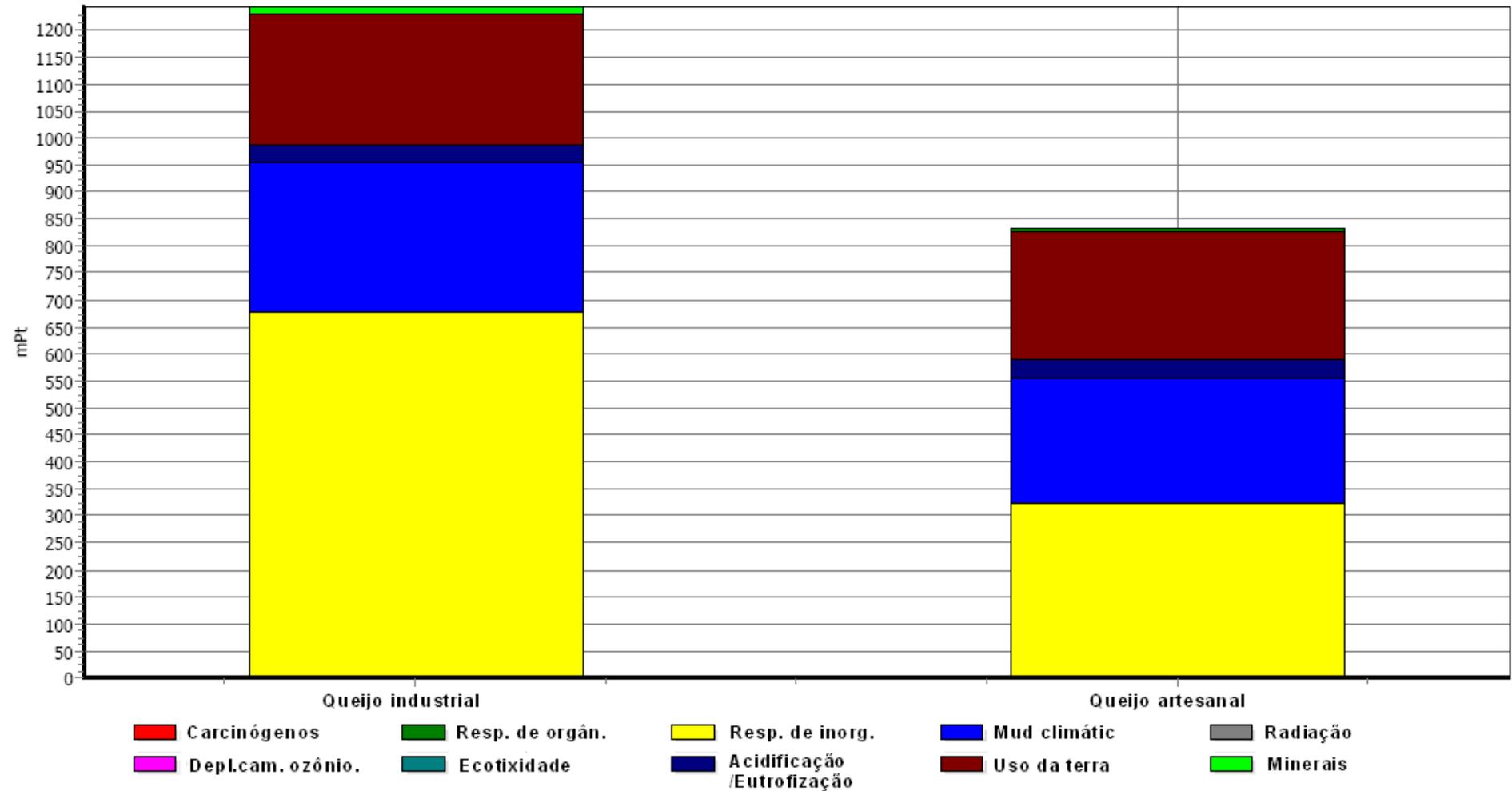
O GRÁF. 8 traz a comparação por categoria de impacto entre o ciclo de vida do queijo minas industrial e o ciclo de vida do queijo minas artesanal, pelo critério de ponderação. Verifica-se que o impacto ambiental gerado pelo produtor industrial foi superior ao gerado pelo produtor artesanal em todas as categorias de impacto com quantificação observável. Houve mais discrepância entre os processos (industrial e artesanal) na categoria de impacto respiração de partículas inorgânicas.

GRÁFICO 8 – Comparação por categoria de impacto ambiental entre o ciclo de vida do queijo minas industrial e artesanal pelo critério de ponderação



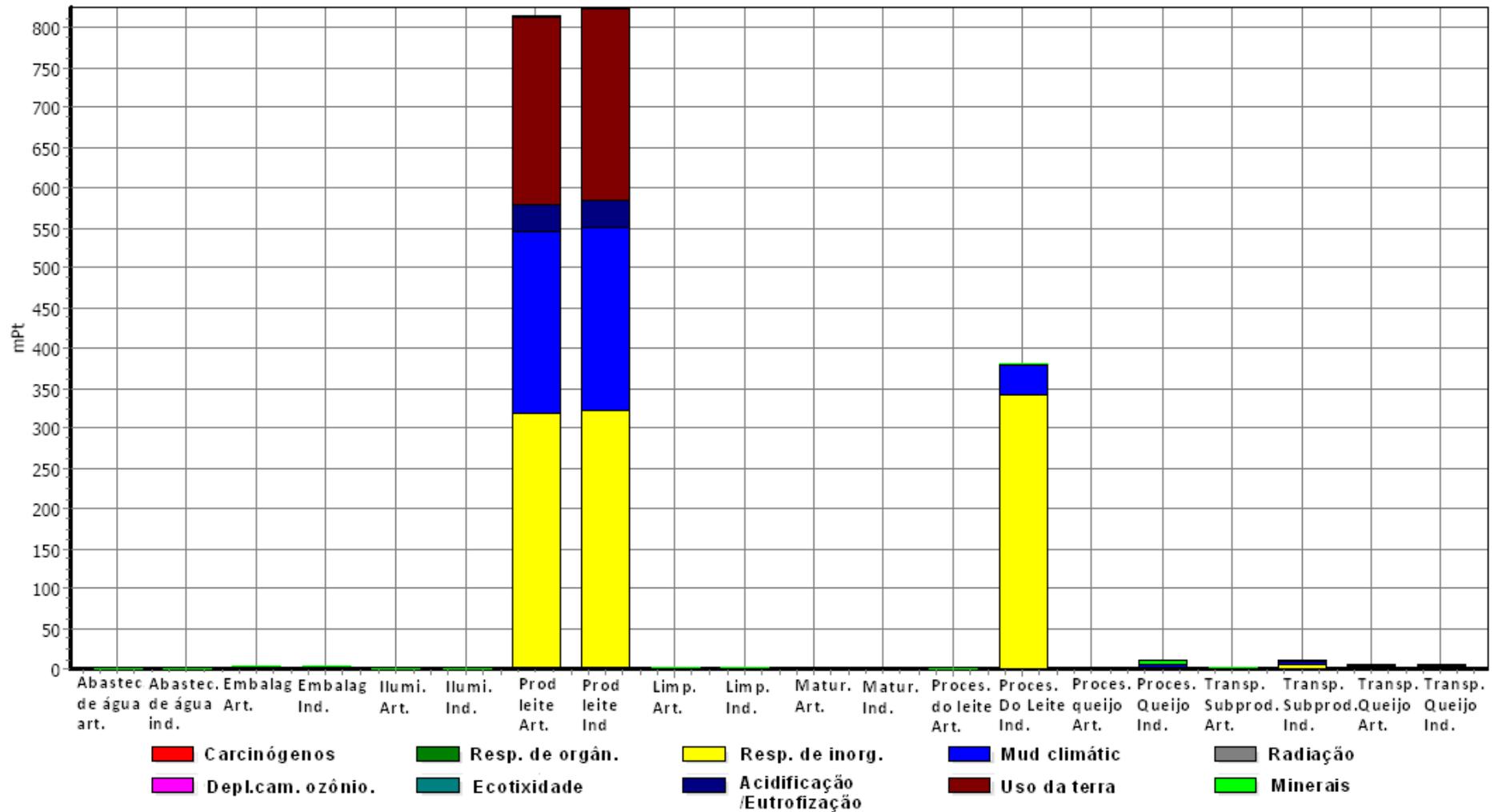
No GRÁF. 9 detecta-se a comparação entre o impacto ambiental gerado pelo queijo minas industrial e o queijo minas artesanal utilizando-se o critério de pontuação única. O impacto gerado pelo queijo industrial foi cerca de 30% mais significativo que o impacto artesanal.

GRÁFICO 9 - Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do queijo minas industrial e artesanal apresentados em pontuação única



O GRÁF. 10 exibe a comparação entre impactos ambientais gerados pelo queijo minas industrial e o queijo minas artesanal por etapas do ciclo de vida. E compara os resultados apresentados nos GRÁF. 3 e 6. Pode-se constatar que a produção de leite se destacou como a principal geradora de impacto ambiental no ciclo de vida do queijo minas em ambos os tipos de produção. E, ainda, que o processamento do leite industrial, que envolve a queima de lenha, também apresentou significativo impacto ambiental.

GRÁFICO 10 – Comparação entre impactos ambientais gerados por etapas do ciclo de vida industrial e artesanal do queijo minas



4.5 Considerações sobre a análise do ciclo de vida do queijo minas industrial e do queijo minas artesanal

De acordo com os resultados apresentados pelos GRÁF. 7, 8, 9 e 10, o queijo minas produzido pelo processo de fabricação industrial apresentou maior impacto ambiental gerado em seu ciclo de vida quando comparado ao queijo minas produzido pelo processo artesanal. Este resultado se deve, principalmente, ao processo de pasteurização do leite, que demanda calor gerado pelo uso de lenha (GRÁF. 10) e também pela refrigeração de subprodutos e de produto final, que utiliza energia elétrica. No entanto, a não utilização do leite pasteurizado na fabricação artesanal de queijo é vista como negativa, por gerar certa insegurança por parte do consumidor devido ao risco de contaminação.

Embora a grande diferença de impactos ambientais entre os processos industrial e artesanal de produção do queijo minas seja causada pela etapa de pasteurização, a etapa que gerou mais impacto ambiental foi a de produção de leite (GRÁF. 3, 6 e 10). Assim, na análise feita por etapas em cada processo (industrial e artesanal), a etapa de produção de leite foi a maior geradora de impacto ambiental, seguida pela etapa de processamento do leite pelo produtor industrial (GRÁF. 3 e 6), resultado compatível com o encontrado por Berlin (2002).

As demais etapas não apresentaram impactos ambientais significativos quando comparadas à produção de leite. Vale salientar que os dados referentes aos impactos ambientais gerados na etapa de produção de leite são europeus e foram alocados no ciclo de vida do queijo minas.

Na comparação entre categorias de impacto ambiental, a respiração de partículas inorgânicas apresentou mais alto valor em ambos os processos (industrial e artesanal), o que pode ser confirmado pelos GRÁF. 2, 5 e 8. Também se destacam as categorias uso da terra e mudanças climáticas. Novamente a etapa que mais contribuiu para essas categorias de impacto foi a de produção de leite, seguida pela etapa de processamento do leite pelo produtor industrial (GRÁF. 3, 6 e 10).

Com respeito aos efluentes líquidos gerados na produção de queijo, a utilização do soro de leite para alimentação animal minimiza drasticamente a geração destes em ambos os produtores. Acrescido a isso, a utilização de estação de tratamento pelo produtor industrial e de fossas pelo produtor artesanal contribui positivamente para a redução desse aspecto.

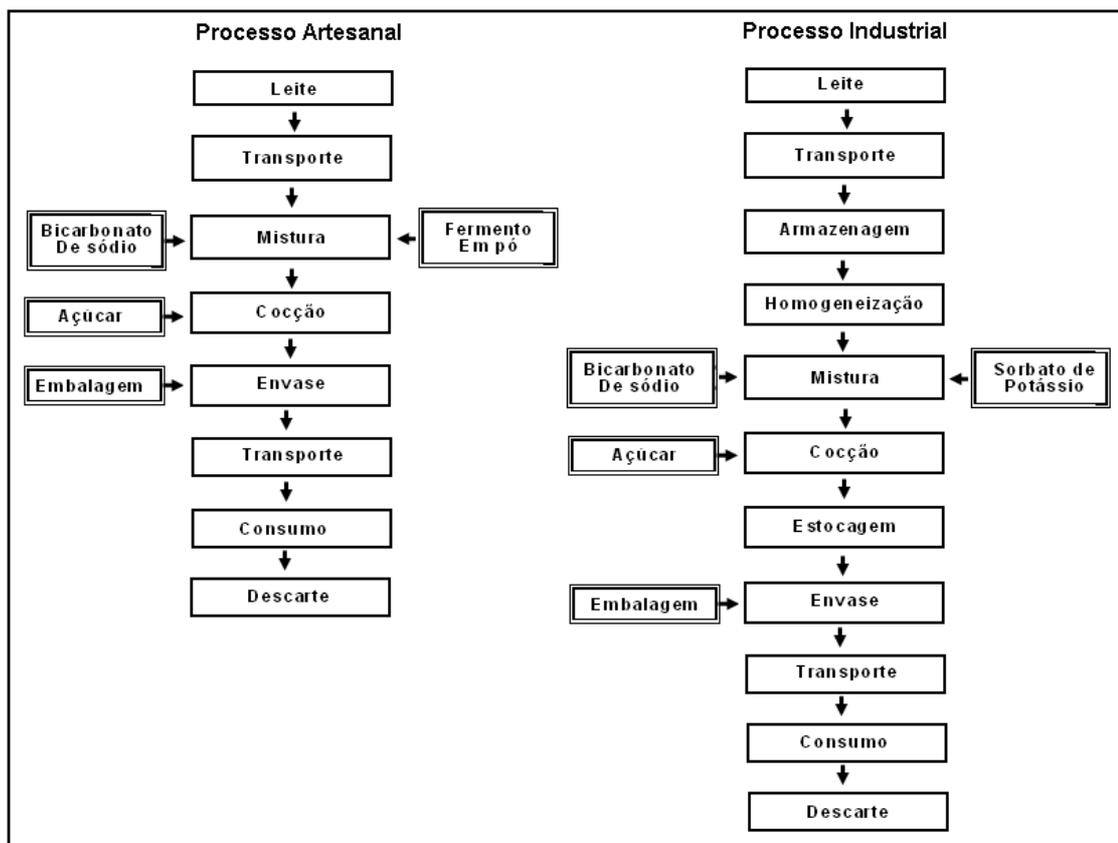
5 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO DOCE DE LEITE

5.1 Descrição do processo produtivo do doce de leite industrial e artesanal

Sendo o leite seu principal insumo, a produção do doce de leite artesanal inicia-se com a sua produção. O leite é produzido em uma fazenda que dista 1 km do local em que é produzido o doce. O leite transportado é colocado em tachos para fervura, que é feita em fogão industrial com a utilização de GLP como energia. Durante o aquecimento do leite são acrescentados açúcar, bicarbonato de sódio e fermento. O processo tem duração de aproximadamente três horas e a mistura deve ser mexida regularmente até que atinjam a cor e a consistência desejadas. O doce de leite é retirado do tacho e colocado em um vasilhame. Do vasilhame, é transferido para potes de plástico em quantidades que variam de acordo com o pedido do cliente. O doce de leite que permanece na fábrica é acondicionado em recipientes de vidro para manter sua qualidade e colocado em prateleiras para venda. Todo o processo produtivo do doce de leite artesanal é feito de forma manual e não há gasto com energia elétrica no processo.

O processo industrial de fabricação de doce de leite não varia muito em comparação como o processo artesanal, que também se inicia com a produção do leite. O leite produzido é transportado até a fábrica e é armazenado em tanque refrigerado. É homogeneizado e levado a um tanque de mistura onde são adicionados bicarbonato de sódio, sorbato de potássio para conservar o produto e açúcar. A mistura é aquecida e mantida em movimento até que também se obtenham a cor e a consistência desejadas. O doce de leite pronto segue para um tanque de estocagem mantendo-se a mexedura até ser enviado à máquina injetora para o envase. É então envasado, embalado e segue para o transporte. O processo industrial de produção do doce de leite utiliza lenha como energia para aquecimento. Também é utilizada energia elétrica para funcionamento de bombas de movimentação do leite e do doce na linha e para manter o processo em mistura. A FIG. 13 esquematiza o ciclo de vida do doce de leite industrial e do doce de leite artesanal.

FIGURA 13 – Ciclo de vida do doce de leite artesanal e do doce de leite industrial



Fonte: do autor.

5.1.1 Principais características dos produtores de doce de leite visitados

- **Produtor de doce de leite artesanal**

O produtor de doce de leite artesanal visitado está situado na cidade de Roças Novas, a 50 km de Belo Horizonte, é tradicional e consiste em um negócio de família. Possui um ponto de venda anexado à fábrica e já é bastante conhecido, por suas características rústicas e pela degustação.

Essa pequena fábrica processa pouco mais de 1.000 litros de leite por mês e produz doces de sabores e tipos variados, tanto em barra quanto em pasta, e também licores de sabores variados. Sua produção é feita de acordo com a demanda e a maior parte dela é vendida por encomenda. Seu processo produtivo é planejado de maneira a produzir a quantidade que será vendida para que não

haja perda. Esse produtor mantém contato constante com a fazenda fornecedora de leite, de forma que o leite é enviado à fábrica na quantidade necessária e no horário marcado. Com isso, não há gastos com estocagem de leite. O doce em pasta produzido é vendido em potes de plástico ou de vidro.

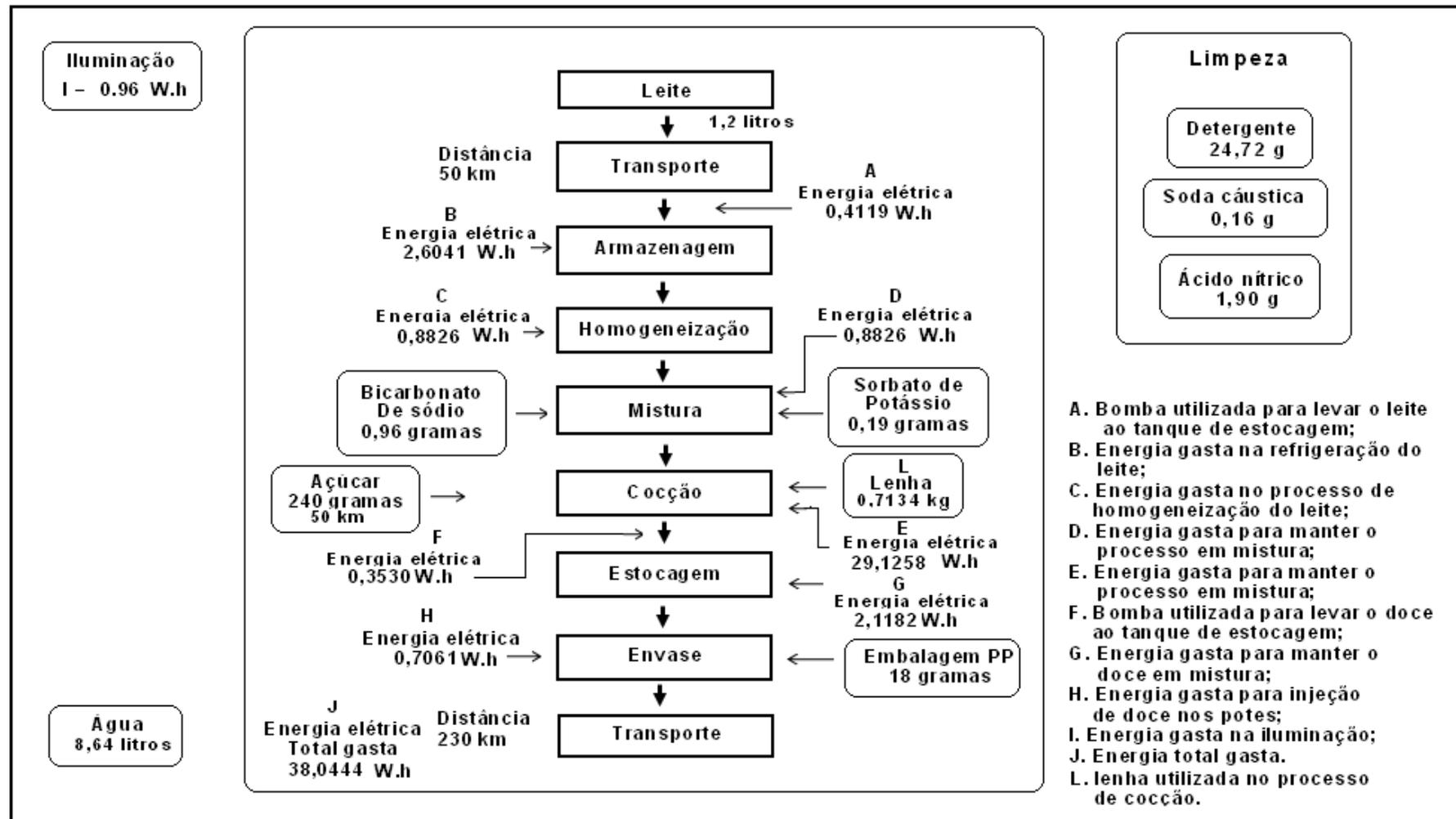
- **Produtor de doce de leite industrial**

O produtor de doce de leite industrial visitado é conhecido nacionalmente por sua tradição na fabricação de doce de leite em pasta e pela alta qualidade de seu produto. Seu principal produto, o doce de leite em pasta tradicional, é produzido há mais de 25 anos e já foi premiado diversas vezes no cenário nacional. Sua fábrica está situada na cidade de Viçosa, a 230 km de Belo Horizonte, e produz também iogurtes, requeijão, manteiga e leite. Esse produtor possui pontos de venda em todos os estados brasileiros e processa diariamente 15.000 litros de leite. Seu produto é comercializado em latas de 10 kg e 800 g e também em potes de 400 g.

5.2 Insumos utilizados na produção do doce de leite

A unidade funcional adotada para o doce de leite foi de 400 gramas de produto, que se refere a um pote de doce de leite comumente comercializado. A FIG. 14 mostra a produção industrial de doce de leite, apresentando a quantidade de insumos utilizada na produção de 400 gramas do produto. A FIG. 15 também mostra a produção do doce de leite, com a quantidade de insumos de acordo com a unidade funcional, porém para o processo artesanal.

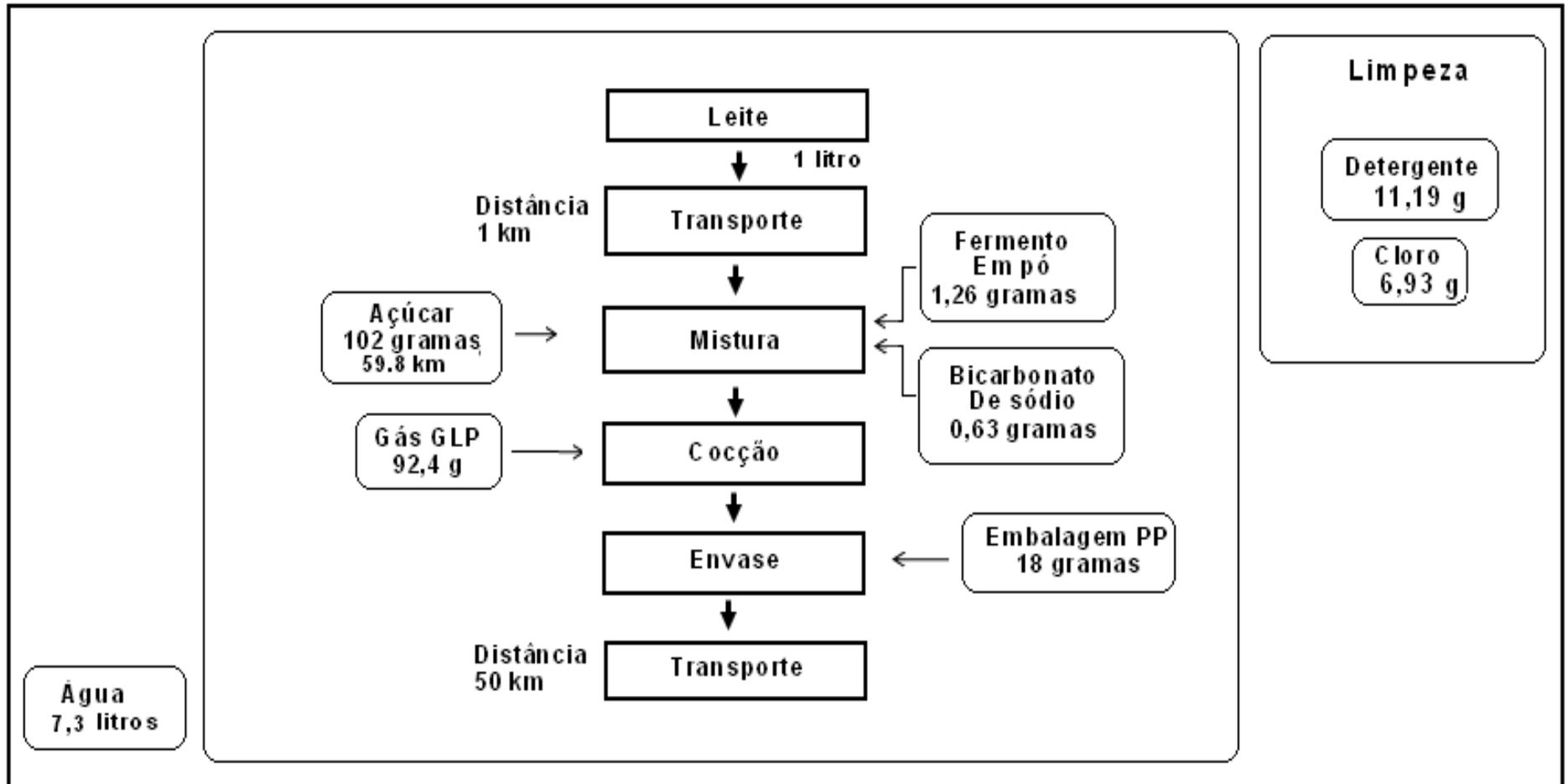
FIGURA 14 – Insumos utilizados na produção de 400 g de doce de leite industrial



Fonte: do autor.

O cálculo referente à quantidade de energia elétrica gasta nos processos industrial e artesanal de queijo minas pode ser consultado no APÊNDICE E.

FIGURA 15 – Insumos utilizados na produção de 400 g de doce de leite artesanal



Fonte: do autor.

O QUADRO 8 apresenta a comparação entre os insumos gastos na produção do doce de leite industrial e do doce de leite artesanal. Observa-se que o produtor artesanal não utilizou sorbato de potássio, soda cáustica, ácido nítrico, lenha e energia elétrica em sua produção. Em contrapartida, o produtor industrial não usou fermento e cloro.

QUADRO 8 - Insumos utilizados na produção de doce de leite artesanal e industrial por unidade funcional

Insumo	Unidade	Produção Industrial	Produção Artesanal
Leite	Litros	1,20	1,00
Açúcar	Gramas	240,00	102,00
Bicarbonato de sódio	Gramas	0,96	0,63
Sorbato de potássio	Gramas	0,19	..
Fermento	Gramas	..	1,26
Plástico	Gramas	18,00	18,00
Detergente	Gramas	24,72	11,19
Soda cáustica	Gramas	0,16	..
Ácido nítrico	Gramas	1,90	..
Cloro	Gramas	..	6,93
Água	Litros	8,64	7,3
Lenha	Gramas	713,40	..
Energia elétrica	Watt.hora	38,04	..

O QUADRO 9 apresenta parte das emissões geradas na produção do doce de leite industrial e do doce de leite artesanal para 400 gramas de produto.

A totalidade dos aspectos ambientais gerados no ciclo de vida do queijo minas industrial e artesanal pode ser consultada nos APÊNDICES K e L, respectivamente.

QUADRO 9 – Emissões geradas (parte) na produção de doce de leite industrial e de doce de leite para 400 g de produto

Elemento	Meio	Doce de leite industrial	Doce de leite artesanal
Amônia	Ar	5,98 g	4,94 g
DBO	Água	17,77 g	15,61 g
Dióxido de carbono	Ar	1,35 kg	327,91 g
Monóxido de carbono	Ar	3,76 g	615,14 mg
DQO	Água	26,07 g	22,73 g
Metano	Ar	24,87 g	20,62 g
Óxidos de nitrogênio	Ar	2,63 g	2,05 g
VOC	Ar	859,98 mg	798,58 mg
MP < 10 um	Ar	2,34 g	31,05 mg
MP < 2,5 um	Ar	1,96 g	38,09 mg
Fosfatos	Água	383,17 mg	346,32 mg
Nitratos	Água	29,76 g	26,83 g
Sulfatos	Água	1,40 g	2,04 g
Dióxido sulfúrico	Ar	676,35 mg	604,18 mg
Óxido sulfúrico	Ar	1,34 g	857,97 mg

As emissões geradas pela queima de GLP foram calculadas pelo *software* Simapro, portanto, não foi possível sua separação dos demais aspectos ambientais quantificados.

5.3 Divisão do ciclo de vida do doce de leite em subsistemas

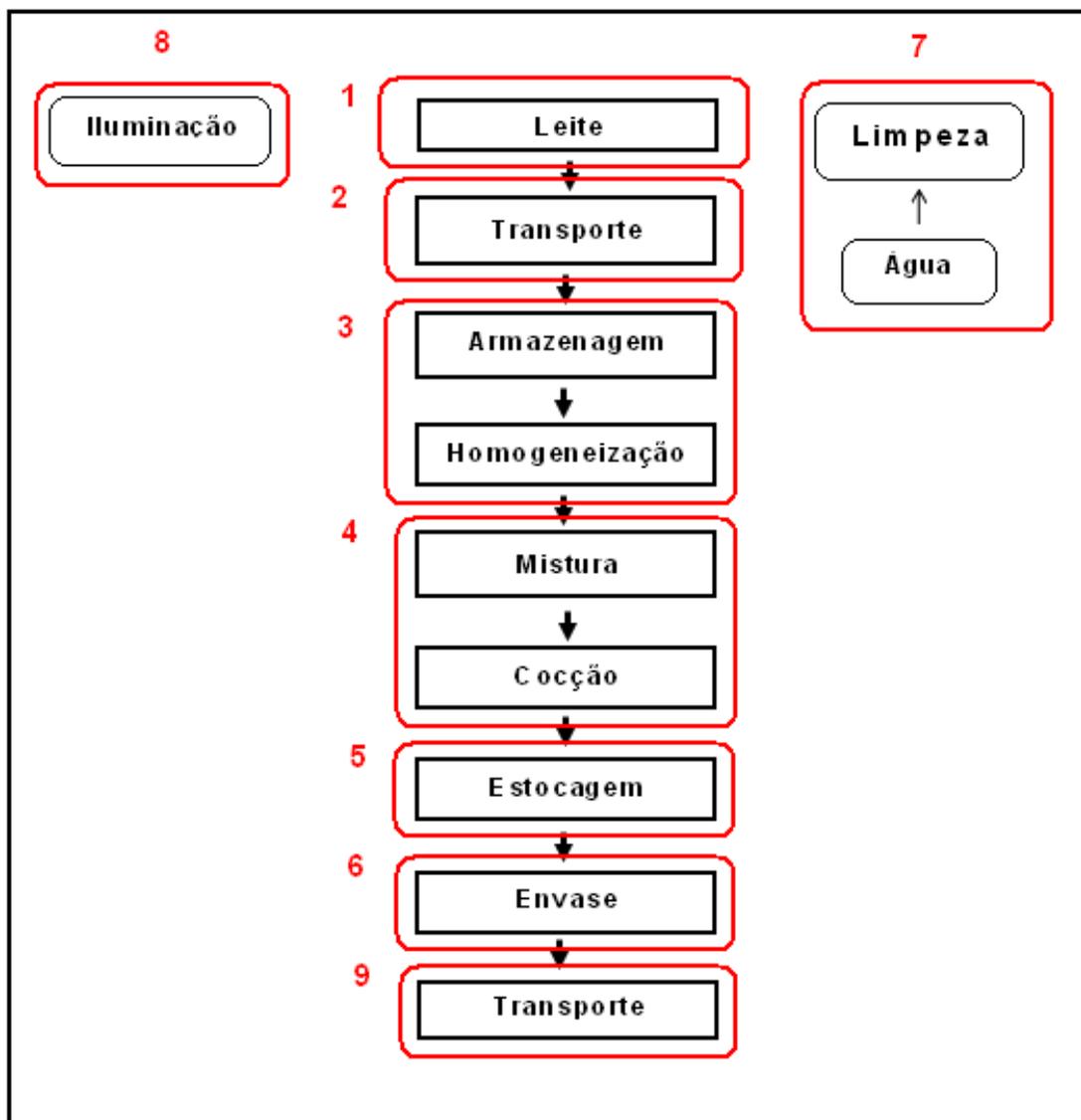
A FIG. 16 exibe o processo industrial de fabricação de doce de leite dividido em subsistemas. O objetivo da divisão é permitir melhor análise comparativa entre os processos industrial e artesanal do doce de leite. O ciclo de vida do doce de leite foi dividido em nove subsistemas, sendo eles: produção de leite, seu transporte, processamento, mistura e cocção, estocagem, envase, transporte do doce, iluminação e limpeza. Optou-se por unir as etapas de armazenagem e

homogeneização num único subsistema e também unir as etapas de mistura e cocção. A divisão no ciclo de vida do doce de leite artesanal seguiu a mesma divisão do doce industrial, porém, devido ao seu menor número de etapas, algumas delas entraram na comparação com impacto ambiental nulo.

Cada subsistema apresenta impactos ambientais devido a:

- Subsistema 1 - produção de leite;
- subsistema 2 - transporte de leite;
- subsistema 3 - utilização de energia elétrica;
- subsistema 4 - produção de açúcar, produção e queima de GLP;
- subsistema 5 - impacto nulo;
- subsistema 6 - produção de plástico;
- subsistema 7 - produção de detergente, soda cáustica, ácido nítrico, utilização de energia elétrica, água e geração de efluentes líquidos;
- subsistema 8 - energia elétrica;
- subsistema 9 - transporte do doce de leite.

FIGURA 16 - Divisão do ciclo de vida do doce de leite industrial em subsistemas



Fonte: do autor.

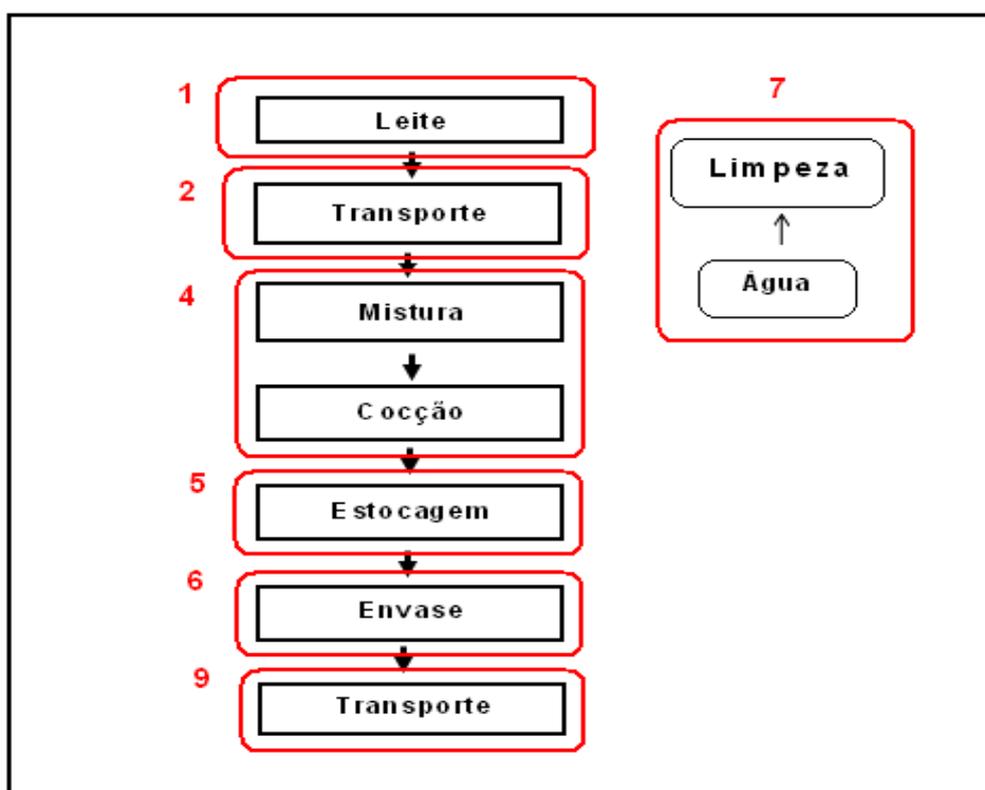
Na FIG. 17 reconhece-se o processo artesanal do doce de leite dividido em subsistemas. Os subsistemas do processo artesanal de produção de doce foram numerados de acordo com a numeração dada ao processo industrial. Com isso, os subsistemas 3 e 8 não existem e serão alocados na comparação com impacto ambiental nulo.

Cada subsistema apresenta impactos ambientais devido a:

- Subsistema 1 - produção de leite;
- subsistema 2 - transporte de leite;
- subsistema 3 - impacto nulo;

- subsistema 4 - produção de açúcar;
- subsistema 5 - não gera impacto;
- subsistema 6 - produção de plástico;
- subsistema 7 - produção de detergente e cloro, água e geração de efluentes líquidos;
- subsistema 8 - impacto nulo;
- subsistema 9 - transporte do doce de leite.

FIGURA 17 - Processo artesanal do doce de leite dividido em subsistemas



Fonte: do autor.

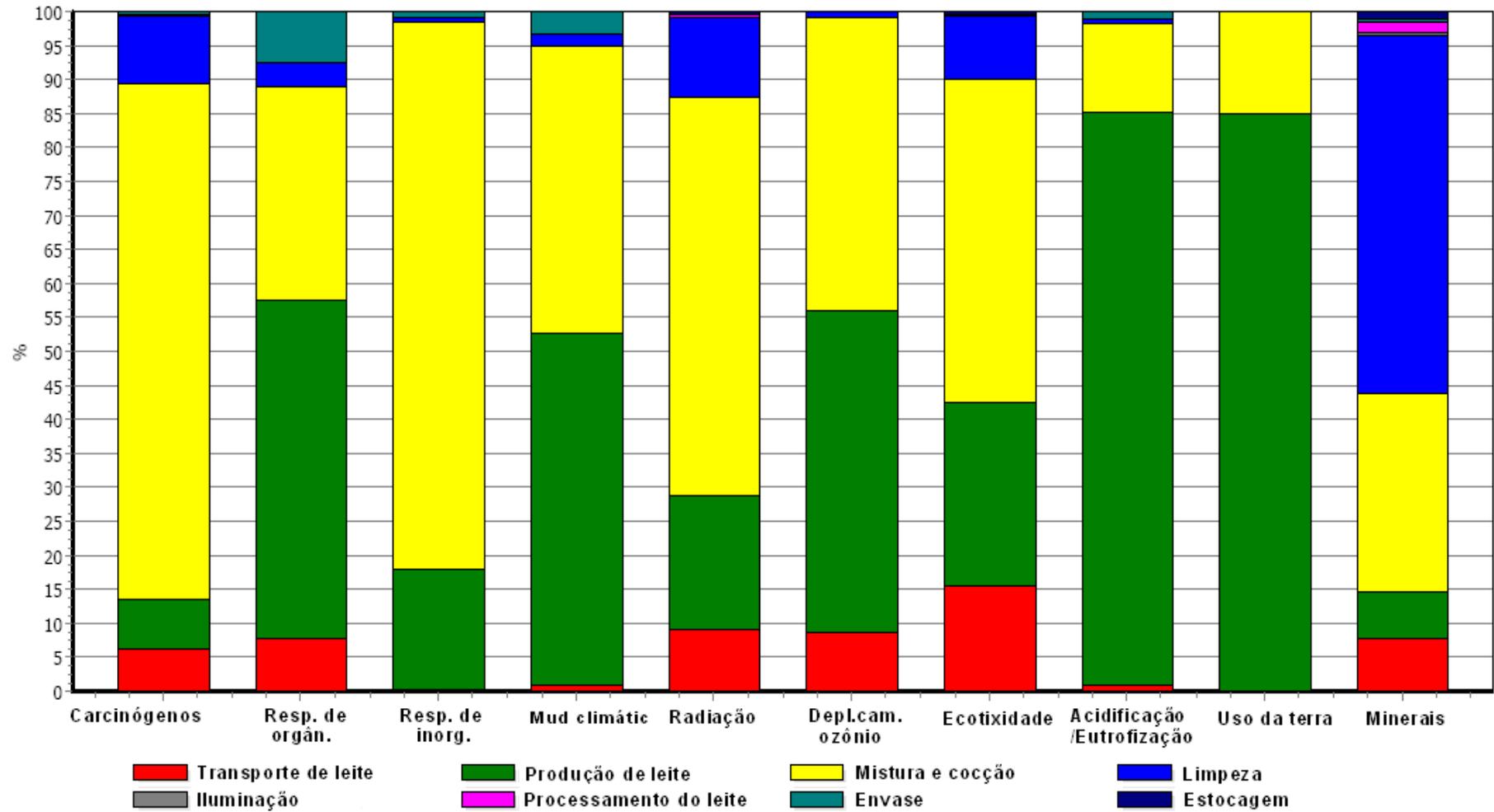
5.4 Resultados e discussão da análise comparativa do ciclo de vida doce de leite

5.4.1 Doce de leite industrial

O GRÁF. 11 apresenta os impactos ambientais gerados pelo doce de leite industrial em porcentagem. Verifica-se que as etapas de mistura e cocção e

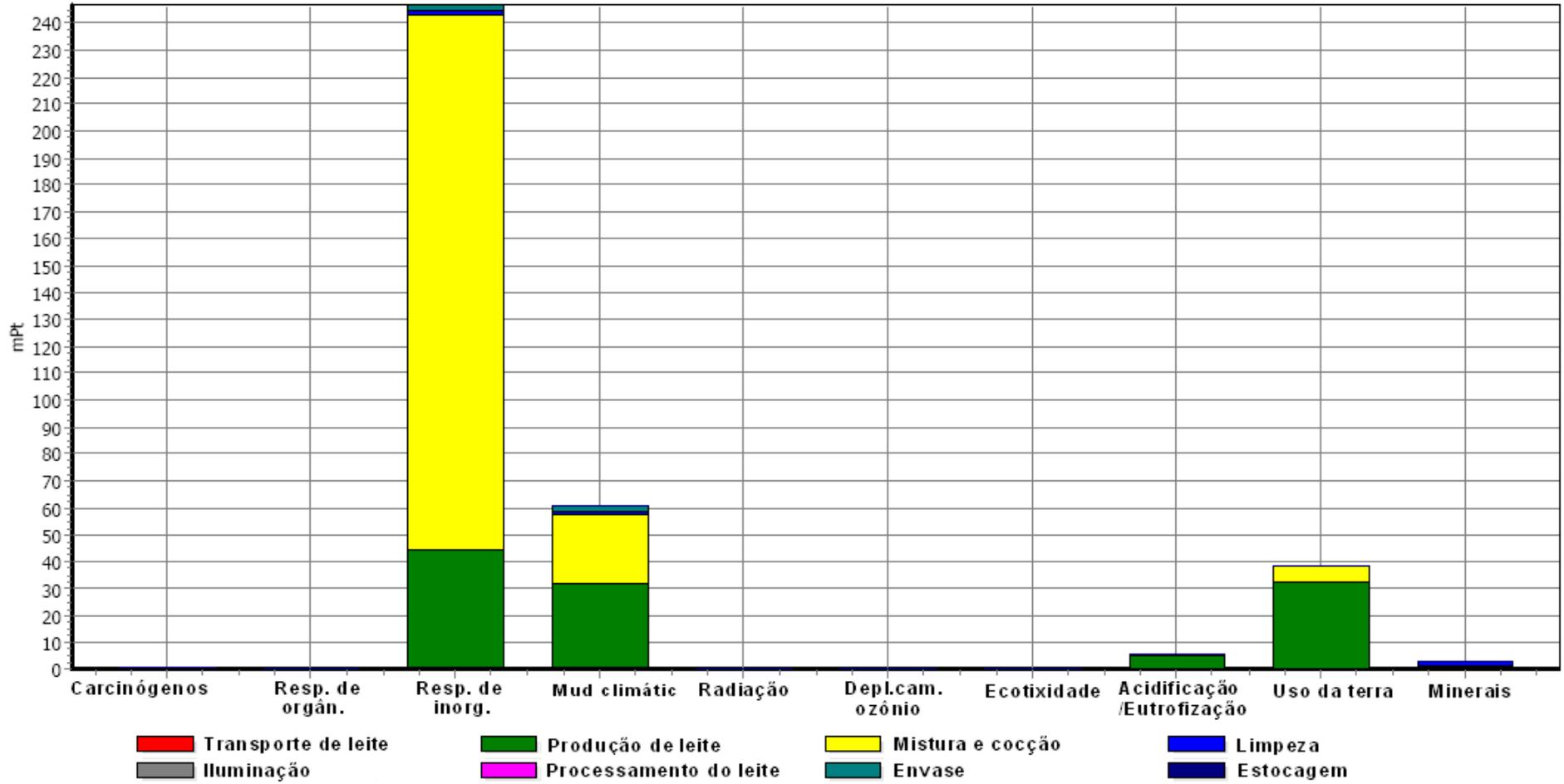
produção do leite estiveram presentes em todas as categorias de impacto avaliadas e foram as maiores responsáveis pelo impacto ambiental gerado no ciclo de vida do doce de leite industrial.

