UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANDERSON RICARDO BORTOLIN

Avaliação do Ciclo de Vida: principais métodos e estudo comparativo entre o cesto de plástico e de inox de uma lavadora de roupa

São Carlos
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

ANDERSON RICARDO BORTOLIN

Avaliação do Ciclo de Vida: principais métodos e estudo comparativo entre o cesto de plástico e de inox de uma lavadora de roupa

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto

São Carlos
2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

B739a

Bortolin, Anderson Ricardo
Avaliação do ciclo de vida : principais métodos e estudo comparativo entre o cesto de plástico e de inox de uma lavadora de roupa / Anderson Ricardo Bortolin ; orientador Aldo Roberto Ometto. -- São Carlos, 2009.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia de Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

1. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). 2. Métodos de ACV. 3. Cesto da lavadora de roupa. 4. Plástico. 5. Aço inox. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **ANDERSON RICARDO BORTOLIN.**

Dissertação defendida e julgada em 28/05/2009 perante a Comissão Julgadora:

Aprovado

Prof. Dr. **ALDO ROBERTO OMETTO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dr. **DANIEL CAPALDO AMARAL**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

Dr. **MARCOS ROBERTO MONTEIRO**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Prof. Associado **REGINALDO TEIXEIRA COELHO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Agradecimentos

A DEUS pela vida e saúde plena durante o período de trabalho.

A toda minha família, em especial aos meus pais José e Zuleica ao meu irmão Jeferson e ao meu sobrinho Leonardo, que estiveram sempre ao meu lado e souberam compreender as minhas ausências quando necessário.

À minha noiva Sabrina Eloisa Oliva em especial, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, ajudando e incentivando durante este trabalho.

Ao meu amigo Ademir Brescansin, pelo apoio e ajuda para o inicio da realização deste trabalho.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto, pelos ensinamentos, pela orientação e pela amizade.

Aos amigos André Tachard e Américo, pelas conversas, que sempre foram pontos de reflexão importantes.

Agradeço ao CAPES pela bolsa concedida durante dois meses, para uma dedicação mais exclusiva ao trabalho.

E a todos os funcionários do Departamento de Engenharia de Produção da USP pelo apoio para o desenvolvimento deste trabalho.

Resumo

BORTOLIN, A.R. (2009) **Avaliação do Ciclo de Vida: principais métodos e estudo comparativo entre o cesto de plástico e de inox de uma lavadora de roupa.** 100p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009.

Os produtos podem causar impactos negativos ao meio ambiente em uma das suas etapas do ciclo de vida, quais sejam: aquisição de matéria-prima, fabricação, distribuição, uso e disposição final. A integração dos aspectos ambientais no projeto e no desenvolvimento de produto busca prevenir e minimizar os possíveis impactos ao longo de seu ciclo de vida. Esses impactos variam quanto à categoria, magnitude, extensão e duração. A principal metodologia para avaliar os impactos ambientais do ciclo de vida do produto é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Contudo há diversos métodos e formas de aplicações desta metodologia. O primeiro objetivo é identificar os principais métodos da ACV, por meio de uma revisão sistemática. O segundo é realizar um estudo de caso comparativo da ACV entre dois tipos de cestos (de plástico e de aço inox) utilizados nas lavadoras de roupas automáticas, pois é um produto que por sua característica de funcionamento, utiliza muita água e energia elétrica, gerando potenciais impactos ambientais que foram identificados neste trabalho baseado no método EDIP e nas normas ISO e ABNT referente a ACV. Os principais métodos identificados na revisão sistemática foram: Eco-indicator 99, EPS, CML Ecological Footprint e EDIP. A comparação do ciclo de vida dos dois cestos demonstra que, para as categorias de impactos de potencial de aquecimento global, acidificação, eutrofização, ecotoxidade e toxidade humana, o cesto inox tem uma maior contribuição para os potencias impactos ambientais em relação ao cesto de plástico, principalmente devido à maior distância transportada da matéria-prima do aço até a fabricação do cesto. Se a distancia fosse a mesma, a contribuição dos cestos é praticamente a mesma, considerando dois cestos de plástico para um cesto de inox. Como sugestão, o fabricante faça melhorias no desenvolvimento das características da matéria-prima do cesto plástico, para que não tenha problemas com manchas no cesto, desta forma não havendo troca do cesto plástico durante a fase de uso os resultados seriam mais favoráveis, representando metade dos potenciais impactos do cesto plástico em relação ao cesto inox.

Palavras-chave: Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), métodos de ACV, cesto da lavadora de roupa, plástico, aço inox.

Abstract

BORTOLIN, A.R. (2009) **Life Cycle Assessment: main methods and comparative study between the plastic and stainless steel of the washer machine´s basket.** 100p. M.Sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009.

The products can cause negative impacts to the environment in one of their stages of the life cycle, which are: raw material acquisition, production, distribution, use and final disposition. The integration of the environmental aspects in the project and in the product development it looks for to prevent and to minimize the possible impacts along his/her life cycle. Those impacts vary as for the category, magnitude, extension and duration. The main methodology to evaluate the environmental impacts of the cycle of life of the product is the Life Cycle Assessment (LCA). However there are several methods and forms of applications of this methodology. The first objective is to identify the main methods of LCA, through a systematic revision. The second is to accomplish a study of comparative case of LCA among two types of baskets (of plastic and of stainless steel) used in the washers of automatic clothes, because it is a product that for his/her operation characteristic, it uses a lot of water and electric power, generating potentials environmental impacts that you/they were identified in this work based on the method EDIP and in the norms ISO and ABNT regarding LCA. The main identified methods in the systematic revision were: Echo-indicator 99, EPS, CML Ecological Footprint and EDIP. The comparison of the cycle of life of the two baskets demonstrates that, for the categories of impacts of potential of global warming, acidification, nutrient enrichment, ecotoxicity and human toxicity, the stainless steel basket has a larger contribution for the potencies environmental impacts in relation to the basket of plastic, mainly due to the largest transported distance of the raw material of the steel to the production of the basket. If it distances was her the same, the contribution of the baskets is practically the same, considering two baskets of plastic for an stainless steel basket. As suggestion, the manufacturer makes improvements in the development of the characteristics of the raw material of the plastic basket, so that he doesn't have problems with stains in the basket, this way not having change of the plastic basket during the use phase the results would be more favorable, representing half of the potentials impacts of the plastic basket in relation to the stainless steel basket.