GRÁFICO 11 - Impactos ambientais gerados pelo doce de leite industrial em porcentagem



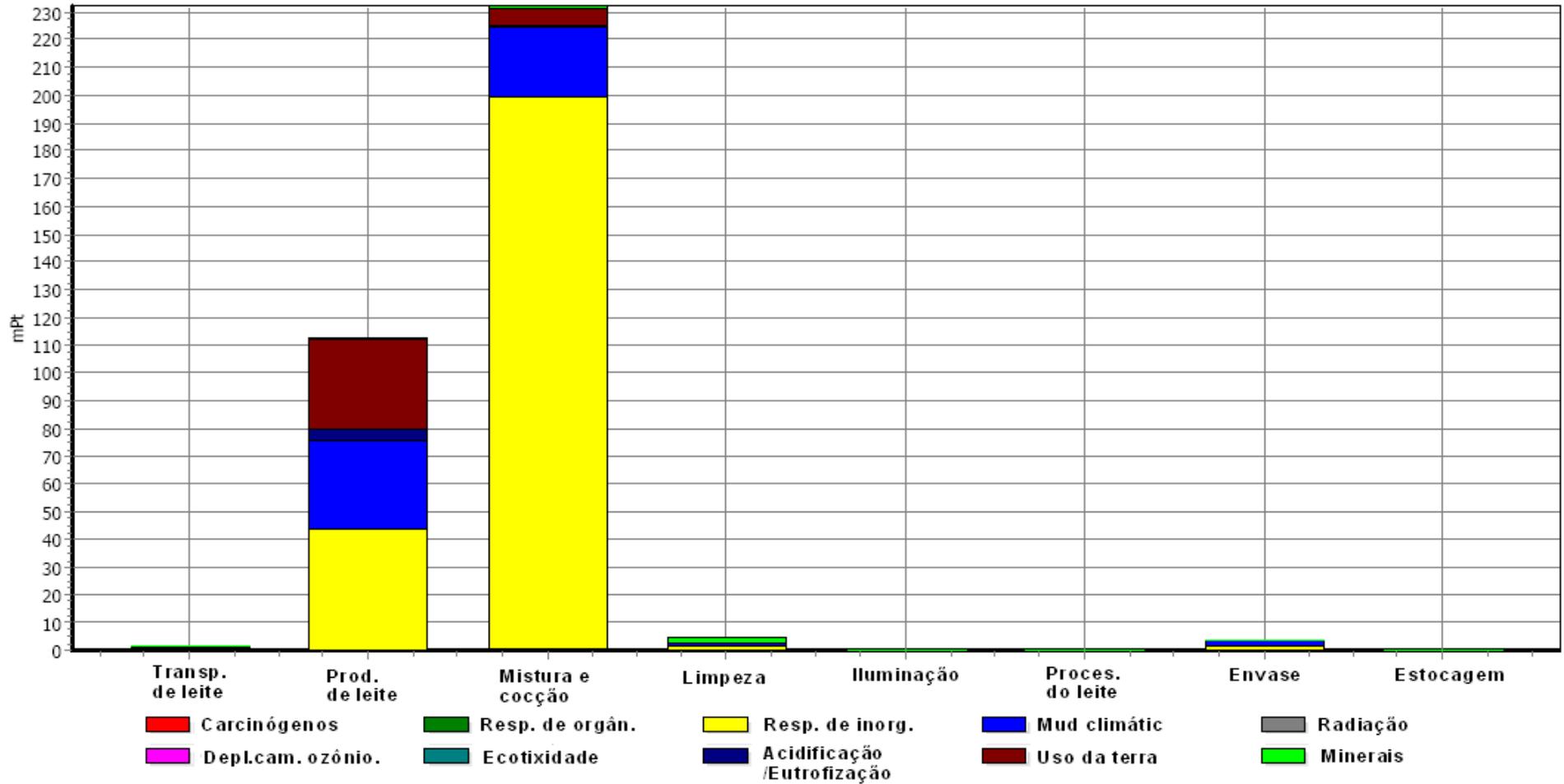
Utilizando o critério de ponderação, o GRÁF. 12 representa os impactos ambientais também por categoria de impacto. A categoria de impacto respiração de inorgânicos foi a mais expressiva, seguida de mudança climática e uso da terra. Os principais geradores dessas categorias de impacto foram: a etapa de mistura e cocção e a de produção do leite.

GRÁFICO 12 – Impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial pelo critério de ponderação



O GRÁF. 13 mostra os impactos ambientais gerados por etapas do ciclo de vida do doce de leite industrial. Percebe-se que a principal etapa geradora de impacto ambiental foi a de mistura e cocção, seguida pela etapa de produção do leite. Entre as categorias de impacto avaliadas destacam-se a respiração de inorgânicos, mudanças climáticas e uso da terra. As demais etapas do ciclo de vida do doce de leite não apresentam impactos ambientais significativos.

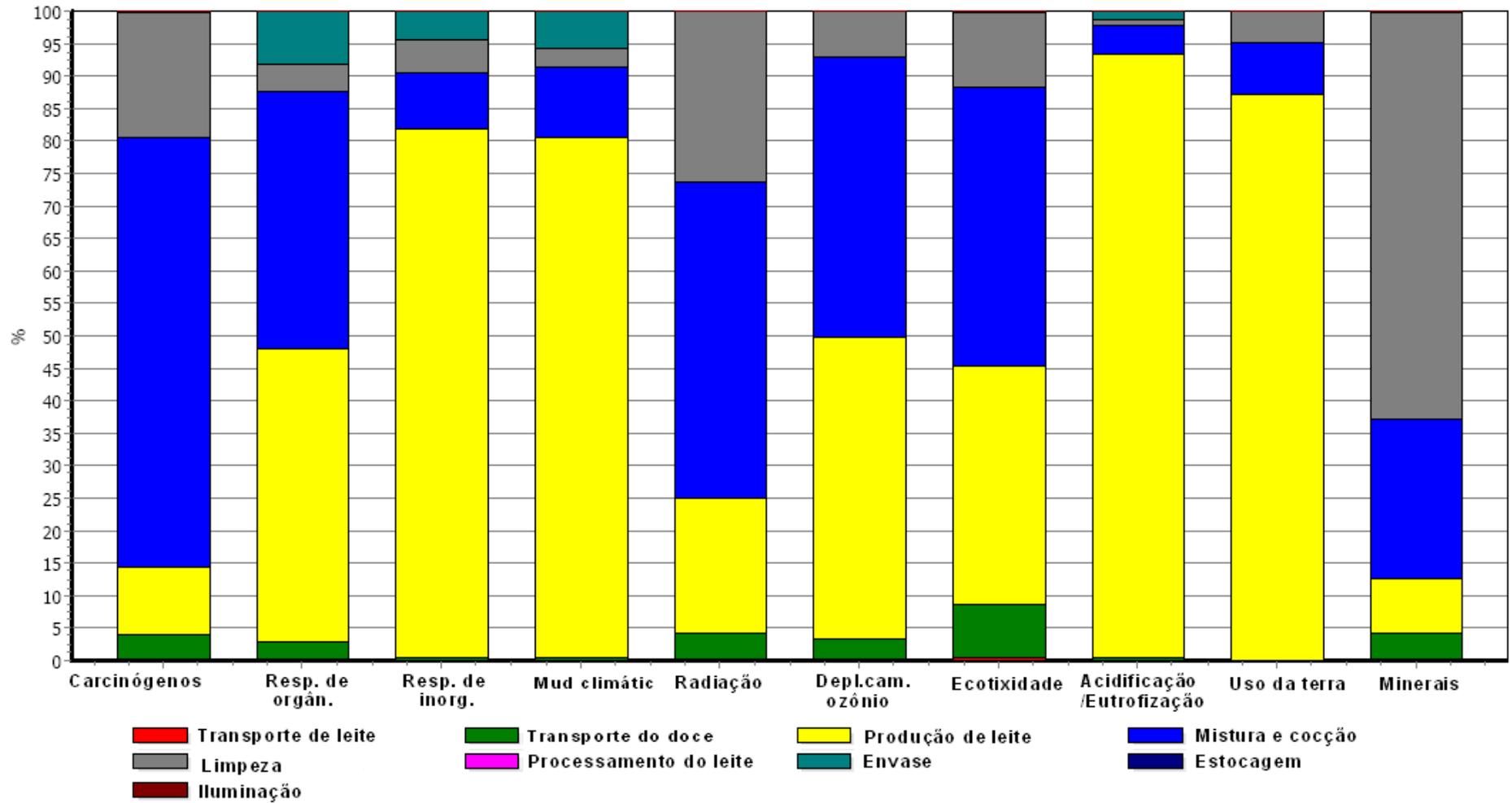
GRÁFICO 13 – Impactos ambientais gerados no ciclo de vida do doce de leite industrial pelo critério de pontuação única



5.4.2 Doce de leite artesanal

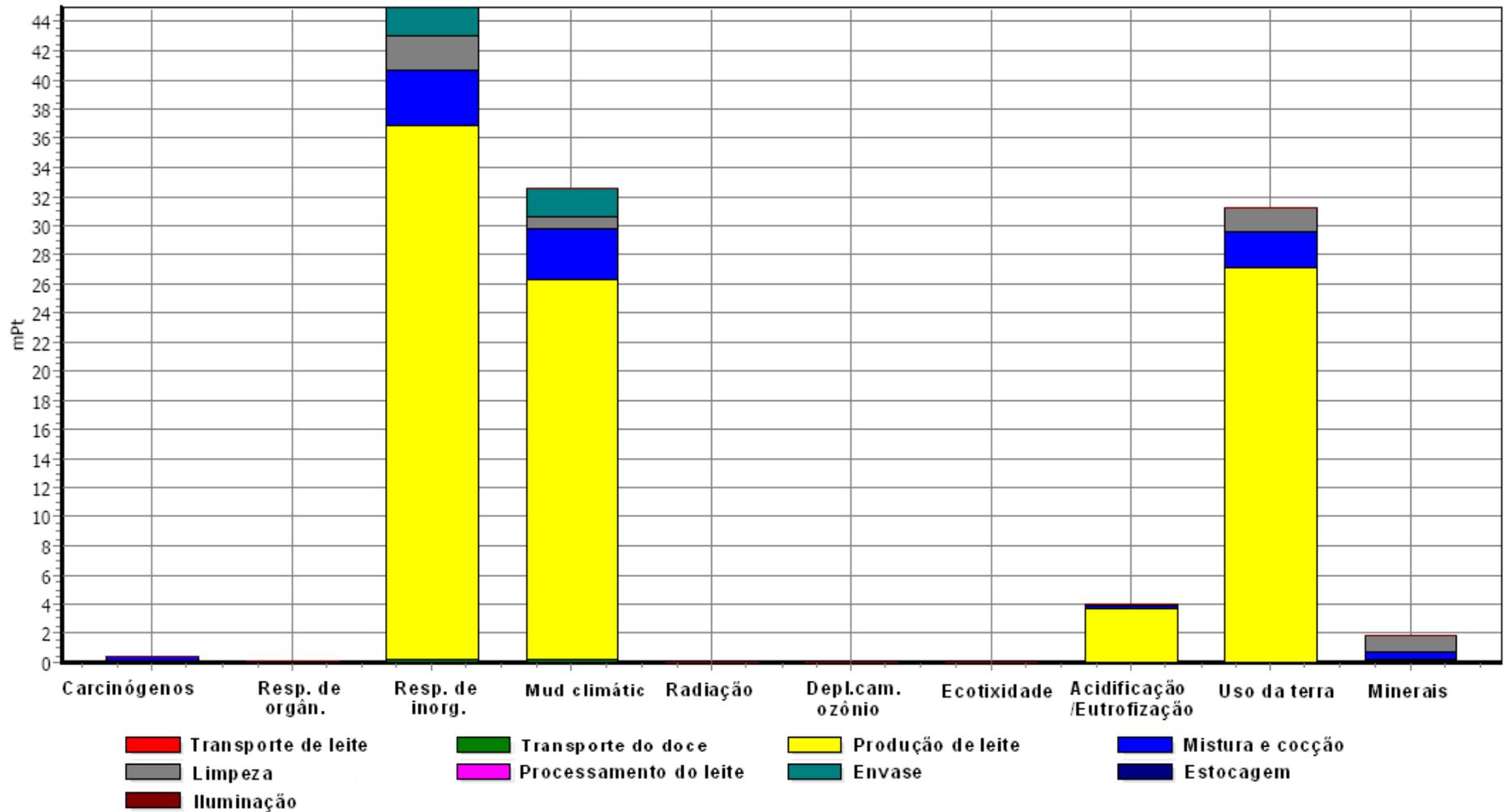
O GRÁF. 14 apresenta os impactos ambientais associados ao ciclo de vida do doce de leite artesanal em porcentagem. Observa-se que as etapas produção de leite, mistura e cocção e limpeza contribuíram significativamente em todas as categorias de impacto. As etapas de transporte e envase também contribuíram para a geração de impacto ambiental, porém com menos quantidade.

GRÁFICO 14 - Impactos ambientais do doce de leite artesanal em porcentagem



Utilizando o critério de ponderação, o GRÁF. 15 disponibiliza os impactos ambientais também por categoria de impacto no ciclo de vida do doce de leite artesanal. A categoria de impacto ambiental mais expressiva foi a respiração de partículas inorgânicas seguida das categorias: mudanças climáticas, uso da terra e acidificação/eutrofização. As categorias utilização de minerais e carcinógenos também apareceram, porém em menos quantidade. É possível inferir também que a etapa de produção de leite é a principal responsável pela geração de impacto ambiental.

GRÁFICO 15 – Impactos ambientais no ciclo de vida do doce de leite artesanal pelo critério de ponderação

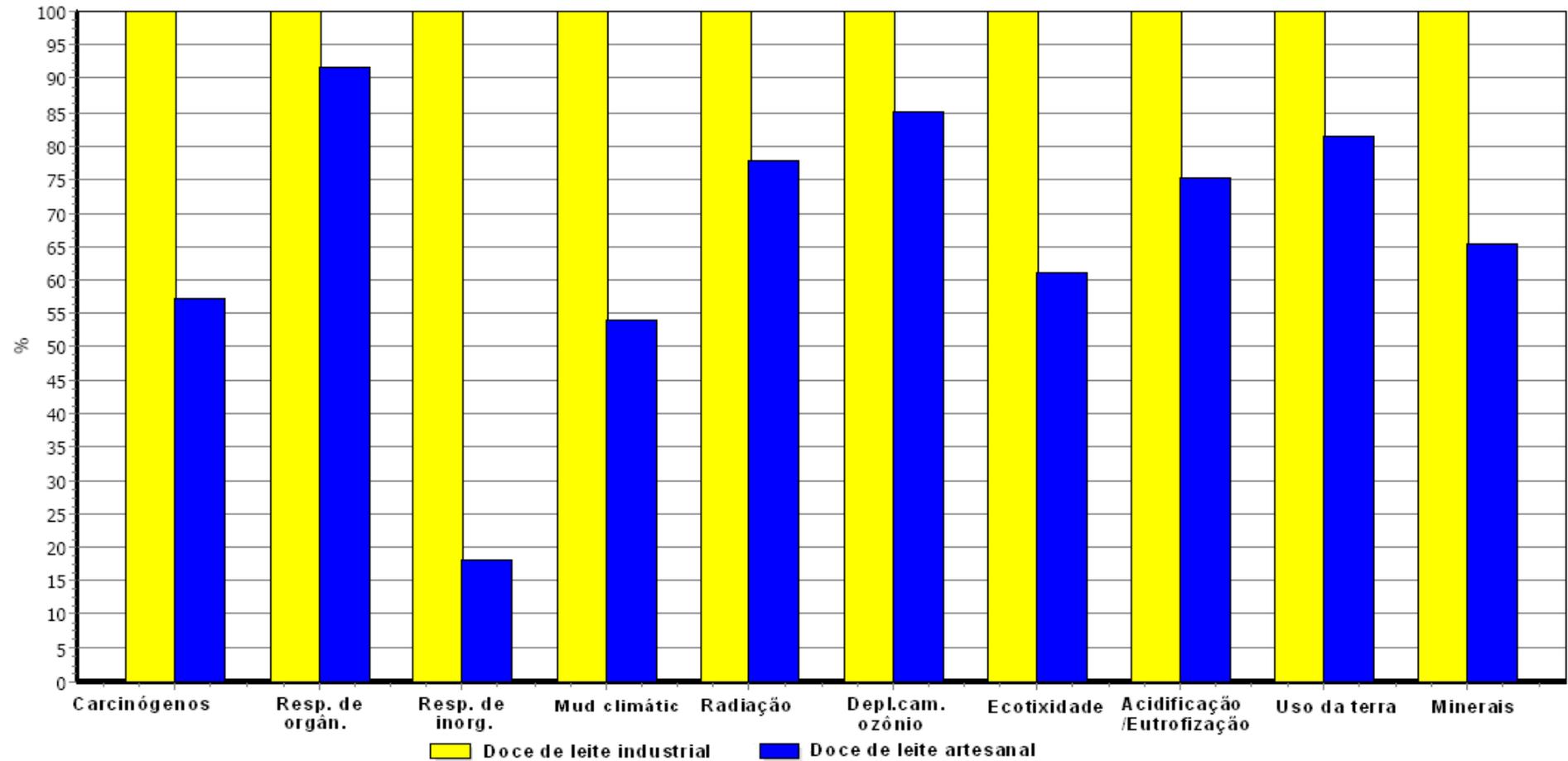


No GRÁF. 16 apuram-se os impactos ambientais divididos entre as etapas do ciclo de vida do doce de leite artesanal utilizando o critério de pontuação única. A etapa de produção de leite alocada ao ciclo de vida do doce de leite foi a maior geradora de impacto ambiental. Essa etapa foi responsável pela geração dos impactos: respiração de partículas inorgânicas, mudanças climáticas, uso da terra e, em menos quantidade, acidificação/eutrofização. As etapas mistura e cocção e limpeza e envase também contribuíram na geração de impacto ambiental. As etapas restantes do ciclo de vida do doce de leite artesanal tiveram impactos ambientais desprezíveis em relação à etapa de produção de leite.

5.4.3 Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial e o doce de leite artesanal

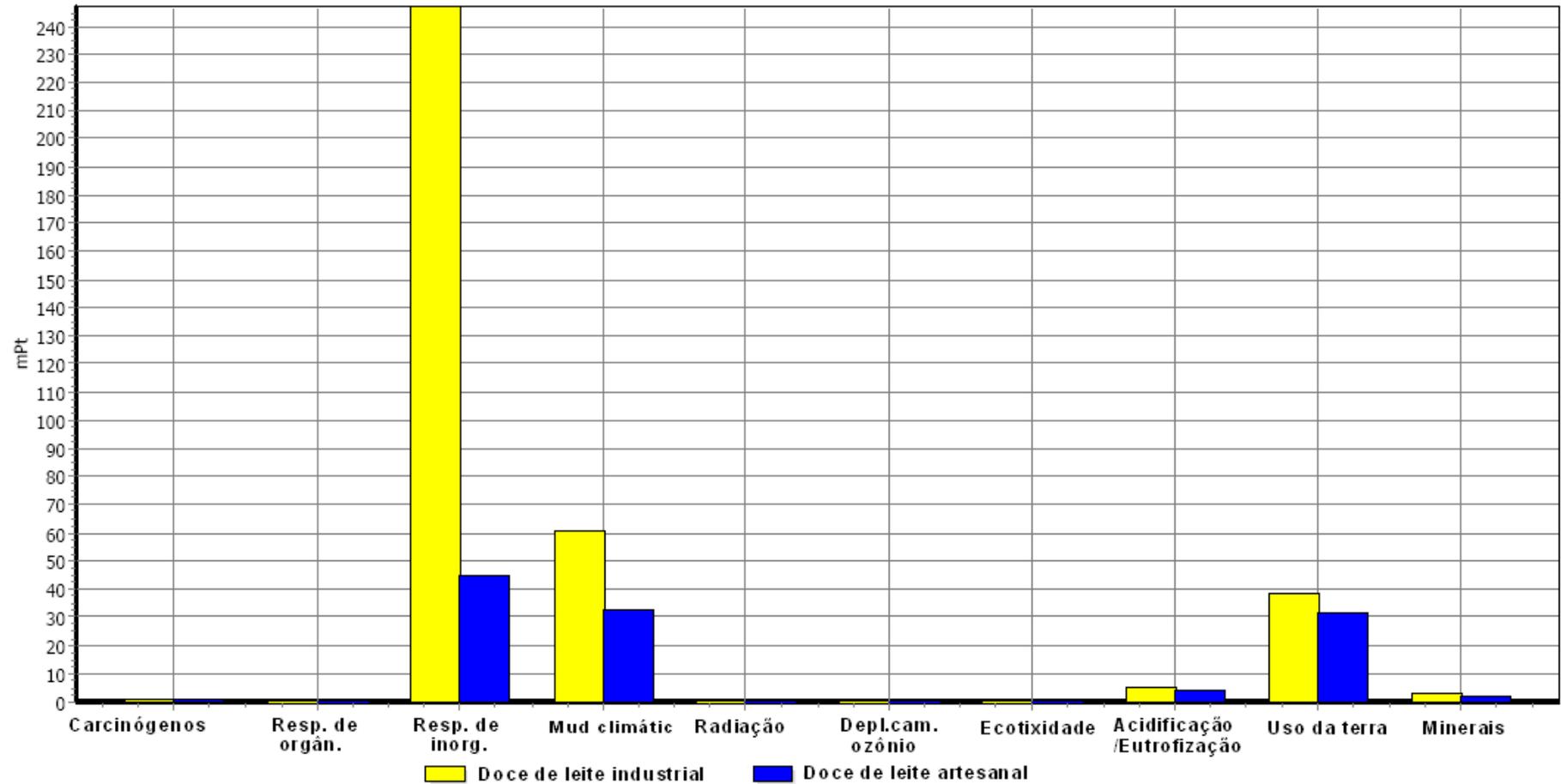
O GRÁF. 17 compara os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial com o ciclo de vida do doce de leite artesanal. Os impactos ambientais gerados pelo doce de leite industrial são superiores aos gerados pelo doce de leite artesanal em todas as categorias de impacto, sendo que a respiração de partículas inorgânicas foi a de maior discrepância na comparação.

GRÁFICO 17 – Comparação entre impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial e do doce de leite artesanal em porcentagem



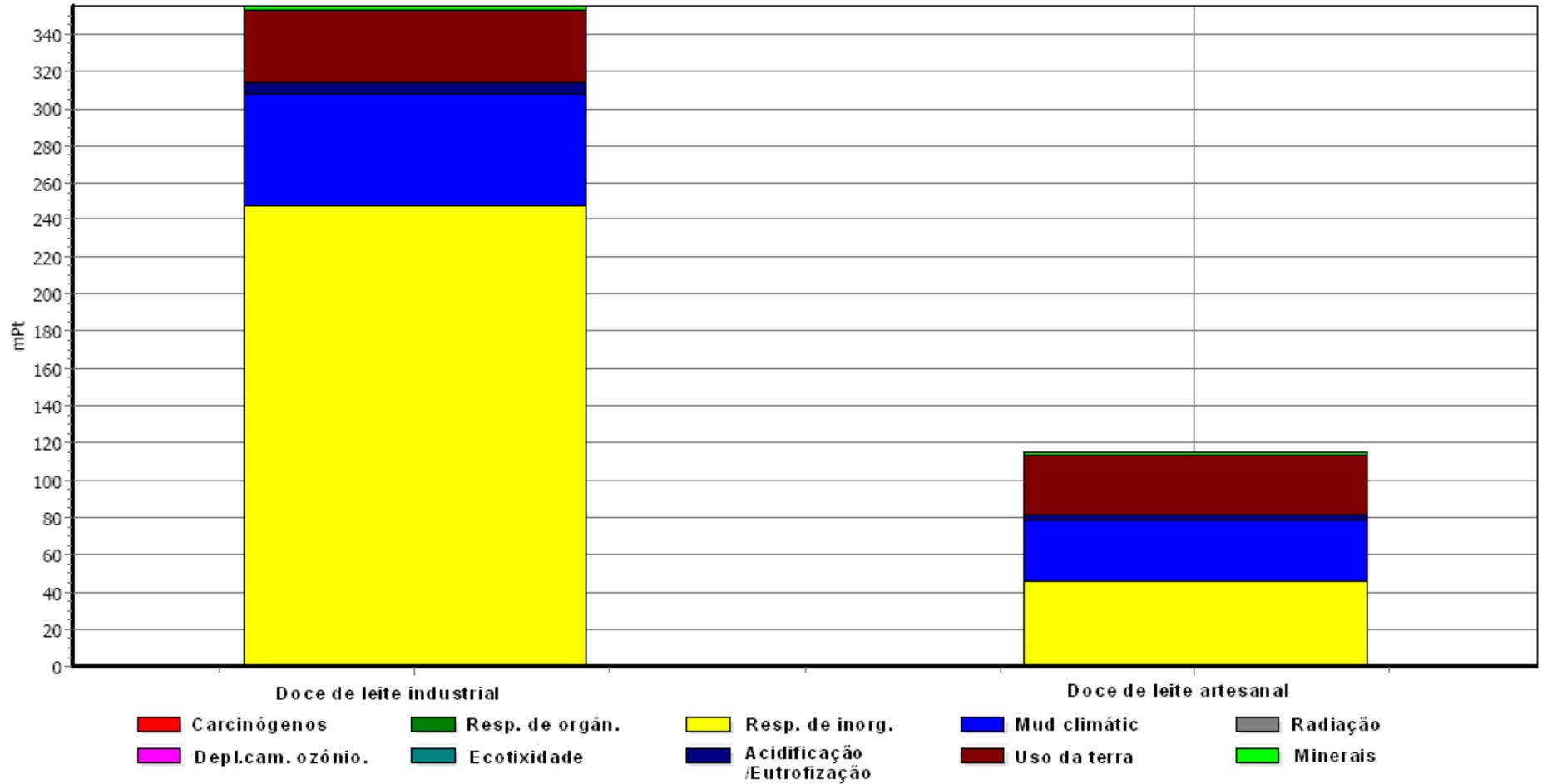
No GRÁF. 18 encontra-se a comparação por categoria de impacto ambiental entre o ciclo de vida do doce de leite industrial e o ciclo de vida do doce de leite artesanal pelo critério de ponderação. As categorias de impacto respiração de partículas inorgânicas, mudanças climáticas e uso da terra foram responsáveis por praticamente todo o impacto ambiental gerado em ambos os processos (industrial e artesanal). Em menos quantidade aparecem as categorias de acidificação/eutrofização e uso de minerais. As demais categorias de impacto ambiental são desprezíveis em comparação com a categoria respiração de inorgânicos. Observa-se também que os impactos ambientais gerados pelo produtor industrial são superiores aos gerados pelo produtor artesanal e, ainda, que existe mais discrepância entre os processos (industrial e artesanal) na categoria de impacto respiração de partículas inorgânicas.

GRÁFICO 18 – Comparação por categoria de impacto ambiental entre o ciclo de vida do doce de leite Minas industrial e do doce artesanal pelo critério de ponderação



A comparação entre o impacto ambiental gerado pelo doce de leite industrial e o impacto ambiental gerado pelo doce de leite artesanal utilizando o critério de pontuação única pode ser vista no GRÁF. 19. O impacto gerado pelo doce de leite industrial foi aproximadamente três vezes maior que o impacto artesanal, destacando-se as categorias de impacto: respiração de inorgânicos, mudanças climáticas e uso da terra - sendo que a primeira detém a maior quantidade no processo industrial de fabricação do doce de leite.

GRÁFICO 19 - Comparação entre os impactos ambientais gerados pelo ciclo de vida do doce de leite industrial e artesanal apresentados em pontuação única



O GRÁF. 20 exibe a comparação entre impactos ambientais gerados pelo doce de leite industrial e o doce de leite artesanal por etapas do ciclo de vida. Esse gráfico compara os resultados apresentados nos GRÁF. 13 e 16. Pode-se observar que a etapa de mistura e cocção foi a principal geradora de impacto no processo industrial do doce e que proporcionou a maior discrepância na comparação feita entre os processos. Essa grande pontuação na etapa de mistura e cocção se deveu ao uso de lenha e energia elétrica na geração de energia térmica e elétrica.

5.5 Considerações sobre a análise do ciclo de vida do doce de leite industrial e do ciclo de vida do doce de leite artesanal

De acordo com os resultados apresentados pelos GRÁF. 17, 18, 19 e 20, o doce de leite produzido pelo processo de fabricação industrial apresentou mais impacto ambiental gerado em seu ciclo de vida quando comparado ao doce de leite produzido pelo processo artesanal. Esse resultado se deve, principalmente, a diferenças entre gastos energéticos nos processos de mistura e cocção (GRÁF. 20). No processo de fabricação industrial de doce, a mistura é feita por motores movidos à energia elétrica enquanto que no processo de fabricação artesanal, a mistura é feita de forma manual. Além disso, o processo industrial utiliza lenha para aquecimento enquanto que o processo artesanal emprega GLP, porém, o resultado ambiental pode ser controverso quanto ao tipo de combustível usado, mas não quanto à quantidade utilizada.

Na avaliação feita de forma individual, ou seja, entre etapas de um mesmo ciclo de vida, o doce industrial teve a etapa de mistura e cocção como a maior geradora de impacto ambiental, seguida da produção de leite. As demais etapas não apresentaram impactos significativos quando comparadas as duas citadas (GRÁF. 13). Já o doce artesanal teve a etapa de produção de leite como a maior geradora de impacto ambiental, seguida da etapa de mistura e cocção, limpeza e envase (GRÁF. 16). As demais etapas não apresentaram impactos significativos quando comparadas ao processamento de leite. É válido salientar que os dados referentes aos impactos ambientais gerados na etapa de produção de leite são europeus e foram alocados ao ciclo de vida do doce de leite.

Na comparação entre categorias de impacto ambiental, a respiração de partículas inorgânicas apresentou mais alto valor em ambos os processos (industrial e artesanal), o que pode ser confirmado pelos GRÁF. 12, 15 e 18. Também se destacam as categorias uso da terra e mudanças climáticas. Novamente a etapa que mais contribuiu para essas categorias de impacto no doce industrial foi a etapa mistura e cocção, seguida pela produção de leite. E no doce artesanal a etapa que mais contribuiu foi a de produção de leite seguida pela de mistura e cocção, que pode ser visto pelos GRÁF. 13, 16 e 20.

6 CONCLUSÃO

Os resultados da análise revelaram que o queijo minas e o doce de leite fabricados de forma artesanal apresentaram menor impacto ambiental quando comparados ao queijo minas e ao doce de leite industrializados.

Especificamente para o queijo minas, a etapa de pasteurização do leite utilizada pelo processo industrial foi a principal responsável pela diferença entre o impacto ambiental gerado pelo queijo industrial e o queijo artesanal, uma vez que o queijo artesanal utiliza leite cru em seu processo.

Na comparação entre etapas de um mesmo ciclo de vida do queijo minas, a de produção de leite apresentou mais impacto ambiental, seguida pela etapa de processamento do leite pelo produtor industrial. Nas demais etapas não houve impactos ambientais significativos quando comparadas à produção de leite. Na comparação entre categorias de impacto ambiental, a respiração de partículas inorgânicas apresentou mais alto valor em ambos os processos (industrial e artesanal). Também se destacaram as categorias uso da terra e mudanças climáticas.

Em relação ao doce de leite, a superioridade do impacto ambiental gerado pelo doce industrializado se deve, principalmente, a diferenças entre gastos energéticos nas etapas de mistura e cocção.

Na avaliação feita de forma individual, ou seja, entre etapas de um mesmo ciclo de vida, o doce industrial teve a etapa de mistura e cocção como a maior geradora de impacto ambiental, seguida pela produção de leite. As demais etapas não demonstraram impactos significativos quando comparadas as duas citadas. Já o doce artesanal exibiu a etapa de produção de leite como a maior geradora de impacto ambiental, seguida da etapa de mistura e cocção, limpeza e envase.

Na comparação entre categorias de impacto ambiental, a respiração de partículas inorgânicas teve elevado valor em ambos os processos (industrial e artesanal). Também se destacaram as categorias uso da terra e mudanças climáticas.

Nesta análise esperava-se que as etapas de transporte em ambos os produtos e processos apresentassem impactos ambientais significativos e que os produtos artesanais tivessem melhor desempenho ambiental, devido principalmente a essas etapas. Porém, isto não foi constatado.

Outra questão é que, embora o impacto ambiental gerado pelo produtor artesanal seja menor, sua produção em pequena escala não deve ser capaz de atender à demanda pelo produto, o que inviabilizaria a utilização apenas da produção artesanal.

Assim, uma opção que possivelmente diminuiria o impacto ambiental na fabricação de queijo minas e doce de leite seria minimizar as perdas do leite (produto responsável por grande parte do impacto ambiental gerado na fabricação desses produtos) durante o processo de fabricação, ou seja, aplicar o sistema de boas práticas de produção, reduzindo-se o desperdício.

Outra opção seria a melhoria do processo de produção do leite, ou seja, melhoria nas práticas agrícolas. Além disso, a incorporação de novas tecnologias e o uso de fontes de energia menos poluentes na produção também possibilitariam a redução de impacto ambiental.

Por fim, a terceira seria a implantação de diversos produtores artesanais em diferentes localidades com capacidade para atender à região onde estão instalados. Com isso, não haveria necessidade de que grandes fábricas de laticínios atendessem a diferentes regiões, reduzindo-se o impacto ambiental devido à troca do sistema produtivo industrial pelo artesanal.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, K.; OHLSSON, T.; OLSSON, P. Life cycle assessment (LCA) of food products and production systems. **Trends in Food Science and Technology**, v. 5, p. 134-138, 1994.

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

BLONK, T.J.; SPRIENSMA, R.; GOEDKOOP, M.J.; AGTERBERG, A.; ENGELENBURG, B.; BLOK, K. **Drie Referentieniveau's voor normalisatie in LCA**; RIZA, Lelystad, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Portaria n° 354 de 04 de setembro de 1997**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/port354.html>. Acesso em: janeiro de 2012.

CHEHEBE, J.R.B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: Rio de Janeiro: Qualitymark, 1988, 104 p.

COLTRO, L. (org.) **Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão**. Avaliação do ciclo de vida. Campinas: CETEA/ITAL. 2007. Disponível em: http://www.cetea.ital.org.br/figs/ACV_como_Instrumento_de_Gestao-ETEA.pdf. Acesso em: janeiro de 2012.

DEMIATE, I.M.; KONKEL, F.E.; PEDROSA, R.A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso: composição química. **Ciênc Tecnol Aliment**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 108-114, 2001.

ELCOCK, D. **Life-cycle thinking for the oil and gas exploration and production industry**. Prepared by the Environmental Science Division, Argonne National Laboratory. ANL/EVS/R-07/5. 2007. Disponível em: http://www.evs.anl.gov/pub/dsp_detail.cfm?PubID=2154. Acesso em: junho de 2011.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts (TRACI)**: User's Guide and System Documentation. July 2002.

FAVA, J. *et al.* **A conceptual framework for life-cycle impact assessments**. Sandestin: SETAC, 1993, 163 p.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FAEMG) SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR) MINAS - **Programa Semeando de Educação Ambiental do Sistema**. Portal disponível em: <<http://www.programasemeando.org.br/Content.aspx?Code=1574&ParentPath=None;1512;1523&ContentVersion=C&ParentCode=829>>. Acesso em: abril de 2011.

FERREIRA, J.V.R. **Gestão ambiental**: análise do ciclo de vida dos produtos. (ESTV/IPV) Instituto Politécnico de Viseu, Viseu. 2004.

FINKBEINER, M. *et al.* The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 2, p. 80-85. 2006.

GOEDKOOP, M.; SPRIENSMA, R. **The eco-indicator 99**: A damage oriented method for life cycle impact assessment. Methodology Report. PRé Consultants b.v., Amersfoort, The Netherlands. 2000. Disponível em: <<http://www.pre-sustainability.com/content/reports>>. Acesso em: janeiro de 2012.

GRAEDEL, T.E.; ALLENBY, B.R. **Industrial ecology and the automobile**. 1st ed. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1998, 243 p.

GUINÉE, J.B. *et al.* **Handbook on life cycle assessment**: operational guide to the ISO standards. Part 2B. Operational annex, 2001, 276 p.

HINZ, R.T.P. **Aspectos e impactos ambientais associados ao processo de injeção da blenda PPO/PSAI através do inventário do ciclo de vida**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PGCEM. Universidade do Estado de Santa Catarina – Santa Catarina, Joinville, 2007.

HOCHSCHORNER, E.; FINNVEDEN, G. LCA Methodology: Evaluation of Two Simplified Life Cycle Assessment Methods. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 8, n. 3, p. 119 -128, 2003.

HORNE, R.; GRANT, T.; VERGHESE, K. **Life cycle assessment**: principles, practice and prospects, CSIRO Publishing, Melbourne, Victoria, 2009.

HOSPIDO, A.; MOREIRA M.T.; FEIOJOO, G. Simplified life cycle assessment of Galician milk production. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 783-796, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 14040**: environmental management - life cycle assessment – principles and framework. International Organization for Standardization, Geneva, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 14041**: environmental management - life cycle assessment – goal and scope definition and life cycle inventory analysis. International Organization for Standardization. Geneva, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 14042**: environmental management - life cycle assessment – life cycle impact assessment. International Organization for Standardization. Geneva, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 14043**: environmental management - life cycle assessment – life cycle interpretation. International Organization for Standardization. Geneva, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). RELATÓRIO TÉCNICO (TR). **ISO/TR 14047**: environmental management - life cycle impact assessment: examples of application of ISO 14042. Genève, 2003. 87 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). RELATÓRIO TÉCNICO (TR). **ISO/TR 14049**: environmental management – life cycle assessment – examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis. Genève, 2000. 42 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). Technical specification **ISO/TS 14048**: environmental management – life cycle assessment – data documentation format. Genève, 2002. 41 p.

ITSUBO, N.; INABA, A. A new LCIA method: LIME has been completed. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 8, n. 5, p. 305, 2003.

JESWANI, H. *et al.* Options for broadening and deepening the LCA approaches. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 2, p. 120-127, Jan. 2010.

JÖNBRINK, A.K. *et al.* **Software survey**. IVL report No B 1390. IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd. Stockholm. 2000.

KULAY, L.A. **Desenvolvimento de modelo de análise de ciclo de vida adequado às condições brasileiras**: aplicação ao caso do superfosfato simples. 2000. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MACHADO, R.M.G. *et al.* **Controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios**. Belo Horizonte: Segprac, 2002, 224 p.

MACHADO, R.M.D.; TFOUNI, S.A.V.; SOUZA, G. **Doce de Leite**; Campinas: ITAL, 2003. 73 p. (Agronegócio; 2).

MAGANHA, M.F.B. **Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos**. CETESB, 2006. 95 p. (série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/laticinio.pdf> Acesso em junho de 2011.

MARTIN, S. *et al.* Projeto e construção de um gasificador de biomassa de fluxo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 14, n. 4, p. 238-249, 2006.

MASUI, K.; YAMADA, T. **Queijos franceses**: guia para mais de 350 tipos de queijos de todas as regiões da França. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999. 240 p.

MELO, G.S. **Metodologias de avaliação de impacto do ciclo de vida**: um estudo comparativo. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia, Belo Horizonte – MG, 2009.

NATIONAL POLLUTANT INVENTORY (NPI). **Emission estimation technique manual for**: combustion in boilers. Version 3.3. ISBN: 978-0-642-55386-7 Australia. September 2010.

NIGRI, E.M. **Comparando processos industriais e artesanais**: uma aplicação da análise simplificada do ciclo de vida em produtos típicos da gastronomia mineira. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia de produção. Belo Horizonte – Minas Gerais, 2009.

NIGRI, E.M.; ROMEIRO FILHO, E.; ROCHA, S.D.F. **Cimento tipo Portland**: uma aplicação da análise do ciclo de vida simplificada. *In*: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador – Bahia, 2009.

NORMAS BRASILEIRAS (NBR). **ISO 14040**: environmental management – life cycle assessment – principles and framework. International Organization for Standardization, Geneva, 2001.

OMETTO, A.R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos EDIP, EXERGIA e EMERGIA**. Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento. (Doutorado em Engenharia) São Carlos – São Paulo, 2005.

ORMIMÁQUINAS LTDA. **Fogões industriais**. Disponível em: <http://www.ormimaquinas.com.br/produtos/fogoesindustriais.htm>. Acesso em: janeiro de 2012.

PARAGAHAWEWA, U.; BLACKETT, P.; SMAL, B. **Social life cycle analysis (S-LCA)**: some methodological Issues and Potential Application to Cheese Production in New Zealand. Report prepared for AgResearch. 2020 Sci, Jun 2009.

PEGORARO, L.A. **Desenvolvimento de fatores de caracterização para toxicidade humana em avaliação do impacto do ciclo de vida no Brasil**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Mecânica. (Mestrado em Engenharia Mecânica) Curitiba – Paraná, 2008.

PIRES, A.C.; PAULA, M.C.S.; VILLAS BOAS, R.C. **Avaliação do ciclo de vida**: a ISO 14040 na América Latina. Brasília: ABIPTI, 2005, 337 p.

PIRES, M.C.S. **Produção artesanal do queijo do serro**. 2003. Disponível em: http://www.mao.org.br/fotos/pdf/biblioteca/pires_01.pdf. Acesso em: janeiro de 2012.

PRE CONSULTANTS. **Eco-indicator 99 impact assessment method for LCA**. Disponível em: <<http://www.pre.nl/content/eco-indicator-99>>. Acesso em: maio, 2011.

RIBEIRO, P.H. **Contribuição ao banco de dados brasileiro para apoio a avaliação do ciclo de vida: fertilizantes nitrogenados**. 2009. 341 f. Tese Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química, São Paulo. 2009.

SCIENTIFIC APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION (SAIC). **Life cycle assessment: principles and practice**. *Cincinnati*: National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency. 2006. Disponível em: <<http://www.epa.gov/NRMRL/lcaccess/pdfs/600r06060.pdf>>. Acesso em: junho 2011.

SEO, E.S.M.; KULAY, L.A. Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão. Interfacehs - **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, v. 1, n. 1, art. 4, ago. 2006.

SERVIÇO DE APOIO BRASILEIRO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Queijos nacionais: estudo de mercado SEBRAE/ESPM: Relatório Completo. Série mercado. SEBRAE/ESPM, 2008. (Série Mercados)**. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/4416AA3881FA433B832574DC00471EF1/\\$File/NT0003909A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/4416AA3881FA433B832574DC00471EF1/$File/NT0003909A.pdf)> Acesso em: junho de 2011.

SOUZA, D.M.; SOARES, S.R.; SOUSA, S.R. A life cycle assessment method for the brazilian context. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DO CICLO DE VIDA*, 2007. São Paulo, ABCV 2007.

STEEN, B. **A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS)**. Version 2000 – General system characteristics. Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems, CPM report, 1999.

TAKEDA, A. **Levantamento de métodos de avaliação de impacto de ciclo de Vida (AICV) e análise comparativa dos métodos mais utilizados**. USP. Departamento de Engenharia Ambiental. São Carlos, São Paulo, 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). **Life cycle assessment: what it is and how to do it**. 1st ed. Paris: United Nations Publication, 1996. 92 p. ISBN: 92-807-1546-1.

VALT, R.B.G. **Análise do ciclo de vida de embalagens pet, de alumínio e de vidro para refrigerantes no Brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais**. 2004. 193 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

VLASSOV, D. **Combustíveis, combustão e câmaras de combustão**. Curitiba: UFPR, 2001.

WENZEL, H. Application dependency of LCA methodology: Key variables and their mode of influencing the method. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 3, n. 5, p. 281-288, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Aspectos sociais e econômicos na ACV

Com o desenvolvimento da ferramenta análise do ciclo de vida, tradicionalmente utilizada para identificar e quantificar o potencial de cargas ambientais e impactos gerados por produto, processo ou atividade, novas abordagens surgiram com a finalidade de abranger, também, aspectos econômicos e sociais. Tais abordagens se devem ao fato de que o aspecto ambiental de um produto, serviço ou atividade está sempre associado aos aspectos econômicos e sociais, ou seja, se um dos três aspectos não apresentar viabilidade, o processo não poderá ser realizado.

A *Social Life Cycle Assessment* (S-LCA), traduzida como análise social do ciclo de vida (ACVS), foi desenvolvida recentemente com o objetivo de avaliar os impactos sociais em todo o ciclo de vida de um produto, serviço ou processo. É uma técnica de avaliação que visa a analisar os aspectos sociais e socioeconômico de produtos e seus potenciais impactos positivos e negativos ao longo de seu ciclo de vida, abrangendo a extração e processamento de matérias-primas, fabricação, distribuição, utilização, reutilização, manutenção, reciclagem e disposição final. A ACVS fornece informações sobre os aspectos sociais e socioeconômicos para tomada de decisão, instigando o diálogo sobre os aspectos sociais e socioeconômicos de produção e consumo, na perspectiva de melhorar desempenho das organizações e, finalmente, o bem-estar das partes interessadas (UNEP, 1996).

Segundo Jeswani *et al.* (2010), a ACVS ainda está sendo desenvolvida juntamente com um código de boas práticas para sua utilização. O quadro metodológico proposto pela UNEP-SETAC para a ACV-S é baseado na estrutura ACV-ISO e pode ser aplicado isoladamente ou em combinação com a ACV.

Ainda, a ACV-S permite comparações entre produtos similares produzidos por diferentes processos ou empresas, podendo fornecer informações necessárias para os consumidores que desejam fazer escolhas éticas relativas ao seu produto de consumo (PARAGAHAWEWA; BLACKETT; SMAL, 2009).

A ACV, por si só, não é capaz de fornecer informações suficientes para a tomada de decisão na perspectiva da sustentabilidade, com isso a ACVS pode fornecer informações complementares, proporcionando visão mais abrangente de produtos e os impactos associados a ele. A principal diferença entre a ACV e a ACVS está no foco, sendo o da última os impactos sociais e socioeconômico e, além dessa, outra diferença é que as categorias de impactos ambientais avaliadas pela ACV são negativas, enquanto que a ACVS avalia impactos negativos e positivos.

Ainda a respeito de aspectos econômicos, só que em nível micro, a ACV apresenta outra abordagem envolvendo custos diretamente associados ao produto, processo e serviço, sendo denominada de *Life Cycle Costing* (LCC), traduzida como custo do ciclo de vida (CCV).

O CCV é uma ferramenta que analisa o ciclo de vida completo de um produto, processo ou atividade, calculando os custos associados. O CCV é geralmente utilizado para tomar decisões sobre a concepção e desenvolvimento de produtos, processos e atividades. Uma análise CCV inclui todos os custos internos incorridos durante todo o ciclo de vida do objeto sob investigação. Estes incluem custos convencionais, como: investimento inicial, capital de funcionamento, custos de avaliação de desempenho e inclui custos indiretos como: licenciamento ambiental, comunicação, gestão de resíduos. Normalmente, ele não inclui custos externos. A CCV calcula o valor presente líquido de ambas as despesas de capital e operacionais ao longo da vida do projeto (ELCOCK, 2007).

A ACV, juntamente com a ACVS e a CCV, pode contribuir para a interpretação e definição de índices de sustentabilidade do objeto sob investigação aos interessados e tomadores de decisão, ainda que diversos pontos da análise sejam de natureza qualitativa, principalmente os de aspectos sociais. Como ponto negativo, o crescimento da abordagem da ferramenta ACV torna a análise mais complexa e apresenta dificuldade no equilíbrio entre as diferentes abordagens utilizadas bem como no consenso sobre as categorias de impacto incluídas na avaliação.

APÊNDICE B – Métodos de avaliação de Impacto do ciclo de vida

LUCAS

Método de avaliação de impacto do ciclo de vida criado para aplicação no Canadá e desenvolvido pelo Centro de Referência Interuniversitário da Escola Politécnica de Montreal para ACV e baseado nos métodos EDIP2003, IMPACT2002+ e TRACI. O método LUCAS foi criado pelo fato de a replicação de outros métodos já existentes apresentarem incertezas significativas quando replicados no Canadá e escolheu uma abordagem dependente de áreas canadenses selecionadas e denominadas de ecozonas. As áreas foram escolhidas de acordo com a relevância e valores dos ecossistemas e ainda a acessibilidade dos dados.

É fortemente baseado nos resultados preliminares a partir das recomendações da SETAC. A metodologia apresenta um atrativo e útil conjunto de fatores de caracterização dependentes localmente para 15 ecozonas terrestres canadenses. Tem aplicação específica para o Canadá, porém necessita estender a especificidade de alguns fatores usados na modelagem da eutrofização (PEGORARO, 2008).

EDIP2003

Environmental Design for Industrial Products (EDIP) ou Desenvolvimento Ambiental de Produtos é um método desenvolvido na Dinamarca, com versão atualizada em 2003. Este utiliza programas como GaBi e SimaPro e incorpora impactos relacionados a emissões, uso de recursos e impactos no ambiente de trabalho. A atualização de 2003 acrescenta o modelo de caracterização das principais categorias de impacto não globais (TAKEDA, 2008).

TRACI

Tool for the Reduction and Assessment of chemical and Other Environmental Impacts ou Ferramenta para Redução e Avaliação de Substâncias Químicas e outros Impactos Ambientais, desenvolvida pelo laboratório de Pesquisa Nacional de Gerenciamento de Risco da USEPA (EPA, 2002).

É uma ferramenta que pode ser usada para facilitar a comparação ambiental de produtos e processos alternativos com o propósito de tomada de decisão ambiental interna. Foi planejada para auxiliar as companhias, estabelecimentos federais, industriais e grupos de interesse público a executar uma vasta base de avaliação de impacto de produtos na saúde humana e dos impactos ambientais. Sua criação foi baseada nos melhores métodos disponíveis (PEGORARO, 2008).

Seu guia apresenta informações úteis para auxílio no uso e alerta sobre as limitações associadas com as informações relativas à metodologia do TRACI. Apesar da não disponibilidade da análise de incerteza e variabilidade nessa versão do TRACI, os usuários são direcionados para a literatura específica para conduzirem as análises de incerteza e variabilidade.

EPA (2002) identificou várias limitações, tais como:

- As categorias de impacto não são amplas, mas têm sido selecionadas para representarem muitos dos assuntos ambientais reconhecidos da atualidade. São 12 as categorias de impacto que são atualmente modeladas.

- Não fornece estimativas de risco atual. É simplesmente uma ferramenta de separação para permitir consideração e quantificação do potencial para impactos. Não foi planejado para estudos de situações acidentais (por exemplo: derramamento de óleo). É focado em operações industriais normais.
- Nessa versão do TRACI não estão disponíveis análises de incerteza e variabilidade.

LIME

Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint Modeling (ITSUBO; INABA, 2003).

É um método japonês de avaliação do impacto do ciclo de vida, idealizado para quantificar os impactos ambientais induzidos pela ocorrência da carga ambiental no Japão.

Avalia danos no consumo de recursos (utilização de recursos abióticos, do aumento do risco de extinção e da perda da produção líquida causada pela mineração dos recursos) e danos ao ecossistema (estimativa de risco de extinção de espécies específicas no campo da conservação biológica) (MELO, 2009).

É um método declaradamente com muita exatidão e com alto grau de transparência, porém o relatório que explica o novo método em detalhes foi escrito somente no idioma japonês, porém há um plano para a tradução para o inglês.

JEPIX

Japan Environmental Policy Priorities ou índice de Prioridades da Política Ambiental Japonesa é um método desenvolvido e aplicado pela “JEPIX Fórum”, uma iniciativa voluntária de várias organizações privadas e pessoas envolvidas com contabilidade ambiental, gestão ambiental e avaliação de impactos do ciclo de vida. Foi inspirado no método suíço EcoScarcity e é considerado como um complemento aos atuais métodos de AICV. Desde 2003 cerca de 40 empresas japonesas estão aplicando esse método para avaliar e comunicar os seus dados de desempenho ambiental e para conduzir estudos de ACV de produtos e serviços (RIBEIRO, 2009).

Sendo baseado no princípio de distância-do-alvo, esse método provê fatores ponderados regionalizados com bases em qualidade ambiental específica.

CML 2001

Handbook on Life Cycle Assessment ou Manual de Avaliação do Ciclo de Vida (GUINÉE *et al.*, 2001).

O CML segue as etapas descritas nas ISO 14042 com algumas adaptações, todas devidamente reportadas, e faz uma separação em quatro níveis, entre as categorias de impacto, em função da caracterização. Fornece diretriz para dois níveis de sofisticação em ACV: um nível simplificado e outro detalhado. O nível simplificado pode ser utilizado para fazer um estudo de ACV rápido e barato, se comparado com o nível detalhado. O nível detalhado concorda completamente com os padrões da ISO. Porém, quando utilizado o nível simplificado para o estudo de ACV, as diretrizes consideradas nesse nível não concordam completamente com os padrões da ISO (PEGORARO, 2008).

EPS2000

Environmental Priority Strategies in product design (EPS) - versão 2000 ou Estratégias de Prioridade Ambiental (STEEN, 1999).

Esse método foi desenvolvido para suprir demandas no processo de desenvolvimento de produto, no qual o interesse ambiental é considerado entre outros vários aspectos. É baseado na ideia de *Willingness To Pay* (WTP) ou disponibilidade para pagar por economia ambiental, sendo uma versão precoce da “abordagem de dano” (PEGORARO, 2008).

IMPACT 2002+

Impact assesment of Chenical Toxicis ou Avaliação de Impacto de Substâncias Químicas foi desenvolvido na Suíça e fornece fatores de caracterização para quase 1.500 diferentes resultados de inventários de ciclo de vida. É um modelo que foca a toxicidade humana e a ecotoxicidade. Esse método foi implementado no banco de dados suíço de ACV denominado *Ecoinvent*.

Ecoscarcity Method (Ecopoints)

O método *Swiss Ecoscarcity* permite a ponderação comparativa e a agregação de várias intervenções ambientais por meio da utilização de fatores. O método fornece fatores de ponderação para emissões atmosféricas, efluentes líquidos e resíduos sólidos; bem como para a utilização dos recursos energéticos (RIBEIRO, 2009).

Os fatores foram originalmente desenvolvidos para a Suíça e o método foi publicado pela primeira vez naquele país em 1990 com atualizações em 1997 e 2005. Cada fator é calculado a partir da razão entre o nível total atual de emissão antropogênica ou deposição de uma substância dentro de certa área e a carga crítica dessa substância nessa área. As cargas críticas podem ser definidas ecológica ou politicamente.

Eco-indicator 99 (PRE CONSULTANTS, 2011).

Visa a atender principalmente as questões relacionadas à fase de “ponderação” (ou atribuição de peso) da ACV. Sua principal característica é ser um método voltado para os danos causados por produtos ou processos, e não às diversas categorias de impacto.

O projeto *Eco-indicator* foi realizado pelo Programa de Pesquisa e Reuso Nacional de Resíduos e foi empreendido por *Pre Consultants* e teve duas publicações, que são as versões 95 e 99.

Segundo Pegoraro (2008) devido ao alto número de categorias de impacto, o que ocasiona grande quantidade de variáveis abstratas para executar a etapa de ponderação, o método propõe não se ponderar categorias de impacto, e sim os diferentes tipos de danos causados por essas categorias. Porém, a falta de categorias de impacto em relação à qualidade do ecossistema, assim como mudança climática, eutrofização, acidificação aquática e aumento da radiação ultravioleta, necessita ser desenvolvida. A falta de dados confiáveis para a normalização é o maior problema para algumas categorias de impacto.

APÊNDICE C - Principais *softwares* para apoio à ACV: características gerais

TRACI

(<http://www.epa.gov/nrmrl/std/sab/traci/>)

Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts ou Ferramenta para a Redução e Avaliação de Produtos Químicos e outros impactos ambientais foi desenvolvido pela EPA para auxiliar na ACV. Sua metodologia foi desenvolvida para aplicação nos EUA e trabalha com categorias de impacto como acidificação, formação de *smog*, eutrofização e carcinogenicia.

ATHENA™

(<http://www.athenasmi.org/tools/impactEstimator/>)

The Impact Estimator for Buildings ou Estimador Impactos em Imóveis desenvolvido pelo Instituto de Materiais Sustentáveis é a única ferramenta de *software* nos EUA que é projetada para avaliar edificações com base na avaliação internacionalmente reconhecido do ciclo de vida (ACV).

A ferramenta avalia e compara o impacto ambiental de projetos industriais, institucionais, comerciais e residenciais.

Ele é capaz de modelar 95% de tipos de edificações nos EUA e leva em conta os impactos ambientais de: material de fabricação, transporte, o uso de energia, tipo de construção, manutenção, demolição e eliminação e outros.

BEES 3.0

(<http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm>)

Building for Environmental and Economic Sustainability, desenvolvido pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST) mede o desempenho ambiental dos produtos para construção, utilizando a abordagem de avaliação do ciclo de vida especificado na série ISO 14040.

O desempenho econômico é medido usando o método ASTM custo padrão de ciclo de vida, que cobre os custos de investimento inicial, a substituição, operação, manutenção e reparação, e disposição.

The Boustead Model 5.0

(<http://www.boustead-consulting.co.uk/products.htm>)

Consiste num extenso banco de dados contendo informações ambientais para combustíveis e energia, materiais, resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Também inclui um *software* que permite ao usuário manipular os dados no banco de dados e selecionar um método adequado à apresentação dos dados a partir de uma série de opções.

CMLCA

(<http://www.cmlca.eu/>)

Chain Management by Life Cycle Assessment é uma ferramenta de *software* que dá suporte ao cálculo de ACV, incluindo a avaliação social do ciclo de vida (S-LCA) e a avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida (LCSA), além da análise de *input-output* (IOA), incluindo a análise de insumo-produto ambiental (EIOA), e o custo do ciclo de vida (LCC), análise de ecoeficiência (E/E) e LCA híbrida, combinando LCA e EIOA.

ECO-it 1.3

(<http://www.pre.nl/content/eco-it-ecodesign-software>)

Permite o cálculo da carga ambiental de um produto e mostra quais as partes do ciclo de vida deste mais prejudicam o ambiente. Foi desenvolvido por *Pre Consultants*. ECO-it contém informações ambientais para materiais comumente utilizados, tais como: metais, plásticos, papel e vidro; bem como para a produção desses materiais, para atividades de transporte, energia e tratamento de resíduos processuais. Calcula a carga ambiental de um produto e mostra as partes do produto que mais contribuem.

EcoScan 3.0

(http://www.idemat.nl/Product/pi_eco.htm)

Desenvolvido pela TNO Tecnologia Industrial é projetado para a seleção de ACV e inclui os dados relativos a materiais, processos, transporte, uso, fim de vida, embalagens e outros.

Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA)

(<http://www.eiolca.net>)

Desenvolvido pela *Green Design Institute da Carnegie Mellon University*, o método estima os materiais e recursos energéticos e as emissões ambientais resultantes de atividades econômicas. O EIO-LCA fornece orientações sobre os impactos relativos dos diferentes tipos de produtos, materiais, serviços ou indústrias em relação à utilização dos recursos e das emissões de toda a cadeia de abastecimento. Assim, o efeito de produzir um automóvel que incluem não só os impactos na linha de montagem final, mas também o impacto da mineração de minerais metálicos, fabricação de peças eletrônicas, formando janelas, etc., que são necessários para construir as peças do carro.

EDIP PC-Tool

(<http://www.mst.dk/English/>)

Desenvolvido pela *Danish Environmental Protection Agency*.

Consiste numa ferramenta de modelagem de produtos com o objetivo de avaliação de impacto ambiental. Possui um banco de dados que contém materiais, sistemas de energia, sistemas de transporte, produtos, subconjuntos, os processos de eliminação, a produção de processos, substâncias e materiais auxiliares.

GaBi 4

(<http://www.gabi-software.com/index.php?id=85&L=16&redirect=1>)

Desenvolvido por PE *Europe GmbH* e IKP *University of Stuttgart*.

Esse *software* apresenta diferentes versões para diferentes usos a fim de avaliar aspectos ambientais, sociais e econômicos associados ao ciclo de vida de um produto ou serviço. Contém abrangente banco de dados com cobertura mundial, bem como dados do *ecoinvent*.

GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems)

(<http://www.oeko.de/service/gemis/>)

Desenvolvido por *Öko-Institut*. GEMIS é um programa computacional de ACV e de banco de dados para energia, materiais e atividades de transporte. Sua base de dados inclui dados de cerca de 500 produtos e 4.000 processos em mais de 20 países.

GREET Model (Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation)

(<http://greet.es.anl.gov/>)

Desenvolvido pelo *Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy* (EERE), permite a avaliação de emissões de diversas combinações de combustíveis e veículos de transporte.

GREET foi desenvolvido como um modelo de planilha multidimensional no *Microsoft Excel*. Esse modelo de domínio público está disponível gratuitamente para qualquer um usar.

IDEMAT 2005

(<http://www.idemat.nl/>)

Produzido pela *Delft University of Technology*. IDEMAT é uma ferramenta utilizada para seleção de materiais empregada na concepção de produtos. Fornece um banco de dados com informações técnicas sobre materiais e processos produtivos que permitem ao usuário comparar informações.

KCL-ECO 4.0

(http://www.idemat.nl/Product/pi_eco.htm)

Do (KCL, *Finnish Pulp and Paper Research Institute*) é projetado para todos os tipos de ACV. Possui banco de dados contendo materiais como celulose, papel, madeira e processos produtivos, produtos químicos, energia, transportes e processos de gestão de resíduos.

LCAit 4

(<http://www.lcait.com/>)

Desenvolvido por *Chalmers Industriteknik, Ekologik*, é utilizado para avaliar os impactos ambientais de produtos e processos e possui banco de dados incluindo diferentes modos de transporte, queima de combustíveis fósseis e produção de energia elétrica.

LCAPIX

(<http://www.kmlmtd.com/index.htm>)

O *software* combina impactos ambientais e econômicos, permitindo que as empresas possam ter conformidade ambiental, garantindo simultaneamente rentabilidade sustentada.

LCAPIX pode analisar os processos em uma base do produto, determinar centros de carga do ambiente e permitir o desenvolvimento de um banco de dados abrangente. O banco de dados contém informações relevantes do processo em um formato facilmente armazenável.

REGIS

(<http://www.sinum.com/en/products/software/>)

Permite medir, controlar e comunicar a ecoperformance de um produto ou processo continuamente e de forma mais simples. Elaborado por Sinum, essa ferramenta computacional melhora o desempenho ambiental das empresas de acordo com a ISO14031.

SimaPro7

(<http://www.pre.nl/content/simapro-lca-software>)

Desenvolvido pela *Pre Consultants*, é o *software* de ACV mais utilizado no mundo. O SimPro permite aos usuários construir modelos complexos de forma sistemática e transparente, com características únicas SimaPro, tais como parâmetros e análise de Monte Carlo. SimaPro vem totalmente integrado com o banco de dados conhecido como *ecoinvent* e é usado para uma variedade de aplicações, tais como: cálculo da pegada de carbono, projeto de produto e *ecodesign*, *Environmental Product Declarations* (EPD). Avalia o impacto ambiental dos produtos ou serviços, emite relatório ambiental e determina indicadores de desempenho. Contém, ainda, métodos de avaliação de impacto como CML 1992, CML 2 *baseline* 2000, *Eco-indicator* 95, *Eco-indicator* 99, *Ecopints* 97, EDIP/UMIP 96 e EPS2000. Esse *software* apresenta, ainda, os seguintes bancos de dados: BUWAL250 (248 processos de fabricação), *Danish Food data* (500 produtos), *Dutch input output data* (195 processos de fabricação), *ecoinvent data* (2700 sistemas de produtos), *ESU-ETH data* (1.100 processos de fabricação e 1.100 sistemas de produtos), *Franklin USA data* (78 processos de produção incluindo energia e atividades de transporte), IDEMAT (508 inventários de materiais), Industry data (74 processos de fabricação), *IOdatabase for Denmark* 1999 (750 materiais) e *USA input output data* (481 processos de fabricação).

SPOLD Data Exchange Software

(<http://www.ecoinvent.org/ecoinvent-v3/ecospold-v2/>)

SPOLD *Data Exchange Software* é uma ferramenta que é usada para criação e edição de bancos de dados para a versão do banco de dados *ecoinvent*.

TEAM™

(https://www.ecobilan.com/uk_team.php)

É uma ferramenta profissional para a avaliação ambiental e econômica do ciclo de vida de produtos e serviços. Contém detalhado banco com dados relativos a papel e celulose, plásticos e produtos químicos, vidro, aço, metais não ferrosos, energia, transportes e outros.

Permite ao usuário construir bancos de dados e calcular inventários de ciclo de vida de sistemas complexos.

UMBERTO

(<http://www.umberto.de/en/>)

Umberto é a ferramenta de *software* de renome para o material e análise do fluxo de energia e ciclo de vida (ACV). O *software* contém dados de hierarquias materiais, organizados como grupos de materiais com propriedades técnicas, econômicas e ecológicas, o processo de dados, por exemplo, de transporte com os parâmetros para vários tipos de caminhões, distâncias, etc. Novos dados podem ser adicionados pelo praticante.

Os principais objetivos de sua utilização nas empresas são detectar pontos cruciais para a otimização dos processos no sistema de produção, reduzir os recursos de materiais e energia e minimizar as quantidades de emissões poluentes e, como consequência, reduzir custos.

WISARD™ (*Waste Integrated Systems Assessment for Recovery and Disposal*)

(https://www.ecobilan.com/uk_wisard.php)

Ferramenta computacional de ACV para ajudar na tomada de decisões e avaliar as opções políticas relativas à eliminação dos resíduos domésticos.

O banco de arquivos contém dados de processos (gestão de resíduos) e subprodutos/processos, por exemplo, produção de calcário e de diesel. Os resultados são apresentados para cada subsistema definido pelo usuário como, por exemplo: incineração, aterro sanitário, etc.

APÊNDICE D - Roteiro de perguntas

1 - Tipo de processo: se industrial ou artesanal.

2 - Descrição do sistema de produção por etapas.

Etapa 1

Etapa 2

Etapa 3

Etapa 4

...

3 - Quais os insumos utilizados diretamente no produto?

Insumo 1 Quantidade

Insumo 2 Quantidade

Insumo 3 Quantidade

Insumo 4 Quantidade

Insumo 5 Quantidade

...

4 - Qual a quantidade de produto final gerada de acordo com a quantidade de insumos utilizados?

5 - De onde vem cada insumo utilizado no processo?

Insumo 1 local Transporte utilizado

Insumo 2 local Transporte utilizado

Insumo 3 local Transporte utilizado

Insumo 4 local Transporte utilizado

Insumo 5 local Transporte utilizado

...

6 - Quais os tipos de energia utilizada no processo, sua quantidade e finalidade?

Energia 1 Quantidade Finalidade

Energia 2 Quantidade Finalidade

Energia 3 Quantidade Finalidade

7 - Qual o tipo de embalagem utilizada no produto final e sua quantidade em matéria?

8 - Qual a quantidade de água gasta no processo e sua finalidade?

9 - Quais os produtos utilizados na limpeza e sua quantidade?

Produto 1 Quantidade

Produto 2 Quantidade

Produto 3 Quantidade

Produto 4 Quantidade

10 - Qual tipo de iluminação? Se elétrica, qual a quantidade de energia gasta?

11 - Quais os locais de distribuição do produto final (pontos de venda)?

Local 1 Transporte utilizado Quantidade

Local 2 Transporte utilizado Quantidade

Local 3 Transporte utilizado Quantidade

...

APÊNDICE E - Cálculo de energia elétrica

Para a obtenção da energia elétrica utilizada no processo, foi feito um mapeamento para o atingimento da potência utilizada em cada aparelho movido à energia elétrica. Também foi medido o tempo de uso de cada aparelho para execução de um lote de produto. Com isso, foi calculada a energia elétrica gasta na produção de um lote. Por fim, o valor da energia foi calculado em função da unidade funcional. Os cálculos são descritos a seguir.

Doce de leite (industrial)

Energia gasta para processamento de 2.500 litros de leite ou 833,33 kg de doce de leite.

Considerando que: 1 cavalo vapor (cv) = 735,5 Watt

A – Bomba utilizada para impulsionar o leite na linha:

Potência: 2 cv Tempo: 35 min.

Energia (E) = $2 \times 735,5 \times 35/60 = 858,08$ Watt.hora (W.h)

Energia por unidade funcional (400 gramas de doce):

Dividir por 2083,3333

E (UF) = 0,4119 w.h

B – Energia gasta na refrigeração do leite:

Em relação ao leite, este chega ao reservatório com temperatura de, aproximadamente, 7,5 graus. A temperatura do leite no reservatório deve ser mantida em 3 graus. Com isso, o cálculo do gasto energético foi obtido pelo cálculo da energia gasta para abaixar em 4,5 graus a temperatura de 2.500 litros de leite (lote).

Densidade do leite: 1.030 g/cm^3 . São necessários 1.030 cal para se elevar 1 grau de um litro de leite, portanto:

$1030 \times 4,5 \times 2500 = 11587500 \text{ cal} = 3218,75 \text{ wh}$

Somando-se a energia gasta para manter o leite resfriado por 2 horas.

Potência: 1,5 cv Tempo: 2 h

Energia (E) = $1,5 \times 735,5 \times 2 = 2206,5$ Watt.hora (W.h)

Total = $3218,75 + 2206,5 = 5425,25$ W.h

E (UF) = 2,6041 w.h

C – Energia gasta pelo motor na homogeneização do leite

Potência: 5 cv Tempo: 30 min.

Energia (E) = $5 \times 735,5 \times 30/60 = 1838,75$ Watt.hora (W.h)

E (UF) = 0,8826 w.h

D – Energia gasta pelo motor na mistura de leite, bicarbonato de sódio e sorbato de potássio

Potência: 1 cv Tempo: 2,5 h

Energia (E) = $1 \times 735,5 \times 2,5 = 1838,75$ Watt.hora (W.h)

E (UF) = 0,8826 w.h

E – Energia gasta na mistura e cocção

São três tachos contendo dois motores de 1 cv e um de 4 cv, respectivamente.

Potência: 1 cv e 4 cv Tempo: 5,5 h

Energia (E) = (1 + 4) x 735,5 x 5,5 = 60678,75 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 29,1258 w.h

F – Bomba que leva o doce ao tanque de estocagem

São três bombas.

Potência: 1 cv Tempo: 20 min.

Energia (E) = 3 x 1 x 735,5 x 20/60 = 735,5 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 0,3530 w.h

G – Energia gasta pelo motor para manter o doce homogêneo (mistura)

Potência: 3 cv Tempo: 2 h

Energia (E) = 3 x 735,5 x 2 = 4413 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 2,1182 w.h

H – Energia gasta pela máquina injetora, para colocar o doce no pote.

Potência: 1 cv Tempo: 2 h

Energia (E) = 1 x 735,5 x 2 = 1471 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 0,7061 w.h

I – Energia gasta na iluminação

Potência: 25 W Tempo: 10 h

Energia (E) = 25 x 10 = 2000 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 0.96 w.h

J – Energia elétrica total gasta = 79259,08 W.h

E (UF) = 38,0444 w.h

Divisão para entrada de energia elétrica no *software* (doce industrial)

Valores por unidade funcional

1 - Leite (produção)

E (UF) = 0

2 - Transporte de subprodutos (leite)

E (UF) = 0

3 - Processamento do leite (armazenamento e padronização)

E (UF) = A + B + C

E (UF) = 0,4119 + 2,6041 + 0,8826

E (UF) = 3,8986 Wh

4 - Mistura e cocção

E (UF) = D + E

E (UF) = 0,8826 + 29,1258

E (UF) = 30,0084 wh

5 - Estocagem

$$E (UF) = G + F$$

$$E (UF) = 2,1182 + 0,3530$$

$$E (UF) = 2,4712 \text{ wh}$$

6 - Envase

$$E (UF) = H$$

$$E (UF) = 0,7061 \text{ w.h}$$

7 - Limpeza

$$E (UF) = 0$$

8 - Iluminação

$$E (UF) = i$$

$$E (UF) = 0.96 \text{ w.h}$$

Divisão para entrada de energia elétrica no *software* (doce artesanal)

Valores por unidade funcional

1 - Leite (produção)

$$E (UF) = 0$$

2 - Transporte de subprodutos (leite)

$$E (UF) = 0$$

3 - Processamento do leite (armazenamento e padronização)

$$E (UF) = 0$$

4 - Mistura e cocção

$$E (UF) = 0$$

5 - Estocagem

$$E (UF) = 0$$

6 - Envase

$$E (UF) = 0$$

7 - Limpeza

$$E (UF) = 0$$

8 - Iluminação

$$E (UF) = 0$$

Queijo minas (industrial)

Energia gasta para processamento de 1.500 litros de leite ou 170,5 kg de queijo minas

Considerando que: 1 cavalo vapor (cv) = 735,5 Watt

A – Bomba utilizada para enviar o leite ao tanque de estocagem

Potência: 3 cv Tempo: 0,3 h.

$$\text{Energia (E)} = 3 \times 735,5 \times 0,3 = 661,95 \text{ Watt.hora (W.h)}$$

Energia elétrica por unidade funcional

Divido por 170,5.

$$E (UF) = 3,8824\text{wh}$$

B – Motor do tanque de padronização do leite

Potência: 7,5 cv Tempo: 0,3 h.

$$\text{Energia (E)} = 7,5 \times 735,5 \times 0,3 = 1654,875 \text{ Watt.hora (W.h)}$$

E (UF) = 9,7060wh

C – Bomba utilizada para enviar o leite ao tanque de pasteurização

Potência: 3 cv Tempo: 0,3 h.

Energia (E) = 3 x 735,5 x 0,3 = 661,95 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 3,8824wh

D – Refrigeração da massa de queijo

Potência: 1,5 cv Tempo: 12 h.

Energia (E) = 1,5 x 735,5 x 12 = 13239 Watt.hora (W.h)

No entanto, o valor da energia acima é gasto para todos os queijos fabricados. De uma produção total de 9.250 kg de queijos variados, 450 são de queijo minas. Com isso:

$9250/450 = 20,55$ que seria o fator referente à produção de queijo minas. Além disso, 85% do queijo minas produzido é industrial e o restante artesanal.

Finalizando: E = 13239 / 20,55 = 664,23 x 85% = 564,6 wh

E (UF) = 3,3114wh

E – Refrigeração durante a salga do queijo

Potência: 1,5 cv Tempo: 5,5 h.

Energia (E) = 1,5 x 735,5 x 48 = 6067,875 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 35,5887wh

F – Refrigeração e secagem do queijo

Potência: 1,5 cv Tempo: 48 h.

Energia (E) = 1,5 x 735,5 x 48 = 52956 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 310,594wh

G – Energia gasta na refrigeração do queijo durante o processo de maturação

Potência: 1,5 cv Tempo: 240 h.

Energia (E) = 1,5 x 735,5 x 240 / 20,55 (queijos totais/queijo minas) x 85% = 10951,97

Watt.hora (W.h)

E (UF) = 64,2344wh

H – Energia gasta pela bomba utilizada na estação de tratamento

Potência: 2 cv Tempo: 1 h.

Energia (E) = 2 x 735,5 x 1 = 1471 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 8,6276wh

I – Energia gasta com iluminação

Potência: 12 lâmpadas de 32 W Tempo: 12 h.

Energia (E) = 12 x 32 x 12 = 4608 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 27,0264wh

J - Bomba utilizada para retirar água do poço artesiano

Potência: 2 cv Tempo: 1 h.

Energia (E) = 2 x 735,5 x 1 = 1471 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 8,6276wh

K – Energia elétrica total gasta (soma das energias)

81069,22 wh

E (UF) = 475,4800wh

Divisão para entrada de energia elétrica no *software* (queijo industrial)
Valores por unidade funcional

1 -Leite (produção)

$$E \text{ (UF)} = 0$$

2 -Transporte de subprodutos (leite)

$$E \text{ (UF)} = 0$$

3 - Processamento do leite (padronização e pasteurização, incluindo bombas)

$$E \text{ (UF)} = A + B + C$$

$$A = 3,8824\text{wh}$$

$$B = 9,7060\text{wh}$$

$$C = 3,8824\text{wh}$$

$$E \text{ (UF)} = 17,4708 \text{ wh}$$

4 - Processamento do queijo (fermentação, coagulação, corte, enformagem, salga, secagem)

$$E \text{ (UF)} = D + E + F$$

$$D = 3,3114 \text{ wh}$$

$$E = 35,5887\text{wh}$$

$$F = 310,594\text{wh}$$

$$E \text{ (UF)} = 349,4941 \text{ wh}$$

5 - Maturação

$$E \text{ (UF)} = G$$

$$G = 64,2344\text{wh}$$

$$E \text{ (UF)} = 64,2344\text{wh}$$

6 - Embalagem

$$E \text{ (UF)} = 0$$

7 - Transporte

$$E \text{ (UF)} = 0$$

8 - Limpeza (incluindo estação de tratamento)

$$E \text{ (UF)} = H$$

$$E \text{ (UF)} = 8,6276\text{wh}$$

9 - Abastecimento de água

$$E \text{ (UF)} = J$$

$$E \text{ (UF)} = 8,6276\text{wh}$$

10 - Iluminação

$$E \text{ (UF)} = i$$

$$E \text{ (UF)} = 27,0264\text{wh}$$

Queijo minas (artesanal)

Energia gasta para processamento de 200 litros de leite ou 23 kg de queijo minas

Considerando que: 1 cavalo vapor (cv) = 735,5 Watt

A – Energia utilizada na refrigeração do queijo durante o processo de maturação quando o queijo já se encontra na cooperativa

O fator F = 20,55 também é utilizado, mais um fator referente a quantidade de queijo minas artesanal em relação ao queijo minas industrial de 15%

Potência: 1,5 cv Tempo: 6 dias ou 144 h.

Energia (E) = 1,5 x 735,5 x (144 / 20,55) x 0,15 = 1159,6 Watt.hora (W.h)

Energia elétrica por unidade funcional, dividido por 23

E (UF) = 1159,6 / 23 = 50,4174 wh

B – Energia gasta na iluminação

Potência: lâmpada de 30 W Tempo: 4 h.

Energia (E) = 30 x 4 = 120 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 5,2174 wh

C – Bomba utilizada para retirar água do poço artesiano

Potência: 2 cv Tempo: 8 min. ou 0.14h.

Energia (E) = 2 x 735,5 x 0.14 = 205,9 Watt.hora (W.h)

E (UF) = 8,9522 wh

D – Energia elétrica total gasta (soma das energias)

1485,5 wh

E (UF) = 64,5870 wh

Divisão para entrada de energia elétrica no *software* (queijo artesanal)

Valores por unidade funcional

1 - Leite (produção)

E (UF) = 0

2 - Transporte de subprodutos (queijo)

E (UF) = 0

3 - Processamento do leite (padronização e pasteurização, incluindo bombas) processo não utilizado no artesanal.

E (UF) = 0

4 - Processamento do queijo (fermentação, coagulação, corte, enformagem, salga)

E (UF) = 0

5 - Maturação

E (UF) = A

E (UF) = 64,2344wh

6 - Embalagem

E (UF) = 0

7 - Transporte

E (UF) = 0

8 - Limpeza (incluindo estação de tratamento)

E (UF) = 0

9 - Abastecimento de água

E (UF) = C

E (UF) = 8,9522 wh

10 - Iluminação

E (UF) = B

E (UF) = 27,0264wh

APÊNDICE F - Cálculo da quantidade de GLP utilizado pelo produtor artesanal de doce de leite

A quantidade de GLP calculada foi gasta para transformar 8 litros de leite em doce de leite.

O fogão utilizado é tipo industrial de quatro queimadores simples. Segundo informações do revendedor Ormimáquinas Ltda. (2012), um queimador simples gasta, em média, 250 gramas de GLP por hora.

Neste estudo, o queimador ficou ligado pelo tempo de três horas, logo:

$250 \times 3 = 750$ gramas de GLP gastos na produção de 3,186 kg de doce de leite

Por unidade funcional $750 \div 3.186 \times 0.4 = 94,2$ gramas

APÊNDICE G - Cálculo de emissões para o ar, na queima de lenha em caldeiras

Segundo dados de Vlassov (2001 *apud* MARTIN *et al.*, 2006), a composição elementar típica da lenha de eucalipto, base seca, em unidade de massa e volume é:

Unidade	C (%)	H (%)	O (%)	N (%)
Massa	47,50	6,00	44,00	1,00

Utilizando estequiometria, sabe-se que:

12 kg de C produzem 44 kg CO₂, então:
1 kg de C produz 3,66666 kg CO₂

Então, com 47,5% de carbono, 1.000 kg de lenha seca produzem 1741,6666 kg de CO₂ puro, ou seja, considerando que a queima não gerasse CO. Foi considerado que a lenha utilizada possui 30% de umidade, logo:

$$1741,6666 \text{ kg} \times 0,3 = 1219,1666 \text{ kg de CO}_2$$

De acordo com dados de NPI (2001) a emissão média de CO por tonelada de lenha utilizada em uma caldeira é de 4,08 kg.

Com isso, a parcela do carbono transformada em CO tem que ser descontada do CO₂ total gerado.

Então, novamente utilizando estequiometria:

12 kg de C produzem 28 kg de CO, logo:
1 kg de C produz 2,3333 kg de CO.

Assim, 1 kg de carbono pode produzir:

$$3,666 \text{ de CO}_2 \quad \text{ou} \quad 2,3333 \text{ de CO}$$

Com isso, 3,666 de CO₂ equivalem a 2,3333 de CO (mesma quantidade de carbono). Logo, 4,08 kg de CO equivalem a 6,41 kg de CO₂.

Finalizando:

$$1219,1666 - 6,41 = 1212,7566 \text{ kg de CO}_2 \text{ por } 1.000 \text{ kg de lenha a } 30\% \text{ de umidade.}$$

As emissões das demais substâncias, exceto CO₂, foram retiradas de NPI (2010) e foi considerado que o metro cúbico de lenha possui massa de 650 kg (QUADRO 10).

QUADRO 10 - Emissões geradas pelo uso de lenha como combustível em caldeira, por metro cúbico

Substância	kg
Dióxido de Carbono	788,29
CO ₂	E+00
Monóxido de Carbono CO	2,6520
	E+00
Óxidos de Nitrogênio	9,6850
NOX	E-01
Material particulado	2,1060
≤ 10,0 mM	E+00
Material particulado	1,7810
≤ 2,5 mM	E+00
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	1,1570
	E -03
Dióxido de enxofre	1,1050
SO ₂	E- 01
Total de compostos orgânicos voláteis	7,8000
(VOC total)	E-02

Fonte: NPI (2010), adaptado.

Emissões para o ar na queima de lenha pelo produtor industrial de queijo minas

Segundo dados do produtor industrial de queijo minas, 1 m³ de lenha é gasto por dia na fábrica e são produzidos três lotes de queijo por dia.