Keywords: Life Cycle Assessment (LCA), LCA Methods, washer machine´s basket, Plastic, Stainless steel.

Lista de Figuras

Figura 1 - Cinco dimensões da Sustentabilidade 12
Figura 2 - Paradoxo entre o tempo do projeto e o grau de liberdade para as melhorias ambientais..... 20
Figura 3 - Estágios do ciclo de vida do produto..... 33
Figura 4 - Fases da ACV e áreas de aplicação 34
Figura 5 - Procedimento para análise do inventário 39
Figura 6 - Unidade de Processo..... 40
Figura 8 - Primeira Lavadora de roupa de 1858..... 49
Figura 9 - Propaganda da Máquina de espremer roupas. 50
Figura 10 - Máquina de lavar roupas, década de 20 51
Figura 11 - Lavadora de roupa da década de 40. 52
Figura 12 - Lavadora Mondial..... 53
Figura 13 - Lavadora com auto-aquecimento..... 54
Figura 14 - Lavadora Consul 55
Figura 15 - Lavadora "Front-load" 56
Figura 16 - Lavadora "Top-load" 57
Figura 17 - Cesto em aço com camada de esmalte 58
Figura 18 - Cesto em Inox 58
Figura 19 - Cesto em Aço inox 59
Figura 20 - Posicionamento do cesto inox no produto 59
Figura 21 - Cesto em Plástico 59
Figura 22 - Posicionamento do cesto Plástico no produto 59
Figura 23 – Sistemas do Cesto Inox e Plástico 76

Lista de tabelas

Tabela 1- Evolução da Gestão Ambiental 17
Tabela 2– Os princípios do "bom design" e ecodesign 22
Tabela 3 – Critérios de Ecodesign 23
Tabela 5 - Principais Elementos do Inventário 40
Tabela 6 - Quantidade de substâncias emitidas para atmosfera no ciclo de vida do cesto plástico 83
Tabela 7 - Quantidade de substâncias emitidas para atmosfera no ciclo de vida do cesto Inox 83
Tabela 8 - Potencial de Aquecimento Global 87
Tabela 9 - Potencial de Formação de Ozônio 89
Tabela 10 - Potencial de Acidificação 90
Tabela 11 - Potencial de Eutrofização. 91
Tabela 12 - Ecotoxicidade para o Plástico 93
Tabela 13 - Ecotoxicidade para o Aço Inox 93
Tabela 14 - Toxicidade Humana para o Plástico 94
Tabela 15 - Toxicidade Humana para o Aço Inox 94
Tabela 16 – Anexo A - Levantamento Bibliográfico para análise sistemática. 131
Tabela 17 – Anexo B - Inventário do ciclo de vida do cesto plástico 136
Tabela 18 - Anexo C - Inventário do ciclo de vida do cesto inox 147

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Percentual de informações dos autores 68
Gráfico 2 - Principais métodos citados 68
Gráfico 3 - Principais Categorias de Impacto 69
Gráfico 4 - Cadeias de impacto. 69
Gráfico 5 - Principais Ferramentas 70
Gráfico 6 - Principais Banco de dados 70
Gráfico 7 - Distribuição anual dos artigos pesquisados.....71
Gráfico 8 - Percentual de Consumo de Energia 85
Gráfico 9 – Percentual de Consumo de Recursos Renováveis.....85
Gráfico 10 - Percentual de consumo de Recursos Não Renováveis.....86
Gráfico 11 - Potencial de Aquecimento Global.....88
Gráfico 12 - Comparativo do Potencial de Formação de Ozônio Fotoquímico. 89
Gráfico 13 - Comparativo do Potencial de Acidificação.....91
Gráfico 14 - Comparativo do Potencial de Eutrofização.....92
Gráfico 15 - Potencial de Aquecimento Global (sem transporte).....95
Gráfico 16 - Potencial de formação de ozônio (sem transporte) 96
Gráfico 17 - Potencial de Acidificação (sem transporte).....97
Gráfico 18 - Potencial de Eutrofozação (sem transporte).....97

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

2 OBJETIVO 8

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 9

3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE 9

3.2 EVOLUÇÃO DA INTEGRAÇÃO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS NO ÂMBITO EMPRESARIAL 16

3.3 ECODESIGN 19

3.4 ACV - AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA 28

3.4.1 Histórico da ACV 28

3.4.2 Aplicações da ACV 31

3.4.3 Fases da ACV 33

3.5 O OBJETO DO ESTUDO DE CASO: CESTO DA LAVADORA DE ROUPA 49

3.5.1 O Histórico da Lavadora de Roupas 49

3.5.2 Características das Lavadoras de Roupa 55

4 MATERIAIS E MÉTODOS 60

5 RESULTADOS 67

5.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA ACV 67

5.2 ESTUDO DE CASO: CESTO DA LAVADORA DE ROUPA 71

5.2.1 Definição do objetivo e do escopo 71

5.2.2 Análise de Inventário 82

5.2.3 Avaliação de Impacto 86

6 CONCLUSÕES 99

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 102

ANEXO A 105

ANEXO B 132

ANEXO C 137

1 Introdução

O ritmo acelerado da economia atual obriga que as empresas mantenham os seus produtos atualizados e competitivos para o mercado, o qual retorna cada dia mais exigente. Para superar esses desafios, os produtos devem ser inovadores e constantemente melhorados, tudo isso se processa com uma velocidade tal que está forçando as empresas a se reestruturarem em várias frentes (SILVA, 2007).