Cada lote trabalha com 1.500 litros de leite que produzem 170 quilos de queijo.

Para o queijo minas foi estabelecida a unidade funcional de 1 kg de queijo.

Com isso, é gasto 0,3333 m³ de lenha por lote de queijo. Como cada metro cúbico de lenha pesa 650 kg, são gastos:

217 kg ou 0,3333 m³ de lenha para 170 kg de queijo minas e

1,28 kg ou 1,9411 E-03 m³ para 1 kg de queijo

O QUADRO 11 apresenta as emissões geradas pelo queijo minas industrial por lote e por unidade funcional. O valor de emissão por lote de doce de

leite para cada substância foi obtido de: (valor x 0,3333) e o valor das emissões por unidade funcional foi obtido de: (valor x 1,9411 E- 03).

QUADRO 11 - Emissões geradas pelo uso de lenha como combustível na produção industrial de queijo minas com valores expressos por lote e por unidade funcional

Substância	Kg por m ³	Kg por lote	Kg por UF
Dióxido de Carbono	788,29	262,74	1,5302
CO ₂	E+00	E+00	E-00
Monóxido de Carbono CO	2,6520	8,8391	5,1477
	E+00	E-01	E-03
Óxidos de Nitrogênio	9,6850	3,2280	1,8799
NO _x	E-01	E-01	E-03
Material particulado	2,1060	7,0193	4,0879
≤ 10,0 mM	E+00	E-01	E-03
Material particulado	1,7810	5,9361	3,457
≤ 2,5 mM	E+00	E-01	E-03
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	1,1570	3,8563	2,2458
	E - 03	E- 04	E- 06
Dióxido de enxofre	1,1050	3,6830	2,1449
SO ₂	E- 01	E- 02	E-04
Total de compostos orgânicos voláteis	7,8000	2,5997	1,5141
(VOC total)	E-02	E-02	E-04

Emissões para o ar na queima de lenha pelo produtor industrial de doce de leite

Segundo dados do produtor industrial de doce de leite, são gastos 200 m³ de lenha por mês. Desse gasto, 80% são direcionados à produção de doce de leite. A fábrica produz 70 lotes mensais desse produto, sendo que um lote de doce de leite é produzido com 2.500 litros de leite que geram 833 kg de produto final.

Com isso, são gastos 2,875 m³ de lenha por lote.

Lenha

80% da lenha para doce

200 m³ por mês

São 70 lotes de 2.500 litros de leite

80% de 200 m³ de lenha = 160 m³ para 70 lotes

$160 \div 70 = 2,2857 \text{ m}^3$ por lote de doce de leite

Considerando que 1 m^3 de possui massa de 650 kg

$2,2857 \times 650 = 1485,7$ kg de lenha por lote de doce de leite

A unidade funcional adotada para o doce leite foi de 400 gramas assim,
 $833 \div 0,4 = 2082,5$ e:

$1485,7 \text{ kg} \div 2082,5 = 0,7134$ kg de lenha por kg de doce produzido.

Ou $2,2857 \text{ m}^3 \div 2082,5 = 1,0975 \text{ E- } 03 \text{ m}^3$ de lenha por unidade funcional de doce de leite.

O QUADRO 12 apresenta as emissões geradas pelo doce de leite industrial por lote e por unidade funcional. O valor de emissão por lote de doce de leite para cada substância foi obtido de: (valor x 2,2857) e o valor das emissões por unidade funcional foi obtido de: (valor x 1,0975 E- 03).

QUADRO 12 - Emissões geradas pelo uso de lenha como combustível na produção industrial de doce de leite com valores expressos por lote e por unidade funcional

Substância	Kg por m³	Kg por lote	Kg por UF
Dióxido de Carbono	788,29	1801,79	8,6515
CO ₂	E+00	E+00	E-01
Monóxido de Carbono CO	2,6520	6,0617	2,9105
	E+00	E+00	E-03
Óxidos de Nitrogênio	9,6850	2,2137	1,0629
NO _x	E-01	E+00	E-03
Material particulado	2,1060	4,8137	2,3113
≤ 10,0 mM	E+00	E+00	E-03
Material particulado	1,7810	4,0708	1,9546
≤ 2,5 mM	E+00	E+00	E-03
Hydrocarbonetos aromáticos policíclicos	1,1570	2,6446	1,2698
	E - 03	E- 03	E- 06
Dióxido de enxofre	1,1050	2,5257	1,2127
SO ₂	E- 01	E- 01	E-04
Total de compostos orgânicos voláteis	7,8000	1,7829	8,5605
(VOC total)	E-02	E-01	E-05

APÊNDICE H - Cálculo de efluentes líquidos

Doce de leite industrial

Os dados referentes à caracterização dos efluentes gerados na produção de doce de leite foram retirados de Machado *et al.* (2002, p. 193) e estão expostos nos QUADROS 13 e 14.

Os valores foram calculados para 18.000 litros de água

Como o valor está em mg/L, multiplico por 18.000 e transformo em kg.

$DBO \text{ (mg/L)} = 2051 \times 18000 / 1000000 = 36,92 \text{ kg.}$

QUADRO 13 - Caracterização dos efluentes gerados na produção de doce de leite industrial

Parâmetro	Valor de Referência	Valor por lote de produto	Valor por unidade funcional
DBO	2051,0 (mg/L)	36,92 kg	17,72 g
DQO	3005,0 (mg/L)	54,09 kg	25,96 g
Fosfato total	6,5 (mg/L)	117,00 g	56,16 mg
Nitrogênio amoniacal	7,8 (mg/L)	140,40g	67,39 mg
Nitrogênio orgânico	41,8 (mg/L)	752,40g	361,15 mg
Óleos e graxas	474 ,0(mg/L)	8,53 kg	4,09 g
Sólidos suspensos	488 ,0(mg/L)	8,78 kg	4,21 g
Sólidos dissolvidos	565,2 (mg/L)	10,17 kg	4,88 g

Doce de leite artesanal

QUADRO 14 - Caracterização dos efluentes gerados na produção de doce de leite artesanal

Parâmetro	Valor de Referência	Valor por lote de produto	Valor por unidade funcional
DBO	2051,00 (mg/L)	121,01 g	15,13 g
DQO	3005,00 (mg/L)	177,30 g	22,16 g
Fosfato total	6,50 (mg/L)	383,50 mg	47,94 mg
Nitrogênio amoniacal	7,80 (mg/L)	460,2 mg	57,53 mg
Nitrogênio orgânico	41,80 (mg/L)	2,47 g	308,75 g
Óleos e graxas	474,00(mg/L)	27,97 g	3,50 g
Sólidos suspensos	488,00(mg/L)	28,79 g	3.60 g
Sólidos dissolvidos	565,20 (mg/L)	33,35 g	4,17 g

Queijo minas industrial

Os dados referentes à caracterização dos efluentes gerados na produção de queijo foram retirados de Machado *et al.* (2002, p. 193) e estão expostos nos QUADROS 15 e 16.

Os valores foram calculados para 5.800 litros de água.

Como o valor está em mg/L, multiplico por 5.800 e transformo em kg.

$$\text{DBO (mg/L)} = 5.949 \times 5.800 / 1.000.000 = 34,50 \text{ kg}$$

QUADRO 15 - Caracterização dos efluentes gerados na produção de doce de leite artesanal

Parâmetro	Valor de Referência	Valor por lote de produto	Valor por unidade funcional
DBO	5949,00 (mg/L)	34,50 kg	202,94 g
DQO	7709,00 (mg/L)	44,71 kg	263,00 g
Fosfato total	29,20 (mg/L)	169,36 g	996,24 g
Nitrogênio amoniacal	7,60 (mg/L)	44,08 g	259,29 mg
Nitrogênio orgânico	142,70 (mg/L)	827,66 g	4,87 g
Óleos e graxas	37,00(mg/L)	214,60 g	1,26 g
Sólidos suspensos	1105,00 (mg/L)	6,4 kg	37,65 g
Sólidos dissolvidos	2402,40 (mg/L)	13,93 kg	81,94 g

Queijo minas artesanal

Os valores foram calculados para 800 litros de água.
Como o valor está em mg/L, multiplico por 800 e transformo em quilograma.

$$\text{DBO (mg/L)} = 5949 \times 800 / 1000000 = 34,50 \text{ kg}$$

QUADRO 16 - Caracterização dos efluentes gerados na produção de doce de leite artesanal

Parâmetro	Valor de Referência	Valor por lote de produto	Valor por unidade funcional
DBO	5949,00 (mg/L)	4,76 kg	206,96 g
DQO	7709,00 (mg/L)	6,17 kg	268,26 g
Fosfato total	29,20 (mg/L)	23,36 g	1,02 g
Nitrogênio amoniacal	7,60 (mg/L)	6,08 g	264,35 mg
Nitrogênio orgânico	142,70 (mg/L)	114,16 g	4,96 g
Óleos e graxas	37,00(mg/L)	29,60 g	1,29 g
Sólidos suspensos	1105,00 (mg/L)	884,00 g	36,70 g
Sólidos dissolvidos	2402,40 (mg/L)	1,92 kg	83,48 mg

APÊNDICE I – Aspectos ambientais do ciclo do queijo industrializado

SimaPro 7.3 Inventário Data: 17/1/2012 Hora: 15:51:57
 Projeto Queijo (8)

Título: A comparar 1 p 'queijo (industrial)'

Método:

Por sub-compartimento: Não

Indicador: Inventário

Unidades por defeito: Não

Excluir processos de infraestrutura: Não

Excluir emissões de longo prazo: Não

Modo relativo: Nenhum

Nº	Substância	Meio	Un.	Valor		
1	1-Butanol	Ar	ng	18,364791		
2	1-Butanol	Água	ng	578,17591		
3	1-Pentanol	Ar	ng	30,397427		
4	1-Pentanol	Água	ng	72,9541		
5	1-Pentene	Ar	ng	22,970736		
6	1-Pentene	Água	ng	55,129962		
7	1-Propanol	Ar	ng	325,27652		
8	1,4-Butanediol	Ar	ng	66,616202		
9	1,4-Butanediol	Água	ng	26,646673		
10	2-Aminopropanol	Ar	ng	8,8337912		
11	2-Aminopropanol	Água	ng	21,203782		
12	2-Butene, 2-methyl-	Ar	pg	5,0951878		
13	2-Methyl-1-propanol	Ar	ng	64,800024		
14	2-Methyl-1-propanol	Água	ng	155,51697		
15	2-Methyl-2-butene	Água	pg	12,228633		
16	2-Nitrobenzoic acid	Ar	ng	21,031967		
17	2-Propanol	Ar	µg	31,79117		
18	2-Propanol	Água	µg	1,1288631		
19	2,4-D	Solo	µg	46,792563		
20	4-Methyl-2-pentanone	Água	pg	39,436503		
21	Acenaphthene	Ar	pg	355,74402		
22	Acenaphthene	Água	ng	3,2826697		
23	Acenaphthylene	Água	µg	200,93608		
24	Acetaldehyde	Ar	µg	95,92901		
25	Acetaldehyde	Água	µg	2,5944628		
26	Acetic acid	Ar	mg	1,3011851		
27	Acetic acid	Água	µg	9,6165595		
28	Acetone	Ar	µg	152,03829		
29	Acetone	Água	ng	134,45853		
30	Acetonitrile	Ar	ng	983,57179		
31	Acetonitrile	Água	ng	17,495803		
32	Acetyl chloride	Água	ng	57,310457		
33	Acidity, unspecified	Ar	pg	0,0011208998		
34	Acidity, unspecified	Água	µg	76,5778		
35	Acids, unspecified	Água	µg	41,427781		
36	Aclonifen	Solo	ng	308,66555		
37	Acrolein	Ar	µg	4,67058		
38	Acrylate, ion	Água	ng	193,24933		
39	Acrylic acid	Ar	ng	81,651793		
40	Actinides, radioactive, unspecified	Ar	µBq	21,31039		
41	Actinides, radioactive, unspecified	Água	mBq	1,7077107		
42	Aerosols, radioactive, unspecified	Ar	µBq	191,37173		
43	Air	Matéria-prima	g	4,3886146		

44	Aldehydes, unspecified	Ar	µg	2,4341002		
45	Aldrin Solo	µg	716,13558			
46	Aluminium	Ar	mg	8,0143949		
47	Aluminium	Água	mg	161,21145		
48	Aluminium Solo	mg	21,601148			
49	Aluminium, 24% in bauxite, 11% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	174,79151		
50	Americium-241	Ar	µBq	6,5121632		
51	Americium-241	Água	µBq	856,92417		
52	Ammonia	Ar	g	42,95536		
53	Ammonia	Água	µg	122,84544		
54	Ammonia, as N	Água	mg	283,20508		
55	Ammonium carbonate	Ar	ng	847,46161		
56	Ammonium, ion	Água	mg	7,4116791		
57	Anhydrite, in ground	Matéria-prima	µg	14,247013		
58	Aniline	Ar	ng	132,19453		
59	Aniline	Água	ng	317,29862		
60	Anthranilic acid	Ar	ng	16,389107		
61	Antimony	Ar	µg	11,226581		
62	Antimony	Água	µg	280,90654		
63	Antimony Solo	pg	265,26988			
64	Antimony-122	Água	µBq	13,236562		
65	Antimony-124	Ar	nBq	115,649		
66	Antimony-124	Água	mBq	1,192056		
67	Antimony-125	Ar	nBq	223,46141		
68	Antimony-125	Água	µBq	606,47605		
69	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Água	µg	122,646		
70	Arable land use, soy bean, Argentina	Matéria-prima	m2a	8,7783751		
71	Argon-41	Ar	mBq	851,82965		
72	Arsenic	Ar	µg	209,7433		
73	Arsenic Solo	µg	59,505308			
74	Arsenic, ion	Água	µg	819,76861		
75	Arsine	Ar	pg	0,95175982		
76	Atrazine	Solo	µg	187,87158		
77	Barite	Água	mg	319,34844		
78	Barite, 15% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	74,263984		
79	Barium	Ar	µg	29,764777		
80	Barium	Água	mg	46,102608		
81	Barium Solo	µg	154,43633			
82	Barium-140	Ar	µBq	15,076423		
83	Barium-140	Água	µBq	40,683413		
84	Baryte, in ground	Matéria-prima	g	1,5839279		
85	Basalt, in ground	Matéria-prima	mg	27,125555		
86	Bauxite, in ground	Matéria-prima	mg	685,1837		
87	Benomyl	Solo	ng	2,1033578		
88	Bentazone	Solo	ng	157,52863		
89	Benzal chloride	Ar	pg	0,0066450167		
90	Benzaldehyde	Ar	µg	1,5876748		
91	Benzene	Ar	mg	8,5882167		
92	Benzene	Água	mg	2,2372854		
93	Benzene, 1-methyl-2-nitro-	Ar	ng	18,161467		
94	Benzene, 1,2-dichloro-	Ar	ng	138,30251		
95	Benzene, 1,2-dichloro-	Água	ng	958,45972		
96	Benzene, chloro-	Água	µg	14,474294		
97	Benzene, ethyl-	Ar	mg	1,0374026		
98	Benzene, ethyl-	Água	µg	402,68242		
99	Benzene, hexachloro-	Ar	ng	12,474133		
100	Benzene, pentachloro-	Ar	ng	5,2633216		
101	Benzo(a)pyrene	Ar	µg	8,3361321		
102	Beryllium	Ar	ng	338,96784		
103	Beryllium	Água	µg	117,72077		

104	Biomass, feedstock	Matéria-prima	J	563,27382	
105	BOD5, Biological Oxygen Demand	Água	g	203,10368	
106	Borate	Água	µg	6,7220447	
107	Borax, in ground	Matéria-prima	µg	1,5233011	
108	Boron	Ar	µg	875,38355	
109	Boron	Água	mg	15,75951	
110	Boron Solo	µg		124,77229	
111	Boron trifluoride	Ar	pg	0,01302548	
112	Bromate	Água	µg	975,55517	
113	Bromide	Água	µg	374,50682	
114	Bromine	Ar	µg	98,939273	
115	Bromine	Água	µg	558,87945	
116	Bromine, 0.0023% in water	Matéria-prima	µg	438,28474	
117	Butadiene	Ar	ng	20,532582	
118	Butane	Ar	mg	32,957819	
119	Butene	Ar	mg	1,837724	
120	Butene	Água	ng	266,61331	
121	Butyl acetate	Água	ng	694,86793	
122	Butyrolactone	Ar	pg	488,207	
123	Butyrolactone	Água	ng	1,1717132	
124	Cadmium	Ar	µg	56,375015	
125	Cadmium	Água	pg	937,26816	
126	Cadmium	Solo	µg	1,465587	
127	Cadmium-109	Água	nBq	29,612449	
128	Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	Matéria-prima	µg	11,479081	
129	Cadmium, ion	Água	µg	497,88418	
130	Calcite, in ground	Matéria-prima	g	10,439749	
131	Calcium	Ar	mg	2,6211809	
132	Calcium	Solo	mg	87,415401	
133	Calcium, ion	Água	g	2,4139504	
134	Carbetamide	Solo	ng	659,60383	
135	Carbofuran	Solo	µg	1,1531408	
136	Carbon Solo	mg		71,081626	
137	Carbon-14	Ar	Bq	1,9553889	
138	Carbon-14	Água	mBq	43,356858	
139	Carbon dioxide	Ar	kg	3,2500987	
140	Carbon dioxide, biogenic	Ar	g	28,183956	
141	Carbon dioxide, fossil	Ar	g	122,93738	
142	Carbon dioxide, in air	Matéria-prima	g	37,91325	
143	Carbon dioxide, land transformation	Ar	g	80,141376	
144	Carbon disulfide	Ar	mg	1,714453	
145	Carbon disulfide	Água	µg	5,0886186	
146	Carbon monoxide	Ar	g	8,4262047	
147	Carbon monoxide, biogenic	Ar	mg	604,20449	
148	Carbon monoxide, fossil	Ar	mg	233,27915	
149	Carbon, in organic matter, in soil	Matéria-prima	mg	1,4565663	
150	Carbonate	Água	mg	1,4085957	
151	Carboxylic acids, unspecified	Água	mg	2,2615707	
152	Cerium-141	Ar	µBq	3,3463712	
153	Cerium-141	Água	µBq	14,984754	
154	Cerium-144	Ar	µBq	69,306724	
155	Cerium-144	Água	mBq	19,658399	
156	Cesium	Água	µg	16,786432	
157	Cesium-134	Ar	µBq	247,69745	
158	Cesium-134	Água	mBq	44,115268	
159	Cesium-136	Água	µBq	2,5512492	
160	Cesium-137	Ar	µBq	480,10376	
161	Cesium-137	Água	mBq	604,64627	
162	Chemical waste, inert	Resíduo	mg	25,851696	

163	Chemical waste, regulated	Resíduo	mg	39,194045	
164	Chemical waste, unspecified	Resíduo	mg	27,938803	
165	Chloramine	Ar	ng	128,87263	
166	Chloramine	Água	µg	1,149982	
167	Chlorate	Água	mg	7,5421959	
168	Chloride	Água	g	11,942236	
169	Chloride	Solo	mg	8,5054661	
170	Chlorinated solvents, unspecified	Água	µg	3,779547	
171	Chlorine	Ar	µg	179,51419	
172	Chlorine	Água	µg	3,5247914	
173	Chloroacetic acid	Ar	ng	278,26656	
174	Chloroacetic acid	Água	µg	11,949431	
175	Chloroacetyl chloride	Água	ng	28,278418	
176	Chloroform	Ar	ng	542,6552	
177	Chloroform	Água	µg	1,2792872	
178	Chlorosilane, trimethyl-	Ar	ng	14,867408	
179	Chlorosulfonic acid	Ar	ng	25,512933	
180	Chlorosulfonic acid	Água	ng	63,621963	
181	Chlorothalonil	Solo	µg	595,28161	
182	Chromium	Ar	µg	338,40336	
183	Chromium	Água	µg	501,10486	
184	Chromium	Solo	µg	112,78429	
185	Chromium-51	Ar	µBq	1,4388316	
186	Chromium-51	Água	mBq	2,8191766	
187	Chromium VI	Ar	µg	7,2507197	
188	Chromium VI	Água	µg	746,27351	
189	Chromium VI	Solo	µg	688,19353	
190	Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	78,546835	
191	Chromium, in ground	Matéria-prima	mg	28,492048	
192	Chromium, ion	Água	µg	80,348115	
193	Chrysotile, in ground	Matéria-prima	µg	647,34651	
194	Cinnabar, in ground	Matéria-prima	µg	3,9801814	
195	Clay, bentonite, in ground	Matéria-prima	mg	256,61857	
196	Clay, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	5,0305999	
197	Coal, 18 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	21,985667	
198	Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	12,228233	
199	Coal, brown, in ground	Matéria-prima	g	10,853987	
200	Coal, hard, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	16,73313	
201	Cobalt	Ar	µg	59,568146	
202	Cobalt	Água	mg	1,9471671	
203	Cobalt	Solo	ng	782,06582	
204	Cobalt-57	Ar	nBq	0,59542558	
205	Cobalt-57	Água	µBq	85,363022	
206	Cobalt-58	Ar	µBq	10,150658	
207	Cobalt-58	Água	mBq	15,998342	
208	Cobalt-60	Ar	µBq	17,348036	
209	Cobalt-60	Água	mBq	200,77221	
210	Cobalt, in ground	Matéria-prima	ng	883,44279	
211	COD, Chemical Oxygen Demand	Água	g	263,38207	
212	Colemanite, in ground	Matéria-prima	mg	1,3520296	
213	Construction waste	Resíduo	µg	729,81792	
214	Copper	Ar	µg	463,65746	
215	Copper	Água	µg	16,700928	
216	Copper	Solo	µg	455,86009	
217	Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	18,91709	
218	Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	104,64376	

219	Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria- prima	mg	27,758242		
220	Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria- prima	mg	138,00864		
221	Copper, in ground	Matéria-prima	mg	72,434353		
222	Copper, ion	Água	mg	4,7981176		
223	Cumene	Ar	µg	6,4668867		
224	Cumene	Água	µg	15,539696		
225	Curium-242	Ar	nBq	0,034073856		
226	Curium-244	Ar	nBq	0,30958003		
227	Curium alpha	Ar	µBq	10,338821		
228	Curium alpha	Água	mBq	1,1364282		
229	Cyanide	Ar	µg	22,098169		
230	Cyanide	Água	µg	210,22467		
231	Cyanoacetic acid	Ar	ng	20,893957		
232	Cypermethrin	Solo	ng	194,74104		
233	Decane	Água	µg	231,61056		
234	Diatomite, in ground	Matéria-prima	ng	4,7006801		
235	Dichromate	Água	µg	17,922172		
236	Diethylamine	Ar	ng	60,565992		
237	Diethylamine	Água	ng	145,36027		
238	Dimethyl malonate	Ar	ng	26,201193		
239	Dimethylamine	Água	ng	401,51173		
240	Dinitrogen monoxide	Ar	g	12,881828		
241	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	pg	106,07779		
242	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Água	pg	9,5210784		
243	Dipropylamine	Ar	ng	33,67372		
244	Dipropylamine	Água	ng	80,818013		
245	DOC, Dissolved Organic Carbon	Água	mg	66,722774		
246	Dolomite, in ground	Matéria-prima	mg	7,5144582		
247	Energy, from coal	Matéria-prima	kJ	167,21594		
248	Energy, from coal, brown	Matéria-prima	kJ	30,776334		
249	Energy, from gas, natural	Matéria-prima	kJ	875,47583		
250	Energy, from hydro power	Matéria-prima	kJ	15,137842		
251	Energy, from oil	Matéria-prima	kJ	776,93413		
252	Energy, from peat	Matéria-prima	J	8,8780994		
253	Energy, from uranium	Matéria-prima	kJ	78,301812		
254	Energy, from wood	Matéria-prima	J	2,1917186		
255	Energy, geothermal, converted	Matéria-prima	J	69,99025		
256	Energy, gross calorific value, in biomass	Matéria-prima	kJ	412,07534		
257	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	Matéria-prima	J	100,98266		
258	Energy, kinetic (in wind), converted	Matéria-prima	kJ	4,7654917		
259	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria-prima	MJ	2,0775469		
260	Energy, solar, converted	Matéria-prima	J	59,237397		
261	Ethane	Ar	mg	25,659279		
262	Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Ar	ng	21,604756		
263	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Ar	pg	205,84842		
264	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Água	ng	287,38767		
265	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Ar	µg	6,4635179		
266	Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Ar	ng	3,875164		
267	Ethane, 1,2-dichloro-	Ar	µg	19,458428		
268	Ethane, 1,2-dichloro-	Água	µg	4,1232382		
269	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Ar	µg	7,894146		
270	Ethane, dichloro-	Ar	µg	3,862598		
271	Ethane, dichloro-	Água	µg	1,9901878		
272	Ethane, hexachloro-	Água	pg	44,100406		
273	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Ar	µg	11,331933		
274	Ethanol	Ar	µg	128,20018		
275	Ethanol	Água	µg	9,7991308		
276	Ethene	Ar	mg	42,145092		

277	Ethene	Água	µg	4,3489225			
278	Ethene, chloro-	Ar	µg	13,225031			
279	Ethene, chloro-	Água	ng	170,81636			
280	Ethene, tetrachloro-	Ar	pg	473,3504			
281	Ethene, tetrachloro-	Água	ng	5,2397482			
282	Ethene, trichloro-	Água	ng	331,69435			
283	Ethyl acetate	Ar	µg	146,51119			
284	Ethyl acetate	Água	ng	134,95533			
285	Ethyl cellulose	Ar	ng	296,43111			
286	Ethylamine	Ar	ng	653,15405			
287	Ethylamine	Água	µg	1,5675938			
288	Ethylene diamine	Ar	ng	837,00542			
289	Ethylene diamine	Água	µg	2,0087954			
290	Ethylene oxide	Ar	ng	478,53419			
291	Ethylene oxide	Água	ng	284,71874			
292	Ethyne	Ar	µg	77,324667			
293	Fatty acids as C	Água	mg	82,72491			
294	Feldspar, in ground	Matéria-prima	ng	245,45404			
295	Fenpiclonil	Solo	µg	23,440462			
296	Fluoride	Água	mg	46,465011			
297	Fluoride	Solo	µg	480,65873			
298	Fluorine	Ar	µg	51,258304			
299	Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	511,77086			
300	Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,1827393			
301	Fluorspar, 92%, in ground	Matéria-prima	mg	139,32845			
302	Fluosilicic acid	Ar	µg	4,226413			
303	Fluosilicic acid	Água	µg	7,6075467			
304	Food biomass waste, DK	Resíduo	mg	2,9439936			
305	Formaldehyde	Ar	mg	7,4876757			
306	Formaldehyde	Água	µg	2,2638786			
307	Formamide	Ar	ng	55,5943			
308	Formamide	Água	ng	133,42957			
309	Formate	Água	µg	74,795513			
310	Formic acid	Ar	µg	6,7780781			
311	Formic acid	Água	ng	38,732493			
312	Furan	Ar	µg	1,8679904			
313	Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	Matéria-prima	pg	166,40399			
314	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	Matéria-prima	mg	168,84586			
315	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	Matéria-prima	cm3	167,83983			
316	Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	dm3	199,52356			
317	Gas, natural, in ground	Matéria-prima	dm3	20,299109			
318	Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	dm3	22,20855			
319	Glutaraldehyde	Água	µg	39,364784			
320	Glyphosate	Solo	µg	70,035597			
321	Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	290,36524			
322	Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	532,46707			
323	Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	637,54147			
324	Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	973,77783			
325	Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	241,34155			
326	Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	578,04369			
327	Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	894,90574			
328	Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	µg	1,0090988			
329	Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	60,467315			
330	Granite, in ground	Matéria-prima	pg	259,90452			
331	Gravel, in ground	Matéria-prima	g	206,0817			
332	Gypsum, in ground	Matéria-prima	µg	92,466573			
333	Heat, waste	Ar	MJ	16,064156			
334	Heat, waste	Água	kJ	268,41133			
335	Heat, waste	Solo	kJ	358,40888			

336	Helium	Ar	mg	22,438067		
337	Heptane	Ar	mg	5,9362688		
338	Hexane	Ar	mg	-759,51028		
339	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Ar	µg	9,4090765		
340	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Ar	mg	8,8926595		
341	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Água	mg	2,1969224		
342	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Ar	µg	106,38039		
343	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Água	µg	196,51359		
344	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Ar	µg	303,94806		
345	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Água	µg	6,4133888		
346	Hydrocarbons, aromatic	Ar	mg	2,5072693		
347	Hydrocarbons, aromatic	Água	mg	10,146564		
348	Hydrocarbons, chlorinated	Ar	µg	3,1957292		
349	Hydrocarbons, unspecified	Água	µg	366,82456		
350	Hydrogen	Ar	mg	4,0244927		
351	Hydrogen-3, Tritium	Ar	Bq	10,985326		
352	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	1,7421893		
353	Hydrogen chloride	Ar	mg	16,780068		
354	Hydrogen cyanide	Ar	pg	1,9082208E-5		
355	Hydrogen fluoride	Ar	mg	2,0548147		
356	Hydrogen peroxide	Ar	ng	219,58719		
357	Hydrogen peroxide	Água	µg	16,829824		
358	Hydrogen sulfide	Ar	mg	1,8369653		
359	Hydrogen sulfide	Água	µg	199,85102		
360	Hydroxide	Água	µg	6,2417276		
361	Hypochlorite	Água	µg	154,14102		
362	Hypochlorous acid	Água	µg	137,32828		
363	Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	Matéria-prima	ng	199,51326		
364	Iodide	Água	mg	1,7279087		
365	Iodine	Ar	µg	44,462343		
366	Iodine-129	Ar	mBq	2,9097481		
367	Iodine-129	Água	mBq	124,11371		
368	Iodine-131	Ar	mBq	36,592662		
369	Iodine-131	Água	µBq	225,91029		
370	Iodine-133	Ar	µBq	133,84496		
371	Iodine-133	Água	µBq	45,782456		
372	Iodine-135	Ar	µBq	177,67442		
373	Iodine, 0.03% in water	Matéria-prima	µg	90,087672		
374	Iron	Ar	mg	3,1483106		
375	Iron	Água	mg	38,035644		
376	Iron	Solo	mg	47,825269		
377	Iron-59	Ar	nBq	13,488997		
378	Iron-59	Água	µBq	6,2288995		
379	Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	g	1,6227311		
380	Iron, in ground	Matéria-prima	g	12,110227		
381	Iron, ion	Água	mg	237,53732		
382	Isocyanic acid	Ar	ng	522,95311		
383	Isoprene	Ar	ng	86,68224		
384	Isopropylamine	Ar	ng	203,88766		
385	Isopropylamine	Água	ng	489,34235		
386	Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	83,34964		
387	Kieserite, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	1,0078834		
388	Krypton-85	Ar	kBq	32,058407		
389	Krypton-85m	Ar	mBq	243,62013		
390	Krypton-87	Ar	mBq	65,344216		
391	Krypton-88	Ar	Bq	1,5621946		
392	Krypton-89	Ar	mBq	38,157467		
393	Lactic acid	Ar	ng	26,378339		
394	Lactic acid	Água	ng	63,308193		

395	Land use II-III	Matéria-prima	cm2a	48,261627		
396	Land use II-III, sea floor	Matéria-prima	cm2a	252,66851		
397	Land use II-IV	Matéria-prima	cm2a	47,943938		
398	Land use II-IV, sea floor	Matéria-prima	cm2a	26,090086		
399	Land use III-IV	Matéria-prima	cm2a	90,712963		
400	Land use IV-IV	Matéria-prima	mm2a	27,021052		
401	Lanthanum	Ar	ng	355,53069		
402	Lanthanum-140	Ar	µBq	2,0337563		
403	Lanthanum-140	Água	µBq	38,942411		
404	Lead	Ar	mg	1,1992517		
405	Lead	Água	µg	975,26312		
406	Lead	Solo	µg	19,142947		
407	Lead-210	Ar	mBq	15,598767		
408	Lead-210	Água	mBq	41,831968		
409	Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	mg	11,281002		
410	Lead, in ground	Matéria-prima	mg	249,6412		
411	Linuron Solo	µg	158,939			
412	Lithium, 0.15% in brine, in ground	Matéria-prima	µg	1,6083581		
413	Lithium, ion	Água	µg	12,656321		
414	m-Xylene	Ar	µg	7,4078831		
415	m-Xylene	Água	ng	134,45637		
416	Magnesite, 60% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	16,239689		
417	Magnesium	Ar	µg	642,06241		
418	Magnesium	Água	mg	754,77304		
419	Magnesium	Solo	µg	609,54053		
420	Magnesium, 0.13% in water	Matéria-prima	µg	2,2647311		
421	Magnesium, in ground	Matéria-prima	ng	8,41368		
422	Mancozeb	Solo	µg	773,14817		
423	Manganese	Ar	µg	625,12063		
424	Manganese	Água	mg	69,721386		
425	Manganese	Solo	µg	975,4695		
426	Manganese-54	Ar	nBq	462,08557		
427	Manganese-54	Água	mBq	29,87404		
428	Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	7,9398369		
429	Manganese, in ground	Matéria-prima	mg	8,9639064		
430	Marl, in ground	Matéria-prima	g	7,8646659		
431	Mercury	Ar	µg	14,564179		
432	Mercury	Água	µg	12,685955		
433	Mercury	Solo	ng	247,56464		
434	Mercury, in ground	Matéria-prima	ng	68,510688		
435	Metaldehyde	Solo	ng	276,60762		
436	Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Matéria-prima	µg	225,92019		
437	Methane	Ar	g	177,00763		
438	Methane, biogenic	Ar	g	1,0381155		
439	Methane, bromo-, Halon 1001	Ar	pg	0,0015200347		
440	Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Ar	ng	958,54817		
441	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Ar	µg	126,24004		
442	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Ar	µg	6,066403		
443	Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Ar	ng	36,15002		
444	Methane, dichloro-, HCC-30	Ar	ng	415,08889		
445	Methane, dichloro-, HCC-30	Água	µg	152,09692		
446	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Ar	ng	76,249901		
447	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Ar	µg	348,03514		
448	Methane, fossil	Ar	mg	243,83629		
449	Methane, monochloro-, R-40	Ar	ng	5,6939528		
450	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Ar	µg	2,686488		
451	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Água	ng	7,9983582		
452	Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Ar	µg	99,611163		

453	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Ar	ng	267,91613
454	Methane, trifluoro-, HFC-23	Ar	ng	8,1335383
455	Methanesulfonic acid	Ar	ng	21,113967
456	Methanol	Ar	µg	289,81605
457	Methanol	Água	µg	18,296243
458	Methyl acetate	Ar	ng	4,8699084
459	Methyl acetate	Água	ng	11,687819
460	Methyl acrylate	Ar	ng	92,641438
461	Methyl acrylate	Água	µg	1,8097777
462	Methyl amine	Ar	ng	10,63693
463	Methyl amine	Água	ng	25,52895
464	Methyl borate	Ar	ng	12,099363
465	Methyl ethyl ketone	Ar	µg	146,45433
466	Methyl formate	Ar	ng	15,058522
467	Methyl formate	Água	ng	6,0120012
468	Methyl lactate	Ar	ng	28,958549
469	Metolachlor	Solo	µg	17,211888
470	Metribuzin	Solo	µg	27,223042
471	Mineral waste	Resíduo	mg	18,441898
472	Mineral waste, from mining	Resíduo	mg	432,33089
473	Molybdenum	Ar	µg	47,080964
474	Molybdenum	Água	µg	638,94786
475	Molybdenum	Solo	ng	158,21363
476	Molybdenum-99	Água	µBq	13,41846
477	Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,5647115
478	Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	364,60656
479	Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	83,492068
480	Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	1,3360311
481	Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	166,5633
482	Molybdenum, in ground	Matéria-prima	ng	172,11509
483	Monoethanolamine	Ar	µg	88,063794
484	Napropamide	Solo	ng	489,38169
485	Natural aggregate	Matéria-prima	µg	55,807296
486	Neptunium-237	Ar	nBq	0,34125447
487	Neptunium-237	Água	µBq	54,749872
488	Nickel	Ar	mg	2,7981236
489	Nickel	Água	µg	14,876928
490	Nickel	Solo	µg	9,2409558
491	Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	632,03856
492	Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	187,69047
493	Nickel, in ground	Matéria-prima	mg	17,483064
494	Nickel, ion	Água	mg	4,9968221
495	Niobium-95	Ar	nBq	75,386323
496	Niobium-95	Água	µBq	65,7465
497	Nitrate	Ar	µg	7,770723
498	Nitrate	Água	g	252,8557
499	Nitric oxide	Ar	g	1,8799
500	Nitrite	Água	µg	346,74139
501	Nitrobenzene	Ar	ng	190,31077
502	Nitrobenzene	Água	ng	762,66862
503	Nitrogen	Ar	mg	49,561028
504	Nitrogen	Água	mg	4,6521986
505	Nitrogen	Solo	µg	17,456301
506	Nitrogen oxides	Ar	g	13,508

507	Nitrogen, in air	Matéria-prima	g	1,902043	
508	Nitrogen, organic bound	Água	g	4,8752467	
509	Nitrogen, total	Água	mg	31,436832	
510	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Ar	g	4,1116895	
511	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	10,101788	
512	o-Xylene	Água	pg	207,56071	
513	Occupation, arable	Matéria-prima	m2a	4,654774	
514	Occupation, arable, non-irrigated	Matéria-prima	cm2a	47,870764	
515	Occupation, construction site	Matéria-prima	mm2a	15,573329	
516	Occupation, dump site	Matéria-prima	mm2a	174,05125	
517	Occupation, dump site, benthos	Matéria-prima	mm2a	7,0592913	
518	Occupation, forest, intensive	Matéria-prima	cm2a	546,51261	
519	Occupation, forest, intensive, normal	Matéria-prima	cm2a	66,329656	
520	Occupation, forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	mm2a	25,331022	
521	Occupation, industrial area	Matéria-prima	mm2a	81,987446	
522	Occupation, industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2a	0,065655321	
523	Occupation, industrial area, built up	Matéria-prima	mm2a	186,76886	
524	Occupation, industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2a	66,968024	
525	Occupation, mineral extraction site	Matéria-prima	mm2a	71,70745	
526	Occupation, permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	mm2a	48,777413	
527	Occupation, shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2a	8,5089591	
528	Occupation, traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2a	13,672581	
529	Occupation, traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2a	15,118728	
530	Occupation, traffic area, road embankment	Matéria-prima	mm2a	971,28939	
531	Occupation, traffic area, road network	Matéria-prima	mm2a	78,447023	
532	Occupation, urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2a	6,0477742	
533	Occupation, water bodies, artificial	Matéria-prima	cm2a	182,61629	
534	Occupation, water courses, artificial	Matéria-prima	mm2a	43,244042	
535	Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	325,22411	
536	Oil, crude, in ground	Matéria-prima	g	13,845746	
537	Oils, biogenic	Solo	µg	214,8765	
538	Oils, unspecified	Água	g	1,5934054	
539	Oils, unspecified	Solo	mg	45,444806	
540	Olivine, in ground	Matéria-prima	µg	146,74368	
541	Orbencarb	Solo	µg	147,00713	
542	Oxygen	Ar	pg	768,48384	
543	Oxygen, in air	Matéria-prima	mg	15,971251	
544	Ozone	Ar	mg	3,0220784	
545	Packaging waste, paper and board	Resíduo	µg	214,40064	
546	Packaging waste, plastic	Resíduo	µg	9,3390816	
547	Packaging waste, steel	Resíduo	µg	916,3632	
548	Packaging waste, wood	Resíduo	µg	20,106048	
549	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Ar	µg	99,190159	
550	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Água	µg	219,34772	
551	Palladium, in ground	Matéria-prima	ng	69,584484	
552	Particulates	Ar	mg	70,815988	
553	Particulates, < 10 um	Ar	g	4,0965804	
554	Particulates, < 10 um	Água	mg	1,0814112	
555	Particulates, < 10 um (mobile)	Ar	mg	294,23875	
556	Particulates, < 10 um (stationary)	Ar	mg	96,368601	
557	Particulates, < 2.5 um	Ar	g	3,4896577	
558	Particulates, > 10 um	Ar	mg	121,82359	
559	Particulates, > 10 um	Água	mg	2,0452032	
560	Particulates, > 10 um (process)	Ar	mg	121,3734	
561	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Ar	mg	21,025557	
562	Particulates, diesel soot	Ar	mg	408,76991	
563	Particulates, unspecified	Ar	mg	25,266459	
564	Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	77,065327	

565	Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground				
	Matéria-prima	ng	185,2017		
566	Peat, in ground	Matéria-prima	mg	85,99383	
567	Pentane	Ar	mg	42,069272	
568	Phenol	Ar	µg	12,322936	
569	Phenol	Água	µg	60,838615	
570	Phenol, 2,4-dichloro-	Ar	ng	35,650767	
571	Phenol, pentachloro-	Ar	µg	2,7166266	
572	Phenols, unspecified	Água	mg	2,1251599	
573	Phosphate	Água	g	998,40387	
574	Phosphate ore, in ground	Matéria-prima	g	199,75224	
575	Phosphine	Ar	pg	70,57864	
576	Phosphorus	Ar	µg	24,02287	
577	Phosphorus	Água	µg	714,14653	
578	Phosphorus	Solo	µg	193,51957	
579	Phosphorus compounds, unspecified	Água	µg	8,8349626	
580	Phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	8,7004308	
581	Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,0470836	
582	Phosphorus, in ground	Matéria-prima	pg	180,15168	
583	Phosphorus, total	Ar	µg	255,76461	
584	Phosphorus, total	Solo	µg	943,5725	
585	Phthalate, dioctyl-	Água	ng	2,3595434	
586	Phthalate, p-dibutyl-	Água	ng	20,345345	
587	Pirimicarb	Solo	ng	14,90118	
588	Plastic waste	Resíduo	µg	673,97184	
589	Platinum	Ar	ng	430,6676	
590	Platinum, in ground	Matéria-prima	ng	82,239456	
591	Plutonium-238	Ar	nBq	0,91348168	
592	Plutonium-241	Ar	mBq	79,536813	
593	Plutonium-241	Água	mBq	5,8512103	
594	Plutonium-alpha	Ar	µBq	20,695792	
595	Plutonium-alpha	Água	mBq	3,4125447	
596	Polonium-210	Ar	mBq	26,079154	
597	Polonium-210	Água	mBq	60,599888	
598	Polychlorinated biphenyls	Ar	ng	20,416125	
599	Potassium	Ar	mg	3,7888142	
600	Potassium	Água	mg	91,707372	
601	Potassium	Solo	µg	451,4532	
602	Potassium-40	Ar	mBq	3,4005271	
603	Potassium-40	Água	mBq	12,034945	
604	Potassium chloride	Matéria-prima	µg	51,242784	
605	Potassium, ion	Água	mg	413,91725	
606	Primary energy from waves	Matéria-prima	J	4,5028704	
607	Promethium-147	Ar	µBq	175,88115	
608	Propanal	Ar	ng	240,37912	
609	Propanal	Água	ng	105,61302	
610	Propane	Ar	mg	31,373783	
611	Propanol	Água	ng	122,86332	
612	Propene	Ar	mg	1,531103	
613	Propene	Água	µg	10,389443	
614	Propionic acid	Ar	µg	133,94497	
615	Propionic acid	Água	ng	132,04748	
616	Propylamine	Ar	ng	17,605634	
617	Propylamine	Água	ng	42,253321	
618	Propylene oxide	Ar	µg	1,1923775	
619	Propylene oxide	Água	µg	2,8663395	
620	Protactinium-234	Ar	µBq	399,16371	
621	Protactinium-234	Água	mBq	7,3654315	