As primeiras manifestações por mudanças foram determinadas pelo esgotamento dos recursos, como no caso da escassez da madeira para fundição do ferro, construção de moradias, fortificação, mobiliário, instrumentos, armas e combustíveis para aquecimento e preparação de alimentos, cuja exploração era intensiva desde a era medieval e as ações para reduzir a poluição somente foram iniciadas a partir da Revolução Industrial (BARRETO et. al, 2007).

A integração entre os aspectos econômicos e ambientais para os produtos vem sendo considerada um desafio para as empresas, que buscam produzir sem comprometer o meio ambiente, ou seja, promover o desenvolvimento sustentável.

O termo desenvolvimento sustentável foi utilizado pela primeira vez em 1987, no relatório de *Brundtland*, produzido pela ONU. O termo foi definido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas necessidades (BRUSEKE, 1995).

O desenvolvimento sustentável, segundo Souza (2000), pode ser realizado por meio de aplicação de instrumentos legais ou pela exigência do mercado consumidor adquirindo produtos ambientalmente adequados. Esta demanda torna o aspecto ambiental uma oportunidade competitiva e uma estratégia de negócio.

Para colocar este conceito em prática, as empresas devem buscar reduzir os impactos ambientais de suas atividades, como a redução de emissão dos resíduos para o meio ambiente e o uso de recursos naturais não renováveis, além de promover o desenvolvimento econômico e social.

Segundo a ISO 14062 (2004), muitas organizações estão se conscientizando da importância e dos benefícios da integração dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto. Entre alguns dos benefícios identificados, está a redução de custos com a utilização de materiais mais baratos ou redução na massa de componentes, estímulo a novas alternativas, oportunidades de novos negócios e melhoria na qualidade dos produtos.

As etapas iniciais do desenvolvimento de um produto são as mais importantes para que questões ambientais sejam consideradas, em todas as diferentes etapas do ciclo de vida[1] do produto, podendo identificar os potenciais impactos ambientais que o produto possa gerar. No Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP), as decisões adotadas têm efeito direto em todo ciclo de vida do produto (BHANDER et. al., 2003)

Considerar potenciais impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto significa incorporar uma noção de limites em relação à capacidade da natureza, tanto para fornecer recursos quanto para receber rejeitos (MALAGUTI, 2005).

Segundo Wenzel et.al. (1997), o envolvimento das considerações ambientais no desenvolvimento do produto, deveriam ser tratadas da mesma forma que outras considerações, como custo, qualidade, facilidade de montagem e estilo.

[1] Segundo a NBR ISO 14040 (2001), ciclo de vida é composto pelos estágios sucessivos e encadeado de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima até a disposição final.

Além disso, com a globalização dos mercados, mudanças de fornecedores, fabricação e distribuição influenciam toda a cadeia de suprimentos, resultando em impactos ambientais, que devem ser considerados já no desenvolvimento do produto (ABNT ISO/TR 14062; 2004).

Para que isso seja possível, as empresas devem introduzir metodologias como a Avaliação do Ciclo de Vida[2] (ACV), para contribuir na tomada de decisões funcionando como um instrumento proativo na prevenção dos impactos ambientais.

A melhoria de qualidade e a importância da proteção ambiental e os possíveis impactos associados aos produtos, ambos manufaturados e consumidos, foram aumentando o interesse em desenvolver métodos para melhorar a compreensão e identificação desses impactos. Uma dessas técnicas desenvolvida para este propósito é a Avaliação do Ciclo de Vida – ACV (ISO 14040, 2006)

As origens da ACV remontam ao final dos anos 60 e começo dos anos 70, quando estudos ambientais aplicados a perspectiva do ciclo de vida foram usados para estimar o impacto ambiental, neste caso, a companhia Coca-Cola realizou em 1969 um estudo para comparar o consumo de recursos e o lançamento ambientais associados aos recipientes de bebida (JENSEN et al.,1997).

O primeiro guia para a ACV foi publicado em 1993, chamado de “Código de Prática” e desenvolvido por um grupo de trabalhadores na *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC), colocando a ACV como um termo amplamente aceito e como uma técnica para avaliar a performance ambiental de produtos. Mais tarde, o “Código de Prática” foi substituído por um conjunto de padrões

[2] A avaliação do ciclo de vida (ACV), é a compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida (NBR ISO 14040, 2001).

internacionais desenvolvido pela *International Organization for Standardization* (ISO) (JENSEN et al.,1997).

A ACV, conforme a NBR ISO 14040 (2001), é uma técnica para avaliar os aspectos ambientais e os potenciais impactos ambientais ao logo do ciclo de vida do produto através da compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes ao sistema do produto.

Para se formalizar um estudo de ACV, a ISO 14040 (2001) estabelece quatro fases, a definição do objetivo e do escopo, a análise de inventário, a avaliação do impacto e a interpretação dos resultados.

A utilização desta técnica de Avaliação de Ciclo de Vida pode ajudar na identificação de oportunidade de melhoria de produtos e processos, na tomada de decisões, na seleção de indicadores e no marketing, pois a ACV é muito aplicada para quantificar impactos ambientais gerados durante o ciclo de vida do produto e é para comparar produtos funcionalmente semelhantes (ISO 14040, 2001).

Para a realização deste trabalho foi escolhido um componente da lavadora de roupa que é produzido por uma empresa da linha branca, ou seja, eletrodomésticos.

O motivo da escolha deste compomente, justifica-se pela importância econômica da industria de eletrdomésticos e devido à importância do componente na lavadora de roupa, que proporciona o ciclo de centrifugação no produto.