622	Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	21,262918		
623	Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	76,225764		
624	Radioactive species, alpha emitters	Água	µBq	45,575446		
625	Radioactive species, from fission and activation	Água	mBq	2,5493198		
626	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Água	Bq	1,0232801		
627	Radioactive species, other beta emitters	Ar	mBq	7,5444949		
628	Radium-224	Água	mBq	838,88522		
629	Radium-226	Ar	mBq	16,146845		
630	Radium-226	Água	Bq	19,689902		
631	Radium-228	Ar	mBq	4,3470902		
632	Radium-228	Água	Bq	1,6783369		
633	Radon-220	Ar	mBq	116,46995		
634	Radon-222	Ar	kBq	71,836873		
635	Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria-prima	pg	289,17805		
636	Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria-prima	pg	905,7381		
637	Rhenium, in crude ore, in ground	Matéria-prima	pg	396,9345		
638	Rhenium, in ground	Matéria-prima	ng	65,142231		
639	Rhodium, in ground	Matéria-prima	ng	74,730448		
640	Rubidium	Água	µg	5,2776049		
641	Ruthenium	Água	µg	162,58025		
642	Ruthenium-103	Ar	nBq	6,4335779		
643	Ruthenium-103	Água	µBq	4,4689083		
644	Ruthenium-106	Ar	mBq	2,0695463		
645	Ruthenium-106	Água	mBq	206,95463		
646	Salts, unspecified	Água	mg	45,243989		
647	Sand, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	3,2454612		
648	Scandium	Ar	µg	2,5087525		
649	Scandium	Água	µg	208,04199		
650	Selenium	Ar	µg	71,764633		
651	Selenium	Água	µg	554,59767		
652	Shale, in ground	Matéria-prima	µg	40,332866		
653	Silicates, unspecified	Ar	mg	2,700982		
654	Silicon	Ar	mg	2,0276563		
655	Silicon	Água	g	1,0652028		
656	Silicon Solo	mg	1,3927298			
657	Silicon tetrafluoride	Ar	ng	14,700469		
658	Silver	Ar	ng	109,58562		
659	Silver	Água	µg	10,546665		
660	Silver-110	Ar	nBq	375,5794		
661	Silver-110	Água	mBq	12,568714		
662	Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground	Matéria-prima	µg	6,4234697		
663	Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te, in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	4,5818941		
664	Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	423,02683		
665	Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	966,14537		
666	Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	946,98424		
667	Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	624,87142		
668	Silver, in ground	Matéria-prima	mg	1,0281721		
669	Silver, ion	Água	µg	20,594807		
670	Slate, in ground	Matéria-prima	µg	241,38048		
671	Sodium	Ar	mg	2,9079118		
672	Sodium Solo	µg	934,57506			
673	Sodium-24	Água	µBq	256,51141		
674	Sodium chlorate	Ar	µg	3,3127538		

675	Sodium chloride, in ground	Matéria-prima	g	107,17316	
676	Sodium dichromate	Ar	µg	4,8857686	
677	Sodium formate	Ar	µg	4,0332599	
678	Sodium formate	Água	µg	9,689661	
679	Sodium hydroxide	Ar	ng	818,95115	
680	Sodium nitrate, in ground	Matéria-prima	ng	25,498536	
681	Sodium sulphate, various forms, in ground	Matéria-prima	mg	2,0693525	
682	Sodium, ion	Água	g	6,9073547	
683	Solids, inorganic	Água	mg	330,47136	
684	Solved solids	Água	g	81,962812	
685	Solved substances	Água	mg	14,624953	
686	Stibnite, in ground	Matéria-prima	pg	488,50256	
687	Strontium	Ar	µg	32,020228	
688	Strontium	Água	mg	116,77778	
689	Strontium	Solo	µg	3,1100465	
690	Strontium-89	Ar	nBq	617,77518	
691	Strontium-89	Água	µBq	244,62383	
692	Strontium-90	Ar	µBq	341,26912	
693	Strontium-90	Água	Bq	1,0404391	
694	Styrene	Ar	µg	715,95608	
695	Sulfate	Ar	mg	3,4578704	
696	Sulfate	Água	g	5,698925	
697	Sulfide	Água	mg	1,2086265	
698	Sulfite	Água	µg	49,724362	
699	Sulfur	Água	µg	708,51778	
700	Sulfur	Solo	mg	13,150835	
701	Sulfur dioxide	Ar	g	1,3588187	
702	Sulfur hexafluoride	Ar	µg	10,560664	
703	Sulfur oxides	Ar	g	5,7085473	
704	Sulfur trioxide	Ar	µg	1,3623375	
705	Sulfur trioxide	Água	µg	246,35836	
706	Sulfur, in ground	Matéria-prima	g	13,285676	
707	Sulfuric acid	Ar	ng	171,42402	
708	Sulfuric acid	Solo	pg	105,86804	
709	Suspended solids, unspecified	Água	g	37,697503	
710	Sylvite, 25 % in sylvinite, in ground	Matéria-prima	mg	93,723231	
711	t-Butyl methyl ether	Ar	µg	7,7382765	
712	t-Butyl methyl ether	Água	µg	1,6611032	
713	t-Butylamine	Ar	ng	242,66565	
714	t-Butylamine	Água	ng	582,40756	
715	Talc, in ground	Matéria-prima	mg	1,1597846	
716	Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	5,0678365	
717	Tebutam	Solo	µg	1,1596074	
718	Technetium-99	Ar	nBq	14,460214	
719	Technetium-99	Água	mBq	21,704473	
720	Technetium-99m	Água	µBq	302,59165	
721	Teflubenzuron	Solo	µg	1,8148695	
722	Tellurium-123m	Ar	µBq	1,5495143	
723	Tellurium-123m	Água	µBq	37,025169	
724	Tellurium-132	Água	nBq	844,68643	
725	Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and Ag, in crude ore, in ground	Matéria-prima	ng	687,29516	
726	Terephthalate, dimethyl	Água	ng	128,23752	
727	Terpenes	Ar	ng	819,64314	
728	Thallium	Ar	ng	201,13313	
729	Thallium	Água	µg	35,042801	
730	Thiram	Solo	ng	3,7316071	
731	Thorium	Ar	ng	340,33702	
732	Thorium-228	Ar	mBq	1,0758144	

733	Thorium-228	Água	Bq	3,3563099			
734	Thorium-230	Ar	mBq	3,1154072			
735	Thorium-230	Água	Bq	1,0808452			
736	Thorium-232	Ar	µBq	952,79512			
737	Thorium-232	Água	mBq	1,4398722			
738	Thorium-234	Ar	µBq	399,21165			
739	Thorium-234	Água	mBq	7,3978988			
740	Tin	Ar	µg	12,150581			
741	Tin	Água	pg	12,436032			
742	Tin	Solo	µg	43,971246			
743	Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	229,51069			
744	Tin, in ground	Matéria-prima	µg	570,65963			
745	Tin, ion	Água	µg	399,25752			
746	TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	5,5298049			
747	TiO2, 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground	Matéria-prima	ng	35,497569			
748	Titanium	Ar	µg	97,809029			
749	Titanium	Solo	µg	8,6941346			
750	Titanium, in ground	Matéria-prima	pg	4,0213345E-18			
751	Titanium, ion	Água	mg	7,0125897			
752	TOC, Total Organic Carbon	Água	mg	853,95475			
753	Toluene	Ar	mg	5,1154963			
754	Toluene	Água	mg	1,8517459			
755	Toluene, 2-chloro-	Ar	ng	76,865483			
756	Toluene, 2-chloro-	Água	ng	134,09947			
757	Transformation, from arable	Matéria-prima	mm2	0,41535538			
758	Transformation, from arable, non-irrigated	Matéria-prima	cm2	67,813608			
759	Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm2	0,020449689			
760	Transformation, from dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm2	1,2488245			
761	Transformation, from dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm2	0,42368678			
762	Transformation, from dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm2	0,023704856			
763	Transformation, from dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm2	0,0048973681			
764	Transformation, from forest	Matéria-prima	mm2	133,98567			
765	Transformation, from forest, extensive	Matéria-prima	mm2	423,46579			
766	Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm2	0,90468338			
767	Transformation, from industrial area	Matéria-prima	mm2	0,17746524			
768	Transformation, from industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2	0,00059360693			
769	Transformation, from industrial area, built up	Matéria-prima	mm2	0,00069418881			
770	Transformation, from industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2	0,0011842047			
771	Transformation, from mineral extraction site	Matéria-prima	mm2	1,3158978			
772	Transformation, from pasture and meadow	Matéria-prima	mm2	3,2551362			
773	Transformation, from pasture and meadow, intensive	Matéria-prima	mm2	3,0852439			
774	Transformation, from sea and ocean	Matéria-prima	mm2	7,073047			
775	Transformation, from shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2	31,294434			
776	Transformation, from tropical rain forest	Matéria-prima	mm2	0,90468338			
777	Transformation, from unknown	Matéria-prima	mm2	10,633755			
778	Transformation, to arable	Matéria-prima	mm2	1,6175553			
779	Transformation, to arable, non-irrigated	Matéria-prima	cm2	68,137775			
780	Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm2	0,035611367			
781	Transformation, to dump site	Matéria-prima	mm2	1,1935668			
782	Transformation, to dump site, benthos	Matéria-prima	mm2	7,0592913			
783	Transformation, to dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm2	1,2488245			
784	Transformation, to dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm2	0,42369136			
785	Transformation, to dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm2	0,023704856			
786	Transformation, to dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm2	0,0048973681			
787	Transformation, to forest	Matéria-prima	mm2	2,0456501			

788	Transformation, to forest, intensive	Matéria-prima	mm2	364,08141
789	Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm2	0,90468338
790	Transformation, to forest, intensive, normal	Matéria-prima	mm2	52,174318
791	Transformation, to forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	mm2	0,90468338
792	Transformation, to heterogeneous, agricultural	Matéria-prima	mm2	0,7095567
793	Transformation, to industrial area	Matéria-prima	mm2	1,3722378
794	Transformation, to industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2	0,013754382
795	Transformation, to industrial area, built up	Matéria-prima	mm2	5,1514078
796	Transformation, to industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2	1,4536504
797	Transformation, to mineral extraction site	Matéria-prima	mm2	14,990421
798	Transformation, to pasture and meadow	Matéria-prima	mm2	0,10772289
799	Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	mm2	0,68664623
800	Transformation, to sea and ocean	Matéria-prima	mm2	0,00059360693
801	Transformation, to shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2	1,7011137
802	Transformation, to traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2	0,03181505
803	Transformation, to traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2	0,034970255
804	Transformation, to traffic area, road embankment	Matéria-prima	mm2	6,5230212
805	Transformation, to traffic area, road network	Matéria-prima	mm2	1,2766632
806	Transformation, to unknown	Matéria-prima	mm2	0,40273682
807	Transformation, to urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2	0,12046776
808	Transformation, to water bodies, artificial	Matéria-prima	mm2	119,19311
809	Transformation, to water courses, artificial	Matéria-prima	mm2	0,49234815
810	Tributyltin compounds	Água	µg	282,30658
811	Triethylene glycol	Água	mg	2,9617319
812	Trimethylamine	Ar	ng	10,248321
813	Trimethylamine	Água	ng	24,595971
814	Tungsten	Ar	ng	262,0067
815	Tungsten	Água	µg	472,83622
816	Ulexite, in ground	Matéria-prima	µg	11,101398
817	Undissolved substances	Água	mg	982,10359
818	Uranium	Ar	ng	402,49182
819	Uranium-234	Ar	mBq	4,8122414
820	Uranium-234	Água	mBq	9,357804
821	Uranium-235	Ar	µBq	228,28373
822	Uranium-235	Água	mBq	14,618039
823	Uranium-238	Ar	mBq	7,3356785
824	Uranium-238	Água	mBq	43,730657
825	Uranium alpha	Ar	mBq	17,811094
826	Uranium alpha	Água	mBq	453,95478
827	Uranium, 560 GJ per kg, in ground	Matéria-prima	µg	846,41496
828	Uranium, in ground	Matéria-prima	µg	787,43916
829	Urea	Água	ng	134,36072
830	Vanadium	Ar	mg	7,2872965
831	Vanadium	Solo	ng	248,8537
832	Vanadium, ion	Água	µg	785,60665
833	Vermiculite, in ground	Matéria-prima	µg	6,0788282
834	VOC, volatile organic compounds	Ar	mg	185,33026
835	VOC, volatile organic compounds as C	Água	mg	5,6881031
836	VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Água	µg	279,14707
837	Volume occupied, final repository for low-active radioactive waste	Matéria-prima	mm3	1,6007564
838	Volume occupied, final repository for radioactive waste	Matéria-prima	mm3	0,35239142
839	Volume occupied, reservoir	Matéria-prima	m3day	29,226138
840	Volume occupied, underground deposit	Matéria-prima	mm3	2,4802516
841	Waste returned to mine	Resíduo	mg	73,053245
842	Waste, industrial	Resíduo	mg	17,603443
843	Waste, unspecified	Resíduo	mg	30,763061

844	Water	Ar	mg	8,5484716			
845	Water, cooling, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cu.in	175,38711			
846	Water, lake	Matéria-prima	cm3	6,4335006			
847	Water, river	Matéria-prima	cm3	965,20987			
848	Water, salt, ocean	Matéria-prima	cm3	104,92807			
849	Water, salt, sole	Matéria-prima	cm3	193,06664			
850	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria-prima	m3	4,8711303			
851	Water, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	kg	6,5433905			
852	Water, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cm3	865,7679			
853	Water, well, in ground	Matéria-prima	dm3	34,431158			
854	Wood waste	Resíduo	µg	5,3318208			
855	Wood, dry matter	Matéria-prima	kg	1,2806616			
856	Wood, hard, standing	Matéria-prima	cm3	4,942604			
857	Wood, primary forest, standing	Matéria-prima	mm3	9,3670921			
858	Wood, soft, standing	Matéria-prima	cm3	24,410745			
859	Wood, unspecified, standing/m3	Matéria-prima	mm3	0,012122914			
860	Xenon-131m	Ar	mBq	328,00103			
861	Xenon-133	Ar	Bq	31,822809			
862	Xenon-133m	Ar	mBq	22,416672			
863	Xenon-135	Ar	Bq	7,5305351			
864	Xenon-135m	Ar	Bq	2,6480773			
865	Xenon-137	Ar	mBq	78,460532			
866	Xenon-138	Ar	mBq	628,29141			
867	Xylene	Ar	mg	4,5272705			
868	Xylene	Água	mg	1,5990518			
869	Yttrium-90	Água	nBq	591,78822			
870	Zinc	Ar	mg	5,3819596			
871	Zinc	Água	ng	474,26016			
872	Zinc	Solo	µg	501,99234			
873	Zinc-65	Ar	µBq	2,0793013			
874	Zinc-65	Água	mBq	1,673093			
875	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	mg	29,087175			
876	Zinc, in ground	Matéria-prima	mg	3,0654512			
877	Zinc, ion	Água	mg	23,007626			
878	Zirconium	Ar	ng	191,42284			
879	Zirconium-95	Ar	nBq	553,34283			
880	Zirconium-95	Água	mBq	1,7750332			
881	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	6,9561446			

APÊNDICE J – Aspectos ambientais do ciclo do queijo artesanal

SimaPro 7.3 Inventário Data: 17/1/2012 Hora: 16:22:21
 Projeto Queijo (8)

Título: A comparar 1 p 'queijo (aresanal)'

Método:

Por sub-compartimento: Não

Indicador: Inventário

Unidades por defeito: Não

Excluir processos de infraestrutura: Não

Excluir emissões de longo prazo: Não

Modo relativo: Nenhum

Nº	Substância	Meio	Un.	Valor		
1	1-Butanol	Ar	ng	3,9147381		
2	1-Butanol	Água	ng	269,59058		
3	1-Pentanol	Ar	ng	23,925147		
4	1-Pentanol	Água	ng	57,420412		
5	1-Pentene	Ar	ng	18,07977		
6	1-Pentene	Água	ng	43,391397		
7	1-Propanol	Ar	ng	192,47675		
8	1,4-Butanediol	Ar	ng	14,70772		
9	1,4-Butanediol	Água	ng	5,8831275		
10	2-Aminopropanol	Ar	ng	1,9999164		
11	2-Aminopropanol	Água	ng	4,8022736		
12	2-Butene, 2-methyl-	Ar	pg	4,010308		
13	2-Methyl-1-propanol	Ar	ng	43,843309		
14	2-Methyl-1-propanol	Água	ng	105,22179		
15	2-Methyl-2-butene	Água	pg	9,6248829		
16	2-Nitrobenzoic acid	Ar	ng	4,467044		
17	2-Propanol	Ar	µg	15,548507		
18	2-Propanol	Água	ng	905,72884		
19	2,4-D	Solo	µg	10,122025		
20	4-Methyl-2-pentanone	Água	pg	23,239054		
21	Acenaphthene	Ar	pg	102,19691		
22	Acenaphthene	Água	ng	3,7857346		
23	Acenaphthylene	Água	µg	197,31892		
24	Acetaldehyde	Ar	µg	578,14698		
25	Acetaldehyde	Água	µg	1,2339144		
26	Acetic acid	Ar	mg	1,1971278		
27	Acetic acid	Água	µg	5,6048552		
28	Acetone	Ar	µg	94,397057		
29	Acetone	Água	ng	97,283873		
30	Acetonitrile	Ar	ng	982,15332		
31	Acetonitrile	Água	ng	3,9245001		
32	Acetyl chloride	Água	ng	45,10769		
33	Acidity, unspecified	Ar	pg	0,0011208998		
34	Acidity, unspecified	Água	µg	78,829851		
35	Acids, unspecified	Água	µg	31,395235		
36	Aclonifen	Solo	ng	322,24251		
37	Acrolein	Ar	µg	4,5193853		
38	Acrylate, ion	Água	ng	94,073559		
39	Acrylic acid	Ar	ng	39,748461		
40	Actinides, radioactive, unspecified	Ar	µBq	9,1585748		
41	Actinides, radioactive, unspecified	Água	µBq	902,00971		
42	Aerosols, radioactive, unspecified	Ar	µBq	117,82221		
43	Air	Matéria-prima	g	4,3886146		
44	Aldehydes, unspecified	Ar	µg	1,2016296		

45	Aldrin	Solo	µg	150,93429		
46	Aluminium	Ar	mg	3,76682		
47	Aluminium	Água	mg	90,521602		
48	Aluminium	Solo	mg	18,543592		
49	Aluminium, 24% in bauxite, 11% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg		175,83024	
50	Americium-241	Ar	µBq	4,7588243		
51	Americium-241	Água	µBq	626,221		
52	Ammonia	Ar	g	42,447708		
53	Ammonia	Água	µg	122,84544		
54	Ammonia, as N	Água	g	264,37023		
55	Ammonium carbonate	Ar	ng	193,37664		
56	Ammonium, ion	Água	mg	4,5229734		
57	Anhydrite, in ground	Matéria-prima	µg		26,603376	
58	Aniline	Ar	ng	89,523308		
59	Aniline	Água	ng	214,88491		
60	Anthranilic acid	Ar	ng	3,4794318		
61	Antimony	Ar	µg	4,2875223		
62	Antimony	Água	µg	140,19036		
63	Antimony	Solo	pg	125,99866		
64	Antimony-122	Água	µBq	6,3178948		
65	Antimony-124	Ar	nBq	76,008177		
66	Antimony-124	Água	µBq	691,28178		
67	Antimony-125	Ar	nBq	75,029766		
68	Antimony-125	Água	µBq	264,72245		
69	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Água	µg		112,59677	
70	Arable land use, soy bean, Argentina	Matéria-prima	m2a		8,6786209	
71	Argon-41	Ar	mBq	603,2246		
72	Arsenic	Ar	µg	111,79622		
73	Arsenic	Solo	µg	18,125835		
74	Arsenic, ion	Água	µg	358,94701		
75	Arsine	Ar	pg	0,46331635		
76	Atrazine	Solo	µg	39,596221		
77	Barite	Água	mg	277,71925		
78	Barite, 15% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg		58,548188	
79	Barium	Ar	µg	18,195072		
80	Barium	Água	mg	38,820554		
81	Barium	Solo	µg	150,75167		
82	Barium-140	Ar	µBq	5,2734041		
83	Barium-140	Água	µBq	14,837153		
84	Baryte, in ground	Matéria-prima	g		1,3791126	
85	Basalt, in ground	Matéria-prima	mg		16,928181	
86	Bauxite, in ground	Matéria-prima	mg		355,1898	
87	Benomyl	Solo	ng	2,1003244		
88	Bentazone	Solo	ng	164,45768		
89	Benzal chloride	Ar	pg	0,003915764		
90	Benzaldehyde	Ar	µg	1,5471023		
91	Benzene	Ar	mg	8,0808088		
92	Benzene	Água	mg	1,922804		
93	Benzene, 1-methyl-2-nitro-	Ar	ng		3,8573709	
94	Benzene, 1,2-dichloro-	Ar	ng	59,06884		
95	Benzene, 1,2-dichloro-	Água	ng	472,17585		
96	Benzene, chloro-	Água	µg	7,2222812		
97	Benzene, ethyl-	Ar	µg	962,38099		
98	Benzene, ethyl-	Água	µg	348,96772		
99	Benzene, hexachloro-	Ar	ng	10,572537		
100	Benzene, pentachloro-	Ar	ng	3,9206219		
101	Benzo(a)pyrene	Ar	µg	3,156077		
102	Beryllium	Ar	ng	202,53105		
103	Beryllium	Água	µg	50,128923		
104	Biomass, feedstock	Matéria-prima	J		563,27382	

105	BOD5, Biological Oxygen Demand	Água	g	207,12431	
106	Borate	Água	µg	4,6118205	
107	Borax, in ground	Matéria-prima	ng	812,85314	
108	Boron	Ar	µg	600,53629	
109	Boron	Água	mg	5,9370789	
110	Boron Solo	µg		30,312147	
111	Boron trifluoride	Ar	pg	0,0063408595	
112	Bromate	Água	µg	261,50047	
113	Bromide	Água	µg	243,46527	
114	Bromine	Ar	µg	58,977867	
115	Bromine	Água	µg	563,04699	
116	Bromine, 0.0023% in water	Matéria-prima	µg	288,13847	
117	Butadiene	Ar	ng	15,885242	
118	Butane	Ar	mg	29,095901	
119	Butene	Ar	mg	1,1641212	
120	Butene	Água	ng	124,05099	
121	Butyl acetate	Água	ng	338,36741	
122	Butyrolactone	Ar	pg	237,72308	
123	Butyrolactone	Água	pg	570,54254	
124	Cadmium	Ar	µg	32,706288	
125	Cadmium	Água	pg	937,26816	
126	Cadmium	Solo	ng	763,81208	
127	Cadmium-109	Água	nBq	21,963998	
128	Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	Matéria-prima	µg	41,435308	
129	Cadmium, ion	Água	µg	205,90854	
130	Calcite, in ground	Matéria-prima	g	3,1472436	
131	Calcium	Ar	mg	1,9674345	
132	Calcium	Solo	mg	74,522563	
133	Calcium, ion	Água	g	1,2890912	
134	Carbetamide	Solo	ng	661,90605	
135	Carbofuran	Solo	µg	1,1514778	
136	Carbon Solo	mg		59,451702	
137	Carbon-14	Ar	Bq	1,0487514	
138	Carbon-14	Água	mBq	31,69537	
139	Carbon dioxide	Ar	kg	1,5614274	
140	Carbon dioxide, biogenic	Ar	g	20,232219	
141	Carbon dioxide, fossil	Ar	g	84,362617	
142	Carbon dioxide, in air	Matéria-prima	g	29,163131	
143	Carbon dioxide, land transformation	Ar	g	37,458498	
144	Carbon disulfide	Ar	µg	591,02838	
145	Carbon disulfide	Água	µg	5,055825	
146	Carbon monoxide	Ar	g	2,7968273	
147	Carbon monoxide, biogenic	Ar	mg	128,1453	
148	Carbon monoxide, fossil	Ar	mg	437,44124	
149	Carbon, in organic matter, in soil	Matéria-prima	mg	1,4544656	
150	Carbonate	Água	mg	1,5163273	
151	Carboxylic acids, unspecified	Água	mg	2,5759728	
152	Cerium-141	Ar	µBq	1,0522553	
153	Cerium-141	Água	µBq	4,9810968	
154	Cerium-144	Ar	µBq	50,681213	
155	Cerium-144	Água	mBq	14,369902	
156	Cesium	Água	µg	14,554054	
157	Cesium-134	Ar	µBq	180,89596	
158	Cesium-134	Água	mBq	32,198964	
159	Cesium-136	Água	nBq	803,74964	
160	Cesium-137	Ar	µBq	349,80257	
161	Cesium-137	Água	mBq	400,31464	
162	Chemical waste, inert	Resíduo	mg	25,851696	
163	Chemical waste, regulated	Resíduo	mg	39,194045	

164	Chemical waste, unspecified	Resíduo	mg	27,938803	
165	Chloramine	Ar	ng	88,724357	
166	Chloramine	Água	ng	791,72129	
167	Chlorate	Água	mg	2,083598	
168	Chloride	Água	g	9,0628862	
169	Chloride	Solo	mg	107,58826	
170	Chlorinated solvents, unspecified	Água	µg	1,7059422	
171	Chlorine	Ar	µg	74,307554	
172	Chlorine	Água	µg	2,8605681	
173	Chloroacetic acid	Ar	ng	90,804643	
174	Chloroacetic acid	Água	µg	9,6862909	
175	Chloroacetyl chloride	Água	ng	6,4045691	
176	Chloroform	Ar	ng	295,11346	
177	Chloroform	Água	µg	1,0381887	
178	Chlorosilane, trimethyl-	Ar	ng	9,0769749	
179	Chlorosulfonic acid	Ar	ng	5,722823	
180	Chlorosulfonic acid	Água	ng	14,271098	
181	Chlorothalonil	Solo	µg	595,13359	
182	Chromium	Ar	µg	220,30287	
183	Chromium	Água	µg	377,53549	
184	Chromium	Solo	µg	94,061012	
185	Chromium-51	Ar	nBq	962,26302	
186	Chromium-51	Água	µBq	958,53035	
187	Chromium VI	Ar	µg	4,0446605	
188	Chromium VI	Água	µg	441,99718	
189	Chromium VI	Solo	µg	154,36548	
190	Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	44,659368	
191	Chromium, in ground	Matéria-prima	mg	14,026491	
192	Chromium, ion	Água	µg	102,33226	
193	Chrysotile, in ground	Matéria-prima	µg	49,797946	
194	Cinnabar, in ground	Matéria-prima	µg	4,5650834	
195	Clay, bentonite, in ground	Matéria-prima	mg	205,30665	
196	Clay, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	2,5274652	
197	Coal, 18 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	16,151432	
198	Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	8,9555851	
199	Coal, brown, in ground	Matéria-prima	g	6,5371733	
200	Coal, hard, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	7,3331344	
201	Cobalt	Ar	µg	51,992513	
202	Cobalt	Água	µg	911,89432	
203	Cobalt	Solo	ng	497,42556	
204	Cobalt-57	Ar	nBq	0,43478711	
205	Cobalt-57	Água	µBq	28,762931	
206	Cobalt-58	Ar	µBq	7,287604	
207	Cobalt-58	Água	mBq	7,0483214	
208	Cobalt-60	Ar	µBq	11,578381	
209	Cobalt-60	Água	mBq	142,67826	
210	Cobalt, in ground	Matéria-prima	ng	766,73777	
211	COD, Chemical Oxygen Demand	Água	g	268,6238	
212	Colemanite, in ground	Matéria-prima	µg	428,02663	
213	Construction waste	Resíduo	µg	729,81792	
214	Copper	Ar	µg	295,56425	
215	Copper	Água	µg	16,700928	
216	Copper	Solo	µg	114,7036	
217	Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	6,3673495	
218	Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	35,130969	
219	Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	9,3189893	

220	Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria- prima	mg	46,392855			
221	Copper, in ground	Matéria-prima	mg	47,645575			
222	Copper, ion	Água	mg	2,6999667			
223	Cumene	Ar	µg	4,5873002			
224	Cumene	Água	µg	11,0232			
225	Curium-242	Ar	nBq	0,024888212			
226	Curium-244	Ar	nBq	0,22611278			
227	Curium alpha	Ar	µBq	7,5576969			
228	Curium alpha	Água	µBq	830,63463			
229	Cyanide	Ar	µg	16,471133			
230	Cyanide	Água	µg	133,79576			
231	Cyanoacetic acid	Ar	ng	4,6867399			
232	Cypermethrin	Solo	ng	194,55186			
233	Decane	Água	µg	231,61056			
234	Diatomite, in ground	Matéria-prima	ng	3,3354306			
235	Dichromate	Água	µg	4,0224924			
236	Diethylamine	Ar	ng	40,226834			
237	Diethylamine	Água	ng	96,545978			
238	Dimethyl malonate	Ar	ng	5,8772069			
239	Dimethylamine	Água	ng	113,43936			
240	Dinitrogen monoxide	Ar	g	12,679665			
241	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	pg	79,012532			
242	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Água	pg	9,5210784			
243	Dipropylamine	Ar	ng	24,568552			
244	Dipropylamine	Água	ng	58,964991			
245	DOC, Dissolved Organic Carbon	Água	mg	60,542876			
246	Dolomite, in ground	Matéria-prima	mg	5,1185027			
247	Energy, from coal	Matéria-prima	kJ	165,77788			
248	Energy, from coal, brown	Matéria-prima	kJ	30,426659			
249	Energy, from gas, natural	Matéria-prima	kJ	869,12438			
250	Energy, from hydro power	Matéria-prima	kJ	14,965821			
251	Energy, from oil	Matéria-prima	kJ	772,802			
252	Energy, from peat	Matéria-prima	J	8,8780994			
253	Energy, from uranium	Matéria-prima	kJ	77,645444			
254	Energy, from wood	Matéria-prima	J	2,1917186			
255	Energy, geothermal, converted	Matéria-prima	J	69,99025			
256	Energy, gross calorific value, in biomass	Matéria-prima	kJ	323,36074			
257	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	Matéria-prima	J	100,83702			
258	Energy, kinetic (in wind), converted	Matéria-prima	kJ	2,7049062			
259	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria-prima	kJ	494,85822			
260	Energy, solar, converted	Matéria-prima	J	36,796102			
261	Ethane	Ar	mg	22,544548			
262	Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Ar	ng	13,273956			
263	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Ar	pg	88,454579			
264	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Água	ng	121,41102			
265	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Ar	µg	6,2275079			
266	Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Ar	ng	1,8864259			
267	Ethane, 1,2-dichloro-	Ar	µg	6,8501839			
268	Ethane, 1,2-dichloro-	Água	µg	3,7900875			
269	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Ar	µg	5,5105237			
270	Ethane, dichloro-	Ar	µg	3,1879491			
271	Ethane, dichloro-	Água	µg	1,6433555			
272	Ethane, hexachloro-	Água	pg	36,407846			
273	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Ar	µg	7,698721			
274	Ethanol	Ar	µg	103,42166			
275	Ethanol	Água	µg	4,8964339			
276	Ethene	Ar	mg	22,669576			
277	Ethene	Água	µg	3,9441024			
278	Ethene, chloro-	Ar	µg	4,2578491			

279	Ethene, chloro-	Água	ng	51,472025		
280	Ethene, tetrachloro-	Ar	pg	207,58031		
281	Ethene, tetrachloro-	Água	ng	4,3244669		
282	Ethene, trichloro-	Água	ng	273,68814		
283	Ethyl acetate	Ar	µg	71,343942		
284	Ethyl acetate	Água	ng	98,403479		
285	Ethyl cellulose	Ar	ng	144,30232		
286	Ethylamine	Ar	ng	537,61808		
287	Ethylamine	Água	µg	1,2903036		
288	Ethylene diamine	Ar	ng	831,58752		
289	Ethylene diamine	Água	µg	1,9957917		
290	Ethylene oxide	Ar	ng	432,91047		
291	Ethylene oxide	Água	ng	221,1239		
292	Ethyne	Ar	µg	62,027937		
293	Fatty acids as C	Água	mg	70,993708		
294	Feldspar, in ground	Matéria-prima	ng	72,210942		
295	Fenpiclonil	Solo	µg	23,435104		
296	Fluoride	Água	mg	20,738309		
297	Fluoride	Solo	µg	119,42859		
298	Fluorine	Ar	µg	23,397147		
299	Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	370,43137		
300	Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	731,51176		
301	Fluorspar, 92%, in ground	Matéria-prima	mg	253,22088		
302	Fluosilicic acid	Ar	µg	4,3339491		
303	Fluosilicic acid	Água	µg	7,8011773		
304	Food biomass waste, DK	Resíduo	mg	2,9439936		
305	Formaldehyde	Ar	mg	8,2011602		
306	Formaldehyde	Água	µg	3,664686		
307	Formamide	Ar	ng	43,75715		
308	Formamide	Água	ng	105,0201		
309	Formate	Água	µg	59,006436		
310	Formic acid	Ar	µg	6,6710102		
311	Formic acid	Água	ng	30,485534		
312	Furan	Ar	µg	1,8652963		
313	Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	Matéria-prima	pg	102,29769		
314	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	Matéria-prima	mg	124,74285		
315	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	Matéria-prima	cm3	74,4906		
316	Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	dm3	196,45675		
317	Gas, natural, in ground	Matéria-prima	cu.in	815,64081		
318	Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	dm3	19,051489		
319	Glutaraldehyde	Água	µg	34,219128		
320	Glyphosate	Solo	µg	19,68602		
321	Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	141,34912		
322	Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	259,20468		
323	Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	310,35524		
324	Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	474,0329		
325	Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	117,4849		
326	Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	281,39147		
327	Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	435,64234		
328	Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	491,23422		
329	Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	29,43542		
330	Granite, in ground	Matéria-prima	pg	158,17895		
331	Gravel, in ground	Matéria-prima	g	116,64975		
332	Gypsum, in ground	Matéria-prima	µg	95,181428		
333	Heat, waste	Ar	MJ	13,125197		
334	Heat, waste	Água	kJ	205,31246		
335	Heat, waste	Solo	kJ	79,908508		
336	Helium	Ar	mg	19,263875		
337	Heptane	Ar	mg	5,1404626		

338	Hexane	Ar	mg	-752,64643		
339	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Ar	µg	17,285283		
340	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Ar	mg	9,3894264		
341	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Água	mg	1,906683		
342	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Ar	µg	72,066887		
343	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Água	µg	168,74492		
344	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Ar	µg	256,21324		
345	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Água	µg	7,3356274		
346	Hydrocarbons, aromatic	Ar	µg	322,62316		
347	Hydrocarbons, aromatic	Água	mg	8,8029354		
348	Hydrocarbons, chlorinated	Ar	µg	2,6077162		
349	Hydrocarbons, unspecified	Água	µg	351,78041		
350	Hydrogen	Ar	mg	2,5253773		
351	Hydrogen-3, Tritium	Ar	Bq	6,9931019		
352	Hydrogen-3, Tritium	Água	kBq	1,1799479		
353	Hydrogen chloride	Ar	mg	11,99613		
354	Hydrogen cyanide	Ar	pg	1,9082208E-5		
355	Hydrogen fluoride	Ar	mg	1,3414704		
356	Hydrogen peroxide	Ar	ng	106,9001		
357	Hydrogen peroxide	Água	µg	15,887769		
358	Hydrogen sulfide	Ar	mg	1,4565645		
359	Hydrogen sulfide	Água	µg	153,9695		
360	Hydroxide	Água	µg	3,0822939		
361	Hypochlorite	Água	µg	109,73309		
362	Hypochlorous acid	Água	µg	100,05169		
363	Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	Matéria-prima	g	695,60459		
364	Iodide	Água	mg	1,4888747		
365	Iodine	Ar	µg	26,829412		
366	Iodine-129	Ar	mBq	1,9144989		
367	Iodine-129	Água	mBq	90,723606		
368	Iodine-131	Ar	mBq	20,39877		
369	Iodine-131	Água	µBq	116,36405		
370	Iodine-133	Ar	µBq	90,124346		
371	Iodine-133	Água	µBq	24,333404		
372	Iodine-135	Ar	µBq	127,97338		
373	Iodine, 0.03% in water	Matéria-prima	µg	61,475619		
374	Iron	Ar	mg	2,3305885		
375	Iron	Água	mg	28,90624		
376	Iron	Solo	mg	39,709714		
377	Iron-59	Ar	nBq	9,8524948		
378	Iron-59	Água	µBq	1,9725		
379	Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	g	1,1527587		
380	Iron, in ground	Matéria-prima	g	9,1964819		
381	Iron, ion	Água	mg	113,55915		
382	Isocyanic acid	Ar	ng	312,49139		
383	Isoprene	Ar	ng	86,557222		
384	Isopropylamine	Ar	ng	163,58673		
385	Isopropylamine	Água	ng	392,61819		
386	Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	83,067081		
387	Kieserite, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	1,0068666		
388	Krypton-85	Ar	kBq	23,417804		
389	Krypton-85m	Ar	mBq	94,903011		
390	Krypton-87	Ar	mBq	28,893856		
391	Krypton-88	Ar	Bq	1,1160128		
392	Krypton-89	Ar	mBq	17,596398		
393	Lactic acid	Ar	ng	19,245609		
394	Lactic acid	Água	ng	46,189734		
395	Land use II-III	Matéria-prima	cm2a	34,254398		
396	Land use II-III, sea floor	Matéria-prima	cm2a	220,06738		

397	Land use II-IV	Matéria-prima	cm2a	27,672937		
398	Land use II-IV, sea floor	Matéria-prima	cm2a	22,724197		
399	Land use III-IV	Matéria-prima	cm2a	50,069064		
400	Land use IV-IV	Matéria-prima	mm2a	24,203024		
401	Lanthanum	Ar	ng	255,43088		
402	Lanthanum-140	Ar	nBq	995,21963		
403	Lanthanum-140	Água	µBq	12,545964		
404	Lead	Ar	µg	552,65367		
405	Lead	Água	µg	597,85974		
406	Lead	Solo	µg	12,767616		
407	Lead-210	Ar	mBq	9,0177255		
408	Lead-210	Água	mBq	16,172133		
409	Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	mg	4,7098878		
410	Lead, in ground	Matéria-prima	mg	106,19111		
411	Linuron	Solo	µg	35,479748		
412	Lithium, 0.15% in brine, in ground	Matéria-prima	µg	1,2659026		
413	Lithium, ion	Água	µg	7,9615106		
414	m-Xylene	Ar	µg	3,5231266		
415	m-Xylene	Água	ng	111,37368		
416	Magnesite, 60% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	13,573603		
417	Magnesium	Ar	µg	419,33399		
418	Magnesium	Água	mg	358,74297		
419	Magnesium	Solo	µg	364,96484		
420	Magnesium, 0.13% in water	Matéria-prima	µg	1,6117326		
421	Magnesium, in ground	Matéria-prima	ng	8,41368		
422	Mancozeb	Solo	µg	772,95591		
423	Manganese	Ar	µg	453,92579		
424	Manganese	Água	mg	31,705687		
425	Manganese	Solo	µg	778,59265		
426	Manganese-54	Ar	nBq	291,8734		
427	Manganese-54	Água	mBq	21,545236		
428	Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	7,5705099		
429	Manganese, in ground	Matéria-prima	mg	4,7642697		
430	Marl, in ground	Matéria-prima	g	4,979078		
431	Mercury	Ar	µg	13,753173		
432	Mercury	Água	µg	7,7113309		
433	Mercury	Solo	ng	213,07142		
434	Mercury, in ground	Matéria-prima	ng	68,510688		
435	Metaldehyde	Solo	ng	277,00322		
436	Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Matéria-prima	µg	230,67658		
437	Methane	Ar	g	174,78481		
438	Methane, biogenic	Ar	mg	224,79844		
439	Methane, bromo-, Halon 1001	Ar	pg	0,00089571894		
440	Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Ar	ng	552,49221		
441	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Ar	µg	108,36953		
442	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Ar	µg	2,6187999		
443	Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Ar	ng	26,418502		
444	Methane, dichloro-, HCC-30	Ar	ng	306,85626		
445	Methane, dichloro-, HCC-30	Água	µg	133,15248		
446	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Ar	ng	52,101876		
447	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Ar	µg	182,17281		
448	Methane, fossil	Ar	mg	172,59727		
449	Methane, monochloro-, R-40	Ar	ng	2,4846506		
450	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Ar	µg	1,6611838		
451	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Água	ng	6,6017631		
452	Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Ar	µg	68,139232		
453	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Ar	ng	195,74896		
454	Methane, trifluoro-, HFC-23	Ar	ng	3,9727273		

455	Methanesulfonic acid	Ar	ng	4,7360903	
456	Methanol	Ar	µg	200,55305	
457	Methanol	Água	µg	10,717908	
458	Methyl acetate	Ar	ng	1,0343353	
459	Methyl acetate	Água	ng	2,4824126	
460	Methyl acrylate	Ar	ng	45,098083	
461	Methyl acrylate	Água	ng	880,99875	
462	Methyl amine	Ar	ng	2,4608763	
463	Methyl amine	Água	ng	5,906167	
464	Methyl borate	Ar	ng	9,0395748	
465	Methyl ethyl ketone	Ar	µg	71,302633	
466	Methyl formate	Ar	ng	11,744305	
467	Methyl formate	Água	ng	4,688825	
468	Methyl lactate	Ar	ng	21,128399	
469	Metolachlor	Solo	µg	17,96897	
470	Metribuzin	Solo	µg	27,216273	
471	Mineral waste	Resíduo	mg	18,441898	
472	Mineral waste, from mining	Resíduo	mg	432,33089	
473	Molybdenum	Ar	µg	43,762891	
474	Molybdenum	Água	µg	306,25934	
475	Molybdenum	Solo	ng	55,554417	
476	Molybdenum-99	Água	µBq	4,3194061	
477	Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	862,15185	
478	Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	122,40554	
479	Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	79,294899	
480	Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	448,53255	
481	Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	159,08862	
482	Molybdenum, in ground	Matéria-prima	ng	141,87567	
483	Monoethanolamine	Ar	µg	85,603961	
484	Napropamide	Solo	ng	490,08159	
485	Natural aggregate	Matéria-prima	µg	55,807296	
486	Neptunium-237	Ar	nBq	0,24939217	
487	Neptunium-237	Água	µBq	40,026105	
488	Nickel	Ar	mg	2,5829839	
489	Nickel	Água	µg	14,876928	
490	Nickel	Solo	µg	6,3460745	
491	Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	505,78856	
492	Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	107,46099	
493	Nickel, in ground	Matéria-prima	mg	8,4473256	
494	Nickel, ion	Água	mg	2,7646378	
495	Niobium-95	Ar	nBq	49,662984	
496	Niobium-95	Água	µBq	27,490987	
497	Nitrate	Ar	µg	3,6020676	
498	Nitrate	Água	g	249,93968	
499	Nitrite	Água	µg	168,65909	
500	Nitrobenzene	Ar	ng	122,46501	
501	Nitrobenzene	Água	ng	490,77737	
502	Nitrogen	Ar	mg	48,776065	
503	Nitrogen	Água	mg	3,2035318	
504	Nitrogen	Solo	µg	14,959894	
505	Nitrogen oxides	Ar	g	11,911242	
506	Nitrogen, in air	Matéria-prima	g	1,902043	
507	Nitrogen, organic bound	Água	g	4,9642692	
508	Nitrogen, total	Água	mg	26,632164	

509	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Ar	g	3,5126995
510	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	5,336235
511	o-Xylene	Água	pg	122,31135
512	Occupation, arable	Matéria-prima	m2a	4,6018788
513	Occupation, arable, non-irrigated	Matéria-prima	cm2a	26,375527
514	Occupation, construction site	Matéria-prima	mm2a	9,4321988
515	Occupation, dump site	Matéria-prima	mm2a	70,487454
516	Occupation, dump site, benthos	Matéria-prima	mm2a	5,4409121
517	Occupation, forest, intensive	Matéria-prima	cm2a	545,20077
518	Occupation, forest, intensive, normal	Matéria-prima	cm2a	49,866978
519	Occupation, forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	mm2a	25,29449
520	Occupation, industrial area	Matéria-prima	mm2a	52,916994
521	Occupation, industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2a	0,049606985
522	Occupation, industrial area, built up	Matéria-prima	mm2a	111,14576
523	Occupation, industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2a	41,72509
524	Occupation, mineral extraction site	Matéria-prima	mm2a	37,968729
525	Occupation, permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	mm2a	48,817533
526	Occupation, shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2a	3,2375669
527	Occupation, traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2a	12,288843
528	Occupation, traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2a	13,588603
529	Occupation, traffic area, road embankment	Matéria-prima	cm2a	10,400653
530	Occupation, traffic area, road network	Matéria-prima	mm2a	473,15894
531	Occupation, urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2a	4,9461964
532	Occupation, water bodies, artificial	Matéria-prima	cm2a	38,8174
533	Occupation, water courses, artificial	Matéria-prima	mm2a	34,515417
534	Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	278,94232
535	Oil, crude, in ground	Matéria-prima	g	19,683376
536	Oils, biogenic	Solo	µg	189,59347
537	Oils, unspecified	Água	g	1,5839098
538	Oils, unspecified	Solo	mg	46,858753
539	Olivine, in ground	Matéria-prima	µg	150,89403
540	Orbencarb	Solo	µg	146,97058
541	Oxygen	Ar	pg	768,48384
542	Oxygen, in air	Matéria-prima	mg	15,971251
543	Ozone	Ar	µg	758,27832
544	Packaging waste, paper and board	Resíduo	µg	214,40064
545	Packaging waste, plastic	Resíduo	µg	9,3390816
546	Packaging waste, steel	Resíduo	µg	916,3632
547	Packaging waste, wood	Resíduo	µg	20,106048
548	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Ar	µg	87,152569
549	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Água	µg	187,77377
550	Palladium, in ground	Matéria-prima	ng	46,657036
551	Particulates	Ar	mg	70,011261
552	Particulates, < 10 um	Ar	mg	8,6804279
553	Particulates, < 10 um	Água	mg	1,0814112
554	Particulates, < 10 um (mobile)	Ar	mg	208,53529
555	Particulates, < 10 um (stationary)	Ar	mg	78,279255
556	Particulates, < 2.5 um	Ar	mg	20,247725
557	Particulates, > 10 um	Ar	mg	42,435275
558	Particulates, > 10 um	Água	mg	2,0452032
559	Particulates, > 10 um (process)	Ar	mg	90,866903
560	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Ar	mg	12,798554
561	Particulates, diesel soot	Ar	mg	404,1248
562	Particulates, unspecified	Ar	mg	24,979341
563	Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	90,239501
564	Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	216,86225
565	Peat, in ground	Matéria-prima	mg	85,663199

566	Pentane	Ar	mg	37,274652		
567	Phenol	Ar	µg	9,7067902		
568	Phenol	Água	µg	71,23158		
569	Phenol, 2,4-dichloro-	Ar	ng	7,6225019		
570	Phenol, pentachloro-	Ar	ng	643,39359		
571	Phenols, unspecified	Água	mg	1,8221922		
572	Phosphate	Água	g	3,0607432		
573	Phosphate ore, in ground		Matéria-prima	g	197,48233	
574	Phosphine	Ar	pg	34,357649		
575	Phosphorus	Ar	µg	11,964638		
576	Phosphorus	Água	µg	505,31398		
577	Phosphorus	Solo	µg	150,51765		
578	Phosphorus compounds, unspecified	Água	µg	7,6699138		
579	Phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground				Matéria-prima	mg
						2,91806
580	Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground				Matéria-prima	mg
						1,4817255
581	Phosphorus, in ground		Matéria-prima	pg	180,15168	
582	Phosphorus, total	Ar	µg	248,42241		
583	Phosphorus, total	Solo	µg	807,10068		
584	Phthalate, dioctyl-	Água	ng	1,0672013		
585	Phthalate, p-dibutyl-	Água	ng	19,979159		
586	Pirimicarb	Solo	ng	15,556623		
587	Plastic waste	Resíduo	µg	673,97184		
588	Platinum	Ar	ng	222,51749		
589	Platinum, in ground		Matéria-prima	ng	54,588191	
590	Plutonium-238	Ar	nBq	0,63819451		
591	Plutonium-241	Ar	mBq	56,630858		
592	Plutonium-241	Água	mBq	5,7847193		
593	Plutonium-alpha	Ar	µBq	15,117116		
594	Plutonium-alpha	Água	mBq	2,4939217		
595	Polonium-210	Ar	mBq	14,850323		
596	Polonium-210	Água	mBq	22,93909		
597	Polychlorinated biphenyls	Ar	ng	16,382357		
598	Potassium	Ar	mg	2,4198086		
599	Potassium	Água	mg	77,407354		
600	Potassium	Solo	µg	219,13156		
601	Potassium-40	Ar	mBq	1,8962903		
602	Potassium-40	Água	mBq	5,7057374		
603	Potassium chloride		Matéria-prima	µg	51,242784	
604	Potassium, ion	Água	mg	189,02805		
605	Primary energy from waves		Matéria-prima	J	4,5028704	
606	Promethium-147	Ar	µBq	128,48415		
607	Propanal	Ar	ng	157,73819		
608	Propanal	Água	ng	83,12639		
609	Propane	Ar	mg	27,306165		
610	Propanol	Água	ng	82,413461		
611	Propene	Ar	mg	1,2694986		
612	Propene	Água	µg	6,9304953		
613	Propionic acid	Ar	µg	126,78389		
614	Propionic acid	Água	ng	28,832485		
615	Propylamine	Ar	ng	13,857009		
616	Propylamine	Água	ng	33,256497		
617	Propylene oxide	Ar	ng	875,70062		
618	Propylene oxide	Água	µg	2,1057555		
619	Protactinium-234	Ar	µBq	241,24478		
620	Protactinium-234	Água	mBq	4,4558379		
621	Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground				Matéria-prima	ng
						6,1256753
622	Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground				Matéria-prima	ng
						21,960028

623	Radioactive species, alpha emitters	Água	µBq	20,936076	
624	Radioactive species, from fission and activation	Água	mBq	1,8614716	
625	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Água	mBq	540,63435	
626	Radioactive species, other beta emitters	Ar	mBq	5,352366	
627	Radium-224	Água	mBq	727,11062	
628	Radium-226	Ar	mBq	9,5464041	
629	Radium-226	Água	Bq	14,016473	
630	Radium-228	Ar	mBq	2,3630371	
631	Radium-228	Água	Bq	1,4551759	
632	Radon-220	Ar	mBq	64,39931	
633	Radon-222	Ar	kBq	45,869725	
634	Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	1,4105016	
635	Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	4,4178457	
636	Rhenium, in crude ore, in ground	Matéria-prima	ng	6,3115878	
637	Rhenium, in ground	Matéria-prima	ng	45,037375	
638	Rhodium, in ground	Matéria-prima	ng	49,9768	
639	Rubidium	Água	µg	6,0863972	
640	Ruthenium	Água	µg	139,45177	
641	Ruthenium-103	Ar	nBq	3,5126187	
642	Ruthenium-103	Água	µBq	2,1271266	
643	Ruthenium-106	Ar	mBq	1,5116942	
644	Ruthenium-106	Água	mBq	151,16942	
645	Salts, unspecified	Água	mg	33,199476	
646	Sand, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	3,0962232	
647	Scandium	Ar	µg	1,2121517	
648	Scandium	Água	µg	86,643635	
649	Selenium	Ar	µg	53,75077	
650	Selenium	Água	µg	291,32147	
651	Shale, in ground	Matéria-prima	µg	75,31324	
652	Silicates, unspecified	Ar	mg	2,001937	
653	Silicon	Ar	mg	1,5749797	
654	Silicon	Água	mg	569,03854	
655	Silicon Solo	µg	500,85532		
656	Silicon tetrafluoride	Ar	ng	10,902846	
657	Silver	Ar	ng	56,734026	
658	Silver	Água	µg	8,9660344	
659	Silver-110	Ar	nBq	262,65356	
660	Silver-110	Água	mBq	5,1315533	
661	Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground	Matéria-prima	µg	3,129235	
662	Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te, in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	2,2321639	
663	Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	206,08212	
664	Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	470,67393	
665	Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	461,33823	
666	Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	304,41332	
667	Silver, in ground	Matéria-prima	µg	885,51615	
668	Silver, ion	Água	µg	7,8636058	
669	Slate, in ground	Matéria-prima	µg	241,38048	
670	Sodium	Ar	mg	2,6942597	
671	Sodium Solo	mg	1,1578144		
672	Sodium-24	Água	µBq	147,68322	
673	Sodium chlorate	Ar	µg	3,2656118	
674	Sodium chloride, in ground	Matéria-prima	g	38,384712	
675	Sodium dichromate	Ar	µg	1,1433514	
676	Sodium formate	Ar	µg	4,0028178	
677	Sodium formate	Água	µg	9,6165256	

678	Sodium hydroxide	Ar	ng	398,67448		
679	Sodium nitrate, in ground		Matéria-prima	ng	25,395779	
680	Sodium sulphate, various forms, in ground		Matéria-prima	mg		1,10452
681	Sodium, ion	Água	g	5,5628201		
682	Solids, inorganic	Água	mg	42,239482		
683	Solved solids	Água	g	36,736457		
684	Solved substances	Água	mg	10,733686		
685	Stibnite, in ground		Matéria-prima	pg	346,62378	
686	Strontium	Ar	µg	19,409953		
687	Strontium	Água	mg	94,002506		
688	Strontium	Solo	µg	3,0408385		
689	Strontium-89	Ar	nBq	451,25817		
690	Strontium-89	Água	µBq	85,542492		
691	Strontium-90	Ar	µBq	249,40666		
692	Strontium-90	Água	mBq	588,86202		
693	Styrene	Ar	µg	716,09704		
694	Sulfate	Ar	mg	4,0511423		
695	Sulfate	Água	g	2,8527316		
696	Sulfide	Água	mg	1,7274471		
697	Sulfite	Água	µg	27,346954		
698	Sulfur	Água	µg	384,67745		
699	Sulfur	Solo	mg	11,207371		
700	Sulfur dioxide	Ar	g	1,0539738		
701	Sulfur hexafluoride	Ar	µg	3,7749078		
702	Sulfur oxides	Ar	g	5,3503961		
703	Sulfur trioxide	Ar	ng	949,61605		
704	Sulfur trioxide	Água	µg	134,2814		
705	Sulfur, in ground		Matéria-prima	g		13,134768
706	Sulfuric acid	Ar	ng	83,45709		
707	Sulfuric acid	Solo	pg	51,536999		
708	Suspended solids, unspecified	Água	g	83,525094		
709	Sylvite, 25 % in sylvinite, in ground		Matéria-prima	mg		43,777814
710	t-Butyl methyl ether	Ar	µg	48,515058		
711	t-Butyl methyl ether	Água	µg	2,4285943		
712	t-Butylamine	Ar	ng	191,43943		
713	t-Butylamine	Água	ng	459,463		
714	Talc, in ground		Matéria-prima	mg	1,0794854	
715	Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4% in crude ore, in ground		Matéria-prima	µg		
						2,4685033
716	Tebutam	Solo	µg	1,1612659		
717	Technetium-99	Ar	nBq	10,567605		
718	Technetium-99	Água	mBq	15,873433		
719	Technetium-99m	Água	µBq	94,992489		
720	Teflubenzuron	Solo	µg	1,8144182		
721	Tellurium-123m	Ar	µBq	1,1317579		
722	Tellurium-123m	Água	µBq	18,798697		
723	Tellurium-132	Água	nBq	300,36593		
724	Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and Ag, in crude ore, in ground		Matéria-prima	ng		
						334,829
725	Terephthalate, dimethyl	Água	ng	125,92856		
726	Terpenes	Ar	ng	818,46112		
727	Thallium	Ar	ng	117,31248		
728	Thallium	Água	µg	13,036561		
729	Thiram	Solo	ng	3,7262255		
730	Thorium	Ar	ng	232,18822		
731	Thorium-228	Ar	µBq	649,05342		
732	Thorium-228	Água	Bq	2,9098118		
733	Thorium-230	Ar	mBq	2,0551529		
734	Thorium-230	Água	mBq	663,57262		
735	Thorium-232	Ar	µBq	528,41673		

736	Thorium-232	Água	µBq	773,72148		
737	Thorium-234	Ar	µBq	241,26543		
738	Thorium-234	Água	mBq	4,4796225		
739	Tin	Ar	µg	4,8501527		
740	Tin	Água	pg	12,436032		
741	Tin	Solo	µg	9,3490192		
742	Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	113,14581		
743	Tin, in ground	Matéria-prima	µg	491,45716		
744	Tin, ion	Água	µg	182,3784		
745	TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	5,3926771		
746	TiO2, 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground	Matéria-prima	ng	85,193154		
747	Titanium	Ar	µg	56,975057		
748	Titanium	Solo	µg	2,8767917		
749	Titanium, in ground	Matéria-prima	pg	4,0213345E-18		
750	Titanium, ion	Água	mg	5,5334884		
751	TOC, Total Organic Carbon	Água	mg	555,78273		
752	Toluene	Ar	mg	5,8124447		
753	Toluene	Água	mg	1,6077143		
754	Toluene, 2-chloro-	Ar	ng	40,684422		
755	Toluene, 2-chloro-	Água	ng	79,522644		
756	Transformation, from arable	Matéria-prima	mm2	0,14884323		
757	Transformation, from arable, non-irrigated	Matéria-prima	cm2	44,183639		
758	Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm2	0,020583443		
759	Transformation, from dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm2	0,42452757		
760	Transformation, from dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm2	0,19889101		
761	Transformation, from dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm2	0,018876641		
762	Transformation, from dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm2	0,0049006648		
763	Transformation, from forest	Matéria-prima	mm2	38,741563		
764	Transformation, from forest, extensive	Matéria-prima	mm2	409,43432		
765	Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm2	0,90337861		
766	Transformation, from industrial area	Matéria-prima	mm2	0,094818459		
767	Transformation, from industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2	0,00034272932		
768	Transformation, from industrial area, built up	Matéria-prima	mm2	0,00051485626		
769	Transformation, from industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2	0,00087828408		
770	Transformation, from mineral extraction site	Matéria-prima	mm2	0,71479378		
771	Transformation, from pasture and meadow	Matéria-prima	mm2	1,3837542		
772	Transformation, from pasture and meadow, intensive	Matéria-prima	mm2	3,0896564		
773	Transformation, from sea and ocean	Matéria-prima	mm2	5,448403		
774	Transformation, from shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2	6,9858329		
775	Transformation, from tropical rain forest	Matéria-prima	mm2	0,90337861		
776	Transformation, from unknown	Matéria-prima	mm2	7,1612368		
777	Transformation, to arable	Matéria-prima	mm2	0,94644307		
778	Transformation, to arable, non-irrigated	Matéria-prima	cm2	44,276353		
779	Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm2	0,028507537		
780	Transformation, to dump site	Matéria-prima	mm2	0,48201975		
781	Transformation, to dump site, benthos	Matéria-prima	mm2	5,4409121		
782	Transformation, to dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm2	0,42452757		
783	Transformation, to dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm2	0,19889621		
784	Transformation, to dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm2	0,018876641		
785	Transformation, to dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm2	0,0049006648		
786	Transformation, to forest	Matéria-prima	mm2	0,80229549		
787	Transformation, to forest, intensive	Matéria-prima	mm2	363,20787		

788	Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm2	0,90337861
789	Transformation, to forest, intensive, normal	Matéria-prima	mm2	39,15891
790	Transformation, to forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	mm2	0,90337861
791	Transformation, to heterogeneous, agricultural	Matéria-prima	mm2	0,65800166
792	Transformation, to industrial area	Matéria-prima	mm2	0,65315343
793	Transformation, to industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2	0,0074929756
794	Transformation, to industrial area, built up	Matéria-prima	mm2	2,5351818
795	Transformation, to industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2	0,87719607
796	Transformation, to mineral extraction site	Matéria-prima	mm2	13,886232
797	Transformation, to pasture and meadow	Matéria-prima	mm2	0,0596786
798	Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	mm2	0,68721101
799	Transformation, to sea and ocean	Matéria-prima	mm2	0,00034272932
800	Transformation, to shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2	0,64719621
801	Transformation, to traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2	0,028595167
802	Transformation, to traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2	0,031431091
803	Transformation, to traffic area, road embankment	Matéria-prima	mm2	6,5958006
804	Transformation, to traffic area, road network	Matéria-prima	mm2	1,1265156
805	Transformation, to unknown	Matéria-prima	mm2	0,20016345
806	Transformation, to urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2	0,098525041
807	Transformation, to water bodies, artificial	Matéria-prima	mm2	25,46303
808	Transformation, to water courses, artificial	Matéria-prima	mm2	0,38248324
809	Tributyltin compounds	Água	µg	276,54459
810	Triethylene glycol	Água	mg	2,911868
811	Trimethylamine	Ar	ng	2,17437
812	Trimethylamine	Água	ng	5,218488
813	Tungsten	Ar	ng	122,75123
814	Tungsten	Água	µg	167,94344
815	Ulexite, in ground	Matéria-prima	µg	6,0313933
816	Undissolved substances	Água	mg	854,34189
817	Uranium	Ar	ng	274,79606
818	Uranium-234	Ar	mBq	2,8977544
819	Uranium-234	Água	mBq	5,7286193
820	Uranium-235	Ar	µBq	138,48482
821	Uranium-235	Água	mBq	8,8489728
822	Uranium-238	Ar	mBq	4,3104313
823	Uranium-238	Água	mBq	21,80143
824	Uranium alpha	Ar	mBq	10,291814
825	Uranium alpha	Água	mBq	278,47532
826	Uranium, 560 GJ per kg, in ground	Matéria-prima	µg	618,64349
827	Uranium, in ground	Matéria-prima	µg	376,86184
828	Urea	Água	ng	98,278922
829	Vanadium	Ar	mg	6,9203847
830	Vanadium	Solo	ng	82,342766
831	Vanadium, ion	Água	µg	492,29126
832	Vermiculite, in ground	Matéria-prima	µg	5,0770507
833	VOC, volatile organic compounds	Ar	mg	33,563013
834	VOC, volatile organic compounds as C	Água	mg	4,8782095
835	VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Água	µg	303,04229
836	Volume occupied, final repository for low-active radioactive waste	Matéria-prima	mm3	0,74997846
837	Volume occupied, final repository for radioactive waste	Matéria-prima	mm3	0,17450512
838	Volume occupied, reservoir	Matéria-prima	m3day	6,5779755
839	Volume occupied, underground deposit	Matéria-prima	mm3	4,7423077
840	Waste returned to mine	Resíduo	mg	73,053245
841	Waste, industrial	Resíduo	mg	17,603443
842	Waste, unspecified	Resíduo	mg	30,763061
843	Water	Ar	mg	3,2717807

844	Water, cooling, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cu.in	88,644464
845	Water, lake	Matéria-prima	cm3	5,3512789
846	Water, river	Matéria-prima	cm3	707,13846
847	Water, salt, ocean	Matéria-prima	cm3	89,348562
848	Water, salt, sole	Matéria-prima	cm3	131,81844
849	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria-prima	m3	1,3584925
850	Water, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	kg	5,6986281
851	Water, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cm3	361,73155
852	Water, well, in ground	Matéria-prima	dm3	35,060864
853	Wood waste	Resíduo	µg	5,3318208
854	Wood, dry matter	Matéria-prima	mg	412,19355
855	Wood, hard, standing	Matéria-prima	cm3	4,7892044
856	Wood, primary forest, standing	Matéria-prima	mm3	9,3535837
857	Wood, soft, standing	Matéria-prima	cm3	23,489268
858	Wood, unspecified, standing/m3	Matéria-prima	mm3	0,017378288
859	Xenon-131m	Ar	mBq	141,27818
860	Xenon-133	Ar	Bq	19,631092
861	Xenon-133m	Ar	mBq	12,548736
862	Xenon-135	Ar	Bq	4,0643733
863	Xenon-135m	Ar	Bq	1,0290737
864	Xenon-137	Ar	mBq	28,963596
865	Xenon-138	Ar	mBq	247,30096
866	Xylene	Ar	mg	4,4646782
867	Xylene	Água	mg	1,3868251
868	Yttrium-90	Água	nBq	438,82444
869	Zinc	Ar	mg	2,7683452
870	Zinc	Água	ng	474,26016
871	Zinc	Solo	µg	447,71009
872	Zinc-65	Ar	µBq	1,2924318
873	Zinc-65	Água	µBq	663,03583
874	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	mg	18,914033
875	Zinc, in ground	Matéria-prima	mg	2,0644111
876	Zinc, ion	Água	mg	11,381576
877	Zirconium	Ar	ng	144,02057
878	Zirconium-95	Ar	nBq	181,21488
879	Zirconium-95	Água	mBq	1,2901817
880	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	3,386445

APÊNDICE K – Aspectos ambientais do doce de leite industrializado

SimaPro 7.3 Inventário Data: 17/1/2012 Hora: 16:23:31
 Projeto doce de leite

Título: A comparar 1 p 'doce de leite (industrial)'

Método:

Por sub-compartimento: Não

Indicador: Inventário

Unidades por defeito: Não

Excluir processos de infraestrutura: Não

Excluir emissões de longo prazo: Não

Modo relativo: Nenhum

Nº	Substância	Meio	Un.	Valor		
1	1-Butanol	Ar	ng	1,4669136		
2	1-Butanol	Água	ng	184,45986		
3	1-Pentanol	Ar	pg	657,21817		
4	1-Pentanol	Água	ng	1,5773456		
5	1-Pentene	Ar	pg	496,64594		
6	1-Pentene	Água	ng	1,1919754		
7	1-Propanol	Ar	ng	13,629344		
8	1,4-Butanediol	Ar	ng	5,7505499		
9	1,4-Butanediol	Água	ng	2,3002366		
10	2-Aminopropanol	Ar	pg	693,08864		
11	2-Aminopropanol	Água	ng	1,6634645		
12	2-Butene, 2-methyl-	Ar	pg	0,11016253		
13	2-Methyl-1-propanol	Ar	ng	2,1268084		
14	2-Methyl-1-propanol	Água	ng	5,1042457		
15	2-Methyl-2-butene	Água	pg	0,26439402		
16	2-Nitrobenzoic acid	Ar	ng	1,6798299		
17	2-Propanol	Ar	µg	10,744704		
18	2-Propanol	Água	ng	22,63445		
19	2,4-D	Solo	µg	3,7195608		
20	4-Methyl-2-pentanone	Água	pg	11,522897		
21	Acenaphthene	Ar	pg	39,416947		
22	Acenaphthene	Água	ng	1,1697495		
23	Acenaphthylene	Água	µg	31,055973		
24	Acetaldehyde	Ar	µg	83,666515		
25	Acetaldehyde	Água	ng	419,03597		
26	Acetic acid	Ar	µg	235,96623		
27	Acetic acid	Água	µg	1,2135254		
28	Acetone	Ar	µg	186,76492		
29	Acetone	Água	ng	4,0173211		
30	Acetonitrile	Ar	ng	5,8007588		
31	Acetonitrile	Água	ng	1,3781171		
32	Acetyl chloride	Água	ng	1,2391121		
33	Acidity, unspecified	Água	µg	10,529784		
34	Acids, unspecified	Água	µg	81,035346		
35	Aclonifen	Solo	ng	2,7365275		
36	Acrolein	Ar	µg	53,426306		
37	Acrylate, ion	Água	ng	65,76172		
38	Acrylic acid	Ar	ng	27,785643		
39	Actinides, radioactive, unspecified	Ar	µBq	3,6126357		
40	Actinides, radioactive, unspecified	Água	µBq	328,1041		
41	Aerosols, radioactive, unspecified	Ar	µBq	43,094871		
42	Air	Matéria-prima	g	5,38812		
43	Aldehydes, unspecified	Ar	ng	497,66908		
44	Aldrin	Solo	µg	57,30017		

45	Aluminium	Ar	mg	8,7435156		
46	Aluminium	Água	mg	102,4473		
47	Aluminium	Solo	mg	4,7808439		
48	Aluminium, 24% in bauxite, 11% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg			223,10491
49	Americium-241	Ar	µBq	2,3167735		
50	Americium-241	Água	µBq	305,01507		
51	Ammonia	Ar	g	5,9783956		
52	Ammonia, as N	Água	mg	72,688432		
53	Ammonium carbonate	Ar	ng	73,912282		
54	Ammonium, ion	Água	µg	710,37293		
55	Anhydrite, in ground	Matéria-prima	µg			55,165434
56	Aniline	Ar	ng	4,3342755		
57	Aniline	Água	ng	10,402736		
58	Animal matter	Matéria-prima	ng	32,688		
59	Anthranilic acid	Ar	ng	1,3091313		
60	Antimony	Ar	µg	3,2975978		
61	Antimony	Água	µg	83,176573		
62	Antimony	Solo	pg	77,428953		
63	Antimony-122	Água	µBq	8,2661148		
64	Antimony-124	Ar	nBq	33,264994		
65	Antimony-124	Água	µBq	356,27796		
66	Antimony-125	Ar	nBq	34,420059		
67	Antimony-125	Água	µBq	142,97654		
68	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Água	µg			13,975236
69	Arable land use, soy bean, Argentina	Matéria-prima	m2a			1,1970512
70	Argon-41	Ar	mBq	249,14909		
71	Arsenic	Ar	µg	51,891923		
72	Arsenic	Solo	µg	5,9914223		
73	Arsenic, ion	Água	µg	281,79572		
74	Arsine	Ar	pg	0,32387845		
75	Asbestos	Ar	pg	0,0711918		
76	Atrazine	Solo	µg	15,032172		
77	Barite	Água	mg	69,118286		
78	Barite, 15% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg			27,187093
79	Barium	Ar	µg	92,850032		
80	Barium	Água	mg	15,442637		
81	Barium	Solo	µg	53,934107		
82	Barium-140	Ar	µBq	2,2298414		
83	Barium-140	Água	µBq	11,192456		
84	Baryte, in ground	Matéria-prima	mg			348,42784
85	Basalt, in ground	Matéria-prima	mg			6,5804131
86	Bauxite, in ground	Matéria-prima	mg			170,44818
87	Benomyl	Solo	pg	12,404861		
88	Bentazone	Solo	ng	1,3965971		
89	Benzal chloride	Ar	pg	0,0019415965		
90	Benzaldehyde	Ar	µg	18,316531		
91	Benzene	Ar	mg	2,2284487		
92	Benzene	Água	µg	502,06719		
93	Benzene, 1-methyl-2-nitro-	Ar	ng			1,450562
94	Benzene, 1,2-dichloro-	Ar	ng	8,042772		
95	Benzene, 1,2-dichloro-	Água	ng	114,73557		
96	Benzene, chloro-	Água	µg	2,085983		
97	Benzene, ethyl-	Ar	µg	168,21261		
98	Benzene, ethyl-	Água	µg	91,927999		
99	Benzene, hexachloro-	Ar	ng	3,2421055		
100	Benzene, pentachloro-	Ar	pg	777,04185		
101	Benzo(a)pyrene	Ar	µg	1,4410409		
102	Beryllium	Ar	µg	1,5079156		
103	Beryllium	Água	µg	21,835617		
104	Biomass	Matéria-prima	g			1,127988

105	BOD5, Biological Oxygen Demand	Água	g	17,767555	
106	Borate	Água	ng	214,15431	
107	Borax, in ground	Matéria-prima	ng	307,01353	
108	Boron	Ar	µg	926,15334	
109	Boron	Água	mg	2,7033221	
110	Boron Solo	µg		11,680487	
111	Boron trifluoride	Ar	pg	0,00443251	
112	Bromate	Água	µg	430,40831	
113	Bromide	Água	µg	13,298973	
114	Bromine	Ar	µg	166,1099	
115	Bromine	Água	µg	194,09372	
116	Bromine, 0.0023% in water	Matéria-prima	µg	15,237716	
117	Butadiene	Ar	pg	741,35632	
118	Butane	Ar	mg	7,8129289	
119	Butene	Ar	µg	482,64543	
120	Butene	Água	ng	54,524043	
121	Butyl acetate	Água	ng	235,26653	
122	Butyrolactone	Ar	pg	166,07862	
123	Butyrolactone	Água	pg	398,59595	
124	Cadmium	Ar	µg	12,544745	
125	Cadmium	Solo	ng	192,53284	
126	Cadmium-109	Água	nBq	42,783538	
127	Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	Matéria-prima	µg	3,9055179	
128	Cadmium, ion	Água	µg	96,491241	
129	Calcite, in ground	Matéria-prima	mg	868,70658	
130	Calcium	Ar	mg	1,3381362	
131	Calcium	Solo	mg	19,237134	
132	Calcium sulfate, in ground	Matéria-prima	µg	70,0758	
133	Calcium, ion	Água	mg	456,45908	
134	Carbetamide	Solo	pg	534,04677	
135	Carbofuran	Solo	ng	6,8008172	
136	Carbon Solo	mg		14,85899	
137	Carbon-14	Ar	mBq	440,23779	
138	Carbon-14	Água	mBq	15,438641	
139	Carbon dioxide	Ar	kg	1,3473807	
140	Carbon dioxide, biogenic	Ar	g	1,1605779	
141	Carbon dioxide, fossil	Ar	g	42,642944	
142	Carbon dioxide, in air	Matéria-prima	g	1,2151708	
143	Carbon dioxide, land transformation	Ar	g	4,3276061	
144	Carbon disulfide	Ar	µg	261,72493	
145	Carbon disulfide	Água	ng	3,4619853	
146	Carbon monoxide	Ar	g	3,7555199	
147	Carbon monoxide, biogenic	Ar	mg	48,452299	
148	Carbon monoxide, fossil	Ar	mg	56,230936	
149	Carbon, in organic matter, in soil	Matéria-prima	µg	8,5903131	
150	Carbonate	Água	mg	1,2910697	
151	Carboxylic acids, unspecified	Água	µg	815,85303	
152	Cerium-141	Ar	nBq	363,6465	
153	Cerium-141	Água	µBq	2,6240545	
154	Cerium-144	Ar	µBq	24,644428	
155	Cerium-144	Água	mBq	6,9943713	
156	Cesium	Água	µg	3,8516058	
157	Cesium-134	Ar	µBq	87,636039	
158	Cesium-134	Água	mBq	15,688357	
159	Cesium-136	Água	nBq	308,82981	
160	Cesium-137	Ar	µBq	169,93261	
161	Cesium-137	Água	mBq	182,39155	
162	Chemical waste, inert	Resíduo	mg	61,130211	
163	Chemical waste, regulated	Resíduo	mg	45,924606	

164	Chloramine	Ar	ng	4,0745004	
165	Chloramine	Água	ng	36,358847	
166	Chlorate	Água	mg	3,2904351	
167	Chloride	Água	g	2,9314091	
168	Chloride	Solo	mg	2,5007127	
169	Chlorinated fluorocarbons, soft	Ar	µg	414,00034	
170	Chlorinated solvents, unspecified	Água	µg	1,3910134	
171	Chlorine	Ar	µg	61,030676	
172	Chlorine	Água	ng	260,03738	
173	Chloroacetic acid	Ar	ng	20,267881	
174	Chloroacetic acid	Água	ng	277,80777	
175	Chloroacetyl chloride	Água	ng	2,2184771	
176	Chloroform	Ar	ng	96,586779	
177	Chloroform	Água	ng	615,90606	
178	Chlorosilane, trimethyl-	Ar	ng	3,7500139	
179	Chlorosulfonic acid	Ar	ng	2,0096146	
180	Chlorosulfonic acid	Água	ng	5,0114032	
181	Chlorothalonil	Solo	ng	39,190031	
182	Chromium	Ar	µg	112,69052	
183	Chromium	Água	µg	94,581063	
184	Chromium	Solo	µg	24,316138	
185	Chromium-51	Ar	nBq	441,53918	
186	Chromium-51	Água	µBq	464,82271	
187	Chromium VI	Ar	µg	1,7707427	
188	Chromium VI	Água	µg	208,3814	
189	Chromium VI	Solo	µg	59,956393	
190	Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	18,944456	
191	Chromium, in ground	Matéria-prima	mg	6,8163997	
192	Chromium, ion	Água	µg	773,06185	
193	Chrysotile, in ground	Matéria-prima	µg	81,644968	
194	Cinnabar, in ground	Matéria-prima	µg	7,5165125	
195	Clay, bentonite, in ground	Matéria-prima	mg	59,478721	
196	Clay, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	1,3213705	
197	Coal tailings	Resíduo	mg	4,7426652	
198	Coal, 18 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	44,947075	
199	Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	3,6998716	
200	Coal, brown, in ground	Matéria-prima	g	2,3237011	
201	Coal, hard, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	3,8329955	
202	Cobalt	Ar	µg	14,783116	
203	Cobalt	Água	µg	501,57016	
204	Cobalt	Solo	ng	115,6104	
205	Cobalt-57	Ar	nBq	0,1799258	
206	Cobalt-57	Água	µBq	16,134622	
207	Cobalt-58	Ar	µBq	3,0361883	
208	Cobalt-58	Água	mBq	4,7712991	
209	Cobalt-60	Ar	µBq	5,2230513	
210	Cobalt-60	Água	mBq	72,145605	
211	Cobalt, in ground	Matéria-prima	ng	219,4356	
212	COD, Chemical Oxygen Demand	Água	g	26,07114	
213	Colemanite, in ground	Matéria-prima	µg	209,25834	
214	Compost	Resíduo	µg	32,753448	
215	Construction waste	Resíduo	µg	39,769526	
216	Copper	Ar	µg	125,20271	
217	Copper	Solo	µg	38,700015	
218	Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,8555862	
219	Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	15,625632	

220	Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-
prima	mg 4,1449223	
221	Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-
prima	mg 20,68437	
222	Copper, in ground	Matéria-prima mg 20,083529
223	Copper, ion	Água mg 1,040226
224	Cumene	Ar µg 1,4495789
225	Cumene	Água µg 3,4832936
226	Curium-242	Ar nBq 0,010300955
227	Curium-244	Ar nBq 0,093653995
228	Curium alpha	Ar µBq 3,6752283
229	Curium alpha	Água µBq 404,57394
230	Cyanide	Ar µg 2,6639248
231	Cyanide	Água µg 43,572226
232	Cyanoacetic acid	Ar ng 1,6457847
233	Cypermethrin	Solo pg 973,04441
234	Detergent, oil	Água µg 261,19871
235	Diatomite, in ground	Matéria-prima ng 1,1267515
236	Dichromate	Água µg 1,5613473
237	Diethylamine	Ar ng 2,0658029
238	Diethylamine	Água ng 4,9579585
239	Dimethyl malonate	Ar ng 2,0638277
240	Dimethylamine	Água ng 29,229668
241	Dinitrogen monoxide	Ar g 1,7955957
242	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar pg 37,904825
243	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Água pg 3,9141
244	Dipropylamine	Ar pg 925,3613
245	Dipropylamine	Água ng 2,2209301
246	DOC, Dissolved Organic Carbon	Água mg 20,87463
247	Dolomite, in ground	Matéria-prima mg 2,2305096
248	Energy, from biomass	Matéria-prima kJ 9,9823764
249	Energy, from coal	Matéria-prima kJ 234,96761
250	Energy, from coal, brown	Matéria-prima kJ 7,154386
251	Energy, from gas, natural	Matéria-prima kJ 982,02951
252	Energy, from hydro power	Matéria-prima kJ 11,372546
253	Energy, from hydrogen	Matéria-prima J 2,5976196
254	Energy, from oil	Matéria-prima kJ 949,47779
255	Energy, from peat	Matéria-prima J 170,60506
256	Energy, from sulfur	Matéria-prima J 6,5850644
257	Energy, from uranium	Matéria-prima kJ 175,4412
258	Energy, from wood	Matéria-prima kJ 14,299742
259	Energy, geothermal	Matéria-prima J 438,17429
260	Energy, gross calorific value, in biomass	Matéria-prima kJ 13,00736
261	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	Matéria-prima J 0,59556004
262	Energy, kinetic (in wind), converted	Matéria-prima kJ 1,5160927
263	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria-prima kJ 202,3253
264	Energy, recovered	Matéria-prima kJ -31,182553
265	Energy, solar, converted	Matéria-prima J 15,172618
266	Energy, unspecified	Matéria-prima J 25,08568
267	Ethane	Ar mg 5,9116907
268	Ethane, 1,1-dichloro-	Água pg 54,552613
269	Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Ar ng 4,9703084
270	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Ar pg 34,893085
271	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Água ng 58,636845
272	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Ar µg 2,3773027
273	Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Ar ng 1,318696
274	Ethane, 1,2-dichloro-	Ar µg 2,032001
275	Ethane, 1,2-dichloro-	Água ng 55,234309
276	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Ar µg 2,6237249

277	Ethane, chloro-	Ar	ng	54,532745		
278	Ethane, chloro-	Água	pg	996,498		
279	Ethane, dichloro-	Ar	µg	1,9383703		
280	Ethane, dichloro-	Água	ng	996,14172		
281	Ethane, hexachloro-	Água	pg	22,091634		
282	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Ar	µg	7,2664711		
283	Ethanol	Ar	µg	36,075201		
284	Ethanol	Água	ng	850,12735		
285	Ethene	Ar	mg	13,702827		
286	Ethene	Água	ng	917,25798		
287	Ethene, chloro-	Ar	µg	1,7122046		
288	Ethene, chloro-	Água	ng	19,174306		
289	Ethene, tetrachloro-	Ar	pg	83,501947		
290	Ethene, tetrachloro-	Água	ng	2,6282766		
291	Ethene, trichloro-	Água	ng	166,00831		
292	Ethyl acetate	Ar	µg	49,831992		
293	Ethyl acetate	Água	ng	3,7395874		
294	Ethyl cellulose	Ar	ng	100,87421		
295	Ethylamine	Ar	ng	11,720973		
296	Ethylamine	Água	ng	28,130727		
297	Ethylene diamine	Ar	pg	579,59598		
298	Ethylene diamine	Água	ng	1,3912828		
299	Ethylene oxide	Ar	ng	49,250986		
300	Ethylene oxide	Água	ng	32,750886		
301	Ethyne	Ar	µg	398,91789		
302	Fatty acids as C	Água	mg	18,488394		
303	Feldspar, in ground	Matéria-prima	ng	27,554204		
304	Fenpiclonil	Solo	ng	1,6368515		
305	Ferromanganese	Matéria-prima	µg	45,099		
306	Fluoride	Água	mg	11,292697		
307	Fluoride	Solo	µg	45,924033		
308	Fluorine	Ar	µg	8,2517308		
309	Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	75,660663		
310	Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	174,53903		
311	Fluorspar, 92%, in ground	Matéria-prima	mg	535,56105		
312	Fluorspar, in ground	Matéria-prima	µg	10,3113		
313	Fluosilicic acid	Ar	µg	6,2240438		
314	Fluosilicic acid	Água	µg	11,203279		
315	Formaldehyde	Ar	mg	1,3215267		
316	Formaldehyde	Água	ng	316,90015		
317	Formamide	Ar	ng	1,2019861		
318	Formamide	Água	ng	2,8847984		
319	Formate	Água	µg	1,602058		
320	Formic acid	Ar	ng	101,57226		
321	Formic acid	Água	pg	837,42545		
322	Furan	Ar	ng	11,016755		
323	Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	Matéria-prima	pg	38,292887		
324	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	Matéria-prima	mg	274,89631		
325	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	Matéria-prima	cm3	34,015559		
326	Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	dm3	29,581722		
327	Gas, natural, in ground	Matéria-prima	cu.in	564,68193		
328	Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	cu.in	309,52692		
329	Glutaraldehyde	Água	µg	8,5205358		
330	Glyphosate	Solo	µg	5,9932336		
331	Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	98,809724		
332	Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	181,19561		
333	Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	216,95206		
334	Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	331,37139		
335	Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	82,127253		
336	Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	196,70526		