A indústria de eletrodomésticos contribui de maneira significativa para o custo de vida doméstico, para a geração de empregos e para as exportações nacionais. Por isso, seu desempenho, sua capacidade produtiva e suas vendas são monitorados pelos centros de pesquisa e pelo governo, com seus dados divulgados

como indicadores econômicos, que auxiliam na avaliação da economia nacional (MARTINS, 2002).

Segundo Campos (2003), a indústria de linha branca se caracteriza pelo predomínio de um número reduzido de grandes empresas internacionalizadas, onde as cinco maiores respondem por quase 80% do faturamento mundial. A indústria de linha tem sofrido um intenso processo de concentração e internacionalização de modo a potencializar novos cenários internacionais com importantes potencialidades econômicas e acesso a novos mercados.

Para possibilitar o acesso a novos mercados, principalmente os internacionais, as industrias devem se adequar a normas e requisitos de qualidade, segurança e ambientais deste modo, as características ambientais estão ganhando espaço dentro dos fabricantes dos produtos de linha branca e se tornando fatores influentes nas tomadas de decisões quanto às características dos produtos.

Na questão ambiental, estudos já foram realizados na área de eletrodomésticos com os refrigeradores, onde foi aplicada a ACV no compressor do produto, mostrando que o consumo de energia elétrica nos refrigeradores estavam muito altas, para melhorar este aspectos, iniciativas foram criadas como o selo PROCEL[3]

O Selo PROCEL tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando assim economia na sua conta de energia elétrica. Também estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente (ELETROBRÁS, 2009).

[3] Selo Procel foi desenvolvido e concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME (ELETROBRÁS, 2009)

Outras iniciativas para orientar os consumidores quanto aos produtos são as diretivas internacionais WEEE *Waste Electrical and Electronic Equipment* - Diretiva de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos e RoHS – *Restriction of the use of certain Hazardous Substances* - Diretiva que restringe a utilização de determinadas Substâncias Perigosas.

A maioria dos fabricantes de lavadora de roupa possui produtos com o cesto de roupa em dois materiais; em aço inox ou plástico. A escolha do material é feita pelo produtor baseando-se nos aspectos mercadológicos como, família de produtos, público alvo, custo de venda etc.

O cesto da lavadora é um componente importante para o ciclo de centrifugação, que tem como objetivo a retirada do excesso de água da roupa, pois sem a presença do cesto na lavadora não é possível realizar a centrifugação. Além de servir como referencia na classificação dos produtos deste segmento da linha branca, pois produto que não possuem o cesto são classificados popularmente como “tanquinhos”.

Para o desenvolvimento desta dissertação, o trabalho está dividido em: Introdução, objetivo, revisão bibliográfica, materiais e métodos, resultados e conclusões.

O trabalho desenvolvido para esta dissertação de mestrado está na interface das áreas de atuação de dois grupos de pesquisa do Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA), do Departamento de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos, (EESC), Universidade de São Paulo (USP), que atuam sinergicamente: o Grupo de Engenharia do Ciclo de Vida (ECV), que busca analisar e melhorar o ciclo de vida dos produtos de forma a minimizar os seus impactos ambientais em busca da sustentabilidade; e o Grupo de Engenharia Integrada e

Engenharia de Integração (EI2), que trata da gestão do processo de desenvolvimento de produtos (GDP) e da gestão do ciclo de vida de produtos (PLM – *product life-cycle management*).

2 Objetivo

Os objetivos gerais do trabalho são analisar os principais métodos de ACV e realizar um estudo de caso comparativo entre os cestos de uma lavadora de roupa, produzidos de aço inox e plástico

Os objetivos específicos são:

- Identificar os principais métodos de ACV e suas características principais;
- Analisar os principais métodos de ACV de acordo com suas características;
- Definir o objetivo e escopo para o estudo de caso;
- Realizar a análise do inventário para o estudo de caso;
- Realizar a avaliação dos impactos do ciclo de vida para o estudo de caso.

3 Revisão Bibliográfica

Este capítulo tem como objetivo indicar os principais temas abordados pelas referências disponíveis na literatura, sobre desenvolvimento sustentável, a evolução da integração das questões ambientais no âmbito empresarial, o Ecodesign, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e o objeto de estudo de caso que é o cesto da lavadora de roupa.

3.1 Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade

O conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido no debate internacional pelo documento do *World Commission for Environment Our Common Future*. Esta foi a base da conferência da UNCED (*United Nations Conference on Environment and Development*), que se desenvolveu no Rio de Janeiro em 1992 (MANZINI E VEZZOLI, 2002).

O objetivo do desenvolvimento sustentável é “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Como forças fundamentais na sociedade, as organizações de todos os tipos têm um papel importante a desempenhar em seu alcance (GRI, 2006).

O desenvolvimento sustentável, além de equidade social e equilíbrio ecológico, segundo Donaire (1999), apresenta, como terceira vertente principal, a questão do desenvolvimento econômico. Induz um espírito de responsabilidade comum como processo de mudança no qual a exploração de recursos materiais, os investimentos financeiros e as rotas do desenvolvimento tecnológico deverão adquirir sentidos harmoniosos. Neste sentido, o desenvolvimento da tecnologia deverá ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza e de incremento da capacidade de

inovação dos países em desenvolvimento, e o progresso será entendido como fruto de maior riqueza, maior benefício social eqüitativo e equilíbrio ecológico.

Um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável é a exigência de escolhas inovadoras e novas formas de pensar. Se por um lado, o desenvolvimento de conhecimento e de tecnologia contribui para o crescimento econômico, por outro, também pode contribuir para solucionar os riscos e danos que esse crescimento traz à sustentabilidade de nossas relações sociais e do meio ambiente[4].

Novos conhecimentos e inovações em tecnologia, em gestão e em políticas públicas cada vez mais desafiam as organizações a fazer escolhas em relação ao impacto de suas operações, produtos, serviços e atividades sobre a economia, as pessoas e o planeta (KATES, PARRIS, LEISEROWTZ, 2005).

A sustentabilidade tem sido talvez, o objeto de maior discussão desde o ECO-92 por cientistas, políticos e pela sociedade em geral. Pode-se dizer que a preocupação com o desenvolvimento humano e a conservação teve seu primeiro marco em 1972 na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo, mas o grande passo foi dado em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro ECO-92. Inicialmente o termo sustentabilidade era uma coisa vaga, depois foi tomando forma e ficando complexo e, às vezes, se torna difícil entendermos seu significado.

Segundo Chehebe (1997), durante a década de 80, deu-se início principalmente na Europa, a uma grande discussão entre os ambientalistas sobre a necessidade de estabelecimentos de novas políticas que analisassem a questão ambiental sob enfoque holístico e não mais centrado no sistema produtivo industrial.

---

4 Meio ambiente é a “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo o ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna seres humanos e suas inter-relações”. ABNT 14062 (2004).

Durante o processo de fabricação, as emissões para o meio ambiente, decorrentes do transporte e da distribuição do produto, as emissões e a geração de resíduos durante a fase de utilização e finalmente, ao seu descarte após o uso que pode contaminar o solo gerando outros impactos ambientais (RAMOS, 2001).

Para Manzini e Vezzoli (2002), junto com outros fatores como custo, assistência ao consumidor, aspectos legais, culturais e estéticos, os requisitos ambientais devem ser levados em consideração desde a primeira fase do desenvolvimento do produto, pois é muito eficaz agir preventivamente, já no conceito do projeto, do que buscar soluções de recuperações para os danos já causados.

Nos desenvolvimentos globais, a sustentabilidade está em foco, como uma meta explícita. Mas o conceito tem que ser traduzido nas dimensões práticas da realidade do mundo para tornar isso operacional. Nós devemos reconhecer a presença ou ausência da sustentabilidade, ou de ameaças para sustentabilidade (BOSSEL,1999).

Como pode ser observado na Figura 01, Sachs (1993) apresenta cinco dimensões que o termo sustentabilidade envolve:

- Sustentabilidade social: onde a civilização se apresenta com maior equidade na distribuição de renda e de bens.

- Sustentabilidade econômica: envolve o gerenciamento e alocação mais eficiente dos recursos, proporcionando um fluxo constante de investimentos públicos e privados.

- Sustentabilidade ecológica: limita o consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos esgotáveis. Objetiva-se a redução da geração de resíduos e de poluição, por meio da reciclagem, da conservação de energia e de recursos.

- Sustentabilidade espacial: configura uma população rural/urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas.

- Sustentabilidade cultural: para que os processos de modernização facilitem a geração de soluções específicas para a preservação do local, do ecossistema e da cultura.

Figura 1 - Cinco dimensões da Sustentabilidade
Fonte: Adaptado Sachs (1993), apud Millani (2007)

Hoje, a principal ferramenta de escolha de ações de empresas com responsabilidade social e ambiental é o Índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI, em inglês *Dow Jones Sustainability Group Index*). O DJSI foi lançado em setembro de 1999 pela *Dow Jones e a Sustainable Asset Management* (SAM), gestora de recursos da Suíça especializada em empresas comprometidas com a responsabilidade social e ambiental (KRAEMER, 2003)

Os índices de sustentabilidade fornecem marcas de nível objetivas para os produtos financeiros que são ligados aos critérios econômicos, ambientais e sociais. Oferecem uma linha de base do desempenho como uma marca de nível e universo

do investimento para o número crescente de fundos mútuos, de certificados e de outros veículos de investimento que são baseados no conceito de sustentabilidade.

As empresas que integram a lista do DJSI têm vários benefícios como:

- Reconhecimento público da preocupação com a área ambiental e social.
- Reconhecimento dos *stakeholders* importantes tais como: legisladores, clientes e empregados (por exemplo, conduzir a uma lealdade melhor do cliente e do empregado).
- Benefício financeiro crescente pelos investimentos baseados no índice.
- Os resultados altamente visíveis, internos e externos à companhia, como todos os componentes são anunciados publicamente pelo Boletim do Índice e a companhias são intituladas a usar “membro da etiqueta oficial de DJSI”.

Verifica-se, portanto, que as empresas estão cuidando dos aspectos sociais e ambientais e muitas delas têm um ganho econômico e maior durabilidade a longo prazo, ou seja, o risco do investidor é menor.

O rápido desenvolvimento econômico traz impactos ambientais devido à falta de controle e manutenção dos recursos naturais. A conseqüência pode ser poluição, uso incontrolado de recursos como água e energia etc. Outras vezes as áreas são impactadas por causa do subdesenvolvimento que traz como conseqüência a ocupação urbana indevida em áreas protegidas e falta de saneamento básico.

Segundo Silva et.al. (2005), as diferenças entre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade surgem como um processo em que o desenvolvimento sustentável se relaciona com o fim ou objetivo maior e a sustentabilidade com o meio.

Desta forma, o desenvolvimento sustentável procura manter um equilíbrio entre o progresso, a industrialização, o consumo e a estabilidade ambiental e a sustentabilidade tem como objetivo o bem estar da sociedade.

De maneira geral, os impactos ambientais mais significativos encontram-se nas regiões industrializadas, que oferecem mais oportunidades de emprego e infra-estrutura social, acarretando assim, as maiores concentrações demográficas.

A expressão “impacto ambiental” teve uma definição mais precisa, entre os anos 1970 e 1980, quando diversos países perceberam a necessidade de estabelecer diretrizes e critérios para avaliar efeitos adversos das intervenções humanas na natureza.