337	Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	304,53169
338	Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	343,39104
339	Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	20,576714
340	Granite, in ground	Matéria-prima	pg	62,155627
341	Gravel, in ground	Matéria-prima	g	51,252277
342	Gypsum, in ground	Matéria-prima	µg	3,9752712
343	Heat, waste	Ar	MJ	4,7364967
344	Heat, waste	Água	kJ	64,552002
345	Heat, waste	Solo	kJ	30,819379
346	Helium	Ar	mg	5,1238169
347	Heptane	Ar	mg	1,4507913
348	Hexane	Ar	mg	-102,2482
349	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Ar	µg	35,727749
350	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Ar	mg	8,6428651
351	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Água	µg	500,23647
352	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Ar	µg	457,18296
353	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Água	µg	43,925008
354	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Ar	µg	37,753863
355	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Água	µg	2,2616579
356	Hydrocarbons, aromatic	Ar	mg	3,2988241
357	Hydrocarbons, aromatic	Água	mg	2,2982127
358	Hydrocarbons, chlorinated	Ar	µg	2,1452633
359	Hydrocarbons, unspecified	Ar	mg	84,918114
360	Hydrocarbons, unspecified	Água	µg	250,28581
361	Hydrogen	Ar	mg	6,5015435
362	Hydrogen-3, Tritium	Ar	Bq	2,8507473
363	Hydrogen-3, Tritium	Água	Bq	543,80204
364	Hydrogen chloride	Ar	mg	44,694389
365	Hydrogen cyanide	Ar	pg	1,131588E-5
366	Hydrogen fluoride	Ar	mg	2,0880187
367	Hydrogen peroxide	Ar	ng	74,719644
368	Hydrogen peroxide	Água	ng	617,9147
369	Hydrogen sulfide	Ar	µg	347,02309
370	Hydrogen sulfide	Água	µg	14,621296
371	Hydroxide	Água	µg	2,0719671
372	Hypochlorite	Água	µg	45,730156
373	Hypochlorous acid	Água	µg	41,481164
374	Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	Matéria-prima	ng	66,972785
375	Iodide	Água	µg	385,21191
376	Iodine	Ar	µg	46,5973
377	Iodine-129	Ar	µBq	864,09619
378	Iodine-129	Água	mBq	44,134545
379	Iodine-131	Ar	mBq	8,0455897
380	Iodine-131	Água	µBq	69,238564
381	Iodine-133	Ar	µBq	38,120009
382	Iodine-133	Água	µBq	36,275937
383	Iodine-135	Ar	µBq	53,228755
384	Iodine, 0.03% in water	Matéria-prima	µg	2,9045654
385	Iron	Ar	mg	3,5037069
386	Iron	Água	mg	29,305464
387	Iron	Solo	mg	10,762354
388	Iron-59	Ar	nBq	4,0750181
389	Iron-59	Água	nBq	785,4481
390	Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	341,84897
391	Iron, in ground	Matéria-prima	g	2,7679347
392	Iron, ion	Água	mg	41,759941
393	Isocyanic acid	Ar	ng	145,60281
394	Isoprene	Ar	pg	511,22153

395	Isopropylamine	Ar	ng	4,0880736		
396	Isopropylamine	Água	ng	9,8115729		
397	Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	90,002718		
398	Kieserite, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	ng	473,77875		
399	Krypton-85	Ar	kBq	11,404632		
400	Krypton-85m	Ar	mBq	67,385819		
401	Krypton-87	Ar	mBq	20,620457		
402	Krypton-88	Ar	mBq	474,19563		
403	Krypton-89	Ar	mBq	17,073171		
404	Lactic acid	Ar	pg	724,90176		
405	Lactic acid	Água	ng	1,7397548		
406	Land use II-III	Matéria-prima	cm2a	17,040244		
407	Land use II-III, sea floor	Matéria-prima	cm2a	54,268191		
408	Land use II-IV	Matéria-prima	cm2a	13,286371		
409	Land use II-IV, sea floor	Matéria-prima	mm2a	560,58471		
410	Land use III-IV	Matéria-prima	cm2a	23,917725		
411	Land use IV-IV	Matéria-prima	mm2a	110,69427		
412	Lanthanum	Ar	µg	2,2267859		
413	Lanthanum-140	Ar	nBq	445,17016		
414	Lanthanum-140	Água	µBq	5,5768471		
415	Lead	Ar	µg	301,40613		
416	Lead	Água	µg	511,5735		
417	Lead	Solo	µg	2,8001864		
418	Lead-210	Ar	mBq	37,544914		
419	Lead-210	Água	mBq	4,3876677		
420	Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	mg	1,1122988		
421	Lead, in ground	Matéria-prima	mg	51,729696		
422	Limestone, in ground	Matéria-prima	mg	12,87918		
423	Linuron	Solo	µg	12,548		
424	Lithium, 0.15% in brine, in ground	Matéria-prima	ng	34,774145		
425	Lithium, ion	Água	µg	3,0093954		
426	m-Xylene	Ar	ng	546,06572		
427	m-Xylene	Água	ng	2,4164216		
428	Magnesite, 60% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	4,4543109		
429	Magnesium	Ar	mg	2,6643228		
430	Magnesium	Água	mg	193,61583		
431	Magnesium	Solo	µg	109,73515		
432	Magnesium, 0.13% in water	Matéria-prima	ng	398,18021		
433	Magnesium, in ground	Matéria-prima	ng	10,89576		
434	Mancozeb	Solo	ng	50,899775		
435	Manganese	Ar	µg	150,52198		
436	Manganese	Água	mg	13,688248		
437	Manganese	Solo	µg	202,39206		
438	Manganese-54	Ar	nBq	124,04591		
439	Manganese-54	Água	mBq	10,550001		
440	Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,059483		
441	Manganese, in ground	Matéria-prima	mg	2,4856766		
442	Marl, in ground	Matéria-prima	g	2,0405036		
443	Mercaptans, unspecified	Ar	ng	147,58582		
444	Mercury	Ar	µg	15,063234		
445	Mercury	Água	µg	3,7410129		
446	Mercury	Solo	ng	14,793055		
447	Mercury, in ground	Matéria-prima	ng	9,02826		
448	Metal waste	Resíduo	mg	4,1301127		
449	Metaldehyde	Solo	pg	110,59152		
450	Metallic ions, unspecified	Água	µg	168,18105		
451	Metals, unspecified	Ar	µg	52,238806		
452	Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Matéria-prima	µg	328,98151		

453	Methane	Ar	g	24,867351	
454	Methane, biogenic	Ar	mg	82,890614	
455	Methane, bromo-, Halon 1001	Ar	pg	0,00044413645	
456	Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Ar	ng	265,83564	
457	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Ar	µg	28,879388	
458	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Ar	µg	1,2100363	
459	Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Ar	ng	12,482653	
460	Methane, dichloro-, HCC-30	Ar	ng	72,397543	
461	Methane, dichloro-, HCC-30	Água	µg	35,020425	
462	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Ar	ng	24,598811	
463	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Ar	µg	94,627469	
464	Methane, fossil	Ar	mg	134,3535	
465	Methane, monochloro-, R-40	Ar	pg	986,66744	
466	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Ar	ng	527,05876	
467	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Água	ng	4,0091429	
468	Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Ar	µg	64,586656	
469	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Ar	ng	92,492203	
470	Methane, trifluoro-, HFC-23	Ar	ng	2,7564136	
471	Methanesulfonic acid	Ar	ng	1,6631146	
472	Methanol	Ar	µg	86,896893	
473	Methanol	Água	µg	4,8826323	
474	Methyl acetate	Ar	pg	388,96108	
475	Methyl acetate	Água	pg	933,50974	
476	Methyl acrylate	Ar	ng	31,525369	
477	Methyl acrylate	Água	ng	615,85732	
478	Methyl amine	Ar	pg	881,07426	
479	Methyl amine	Água	ng	2,114602	
480	Methyl borate	Ar	pg	310,62895	
481	Methyl ethyl ketone	Ar	µg	49,830354	
482	Methyl formate	Ar	pg	440,08607	
483	Methyl formate	Água	pg	175,70103	
484	Methyl lactate	Ar	pg	795,78077	
485	Metolachlor	Solo	ng	152,59495	
486	Metribuzin	Solo	ng	1,7922137	
487	Mineral waste	Resíduo	mg	40,969008	
488	Molybdenum	Ar	µg	11,282005	
489	Molybdenum	Água	µg	321,1104	
490	Molybdenum	Solo	ng	5,8585591	
491	Molybdenum-99	Água	µBq	1,9100025	
492	Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	384,3922	
493	Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	54,44388	
494	Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	22,919924	
495	Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	199,49917	
496	Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	45,596801	
497	Molybdenum, in ground	Matéria-prima	ng	137,39733	
498	Monoethanolamine	Ar	µg	1,3506204	
499	Napropamide	Solo	pg	195,66151	
500	Neptunium-237	Ar	nBq	0,12141499	
501	Neptunium-237	Água	µBq	19,491003	
502	Nickel	Ar	µg	514,35687	
503	Nickel	Solo	µg	1,0617359	
504	Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	230,22333	
505	Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	45,300224	
506	Nickel, in ground	Matéria-prima	mg	3,8265722	

507	Nickel, ion	Água	mg	1,4309728		
508	Niobium-95	Ar	nBq	21,772781		
509	Niobium-95	Água	µBq	13,086253		
510	Nitrate	Ar	µg	1,3122184		
511	Nitrate	Água	g	29,757146		
512	Nitric oxide	Ar	g	1,0629		
513	Nitrite	Água	µg	20,51966		
514	Nitrobenzene	Ar	ng	6,8896675		
515	Nitrobenzene	Água	ng	27,610278		
516	Nitrogen	Ar	mg	7,3510129		
517	Nitrogen	Água	µg	397,50771		
518	Nitrogen	Solo	µg	3,9172008		
519	Nitrogen oxides	Ar	g	2,6347328		
520	Nitrogen, in air	Matéria-prima	g	1,71621		
521	Nitrogen, organic bound	Água	mg	362,31556		
522	Nitrogen, total	Água	mg	6,9775918		
523	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Ar	mg	859,98402		
524	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	1,9411172		
525	o-Xylene	Água	pg	60,646828		
526	Occupation, arable	Matéria-prima	m2a	0,74375486		
527	Occupation, arable, non-irrigated	Matéria-prima	mm2a	219,03393		
528	Occupation, construction site	Matéria-prima	mm2a	3,4352375		
529	Occupation, dump site	Matéria-prima	mm2a	32,995861		
530	Occupation, dump site, benthos	Matéria-prima	mm2a	2,2632609		
531	Occupation, forest, intensive	Matéria-prima	mm2a	9,8355174		
532	Occupation, forest, intensive, normal	Matéria-prima	mm2a	733,92765		
533	Occupation, forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	mm2a	0,14939342		
534	Occupation, industrial area	Matéria-prima	mm2a	21,11869		
535	Occupation, industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2a	0,020271688		
536	Occupation, industrial area, built up	Matéria-prima	mm2a	46,335799		
537	Occupation, industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2a	14,850291		
538	Occupation, mineral extraction site	Matéria-prima	mm2a	15,16849		
539	Occupation, permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	mm2a	0,16333812		
540	Occupation, shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2a	1,2677864		
541	Occupation, traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2a	8,8529916		
542	Occupation, traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2a	9,7893658		
543	Occupation, traffic area, road embankment	Matéria-prima	mm2a	9,273935		
544	Occupation, traffic area, road network	Matéria-prima	mm2a	17,900529		
545	Occupation, urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2a	0,11279198		
546	Occupation, water bodies, artificial	Matéria-prima	cm2a	14,698898		
547	Occupation, water courses, artificial	Matéria-prima	mm2a	14,643594		
548	Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	74,196745		
549	Oil, crude, in ground	Matéria-prima	g	22,291379		
550	Oils, biogenic	Solo	µg	23,905813		
551	Oils, unspecified	Água	g	4,1708884		
552	Oils, unspecified	Solo	mg	15,743406		
553	Olivine, in ground	Matéria-prima	µg	484,28988		
554	Orbencarb	Solo	ng	9,678132		
555	Organic substances, unspecified	Ar	mg	1,0441424		
556	Organic substances, unspecified	Água	ng	14,345837		
557	Oxygen	Ar	pg	2,73114E-5		
558	Oxygen, in air	Matéria-prima	mg	1,060092		
559	Ozone	Ar	µg	290,912		
560	Packaging waste, paper and board	Resíduo	mg	1,9170015		
561	Packaging waste, plastic	Resíduo	pg	114,34064		
562	Packaging waste, wood	Resíduo	ng	11,456015		
563	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Ar	µg	32,473294		
564	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Água	µg	49,703938		
565	Palladium, in ground	Matéria-prima	ng	18,999762		

566	Particulates	Ar	mg	18,014865	
567	Particulates, < 10 um	Ar	g	2,3423499	
568	Particulates, < 10 um (mobile)	Ar	mg	49,791235	
569	Particulates, < 10 um (stationary)	Ar	mg	23,079851	
570	Particulates, < 2.5 um	Ar	g	1,9631691	
571	Particulates, > 10 um	Ar	mg	20,299369	
572	Particulates, > 10 um (process)	Ar	mg	83,270038	
573	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Ar	mg	7,6243464	
574	Particulates, diesel soot	Ar	mg	62,553109	
575	Particulates, unspecified	Ar	mg	4,2899523	
576	Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground				
	Matéria-prima	ng		24,980388	
577	Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground				
	Matéria-prima	ng		60,032356	
578	Peat, in ground	Matéria-prima	µg	708,45806	
579	Pentane	Ar	mg	9,6466024	
580	Phenol	Ar	µg	1,8589019	
581	Phenol	Água	µg	72,152595	
582	Phenol, 2,4-dichloro-	Ar	ng	2,8425232	
583	Phenol, pentachloro-	Ar	ng	243,95797	
584	Phenols, unspecified	Água	µg	468,19786	
585	Phosphate	Água	mg	383,1705	
586	Phosphate ore, in ground	Matéria-prima	g	32,195249	
587	Phosphine	Ar	pg	24,017523	
588	Phosphorus	Ar	µg	3,2065444	
589	Phosphorus	Água	µg	11,602715	
590	Phosphorus	Solo	µg	94,325	
591	Phosphorus compounds, unspecified	Água	µg	1,9854105	
592	Phosphorus pentoxide	Matéria-prima	pg	53,0712	
593	Phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground				Matéria-prima µg
				696,11605	
594	Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	302,64265	
595	Phosphorus, total	Ar	µg	102,46085	
596	Phosphorus, total	Água	mg	1,7471878	
597	Phosphorus, total	Solo	µg	154,56328	
598	Phthalate, dioctyl-	Água	pg	533,08927	
599	Phthalate, p-dibutyl-	Água	ng	3,144676	
600	Pirimicarb	Solo	pg	132,10897	
601	Plastic waste	Resíduo	mg	116,03714	
602	Platinum	Ar	ng	113,95582	
603	Platinum, in ground	Matéria-prima	ng	22,561013	
604	Plutonium-238	Ar	nBq	0,26031832	
605	Plutonium-241	Ar	mBq	16,098766	
606	Plutonium-241	Água	mBq	14,271516	
607	Plutonium-alpha	Ar	µBq	7,3494327	
608	Plutonium-alpha	Água	mBq	1,2141499	
609	Polonium-210	Ar	mBq	67,213023	
610	Polonium-210	Água	mBq	5,9690433	
611	Polychlorinated biphenyls	Ar	ng	5,1790337	
612	Potassium	Ar	mg	1,4975666	
613	Potassium	Água	mg	39,532563	
614	Potassium	Solo	µg	70,158736	
615	Potassium-40	Ar	mBq	10,093284	
616	Potassium-40	Água	mBq	2,0956512	
617	Potassium chloride	Matéria-prima	ng	383,256	
618	Potassium, ion	Água	mg	78,139608	
619	Promethium-147	Ar	µBq	62,507769	
620	Propanal	Ar	ng	9,5051317	
621	Propanal	Água	ng	2,2833718	
622	Propane	Ar	mg	7,9589285	

623	Propanol	Água	ng	4,1074425		
624	Propene	Ar	µg	824,48818		
625	Propene	Água	µg	2,4883198		
626	Propionic acid	Ar	µg	21,394277		
627	Propionic acid	Água	ng	10,467947		
628	Propylamine	Ar	pg	380,64864		
629	Propylamine	Água	pg	913,5693		
630	Propylene oxide	Ar	ng	410,37299		
631	Propylene oxide	Água	ng	986,55934		
632	Protactinium-234	Ar	µBq	105,78752		
633	Protactinium-234	Água	mBq	1,9556882		
634	Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground					
	Matéria-prima	ng		1,8564239		
635	Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground					
	Matéria-prima	ng		6,6551233		
636	Radioactive species, alpha emitters	Água	µBq	4,6991439		
637	Radioactive species, from fission and activation	Água	µBq	771,03804		
638	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Água	mBq	196,66196		
639	Radioactive species, other beta emitters	Ar	mBq	1,8082676		
640	Radium-224	Água	mBq	191,31287		
641	Radium-226	Ar	mBq	12,711968		
642	Radium-226	Água	Bq	6,3458538		
643	Radium-228	Ar	mBq	6,3975494		
644	Radium-228	Água	mBq	383,0377		
645	Radon-220	Ar	mBq	168,16619		
646	Radon-222	Ar	kBq	20,765605		
647	Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground					
	Matéria-prima	pg		115,85065		
648	Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground					
	Matéria-prima	pg		362,85723		
649	Rhenium, in crude ore, in ground		Matéria-prima	pg		272,71537
650	Rhenium, in ground		Matéria-prima	ng		17,884004
651	Rhodium, in ground		Matéria-prima	ng		20,40941
652	Rubidium	Água	µg	1,8806262		
653	Ruthenium	Água	µg	36,605822		
654	Ruthenium-103	Ar	nBq	1,9061985		
655	Ruthenium-103	Água	µBq	2,7752626		
656	Ruthenium-106	Ar	µBq	734,93695		
657	Ruthenium-106	Água	mBq	73,493695		
658	Rutile, in ground		Matéria-prima	µg		57,933
659	Salts, unspecified	Água	mg	14,206961		
660	Sand, quartz, in ground		Matéria-prima	pg		2,5218E-17
661	Sand, unspecified, in ground		Matéria-prima	mg		530,5539
662	Scandium	Ar	µg	1,1631204		
663	Scandium	Água	µg	38,289085		
664	Selenium	Ar	µg	29,563798		
665	Selenium	Água	µg	427,65861		
666	Selenium compounds	Ar	pg	4,76856E-7		
667	Shale, in ground		Matéria-prima	µg		354,56723
668	Silicates, unspecified	Ar	µg	521,4953		
669	Silicon	Ar	mg	11,331253		
670	Silicon	Água	mg	281,48031		
671	Silicon Solo	µg		82,914873		
672	Silicon tetrafluoride	Ar	ng	2,2222618		
673	Silver	Ar	ng	17,335522		
674	Silver	Água	µg	2,3627643		
675	Silver-110	Ar	nBq	110,20139		
676	Silver-110	Água	mBq	1,9119721		
677	Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground		Matéria-prima	µg		2,1837594

678	Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te, in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	1,5577321	
679	Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	143,82128	
680	Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	328,47121	
681	Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	321,95683	
682	Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	212,44461	
683	Silver, in ground	Matéria-prima	µg	367,66837	
684	Silver, ion	Água	µg	3,5839839	
685	Slags and ashes	Resíduo	mg	541,63906	
686	Sodium Ar	µg	930,09502		
687	Sodium Solo	µg	236,60328		
688	Sodium-24	Água	µBq	238,58633	
689	Sodium chlorate	Ar	ng	25,980132	
690	Sodium chloride, in ground	Matéria-prima	g	3,4452224	
691	Sodium dichromate	Ar	ng	421,06003	
692	Sodium formate	Ar	ng	1,7829779	
693	Sodium formate	Água	ng	4,2834955	
694	Sodium hydroxide	Ar	ng	278,67745	
695	Sodium nitrate	Matéria-prima	ng	32,688	
696	Sodium nitrate, in ground	Matéria-prima	pg	50,005929	
697	Sodium sulphate, various forms, in ground	Matéria-prima	µg	583,43878	
698	Sodium, ion	Água	g	1,6468201	
699	Solids, inorganic	Água	mg	12,159525	
700	Solved solids	Água	g	4,9518656	
701	Solved substances	Água	mg	30,716716	
702	Stibnite, in ground	Matéria-prima	pg	117,09378	
703	Strontium	Ar	µg	151,40008	
704	Strontium	Água	mg	26,580822	
705	Strontium	Solo	µg	1,0845247	
706	Strontium-89	Ar	nBq	198,67117	
707	Strontium-89	Água	µBq	43,334577	
708	Strontium-90	Ar	µBq	121,41728	
709	Strontium-90	Água	mBq	232,03248	
710	Styrene	Ar	µg	1,2673665	
711	Sulfate	Ar	mg	5,9454347	
712	Sulfate	Água	g	1,3961807	
713	Sulfide	Água	mg	2,8327355	
714	Sulfite	Água	µg	11,939118	
715	Sulfur	Água	µg	67,952831	
716	Sulfur	Solo	mg	2,875723	
717	Sulfur dioxide	Ar	mg	676,34763	
718	Sulfur hexafluoride	Ar	µg	1,3658214	
719	Sulfur oxides	Ar	g	1,3376102	
720	Sulfur trioxide	Ar	ng	41,935995	
721	Sulfur trioxide	Água	µg	72,286373	
722	Sulfur, bonded	Matéria-prima	µg	16,66836	
723	Sulfur, in ground	Matéria-prima	g	2,142271	
724	Sulfuric acid	Ar	ng	58,327471	
725	Sulfuric acid	Solo	pg	36,026285	
726	Suspended solids, unspecified	Água	g	4,2301687	
727	Sylvite, 25 % in sylvinitite, in ground	Matéria-prima	mg	5,1928974	
728	t-Butyl methyl ether	Ar	µg	2,188243	
729	t-Butyl methyl ether	Água	ng	928,7005	
730	t-Butylamine	Ar	ng	5,1977314	
731	t-Butylamine	Água	ng	12,47472	
732	Talc, in ground	Matéria-prima	µg	10,938254	
733	Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	1,7232803	
734	Tebutam	Solo	pg	463,62695	

735	Technetium-99	Ar	nBq	5,1471243		
736	Technetium-99	Água	mBq	7,7228012		
737	Technetium-99m	Água	µBq	35,507588		
738	Teflubenzuron	Solo	pg	119,48091		
739	Tellurium-123m	Ar	nBq	468,2746		
740	Tellurium-123m	Água	µBq	7,0125316		
741	Tellurium-132	Água	nBq	208,80999		
742	Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and Ag, in crude ore, in ground				Matéria- prima	
	ng			233,66371		
743	Terephthalate, dimethyl	Água	ng	19,817926		
744	Terpenes	Ar	ng	4,8339657		
745	Thallium	Ar	ng	775,34846		
746	Thallium	Água	µg	5,8998491		
747	Thiram	Solo	pg	22,0077		
748	Thorium	Ar	µg	1,5218007		
749	Thorium-228	Ar	mBq	4,2134584		
750	Thorium-228	Água	mBq	766,00093		
751	Thorium-230	Ar	µBq	944,69635		
752	Thorium-230	Água	mBq	293,74977		
753	Thorium-232	Ar	mBq	2,7330729		
754	Thorium-232	Água	µBq	322,89649		
755	Thorium-234	Ar	µBq	105,79498		
756	Thorium-234	Água	mBq	1,9667503		
757	Tin	Ar	µg	2,5221071		
758	Tin	Solo	µg	3,4884539		
759	Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground				Matéria-prima	µg 76,14609
760	Tin, in ground	Matéria-prima	µg	204,04137		
761	Tin, ion	Água	µg	60,214162		
762	TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground				Matéria-prima	mg 1,4617653
763	TiO2, 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground				Matéria-prima	ng 11,534259
764	Titanium	Ar	µg	273,79892		
765	Titanium	Solo	ng	820,5817		
766	Titanium, ion	Água	mg	7,9758061		
767	TOC, Total Organic Carbon	Água	mg	201,65791		
768	Toluene	Ar	mg	1,2492119		
769	Toluene	Água	µg	423,93013		
770	Toluene, 2-chloro-	Ar	ng	3,671975		
771	Toluene, 2-chloro-	Água	ng	5,5407186		
772	Transformation, from arable	Matéria-prima	mm2	0,11731541		
773	Transformation, from arable, non-irrigated	Matéria-prima	mm2	241,62052		
774	Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm2	0,027068764		
775	Transformation, from dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm2	0,17108421		
776	Transformation, from dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm2	0,080205491		
777	Transformation, from dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm2	0,0012677132		
778	Transformation, from dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm2	0,00087153497		
779	Transformation, from forest	Matéria-prima	mm2	14,471733		
780	Transformation, from forest, extensive	Matéria-prima	mm2	5,9871579		
781	Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm2	0,005335503		
782	Transformation, from industrial area	Matéria-prima	mm2	0,040170532		
783	Transformation, from industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2	0,00016416293		
784	Transformation, from industrial area, built up	Matéria-prima	mm2	0,00010494014		
785	Transformation, from industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2	0,00017901554		
786	Transformation, from mineral extraction site	Matéria-prima	mm2	0,39339932		
787	Transformation, from pasture and meadow	Matéria-prima	mm2	0,52234726		

788	Transformation, from pasture and meadow, intensive	Matéria-prima	mm2	0,0012335228
789	Transformation, from sea and ocean	Matéria-prima	mm2	2,2677936
790	Transformation, from shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2	2,6821772
791	Transformation, from tropical rain forest	Matéria-prima	mm2	0,005335503
792	Transformation, from unknown	Matéria-prima	mm2	2,442517
793	Transformation, to arable	Matéria-prima	mm2	0,46386413
794	Transformation, to arable, non-irrigated	Matéria-prima	mm2	243,96867
795	Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm2	0,032703003
796	Transformation, to dump site	Matéria-prima	mm2	0,23315456
797	Transformation, to dump site, benthos	Matéria-prima	mm2	2,2632609
798	Transformation, to dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm2	0,17108421
799	Transformation, to dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm2	0,080212267
800	Transformation, to dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm2	0,0012677132
801	Transformation, to dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm2	0,00087153497
802	Transformation, to forest	Matéria-prima	mm2	0,32552394
803	Transformation, to forest, intensive	Matéria-prima	mm2	0,065508667
804	Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm2	0,005335503
805	Transformation, to forest, intensive, normal	Matéria-prima	mm2	5,8392647
806	Transformation, to forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	mm2	0,005335503
807	Transformation, to heterogeneous, agricultural	Matéria-prima	mm2	0,23923965
808	Transformation, to industrial area	Matéria-prima	mm2	0,2945961
809	Transformation, to industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2	0,0045327373
810	Transformation, to industrial area, built up	Matéria-prima	mm2	1,0579449
811	Transformation, to industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2	0,31374718
812	Transformation, to mineral extraction site	Matéria-prima	mm2	4,9909978
813	Transformation, to pasture and meadow	Matéria-prima	mm2	0,026407314
814	Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	mm2	0,0022993328
815	Transformation, to sea and ocean	Matéria-prima	mm2	0,00016416293
816	Transformation, to shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2	0,25342895
817	Transformation, to traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2	0,020600231
818	Transformation, to traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2	0,022643229
819	Transformation, to traffic area, road embankment	Matéria-prima	mm2	0,063594633
820	Transformation, to traffic area, road network	Matéria-prima	mm2	0,2121483
821	Transformation, to unknown	Matéria-prima	mm2	0,11427207
822	Transformation, to urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2	0,0022467434
823	Transformation, to water bodies, artificial	Matéria-prima	mm2	9,6146805
824	Transformation, to water courses, artificial	Matéria-prima	mm2	0,17223692
825	Tributyltin compounds	Água	µg	41,523272
826	Triethylene glycol	Água	µg	440,50465
827	Trimethylamine	Ar	pg	818,73325
828	Trimethylamine	Água	ng	1,9649598
829	Tungsten	Ar	ng	44,331791
830	Tungsten	Água	µg	84,588674
831	Ulexite, in ground	Matéria-prima	µg	2,534042
832	Undissolved substances	Água	mg	211,95749
833	Unspecified input	Matéria-prima	ng	84,1014
834	Uranium	Ar	µg	1,5474426
835	Uranium-234	Ar	mBq	1,2648955
836	Uranium-234	Água	mBq	2,5319792
837	Uranium-235	Ar	µBq	60,836187
838	Uranium-235	Água	mBq	3,8857394
839	Uranium-238	Ar	mBq	9,0202967
840	Uranium-238	Água	mBq	8,189356
841	Uranium alpha	Ar	mBq	4,3870115

842	Uranium alpha	Água	mBq	123,16823		
843	Uranium, 560 GJ per kg, in ground	Matéria-prima	µg	299,63162		
844	Uranium, in ground	Matéria-prima	µg	153,97824		
845	Urea	Água	ng	3,6624475		
846	Vanadium	Ar	mg	1,2888455		
847	Vanadium	Solo	ng	23,487659		
848	Vanadium, ion	Água	µg	579,83249		
849	Vermiculite, in ground	Matéria-prima	ng	399,48201		
850	VOC, volatile organic compounds	Ar	mg	89,892012		
851	VOC, volatile organic compounds as C	Água	mg	1,273656		
852	VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Água	µg	67,277119		
853	Volume occupied, final repository for low-active radioactive waste	Matéria-prima				
	mm3			0,27095717		
854	Volume occupied, final repository for radioactive waste	Matéria-prima	mm3	0,063255995		
855	Volume occupied, reservoir	Matéria-prima	m3day	2,5902257		
856	Volume occupied, underground deposit	Matéria-prima	mm3	1,7460225		
857	Waste in incineration	Resíduo	mg	20,540648		
858	Waste returned to mine	Resíduo	g	1,3804368		
859	Waste to recycling	Resíduo	mg	29,755882		
860	Waste, industrial	Resíduo	mg	33,182474		
861	Waste, solid	Resíduo	mg	-292,068		
862	Waste, unspecified	Resíduo	mg	891,97921		
863	Water	Ar	mg	1,5695031		
864	Water, cooling, drinking	Matéria-prima	g	1,203282		
865	Water, cooling, salt, ocean	Matéria-prima	g	107,8578		
866	Water, cooling, surface	Matéria-prima	g	42,1758		
867	Water, cooling, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	g	737,946		
868	Water, cooling, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cu.in	81,793679		
869	Water, cooling, well, in ground	Matéria-prima	mg	10,0629		
870	Water, lake	Matéria-prima	mm3	422,77183		
871	Water, process, drinking	Matéria-prima	g	39,9834		
872	Water, process, salt, ocean	Matéria-prima	g	2,3409		
873	Water, process, surface	Matéria-prima	g	16,25562		
874	Water, process, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	g	34,1658		
875	Water, process, well, in ground	Matéria-prima	mg	999,378		
876	Water, river	Matéria-prima	cm3	73,901382		
877	Water, salt, ocean	Matéria-prima	cm3	14,272988		
878	Water, salt, sole	Matéria-prima	cm3	8,6227242		
879	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria-prima	dm3	607,08268		
880	Water, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	kg	1,2565777		
881	Water, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cm3	208,46107		
882	Water, well, in ground	Matéria-prima	cu.in	580,6002		
883	Wood waste	Resíduo	mg	32,218205		
884	Wood, dry matter	Matéria-prima	g	713,92802		
885	Wood, hard, standing	Matéria-prima	mm3	74,165479		
886	Wood, primary forest, standing	Matéria-prima	mm3	0,055243798		
887	Wood, soft, standing	Matéria-prima	mm3	373,78905		
888	Wood, unspecified, standing/m3	Matéria-prima	mm3	0,031480721		
889	Xenon-131m	Ar	mBq	97,739905		
890	Xenon-133	Ar	Bq	8,9470836		
891	Xenon-133m	Ar	mBq	4,9821644		
892	Xenon-135	Ar	Bq	2,2811523		
893	Xenon-135m	Ar	mBq	681,27778		
894	Xenon-137	Ar	mBq	16,66946		
895	Xenon-138	Ar	mBq	175,78315		
896	Xylene	Ar	mg	1,120518		
897	Xylene	Água	µg	364,80473		
898	Yttrium-90	Água	nBq	854,65974		
899	Zinc	Ar	mg	1,4925093		

900	Zinc	Solo	µg	83,737515		
901	Zinc-65	Ar	nBq	692,93685		
902	Zinc-65	Água	µBq	624,59143		
903	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	mg		9,8016451	
904	Zinc, in ground	Matéria-prima	mg	1,7487723		
905	Zinc, ion	Água	mg	4,7552213		
906	Zirconium	Ar	ng	43,221191		
907	Zirconium-95	Ar	nBq	63,408404		
908	Zirconium-95	Água	µBq	627,75695		
909	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg		2,3669606	

APÊNDICE L – Aspectos ambientais do doce de leite artesanal

SimaPro 7.3 Inventário Data: 17/1/2012 Hora: 16:24:14
 Projeto doce de leite

Título: A comparar 1 p 'doce de leite (artesanal)'

Método:

Por sub-compartimento: Não

Indicador: Inventário

Unidades por defeito: Não

Excluir processos de infraestrutura: Não

Excluir emissões de longo prazo: Não

Modo relativo: Nenhum

Nº	Substância	Meio	Un.	Valor		
1	1-Butanol	Ar	ng	7,4570262		
2	1-Butanol	Água	ng	172,17319		
3	1-Pentanol	Ar	pg	34,138156		
4	1-Pentanol	Água	pg	81,932668		
5	1-Pentene	Ar	pg	25,797489		
6	1-Pentene	Água	pg	61,915215		
7	1-Propanol	Ar	ng	2,3941187		
8	1,4-Butanediol	Ar	ng	50,903859		
9	1,4-Butanediol	Água	ng	20,361691		
10	2-Aminopropanol	Ar	pg	45,014447		
11	2-Aminopropanol	Água	pg	111,33611		
12	2-Butene, 2-methyl-	Ar	pg	0,0057222174		
13	2-Methyl-1-propanol	Ar	ng	6,5136793		
14	2-Methyl-1-propanol	Água	ng	15,633016		
15	2-Methyl-2-butene	Água	pg	0,013733527		
16	2-Nitrobenzoic acid	Ar	pg	91,54474		
17	2-Propanol	Ar	µg	9,174306		
18	2-Propanol	Água	pg	365,52338		
19	2,4-D	Solo	µg	96,353676		
20	4-Methyl-2-pentanone	Água	pg	11,311369		
21	Acenaphthene	Ar	pg	44,961234		
22	Acenaphthene	Água	ng	30,95035		
23	Acenaphthylene	Água	µg	24,597644		
24	Acetaldehyde	Ar	mg	1,121676		
25	Acetaldehyde	Água	µg	2,617561		
26	Acetic acid	Ar	mg	7,0746195		
27	Acetic acid	Água	µg	7,5570053		
28	Acetone	Ar	mg	1,2012478		
29	Acetone	Água	ng	24,099813		
30	Acetonitrile	Ar	µg	287,23822		
31	Acetonitrile	Água	pg	256,14888		
32	Acetyl chloride	Água	pg	64,363681		
33	Acidity, unspecified	Água	mg	4,8337531		
34	Acids, unspecified	Água	µg	76,889324		
35	Aclonifen	Solo	ng	443,8659		
36	Acrolein	Ar	µg	22,970037		
37	Acrylate, ion	Água	ng	56,177541		
38	Acrylic acid	Ar	ng	23,736136		
39	Actinides, radioactive, unspecified	Ar	µBq	6,0783199		
40	Actinides, radioactive, unspecified	Água	µBq	834,29737		
41	Aerosols, radioactive, unspecified	Ar	µBq	119,22172		
42	Air	Matéria-prima	g	5,38812		
43	Aldehydes, unspecified	Ar	ng	612,47736		
44	Aldrin	Solo	pg	610,47591		

45	Aluminium	Ar	mg	4,6219104		
46	Aluminium	Água	mg	74,302526		
47	Aluminium	Solo	mg	4,6302304		
48	Aluminium, 24% in bauxite, 11% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg		107,83235	
49	Americium-241	Ar	µBq	1,1871036		
50	Americium-241	Água	µBq	156,27615		
51	Ammonia	Ar	g	4,9407331		
52	Ammonia, as N	Água	mg	60,781433		
53	Ammonium carbonate	Ar	ng	18,29094		
54	Ammonium, ion	Água	mg	1,2681058		
55	Anhydrite, in ground	Matéria-prima	µg		23,356249	
56	Aniline	Ar	ng	176,87536		
57	Aniline	Água	ng	424,55113		
58	Animal matter	Matéria-prima	ng	32,688		
59	Anthranilic acid	Ar	pg	68,748159		
60	Antimony	Ar	µg	1,841702		
61	Antimony	Água	µg	58,440495		
62	Antimony	Solo	pg	70,296904		
63	Antimony-122	Água	µBq	4,2493574		
64	Antimony-124	Ar	nBq	18,522168		
65	Antimony-124	Água	µBq	296,93239		
66	Antimony-125	Ar	nBq	29,852502		
67	Antimony-125	Água	µBq	177,82058		
68	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Água	µg		10,94861	
69	Arable land use, soy bean, Argentina	Matéria-prima	m2a		0,99754263	
70	Argon-41	Ar	mBq	179,09377		
71	Arsenic	Ar	µg	30,347084		
72	Arsenic	Solo	µg	1,8309412		
73	Arsenic, ion	Água	µg	215,39765		
74	Arsine	Ar	pg	0,27667608		
75	Asbestos	Ar	pg	0,0711918		
76	Atrazine	Solo	pg	160,15274		
77	Barite	Água	mg	49,067481		
78	Barite, 15% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg		269,35488	
79	Barium	Ar	µg	43,824038		
80	Barium	Água	mg	13,263789		
81	Barium	Solo	µg	759,36862		
82	Barium-140	Ar	µBq	1,9545868		
83	Barium-140	Água	µBq	7,426344		
84	Baryte, in ground	Matéria-prima	mg		218,32903	
85	Basalt, in ground	Matéria-prima	mg		9,6592669	
86	Bauxite, in ground	Matéria-prima	mg		79,387473	
87	Benomyl	Solo	ng	614,25587		
88	Bentazone	Solo	ng	226,52864		
89	Benzal chloride	Ar	pg	0,0019059542		
90	Benzaldehyde	Ar	µg	7,8768289		
91	Benzene	Ar	mg	2,6397333		
92	Benzene	Água	µg	626,79801		
93	Benzene, 1-methyl-2-nitro-	Ar	pg		79,052411	
94	Benzene, 1,2-dichloro-	Ar	ng	1,3776055		
95	Benzene, 1,2-dichloro-	Água	ng	72,024254		
96	Benzene, chloro-	Água	µg	1,4419032		
97	Benzene, ethyl-	Ar	µg	247,23639		
98	Benzene, ethyl-	Água	µg	173,3173		
99	Benzene, hexachloro-	Ar	ng	7,4652805		
100	Benzene, pentachloro-	Ar	pg	635,20579		
101	Benzo(a)pyrene	Ar	ng	788,76299		
102	Beryllium	Ar	ng	684,03455		
103	Beryllium	Água	µg	30,786446		
104	Biomass	Matéria-prima	g		1,127988	

105	BOD5, Biological Oxygen Demand	Água	g	15,614795
106	Borate	Água	ng	11,364933
107	Borax, in ground	Matéria-prima	ng	459,09723
108	Boron	Ar	µg	548,22163
109	Boron	Água	mg	2,0311145
110	Boron Solo	µg		17,707711
111	Boron trifluoride	Ar	pg	0,0037865115
112	Bromate	Água	mg	1,2556204
113	Bromide	Água	µg	104,82015
114	Bromine	Ar	µg	90,504394
115	Bromine	Água	mg	3,5462728
116	Bromine, 0.0023% in water	Matéria-prima	µg	93,03132
117	Butadiene	Ar	pg	410,96896
118	Butane	Ar	mg	26,702121
119	Butene	Ar	µg	390,25827
120	Butene	Água	ng	62,475457
121	Butyl acetate	Água	ng	200,97014
122	Butyrolactone	Ar	pg	142,1235
123	Butyrolactone	Água	pg	341,10262
124	Cadmium	Ar	µg	9,8522248
125	Cadmium	Solo	ng	253,35439
126	Cadmium-109	Água	nBq	19,132923
127	Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	Matéria-prima	µg	8,360853
128	Cadmium, ion	Água	µg	65,704474
129	Calcite, in ground	Matéria-prima	g	1,4001919
130	Calcium	Ar	mg	1,0777246
131	Calcium	Solo	mg	20,187149
132	Calcium sulfate, in ground	Matéria-prima	µg	70,0758
133	Calcium, ion	Água	mg	734,64806
134	Carbetamide	Solo	ng	80,217731
135	Carbofuran	Solo	µg	336,75846
136	Carbon Solo	mg		14,124197
137	Carbon-14	Ar	mBq	644,64428
138	Carbon-14	Água	mBq	7,9106055
139	Carbon dioxide	Ar	g	327,91233
140	Carbon dioxide, biogenic	Ar	g	7,9691694
141	Carbon dioxide, fossil	Ar	g	80,420141
142	Carbon dioxide, in air	Matéria-prima	g	19,749071
143	Carbon dioxide, land transformation	Ar	g	4,0823154
144	Carbon disulfide	Ar	µg	176,33098
145	Carbon disulfide	Água	pg	361,74596
146	Carbon monoxide	Ar	mg	615,13906
147	Carbon monoxide, biogenic	Ar	µg	611,86315
148	Carbon monoxide, fossil	Ar	mg	258,73993
149	Carbon, in organic matter, in soil	Matéria-prima	mg	425,36955
150	Carbonate	Água	µg	872,64889
151	Carboxylic acids, unspecified	Água	mg	19,355836
152	Cerium-141	Ar	nBq	388,99127
153	Cerium-141	Água	µBq	2,1413781
154	Cerium-144	Ar	µBq	12,632093
155	Cerium-144	Água	mBq	3,5845667
156	Cesium	Água	µg	7,2311053
157	Cesium-134	Ar	µBq	44,948223
158	Cesium-134	Água	mBq	8,1265957
159	Cesium-136	Água	nBq	309,9018
160	Cesium-137	Ar	µBq	87,273531
161	Cesium-137	Água	mBq	170,18969
162	Chemical waste, inert	Resíduo	mg	61,130211
163	Chemical waste, regulated	Resíduo	mg	45,924606

164	Chloramine	Ar	pg	221,34477	
165	Chloramine	Água	ng	2,0065319	
166	Chlorate	Água	mg	9,5938756	
167	Chloride	Água	g	4,6435035	
168	Chloride	Solo	mg	11,603012	
169	Chlorinated fluorocarbons, soft	Ar	µg	414,00034	
170	Chlorinated solvents, unspecified	Água	µg	3,0335208	
171	Chlorine	Ar	µg	190,29008	
172	Chlorine	Água	µg	1,452325	
173	Chloroacetic acid	Ar	ng	169,57975	
174	Chloroacetic acid	Água	µg	5,2815987	
175	Chloroacetyl chloride	Água	pg	148,48485	
176	Chloroform	Ar	ng	54,173474	
177	Chloroform	Água	ng	311,08038	
178	Chlorosilane, trimethyl-	Ar	ng	5,1982773	
179	Chlorosulfonic acid	Ar	pg	373,51759	
180	Chlorosulfonic acid	Água	pg	931,45725	
181	Chlorothalonil	Solo	ng	42,646127	
182	Chromium	Ar	µg	84,870652	
183	Chromium	Água	µg	56,691007	
184	Chromium	Solo	µg	25,064266	
185	Chromium-51	Ar	nBq	240,75508	
186	Chromium-51	Água	µBq	432,12235	
187	Chromium VI	Ar	µg	1,7479876	
188	Chromium VI	Água	µg	316,9683	
189	Chromium VI	Solo	µg	14,125216	
190	Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	17,515923	
191	Chromium, in ground	Matéria-prima	mg	3,1591685	
192	Chromium, ion	Água	µg	347,63585	
193	Chrysotile, in ground	Matéria-prima	µg	238,18983	
194	Cinnabar, in ground	Matéria-prima	µg	21,910603	
195	Clay, bentonite, in ground	Matéria-prima	mg	57,219711	
196	Clay, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	1,0871072	
197	Coal tailings	Resíduo	mg	4,7426652	
198	Coal, 18 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	19,789168	
199	Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	1,9546538	
200	Coal, brown, in ground	Matéria-prima	g	6,3345963	
201	Coal, hard, unspecified, in ground	Matéria-prima	g	5,2015653	
202	Cobalt	Ar	µg	12,377758	
203	Cobalt	Água	µg	560,90489	
204	Cobalt	Solo	ng	234,20445	
205	Cobalt-57	Ar	nBq	0,094952137	
206	Cobalt-57	Água	µBq	12,668859	
207	Cobalt-58	Ar	µBq	1,6170901	
208	Cobalt-58	Água	mBq	3,5022863	
209	Cobalt-60	Ar	µBq	2,8619194	
210	Cobalt-60	Água	mBq	37,699056	
211	Cobalt, in ground	Matéria-prima	ng	180,56696	
212	COD, Chemical Oxygen Demand	Água	g	22,729149	
213	Colemanite, in ground	Matéria-prima	µg	142,71905	
214	Compost	Resíduo	µg	32,753448	
215	Construction waste	Resíduo	µg	39,769526	
216	Copper	Ar	µg	87,836151	
217	Copper	Solo	µg	-51,595974	
218	Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	1,6872386	
219	Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	9,2270572	