No Brasil, a obrigatoriedade do estudo prévio de impacto é uma imposição constitucional. A legislação básica sobre o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é regida pelos documentos abaixo:

- Constituição Federal, art. 225, inciso IV, parágrafo primeiro;
- Lei no 6.803, de 2 de julho de 1980;
- Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981 (art. 9o, III);
- Resolução Conama número 1, de 23 de janeiro de 1986;
- Resolução Conama número 9, de 3 de dezembro de 1987; e
- Resolução Conama número 1, de 13 de junho de 1988.

Impacto ambiental é definido, segundo a resolução Conama número 1, de 23 de janeiro de 1986, como:

> *"qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I. A saúde, a segurança e o bem-estar da população; II. As atividades sociais e econômicas; III. A biota; IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V. A qualidade dos recursos ambientais".*

Segundo a ISO 14001 (2004), impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Para cada ação do ser humano, há uma absorção de recursos naturais, e conseqüentemente acontece a liberação de agentes químicos e físicos para o meio ambiente.

Em outros termos, a extração dos recursos e a liberação de várias emissões determinam os impactos que não são absorvíveis pelo nosso ecossistema de uma forma que compromete o equilíbrio de sobrevivência da flora, da fauna bem como do próprio homem (MANZINI E VEZZOLI, 2002).

De um modo geral, segundo Wenzel et. al. (1997), os impactos podem ter os seguintes efeitos de extensão geográfica:

- Nível local, quando os efeitos estão no próprio lugar de produção, na rua ou em um depósito urbano;
- Nível regional, quando os efeitos se alargam em uma determinada área geográfica, por exemplo, a região vizinha às próprias regiões industriais;
- Nível global, como, por exemplo, as mudanças climáticas da terra.

Para Torres (1997), mesmo os problemas ambientais sendo inúmeros, e suas causas também, os impactos mais relevantes devem ser separados previamente.

3.2 Evolução da integração das questões ambientais no âmbito empresarial.

A consciência ambiental surgiu nas décadas de 60 e 70, ganhou dimensão e situou o meio ambiente como um dos princípios fundamentais do Homem moderno. Nos anos 80 e 90, os gastos com proteção ambiental começaram a ser vistos pelas empresas líderes não como custos, mas como investimentos para o futuro e, também, como vantagem competitiva. Atitude e postura dos gestores das organizações em todos os segmentos econômicos nos anos 90 passaram de defensivas e reativas para ativas e criativas (CAMPOS, 2001).

As primeiras intervenções no âmbito ambiental se colocavam de fato como soluções pontuais e locais de cunho emergencial, dado um efeito indesejado das atividades humanas, tratava-se de neutralizá-lo sem intervir em suas causas, soluções definidas como *end-of-pipe* (MANZINI E VEZZOLI, 2002).

Para Manzini e Vezzoli (2002), as intervenções foram feitas aos poucos nas tecnologias que geram os efluentes poluentes, através de uma proposta de produção mais limpa, passando por uma redefinição de produtos mais limpos e a orientação da demanda que motiva a produção destes produtos, através de instrumentos econômicos e normativos, incentivando o consumo mais sustentável.

As discussões relacionadas ao meio ambiente normalmente não possuem um consenso, pois de um lado estão os ambientalistas desconfiados da eficácia das ações tomadas pelas empresas para reduzir os impactos gerados ao meio ambiente. Do outro lado os empresários estão preocupados com as questões econômicas

através da redução de custos e aumento nos lucros e entre os dois grupos estão as entidades reguladoras que geram as leis e fazem pouco para que estas leis sejam implementadas.

Desta forma, as empresas passaram de uma abordagem reativa, chegando a uma abordagem pró-ativa e sistêmica, no qual o meio ambiente passou a fazer parte das decisões estratégicas da empresa. De acordo com Moreira (2001) essa evolução pode ser sintetizada em três fases, conforme tabela 01.

Tabela 1- Evolução da Gestão Ambiental
Fonte: Moreira (2001)

FASES	CARACTERÍSTICAS	POSTURAS BÁSICAS
1ª fase: antes dos anos 1970	Alienação	Aceitação da idéia de que os prejuízos ambientais devem ser assumidos pela sociedade, em favor do desenvolvimento econômico.
2ª fase: décadas de 1970 e 1980	Gestão ambiental passiva	Preocupação das empresas em atender às exigências dos órgãos ambientais. Criação de departamentos ambientais vinculados à área de produção das empresas.
3ª fase: a partir dos anos 1990	Gestão ambiental pró-ativa	Integração das questões ambientais à estratégia do negócio; gestão ambiental vista como um diferencial competitivo e um fator de melhoria organizacional.

As organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas com o atendimento e demonstração de um desempenho ambiental correto, por meio do controle dos impactos de suas atividades, produtos e serviços sobre o meio ambiente, coerente com sua política e seus objetivos ambientais. Agem assim dentro de um contexto de legislação mais exigente, do desenvolvimento de políticas econômicas e outras medidas visando adotar a proteção ao meio ambiente e de uma crescente preocupação expressa pelas partes interessadas em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável (NBR ISO 14001, 2004).

Muitas organizações têm efetuado “análises” ou “auditorias” ambientais para avaliar o desempenho ambiental. Por si só, entretanto, tais “análises” ou “auditorias” podem não ser suficientes para garantir que seu desempenho não apenas atenda, mas continuará a atender aos requisitos legais e aos de sua política. Para que sejam eficazes, é necessário que esses procedimentos sejam realizados dentro de um sistema da gestão estruturado que esteja integrado na organização (NBR ISO 14001, 2004).

As normas de gestão ambiental têm por objetivo prover as organizações de elementos de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão, e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos (NBR ISO 14001, 2004).

Concluiu-se, ao longo do tempo, que seria necessário que essas comprovações de desempenho ambiental e de sua permanência e continuidade no tempo, fossem realizadas dentro de um sistema de gestão, estruturado nas organizações e a elas integrado (FIESP, 2007).

A ISO 14001 (2004) especifica os requisitos relativos a um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) que uma organização deve levar em conta ao desenvolver e implementar uma política ambiental e cumprir os objetivos ambientais decorrentes.

Os requisitos são: o que é necessário fazer para se ter um SGA implementado e funcionando, cumprindo a política ambiental, praticando a prevenção da poluição e comprovando a melhoria contínua do desempenho ambiental, adotando-se a abordagem com inspiração nos sistemas de gestão da qualidade, foi concebido o formato fundamentado no chamado Ciclo PDCA - Planejar, Executar, Verificar e Agir (*Plan, Do, Check, Act*, em inglês) (FIESP, 2007)

Segundo Ometto (2005), tal postura pode compor o SGA da empresa, o qual pode ser baseado no processo ou no produto:

- Gestão do processo: controle e prevenção da poluição, por meio de técnicas de redução de perdas, de melhoria da eficiência, entre outras, aplicadas ao processo produtivo, conhecida como Produção mais Limpa (P+L);
- Gestão do produto: a gestão do produto baseia-se em minimizar não só a poluição durante a produção, mas todos os impactos ambientais associados ao ciclo de vida completo de um produto, desde a extração da matéria-prima, o beneficiamento, o transporte, a produção, a distribuição, o consumo, a reciclagem até a disposição final dos produtos.

Uma alternativa para o desenvolvimento industrial compatível com a qualidade ambiental desejada é através de uma mudança radical nos sistemas de produção, levando para dentro da empresa a responsabilidade ambiental, reprojetando os sistemas industriais para alcançar uma melhor qualidade ambiental e eficiência econômica. Desta forma, o desenvolvimento sustentável por intermédio da eco-eficiência tem se tornado lema de muitas empresas que descobrem as vantagens competitivas na conservação dos recursos naturais e consciência ambiental.

Dentro deste contexto surge o conceito de Projeto para o Meio Ambiente ou Ecodesign.

3.3 Ecodesign

Sem dúvida em primeiro nível de compreensão, a palavra ecodesign é dotada de uma boa capacidade auto-explicativa, pois o seu significado mais geral se destaca de maneira imediata dos dois termos que a compõem: ecodesign é um

modelo de projeto (design), orientado por aspectos ecológicos (MANZINI E VEZZOLI, 2002).

Quando há a necessidade de um novo produto, os resultados para esta necessidade são as várias decisões que devem ser tomadas diante do principal conceito do produto, os detalhes do produto são discutidos e os problemas para seu funcionamento são resolvidos, neste momento as decisões ambientais significativas devem ser feitas (WENZEL et. al., 1997).

Bhander et. al. (2003) demonstra na figura 02, o paradoxo entre os graus de liberdade do projeto, as possibilidades de soluções ambientais e o nível de conhecimento do projeto.

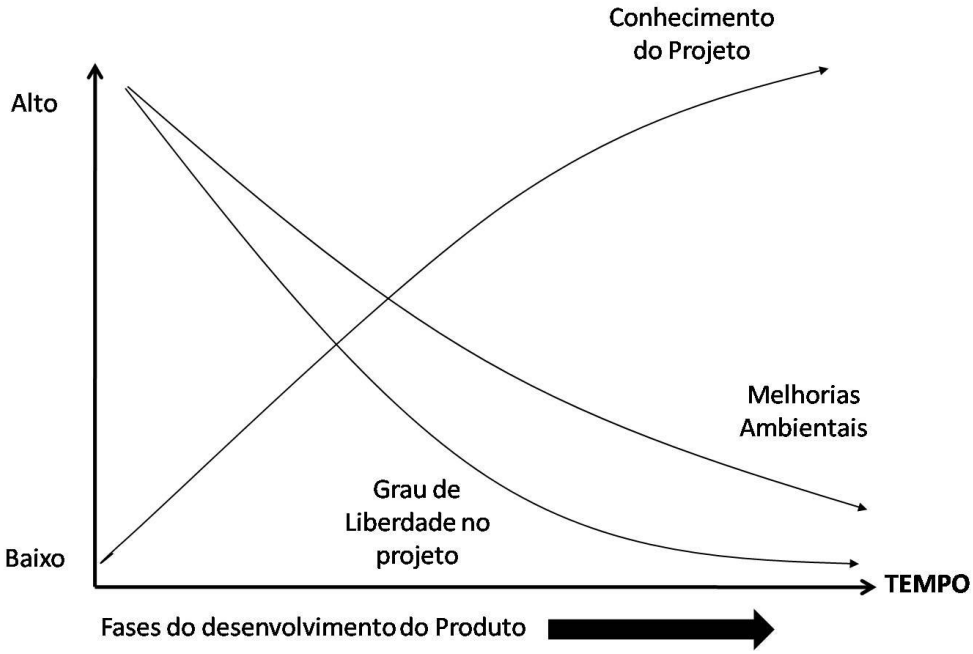

Figura 2 - Paradoxo entre o tempo do projeto e o grau de liberdade para as melhorias ambientais
Fonte: Adaptado de Bhander et.al. (2003)

Com o passar do tempo e as fases do projeto, o grau de liberdade para as melhorias nas questões ambientais vão diminuindo, isso faz com que as melhorias

mais significativas para o projeto devem ser feitas logo nas fases iniciais do desenvolvimento do produto.

Tendência dos materiais para serem selecionados com mais prudência e usados de forma mais eficiente, as considerações sobre os materiais alternativos ou fontes de energia é gerada dentro do projeto. Estas características nos produtos, que reduzem os impactos ambientais de todo o ciclo de vida de um produto, gerando ganhos de custo significativos através de redução de resíduos e facilidade no processo de manufatura (KURK e MCNAMARA, 2006).