220	Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria- prima	mg	2,4476088		
221	Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3% in crude ore, in ground	Matéria- prima	mg	12,250408		
222	Copper, in ground	Matéria-prima	mg	10,160488		
223	Copper, ion	Água	µg	778,81002		
224	Cumene	Ar	µg	6,5488943		
225	Cumene	Água	µg	15,736857		
226	Curium-242	Ar	nBq	0,0054363869		
227	Curium-244	Ar	nBq	0,0494179		
228	Curium alpha	Ar	µBq	1,8836518		
229	Curium alpha	Água	µBq	207,29423		
230	Cyanide	Ar	µg	480,78721		
231	Cyanide	Água	µg	40,249345		
232	Cyanoacetic acid	Ar	pg	305,89644		
233	Cypermethrin	Solo	µg	47,552461		
234	Detergent, oil	Água	µg	261,19871		
235	Diatomite, in ground	Matéria-prima	ng	3,0658812		
236	Dichromate	Água	ng	368,22619		
237	Diethylamine	Ar	ng	78,459312		
238	Diethylamine	Água	ng	188,30572		
239	Dimethyl malonate	Ar	pg	383,59384		
240	Dimethylamine	Água	ng	79,511632		
241	Dinitrogen monoxide	Ar	g	1,4746774		
242	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Ar	pg	29,435704		
243	Dioxin, 2,3,7,8 Tetrachlorodibenzo-p-	Água	pg	3,9141		
244	Dipropylamine	Ar	ng	50,116005		
245	Dipropylamine	Água	ng	120,27909		
246	DOC, Dissolved Organic Carbon	Água	mg	164,30001		
247	Dolomite, in ground	Matéria-prima	mg	57,170398		
248	Energy, from biomass	Matéria-prima	kJ	9,9823764		
249	Energy, from coal	Matéria-prima	kJ	223,29034		
250	Energy, from coal, brown	Matéria-prima	kJ	4,7558888		
251	Energy, from gas, natural	Matéria-prima	kJ	922,13118		
252	Energy, from hydro power	Matéria-prima	kJ	10,4767		
253	Energy, from hydrogen	Matéria-prima	J	2,5976196		
254	Energy, from oil	Matéria-prima	kJ	929,08225		
255	Energy, from peat	Matéria-prima	J	170,60506		
256	Energy, from sulfur	Matéria-prima	J	6,5850644		
257	Energy, from uranium	Matéria-prima	kJ	171,71914		
258	Energy, from wood	Matéria-prima	kJ	14,299742		
259	Energy, geothermal	Matéria-prima	J	438,17429		
260	Energy, gross calorific value, in biomass	Matéria-prima	kJ	309,89685		
261	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	Matéria-prima	kJ	29,490556		
262	Energy, kinetic (in wind), converted	Matéria-prima	kJ	3,1729742		
263	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	Matéria-prima	kJ	39,913416		
264	Energy, recovered	Matéria-prima	kJ	-31,182553		
265	Energy, solar, converted	Matéria-prima	J	42,539695		
266	Energy, unspecified	Matéria-prima	J	25,08568		
267	Ethane	Ar	mg	7,5727286		
268	Ethane, 1,1-dichloro-	Água	pg	54,552613		
269	Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Ar	ng	14,971183		
270	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Ar	pg	58,687958		
271	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Água	ng	25,056871		
272	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Ar	µg	7,0519833		
273	Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Ar	ng	1,1265079		
274	Ethane, 1,2-dichloro-	Ar	µg	1,5500214		
275	Ethane, 1,2-dichloro-	Água	ng	634,14782		
276	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Ar	µg	1,5155355		
277	Ethane, chloro-	Ar	ng	54,532745		

278	Ethane, chloro-	Água	pg	996,498		
279	Ethane, dichloro-	Ar	ng	977,85692		
280	Ethane, dichloro-	Água	ng	502,81799		
281	Ethane, hexachloro-	Água	pg	11,148761		
282	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Ar	µg	3,4741149		
283	Ethanol	Ar	µg	57,658289		
284	Ethanol	Água	µg	1,6427957		
285	Ethene	Ar	mg	9,7376628		
286	Ethene	Água	µg	5,9227685		
287	Ethene, chloro-	Ar	ng	911,45066		
288	Ethene, chloro-	Água	ng	9,6912975		
289	Ethene, tetrachloro-	Ar	pg	142,43675		
290	Ethene, tetrachloro-	Água	ng	1,3259806		
291	Ethene, trichloro-	Água	ng	83,775231		
292	Ethyl acetate	Ar	µg	42,684519		
293	Ethyl acetate	Água	ng	200,67654		
294	Ethyl cellulose	Ar	ng	86,171482		
295	Ethylamine	Ar	pg	137,43299		
296	Ethylamine	Água	pg	329,84116		
297	Ethylene diamine	Ar	pg	78,685166		
298	Ethylene diamine	Água	pg	189,3091		
299	Ethylene oxide	Ar	ng	115,85488		
300	Ethylene oxide	Água	ng	67,492728		
301	Ethyne	Ar	µg	815,90219		
302	Fatty acids as C	Água	mg	11,41409		
303	Feldspar, in ground	Matéria-prima	ng	14,576606		
304	Fenpiclonil	Solo	ng	16,984158		
305	Ferromanganese	Matéria-prima	µg	45,099		
306	Fluoride	Água	mg	9,1825445		
307	Fluoride	Solo	µg	85,483172		
308	Fluorine	Ar	µg	19,29637		
309	Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	515,69156		
310	Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,8255079		
311	Fluorspar, 92%, in ground	Matéria-prima	mg	228,51976		
312	Fluorspar, in ground	Matéria-prima	µg	10,3113		
313	Fluosilicic acid	Ar	µg	2,9637555		
314	Fluosilicic acid	Água	µg	5,33476		
315	Formaldehyde	Ar	mg	2,7805812		
316	Formaldehyde	Água	µg	1,5641403		
317	Formamide	Ar	pg	62,435297		
318	Formamide	Água	pg	149,84648		
319	Formate	Água	ng	77,26163		
320	Formic acid	Ar	mg	1,9212099		
321	Formic acid	Água	pg	43,49875		
322	Furan	Ar	µg	545,52011		
323	Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	Matéria-prima	pg	115,3623		
324	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	Matéria-prima	mg	122,16902		
325	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	Matéria-prima	cm3	49,211068		
326	Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	dm3	23,91767		
327	Gas, natural, in ground	Matéria-prima	cu.in	932,51274		
328	Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	Matéria-prima	cu.in	189,76055		
329	Glutaraldehyde	Água	µg	6,0482891		
330	Glyphosate	Solo	µg	668,77702		
331	Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	84,408742		
332	Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	154,78733		
333	Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	185,33248		
334	Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	283,0758		
335	Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	70,157652		
336	Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	168,03653		
337	Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	260,14785		

338	Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	293,34366
339	Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	17,57777
340	Granite, in ground	Matéria-prima	pg	57,277551
341	Gravel, in ground	Matéria-prima	g	30,140488
342	Gypsum, in ground	Matéria-prima	µg	4,1397536
343	Heat, waste	Ar	MJ	3,6910498
344	Heat, waste	Água	kJ	129,33509
345	Heat, waste	Solo	kJ	3,3662892
346	Helium	Ar	mg	4,0258061
347	Heptane	Ar	mg	2,3629129
348	Hexane	Ar	mg	-71,638975
349	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Ar	µg	132,5454
350	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Ar	mg	4,2698283
351	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Água	µg	940,69415
352	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Ar	µg	197,031
353	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Água	µg	27,126984
354	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Ar	µg	225,88592
355	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Água	µg	59,753227
356	Hydrocarbons, aromatic	Ar	mg	1,9449868
357	Hydrocarbons, aromatic	Água	mg	4,0018706
358	Hydrocarbons, chlorinated	Ar	µg	1,5089937
359	Hydrocarbons, unspecified	Ar	mg	84,918114
360	Hydrocarbons, unspecified	Água	µg	315,2826
361	Hydrogen	Ar	mg	8,1672048
362	Hydrogen-3, Tritium	Ar	Bq	3,8007766
363	Hydrogen-3, Tritium	Água	Bq	454,36938
364	Hydrogen chloride	Ar	mg	23,207821
365	Hydrogen cyanide	Ar	pg	1,131588E-5
366	Hydrogen fluoride	Ar	mg	1,236838
367	Hydrogen peroxide	Ar	ng	63,850577
368	Hydrogen peroxide	Água	ng	539,81296
369	Hydrogen sulfide	Ar	µg	259,76857
370	Hydrogen sulfide	Água	µg	43,959905
371	Hydroxide	Água	µg	1,7769881
372	Hypochlorite	Água	µg	32,716694
373	Hypochlorous acid	Água	µg	21,869793
374	Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	Matéria-prima	ng	145,05887
375	Iodide	Água	µg	727,30887
376	Iodine	Ar	µg	28,440745
377	Iodine-129	Ar	µBq	852,92386
378	Iodine-129	Água	mBq	22,61857
379	Iodine-131	Ar	mBq	23,021038
380	Iodine-131	Água	µBq	56,479594
381	Iodine-133	Ar	µBq	21,464381
382	Iodine-133	Água	µBq	17,742978
383	Iodine-135	Ar	µBq	29,131499
384	Iodine, 0.03% in water	Matéria-prima	µg	38,880673
385	Iron	Ar	mg	1,8523006
386	Iron	Água	mg	13,7404
387	Iron	Solo	mg	11,127205
388	Iron-59	Ar	nBq	2,1508542
389	Iron-59	Água	nBq	769,09267
390	Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	839,80196
391	Iron, in ground	Matéria-prima	g	1,6101891
392	Iron, ion	Água	mg	66,677918
393	Isocyanic acid	Ar	ng	295,37982
394	Isoprene	Ar	µg	25,314321
395	Isopropylamine	Ar	pg	66,017845

396	Isopropylamine	Água	pg	158,44349		
397	Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	111,85367		
398	Kieserite, 25% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	1,1054306		
399	Krypton-85	Ar	kBq	5,8429113		
400	Krypton-85m	Ar	mBq	46,325061		
401	Krypton-87	Ar	mBq	14,298418		
402	Krypton-88	Ar	mBq	253,69146		
403	Krypton-89	Ar	mBq	9,5358095		
404	Lactic acid	Ar	ng	39,257876		
405	Lactic acid	Água	ng	94,219576		
406	Land use II-III	Matéria-prima	mm2a	863,87374		
407	Land use II-III, sea floor	Matéria-prima	cm2a	34,277548		
408	Land use II-IV	Matéria-prima	mm2a	639,72452		
409	Land use II-IV, sea floor	Matéria-prima	mm2a	354,0411		
410	Land use III-IV	Matéria-prima	cm2a	11,358077		
411	Land use IV-IV	Matéria-prima	mm2a	48,305527		
412	Lanthanum	Ar	ng	956,98342		
413	Lanthanum-140	Ar	nBq	298,41853		
414	Lanthanum-140	Água	µBq	5,0725062		
415	Lead	Ar	µg	159,53759		
416	Lead	Água	µg	310,17283		
417	Lead	Solo	µg	3,6508849		
418	Lead-210	Ar	mBq	18,609071		
419	Lead-210	Água	mBq	72,923144		
420	Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	µg	821,05018		
421	Lead, in ground	Matéria-prima	mg	22,201059		
422	Limestone, in ground	Matéria-prima	mg	12,87918		
423	Linuron Solo	µg	3,4197576			
424	Lithium, 0.15% in brine, in ground	Matéria-prima	ng	1,8062876		
425	Lithium, ion	Água	µg	2,9029914		
426	m-Xylene	Ar	µg	7,3861998		
427	m-Xylene	Água	pg	213,31861		
428	Magnesite, 60% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	10,714148		
429	Magnesium	Ar	mg	1,2134515		
430	Magnesium	Água	mg	266,75657		
431	Magnesium	Solo	mg	1,5003606		
432	Magnesium, 0.13% in water	Matéria-prima	ng	505,98163		
433	Magnesium, in ground	Matéria-prima	ng	10,89576		
434	Mancozeb	Solo	ng	55,388532		
435	Manganese	Ar	µg	100,6515		
436	Manganese	Água	mg	18,400939		
437	Manganese	Solo	µg	345,21922		
438	Manganese-54	Ar	nBq	71,357899		
439	Manganese-54	Água	mBq	5,4717909		
440	Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,541061		
441	Manganese, in ground	Matéria-prima	mg	1,155466		
442	Marl, in ground	Matéria-prima	g	1,0332551		
443	Mercaptans, unspecified	Ar	ng	147,58582		
444	Mercury	Ar	µg	16,9587		
445	Mercury	Água	µg	6,9163425		
446	Mercury	Solo	ng	16,03439		
447	Mercury, in ground	Matéria-prima	ng	9,02826		
448	Metal waste	Resíduo	mg	4,1301127		
449	Metaldehyde	Solo	ng	15,115438		
450	Metallic ions, unspecified	Água	µg	168,18105		
451	Metals, unspecified	Ar	µg	52,238806		
452	Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Matéria-prima	µg	157,44669		
453	Methane	Ar	g	20,620608		

454	Methane, biogenic	Ar	mg	1,0423409
455	Methane, bromo-, Halon 1001	Ar	pg	0,00043598335
456	Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Ar	ng	206,53895
457	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Ar	µg	23,128803
458	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Ar	ng	873,0316
459	Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Ar	ng	6,4291848
460	Methane, dichloro-, HCC-30	Ar	ng	39,615001
461	Methane, dichloro-, HCC-30	Água	µg	58,550579
462	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Ar	ng	14,066764
463	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Ar	µg	43,810574
464	Methane, fossil	Ar	mg	626,86077
465	Methane, monochloro-, R-40	Ar	ng	1,640066
466	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Ar	µg	16,005992
467	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Água	ng	2,022919
468	Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Ar	µg	30,56978
469	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Ar	ng	47,64166
470	Methane, trifluoro-, HFC-23	Ar	ng	2,4028285
471	Methanesulfonic acid	Ar	pg	309,11728
472	Methanol	Ar	mg	3,416382
473	Methanol	Água	µg	9,0717198
474	Methyl acetate	Ar	pg	21,197744
475	Methyl acetate	Água	pg	50,874141
476	Methyl acrylate	Ar	ng	26,93083
477	Methyl acrylate	Água	ng	526,10166
478	Methyl amine	Ar	ng	28,777535
479	Methyl amine	Água	ng	69,06315
480	Methyl borate	Ar	pg	16,322421
481	Methyl ethyl ketone	Ar	µg	42,600402
482	Methyl formate	Ar	pg	120,95491
483	Methyl formate	Água	pg	48,290332
484	Methyl lactate	Ar	ng	43,098685
485	Metolachlor	Solo	µg	24,750965
486	Metribuzin	Solo	ng	1,9502657
487	Mineral waste	Resíduo	mg	40,969008
488	Molybdenum	Ar	µg	8,9116009
489	Molybdenum	Água	µg	225,03951
490	Molybdenum	Solo	ng	44,192867
491	Molybdenum-99	Água	µBq	1,7431843
492	Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83% in crude ore, in ground Matéria-prima	µg		227,65796
493	Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81% in crude ore, in ground Matéria-prima	µg		32,149533
494	Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36% in crude ore, in ground Matéria-prima	µg		34,64796
495	Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39% in crude ore, in ground Matéria-prima	µg		117,80581
496	Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36% in crude ore, in ground Matéria-prima	µg		69,361691
497	Molybdenum, in ground Matéria-prima	ng		65,226868
498	Monoethanolamine	Ar	µg	1,6407065
499	Napropamide	Solo	ng	26,742642
500	Neptunium-237	Ar	nBq	0,062213383
501	Neptunium-237	Água	µBq	9,9875862
502	Nickel	Ar	µg	413,2312
503	Nickel	Solo	µg	2,3667628
504	Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76% in crude ore, in ground Matéria-prima	µg		21,225997
505	Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground Matéria-prima	mg		46,225084
506	Nickel, in ground Matéria-prima	mg		1,7306748
507	Nickel, ion	Água	mg	2,0609868

508	Niobium-95	Ar	nBq	12,105417		
509	Niobium-95	Água	µBq	15,637453		
510	Nitrate	Ar	µg	2,9087787		
511	Nitrate	Água	g	26,830897		
512	Nitrite	Água	µg	38,036058		
513	Nitrobenzene	Ar	ng	236,54556		
514	Nitrobenzene	Água	ng	947,95411		
515	Nitrogen	Ar	mg	5,9386144		
516	Nitrogen	Água	mg	313,4786		
517	Nitrogen	Solo	µg	2,413219		
518	Nitrogen oxides	Ar	g	2,0520764		
519	Nitrogen, in air	Matéria-prima	g	1,71621		
520	Nitrogen, organic bound	Água	mg	1,8765426		
521	Nitrogen, total	Água	mg	4,2969574		
522	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Ar	mg	798,57493		
523	Noble gases, radioactive, unspecified	Ar	kBq	4,935842		
524	o-Xylene	Água	pg	59,533522		
525	Occupation, arable	Matéria-prima	m2a	0,5752821		
526	Occupation, arable, non-irrigated	Matéria-prima	mm2a	111,78053		
527	Occupation, construction site	Matéria-prima	mm2a	27,135074		
528	Occupation, dump site	Matéria-prima	mm2a	40,382453		
529	Occupation, dump site, benthos	Matéria-prima	mm2a	10,130816		
530	Occupation, forest, intensive	Matéria-prima	mm2a	16,156911		
531	Occupation, forest, intensive, normal	Matéria-prima	mm2a	841,55195		
532	Occupation, forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	cm2a	73,975664		
533	Occupation, industrial area	Matéria-prima	mm2a	131,28183		
534	Occupation, industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2a	0,135441		
535	Occupation, industrial area, built up	Matéria-prima	mm2a	57,968388		
536	Occupation, industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2a	23,681101		
537	Occupation, mineral extraction site	Matéria-prima	mm2a	32,469253		
538	Occupation, permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	cm2a	108,0339		
539	Occupation, shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2a	1,3799753		
540	Occupation, traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2a	13,406259		
541	Occupation, traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2a	14,824229		
542	Occupation, traffic area, road embankment	Matéria-prima	mm2a	14,074611		
543	Occupation, traffic area, road network	Matéria-prima	mm2a	165,0544		
544	Occupation, urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2a	8,9887706		
545	Occupation, water bodies, artificial	Matéria-prima	mm2a	46,968773		
546	Occupation, water courses, artificial	Matéria-prima	mm2a	22,697762		
547	Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground	Matéria-prima	g	45,498021		
548	Oil, crude, in ground	Matéria-prima	g	112,79485		
549	Oils, biogenic	Solo	µg	23,491738		
550	Oils, unspecified	Água	g	3,6890725		
551	Oils, unspecified	Solo	mg	116,97358		
552	Olivine, in ground	Matéria-prima	µg	473,63474		
553	Orbencarb	Solo	ng	10,531629		
554	Organic substances, unspecified	Ar	mg	1,0441424		
555	Organic substances, unspecified	Água	ng	14,345837		
556	Oxygen	Ar	pg	2,73114E-5		
557	Oxygen, in air	Matéria-prima	mg	1,060092		
558	Ozone	Ar	µg	177,59058		
559	Packaging waste, paper and board	Resíduo	mg	1,9170015		
560	Packaging waste, plastic	Resíduo	pg	114,34064		
561	Packaging waste, wood	Resíduo	ng	11,456015		
562	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Ar	µg	22,359946		
563	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Água	µg	55,731273		
564	Palladium, in ground	Matéria-prima	ng	9,7989481		
565	Particulates	Ar	mg	11,599481		
566	Particulates, < 10 um	Ar	mg	31,049876		

567	Particulates, < 10 um (mobile)	Ar	mg	29,514372	
568	Particulates, < 10 um (stationary)	Ar	mg	13,543061	
569	Particulates, < 2.5 um	Ar	mg	38,08685	
570	Particulates, > 10 um	Ar	mg	24,662554	
571	Particulates, > 10 um (process)	Ar	mg	39,330937	
572	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Ar	mg	10,168258	
573	Particulates, diesel soot	Ar	mg	49,346123	
574	Particulates, unspecified	Ar	mg	3,2301121	
575	Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground	Matéria-prima	ng	678,64024	
576	Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground	Matéria-prima	µg	1,6308943	
577	Peat, in ground	Matéria-prima	µg	476,25658	
578	Pentane	Ar	mg	14,028575	
579	Phenol	Ar	µg	11,425059	
580	Phenol	Água	µg	475,76583	
581	Phenol, 2,4-dichloro-	Ar	ng	27,678444	
582	Phenol, pentachloro-	Ar	ng	124,43907	
583	Phenols, unspecified	Água	µg	290,20762	
584	Phosphate	Água	mg	346,31633	
585	Phosphate ore, in ground	Matéria-prima	g	24,805549	
586	Phosphine	Ar	pg	20,517185	
587	Phosphorus	Ar	µg	20,911726	
588	Phosphorus	Água	µg	214,85768	
589	Phosphorus	Solo	µg	200,08868	
590	Phosphorus compounds, unspecified	Água	µg	1,2333275	
591	Phosphorus pentoxide	Matéria-prima	pg	53,0712	
592	Phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	11,256247	
593	Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	2,0627663	
594	Phosphorus, total	Ar	µg	57,360169	
595	Phosphorus, total	Água	mg	1,7471878	
596	Phosphorus, total	Solo	µg	105,98067	
597	Phthalate, dioctyl-	Água	pg	234,56573	
598	Phthalate, p-dibutyl-	Água	ng	2,4904689	
599	Pirimicarb	Solo	ng	21,428131	
600	Plastic waste	Resíduo	mg	116,03714	
601	Platinum	Ar	ng	52,585052	
602	Platinum, in ground	Matéria-prima	ng	11,571527	
603	Plutonium-238	Ar	nBq	0,19290953	
604	Plutonium-241	Ar	mBq	9,1702989	
605	Plutonium-241	Água	mBq	6,3935889	
606	Plutonium-alpha	Ar	µBq	3,7664442	
607	Plutonium-alpha	Água	µBq	622,13383	
608	Polonium-210	Ar	mBq	33,145183	
609	Polonium-210	Água	mBq	110,49105	
610	Polychlorinated biphenyls	Ar	ng	12,74042	
611	Potassium	Ar	mg	2,1961738	
612	Potassium	Água	mg	20,620546	
613	Potassium	Solo	µg	988,66253	
614	Potassium-40	Ar	mBq	4,8621274	
615	Potassium-40	Água	mBq	10,528452	
616	Potassium chloride	Matéria-prima	ng	383,256	
617	Potassium, ion	Água	mg	146,68394	
618	Promethium-147	Ar	µBq	32,02986	
619	Propanal	Ar	ng	68,528927	
620	Propanal	Água	pg	118,60636	
621	Propane	Ar	mg	28,30169	
622	Propanol	Água	pg	477,32856	
623	Propene	Ar	mg	2,8880613	

624	Propene	Água	µg	7,6489769		
625	Propionic acid	Ar	µg	17,04025		
626	Propionic acid	Água	ng	66,346002		
627	Propylamine	Ar	pg	19,772191		
628	Propylamine	Água	pg	47,453857		
629	Propylene oxide	Ar	ng	685,4609		
630	Propylene oxide	Água	µg	1,6486189		
631	Protactinium-234	Ar	µBq	111,22872		
632	Protactinium-234	Água	mBq	2,0532573		
633	Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground					
	Matéria-prima	ng		15,62838		
634	Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground					
	Matéria-prima	ng		56,026425		
635	Radioactive species, alpha emitters	Água	µBq	53,815137		
636	Radioactive species, from fission and activation	Água	µBq	406,81781		
637	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Água	mBq	500,29798		
638	Radioactive species, other beta emitters	Ar	mBq	4,9201937		
639	Radium-224	Água	mBq	360,97654		
640	Radium-226	Ar	mBq	8,3082432		
641	Radium-226	Água	Bq	4,4142565		
642	Radium-228	Ar	mBq	3,3821869		
643	Radium-228	Água	mBq	722,20082		
644	Radon-220	Ar	mBq	93,077509		
645	Radon-222	Ar	kBq	18,182411		
646	Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0% in ore, in ground					
	Matéria-prima	ng		15,171559		
647	Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2% in ore, in ground					
	Matéria-prima	ng		47,519026		
648	Rhenium, in crude ore, in ground	Matéria-prima	ng	20,501334		
649	Rhenium, in ground	Matéria-prima	ng	9,3480669		
650	Rhodium, in ground	Matéria-prima	ng	10,512699		
651	Rubidium	Água	µg	49,759405		
652	Ruthenium	Água	µg	22,539094		
653	Ruthenium-103	Ar	nBq	1,1220899		
654	Ruthenium-103	Água	µBq	1,428668		
655	Ruthenium-106	Ar	µBq	376,62836		
656	Ruthenium-106	Água	mBq	37,662836		
657	Rutile, in ground	Matéria-prima	µg	57,933		
658	Salts, unspecified	Água	mg	7,4575309		
659	Sand, quartz, in ground	Matéria-prima	pg	2,5218E-17		
660	Sand, unspecified, in ground	Matéria-prima	mg	399,77474		
661	Scandium	Ar	µg	1,2319816		
662	Scandium	Água	µg	53,112263		
663	Selenium	Ar	µg	17,887108		
664	Selenium	Água	µg	240,65937		
665	Selenium compounds	Ar	pg	4,76856E-7		
666	Shale, in ground	Matéria-prima	µg	264,51668		
667	Silicates, unspecified	Ar	µg	308,06865		
668	Silicon	Ar	mg	4,9966008		
669	Silicon	Água	mg	403,94464		
670	Silicon Solo	µg		926,98182		
671	Silicon tetrafluoride	Ar	ng	13,623216		
672	Silver	Ar	ng	39,648529		
673	Silver	Água	µg	1,4493376		
674	Silver-110	Ar	nBq	59,620368		
675	Silver-110	Água	mBq	1,9429903		
676	Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground	Matéria-prima	µg	1,8745064		
677	Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te, in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	1,337274		

678	Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	123,45723
679	Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	281,96207
680	Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	276,37008
681	Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%, in ore, in ground	Matéria-prima	ng	182,364
682	Silver, in ground	Matéria-prima	µg	200,76331
683	Silver, ion	Água	µg	8,2039627
684	Slags and ashes	Resíduo	mg	541,63906
685	Sodium Ar	µg	711,67974	
686	Sodium Solo	mg	3,0675866	
687	Sodium-24	Água	µBq	113,42306
688	Sodium chlorate	Ar	ng	74,327548
689	Sodium chloride, in ground	Matéria-prima	g	8,5674013
690	Sodium dichromate	Ar	ng	99,853573
691	Sodium formate	Ar	ng	2,519826
692	Sodium formate	Água	ng	6,053728
693	Sodium hydroxide	Ar	ng	238,09428
694	Sodium nitrate	Matéria-prima	ng	32,688
695	Sodium nitrate, in ground	Matéria-prima	pg	56,681038
696	Sodium sulphate, various forms, in ground	Matéria-prima	mg	1,7145029
697	Sodium, ion	Água	g	2,7931912
698	Solids, inorganic	Água	mg	33,493624
699	Solved solids	Água	g	4,2602065
700	Solved substances	Água	mg	13,510417
701	Stibnite, in ground	Matéria-prima	pg	318,61119
702	Strontium	Ar	µg	68,715465
703	Strontium	Água	mg	29,289166
704	Strontium	Solo	µg	15,480491
705	Strontium-89	Ar	nBq	103,62559
706	Strontium-89	Água	µBq	39,620351
707	Strontium-90	Ar	µBq	62,215172
708	Strontium-90	Água	mBq	641,69319
709	Styrene	Ar	ng	675,25681
710	Sulfate	Ar	mg	3,4151716
711	Sulfate	Água	g	2,0406984
712	Sulfide	Água	mg	1,299953
713	Sulfite	Água	µg	29,480649
714	Sulfur	Água	mg	2,299064
715	Sulfur	Solo	mg	2,7709964
716	Sulfur dioxide	Ar	mg	604,17844
717	Sulfur hexafluoride	Ar	µg	2,4613554
718	Sulfur oxides	Ar	mg	857,96622
719	Sulfur trioxide	Ar	µg	1,8994166
720	Sulfur trioxide	Água	µg	33,791905
721	Sulfur, bonded	Matéria-prima	µg	16,66836
722	Sulfur, in ground	Matéria-prima	g	1,6505781
723	Sulfuric acid	Ar	ng	49,858964
724	Sulfuric acid	Solo	pg	30,775778
725	Suspended solids, unspecified	Água	g	3,6486202
726	Sylvite, 25 % in sylvinite, in ground	Matéria-prima	mg	295,60931
727	t-Butyl methyl ether	Ar	µg	1,0150067
728	t-Butyl methyl ether	Água	µg	3,6844388
729	t-Butylamine	Ar	pg	250,67038
730	t-Butylamine	Água	pg	601,61649
731	Talc, in ground	Matéria-prima	µg	11,768172
732	Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	1,4778762
733	Tebutam	Solo	ng	63,367647
734	Technetium-99	Ar	nBq	2,6371808
735	Technetium-99	Água	mBq	3,9582322

736	Techneium-99m	Água	µBq	36,365486		
737	Teflubenzuron Solo	pg		130,01771		
738	Tellurium-123mAr	nBq		247,14314		
739	Tellurium-123mÁgua	µBq		15,449828		
740	Tellurium-132	Água	nBq	144,85136		
741	Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and Ag, in crude ore, in ground	ng		200,59444	Matéria- prima	
742	Terephthalate, dimethyl	Água	ng	15,696139		
743	Terpenes	Ar	µg	239,36518		
744	Thallium	Ar	ng	347,96708		
745	Thallium	Água	µg	4,9219515		
746	Thiram Solo	µg		1,089763		
747	Thorium	Ar	ng	668,35005		
748	Thorium-228	Ar	mBq	1,9353047		
749	Thorium-228	Água	Bq	1,4451893		
750	Thorium-230	Ar	µBq	821,70022		
751	Thorium-230	Água	mBq	293,96012		
752	Thorium-232	Ar	mBq	1,3392629		
753	Thorium-232	Água	µBq	353,61146		
754	Thorium-234	Ar	µBq	111,24329		
755	Thorium-234	Água	mBq	2,0590938		
756	Tin	Ar	µg	1,6975377		
757	Tin	Solo	ng	55,356568		
758	Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg	66,29471		
759	Tin, in ground	Matéria-prima	µg	111,41607		
760	Tin, ion	Água	µg	44,336959		
761	TiO ₂ , 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	Matéria-prima	mg	3,995505		
762	TiO ₂ , 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground	Matéria-prima	ng	12,682162		
763	Titanium	Ar	µg	133,55365		
764	Titanium	Solo	µg	11,575838		
765	Titanium, ion	Água	mg	4,4116646		
766	TOC, Total Organic Carbon	Água	mg	257,50939		
767	Toluene	Ar	mg	2,1186233		
768	Toluene	Água	µg	858,61584		
769	Toluene, 2-chloro-	Ar	ng	69,746001		
770	Toluene, 2-chloro-	Água	ng	145,87816		
771	Transformation, from arable	Matéria-prima	mm ²	0,056184902		
772	Transformation, from arable, non-irrigated	Matéria-prima	mm ²	206,59016		
773	Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm ²	0,013082958		
774	Transformation, from dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm ²	0,12604322		
775	Transformation, from dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm ²	0,14447851		
776	Transformation, from dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm ²	0,0041048386		
777	Transformation, from dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm ²	0,0011373276		
778	Transformation, from forest	Matéria-prima	mm ²	65,711806		
779	Transformation, from forest, extensive	Matéria-prima	mm ²	158,85087		
780	Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm ²	264,19998		
781	Transformation, from industrial area	Matéria-prima	mm ²	0,081719968		
782	Transformation, from industrial area, benthos	Matéria-prima	mm ²	0,0001235571		
783	Transformation, from industrial area, built up	Matéria-prima	mm ²	0,00064331852		
784	Transformation, from industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm ²	0,0010974257		
785	Transformation, from mineral extraction site	Matéria-prima	mm ²	0,50886461		
786	Transformation, from pasture and meadow	Matéria-prima	mm ²	0,84158198		
787	Transformation, from pasture and meadow, intensive	Matéria-prima	mm ²	0,16859554		
788	Transformation, from sea and ocean	Matéria-prima	mm ²	10,141181		
789	Transformation, from shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm ²	0,39559616		

790	Transformation, from tropical rain forest	Matéria-prima	mm2	264,19998
791	Transformation, from unknown	Matéria-prima	mm2	5,5892037
792	Transformation, to arable	Matéria-prima	mm2	0,52903945
793	Transformation, to arable, non-irrigated	Matéria-prima	mm2	206,75877
794	Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	Matéria-prima	mm2	0,01744471
795	Transformation, to dump site	Matéria-prima	mm2	0,28391328
796	Transformation, to dump site, benthos	Matéria-prima	mm2	10,130816
797	Transformation, to dump site, inert material landfill	Matéria-prima	mm2	0,12604322
798	Transformation, to dump site, residual material landfill	Matéria-prima	mm2	0,14448182
799	Transformation, to dump site, sanitary landfill	Matéria-prima	mm2	0,0041048386
800	Transformation, to dump site, slag compartment	Matéria-prima	mm2	0,0011373276
801	Transformation, to forest	Matéria-prima	mm2	0,34629371
802	Transformation, to forest, intensive	Matéria-prima	mm2	0,10762889
803	Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	Matéria-prima	mm2	264,19998
804	Transformation, to forest, intensive, normal	Matéria-prima	mm2	6,5853116
805	Transformation, to forest, intensive, short-cycle	Matéria-prima	mm2	264,19998
806	Transformation, to heterogeneous, agricultural	Matéria-prima	mm2	4,2768841
807	Transformation, to industrial area	Matéria-prima	mm2	0,50977923
808	Transformation, to industrial area, benthos	Matéria-prima	mm2	0,010365494
809	Transformation, to industrial area, built up	Matéria-prima	mm2	1,2635859
810	Transformation, to industrial area, vegetation	Matéria-prima	mm2	0,60995121
811	Transformation, to mineral extraction site	Matéria-prima	mm2	62,157377
812	Transformation, to pasture and meadow	Matéria-prima	mm2	0,04275949
813	Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	Matéria-prima	mm2	152,08078
814	Transformation, to sea and ocean	Matéria-prima	mm2	0,00012355571
815	Transformation, to shrub land, sclerophyllous	Matéria-prima	mm2	0,2757639
816	Transformation, to traffic area, rail embankment	Matéria-prima	mm2	0,031195334
817	Transformation, to traffic area, rail network	Matéria-prima	mm2	0,034289087
818	Transformation, to traffic area, road embankment	Matéria-prima	mm2	0,080628727
819	Transformation, to traffic area, road network	Matéria-prima	mm2	1,8291982
820	Transformation, to unknown	Matéria-prima	mm2	0,15485939
821	Transformation, to urban, discontinuously built	Matéria-prima	mm2	0,17905051
822	Transformation, to water bodies, artificial	Matéria-prima	mm2	0,40341112
823	Transformation, to water courses, artificial	Matéria-prima	mm2	0,26724722
824	Tributyltin compounds	Água	µg	37,829397
825	Triethylene glycol	Água	µg	356,02502
826	Trimethylamine	Ar	pg	40,637832
827	Trimethylamine	Água	pg	97,530796
828	Tungsten	Ar	ng	100,63672
829	Tungsten	Água	µg	58,213843
830	Ulexite, in ground	Matéria-prima	µg	5,425445
831	Undissolved substances	Água	mg	133,56652
832	Unspecified input	Matéria-prima	ng	84,1014
833	Uranium	Ar	ng	683,90162
834	Uranium-234	Ar	mBq	1,4378827
835	Uranium-234	Água	mBq	2,5589592
836	Uranium-235	Ar	µBq	63,342982
837	Uranium-235	Água	mBq	4,0723711
838	Uranium-238	Ar	mBq	5,1804616
839	Uranium-238	Água	mBq	43,610547
840	Uranium alpha	Ar	mBq	5,3464681
841	Uranium alpha	Água	mBq	123,68662
842	Uranium, 560 GJ per kg, in ground	Matéria-prima	µg	153,67024
843	Uranium, in ground	Matéria-prima	µg	308,96383
844	Urea	Água	pg	187,84273
845	Vanadium	Ar	mg	1,0136305
846	Vanadium	Solo	ng	331,33738

847	Vanadium, ion	Água	µg	395,37515		
848	Vermiculite, in ground	Matéria-prima	µg	2,722859		
849	VOC, volatile organic compounds	Ar	mg	3,5725103		
850	VOC, volatile organic compounds as C	Água	µg	785,49576		
851	VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Água	mg	1,7449394		
852	Volume occupied, final repository for low-active radioactive waste	Matéria-prima				
	mm3			0,61692209		
853	Volume occupied, final repository for radioactive waste	Matéria-prima				
	mm3			0,15169987		
854	Volume occupied, reservoir	Matéria-prima	cm3y	764,81952		
855	Volume occupied, underground deposit	Matéria-prima	mm3	1,8514637		
856	Waste in incineration	Resíduo	mg	20,540648		
857	Waste returned to mine	Resíduo	g	1,3804368		
858	Waste to recycling	Resíduo	mg	29,755882		
859	Waste, industrial	Resíduo	mg	33,182474		
860	Waste, solid	Resíduo	mg	-292,068		
861	Waste, unspecified	Resíduo	mg	891,97921		
862	Water	Ar	mg	1,5663439		
863	Water, cooling, drinking	Matéria-prima	g	1,203282		
864	Water, cooling, salt, ocean	Matéria-prima	g	107,8578		
865	Water, cooling, surface	Matéria-prima	g	42,1758		
866	Water, cooling, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	g	737,946		
867	Water, cooling, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cu.in	125,51912		
868	Water, cooling, well, in ground	Matéria-prima	mg	10,0629		
869	Water, lake	Matéria-prima	cm3	2,8374061		
870	Water, process, drinking	Matéria-prima	g	39,9834		
871	Water, process, salt, ocean	Matéria-prima	g	2,3409		
872	Water, process, surface	Matéria-prima	g	16,25562		
873	Water, process, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	g	34,1658		
874	Water, process, well, in ground	Matéria-prima	mg	999,378		
875	Water, river	Matéria-prima	cu.in	97,009188		
876	Water, salt, ocean	Matéria-prima	cm3	29,373585		
877	Water, salt, sole	Matéria-prima	cm3	94,186477		
878	Water, turbine use, unspecified natural origin	Matéria-prima	dm3	270,27906		
879	Water, unspecified natural origin/kg	Matéria-prima	g	761,69422		
880	Water, unspecified natural origin/m3	Matéria-prima	cm3	442,91855		
881	Water, well, in ground	Matéria-prima	cu.in	481,76046		
882	Wood waste	Resíduo	mg	32,218205		
883	Wood, dry matter	Matéria-prima	mg	237,7448		
884	Wood, hard, standing	Matéria-prima	mm3	165,74573		
885	Wood, primary forest, standing	Matéria-prima	cm3	2,7355266		
886	Wood, soft, standing	Matéria-prima	mm3	571,36331		
887	Wood, unspecified, standing/m3	Matéria-prima	mm3	0,015391974		
888	Xenon-131m	Ar	mBq	68,286019		
889	Xenon-133	Ar	Bq	5,332998		
890	Xenon-133m	Ar	mBq	4,7009269		
891	Xenon-135	Ar	Bq	1,4252469		
892	Xenon-135m	Ar	mBq	504,71863		
893	Xenon-137	Ar	mBq	12,500702		
894	Xenon-138	Ar	mBq	119,09814		
895	Xylene	Ar	mg	1,3731283		
896	Xylene	Água	µg	698,89528		
897	Yttrium-90	Água	nBq	382,20317		
898	Zinc	Ar	µg	746,11117		
899	Zinc	Solo	µg	34,908068		
900	Zinc-65	Ar	nBq	380,62706		
901	Zinc-65	Água	µBq	370,50857		
902	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	Matéria-prima	mg	9,9605854		
903	Zinc, in ground	Matéria-prima	mg	1,4268872		
904	Zinc, ion	Água	mg	4,7905487		

905	Zirconium	Ar	ng	36,039603		
906	Zirconium-95	Ar	nBq	65,036713		
907	Zirconium-95	Água	µBq	322,55281		
908	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	Matéria-prima	µg			2,0228001

APÊNDICE M – Figuras (fonte: do autor)**QUEIJO MINAS INDUSTRIAL**

FIGURA 18 - Tanque de estocagem de leite (recepção)



FIGURA 19 - Colocação do coalho



FIGURA 20 - Processo de dessoração e enformagem da massa



FIGURA 21 - Salga do queijo



FIGURA 22 - Maturação do queijo



QUEIJO MINAS ARTESANAL

FIGURA 23 - Local de fabricação do queijo artesanal



FIGURA 24 - Processo de dessoração e enformagem da massa



FIGURA 25 - Sal grosso e coalho utilizados na fabricação do queijo



FIGURA 26 - Fermento pingando (coleta)



FIGURA 27 - Queijo maturando na parte de cima, abaixo a massa de queijo enformada



DOCE DE LEITE INDUSTRIAL

FIGURA 28 - Tanque de leite e maquinário para o processo de homogeneização



FIGURA 29 - Mistura do açúcar no leite na etapa de mistura e cocção



FIGURA 30 - Tanque de estocagem de doce



FIGURA 31 - Máquina de injetar doce



FIGURA 32 - Limpeza dos tachos



DOCE DE LEITE ARTESANAL

FIGURA 33 - Entrada da loja



FIGURA 34 - Local de exposição dos doces e licores para venda



FIGURA 35 - Mistura e cocção



FIGURA 36 - Doce em potes de vidro



FIGURA 37 - Potes de doce