Para Régis (2004), o ecodesign consiste no método de projetar, que visa evitar ou diminuir, os impactos ambientais. Não se trata apenas de “limpar”, mas principalmente de “não sujar”, levando-se isso em conta em todas as fases do projeto.

Segundo Kmita (2000), a introdução do ecodesign para o desenvolvimento de processo, deve seguir os seguintes passos:

Nível estratégico

- Organização de um projeto piloto;
- Seleção de um produto;
- Análise do problema e definir estratégias.

Nível operacional

- Geração e seleção de idéias;
- Desenvolver um conceito em detalhes;
- Planejar o marketing e a produção;
- Evolução e estabelecimento das atividades follow-up (acompanhamento).

Portanto, podem-se utilizar modelos simplificados da ACV no início do desenvolvimento do produto, para utilizar a ACV completa quando as informações quantitativas do produto estiverem definidas.

Os produtos desenvolvidos a partir dos princípios do Ecodesign são produtos pensados para as questões ecológicas, mas também para as questões econômicas, culturais e sociais. Tradicionalmente, o projeto de design busca satisfazer as necessidades do consumidor, e atender também o setor produtivo, usando um conjunto de requisitos de várias origens que determinam o desenho de um produto e o objetivo primário do Design é atender o mercado, criando produtos para venda (MARGOLIN, 2004).

Segundo Manzini e Vezzoli (2002), para o ecodesign, não basta apenas que sejam criados produtos mais adequados, do ponto de vista ambiental, tais propostas precisam ser atrativas social e culturalmente. Portanto fazer ecodesign não significa abrir mão dos critérios que compõem o “bom design”. Na verdade muitos princípios do “bom design” incluem aspectos ligados ao ecodesign conforme mostrados na tabela 02.

Tabela 2– Os princípios do "bom design" e ecodesign
Fonte: Malaguti (2005), Modificado.

Bom Design	Ecodesign
Emprego de materiais apropriados	Uso sustentado e otimizado de recursos naturais e energia
Eficiência de fabricação	Redução e reciclagem do lixo
Facilidade de uso e manutenção	Redução de prejuízos ambientais pelo mau uso do produto
Aparência atrativa	Projeto da fase pós-uso
Valor agregado	Proteção da biosfera
Bom desempenho	Ótimo desempenho
Segurança	Defesa da segurança de produtos e serviços

Para atender aos requisitos ambientais, no entanto, além dessas metas, deve haver outras metas específicas para que o produto seja ecoeficiente, e para se tornar operacional, o Ecodesign segue princípios ou critérios que permitem um desempenho ambiental otimizado. Diferentes critérios podem ser usados de maneira sistemática tal como visto na tabela 03:

Tabela 3 – Critérios de Ecodesign

Fonte: baseado em Ramos e Sell (2002) e complementado por Manzini (2002); Morimoto (2001); Masui (2000); Lindbeck (1995); Lima e Filho (2002); Barbosa (2002), Sousa (2002), Kiperstok (2003); Leite (2003); Castilhos (2003), Júnior (2003), Rose (2002), Idhea (2004 apud Teixeira, 2005).

Critérios	Ações
Emprego de materiais apropriados	• Simplificação da forma; • Agrupar funções / multi-funcionalidade / multi-configuração / modularidade; • Evitar super dimensionamentos; • Diminuir volume e peso; • Diminuir uso de água; • Reduzir o número de tipos de material de fabricação;
Redução do uso de energia	• Reduzir energia na fabricação; • Reduzir energia na utilização do produto; • Reduzir a energia no transporte; • Usar fontes de energia alternativas, renováveis e limpas;
Redução de resíduos	• Usar materiais reciclados e recicláveis; • Usar materiais compatíveis entre si; • Usar materiais que provenham de refugos de processos produtivos; • Evitar material que produza emissões, resíduos ou efluentes tóxicos; • Usar tecnologias e processos produtivos de baixo impacto e ecoeficientes;
Aumentar a durabilidade	• Facilitar manutenção e substituição de peças; • Incentivar mudanças culturais (p. ex: descartável x durável);
Projetar para o reuso	• Na mesma função ou em outras funções; • Possibilidade para reconhecer peças e materiais; • Possibilidade para um segundo ciclo de vida; • Projeto para revenda, redistribuição;
Projetar para a remanufatura	• Facilitar desmontagem; • Possibilidade de ser recriado (re-design), sofrer adaptações melhorias e atualizações tecnológicas; • Projetar intercâmbio das peças;
Projetar para a	• Facilitar desmontagem;

reciclagem	• Identificar diferentes materiais; • Agregar valor estético aos materiais reciclados;
Otimizar a logística	• Projeto para facilitar transporte e armazenamento; • Projeto para logística reversa, facilitando a recolha e transporte do produto após o uso para reuso ou reciclagem; • Projetar para que os produtos usem menos embalagem ou mesmo não usá-las; • Produção na exata demanda do consumo; • Trocar produtos por serviços;
Planejar o final da vida útil dos produtos e materiais	• Utilizar materiais biodegradáveis e/ou compostáveis em produtos de vida útil breve; • Possibilidade de ser usado como matéria prima para outros processos produtivos; • Utilizar materiais que possam ser incinerados para a geração de energia sem que produzam emissões tóxicas;
Leis e normas	• Alcançar ou exceder metas regulatórias;
Projetar para a sustentabilidade sócio-ambiental	• Preservar culturas, desenvolvendo produtos que preservem os recursos culturais e naturais locais; • Gerar trabalho e empregos; • Buscar a manutenção de recursos humanos e econômicos nas comunidades locais, principalmente em zonas mais pobres evitando o êxodo para zonas ricas e populosas; • Contribuir para a educação sócio-ambiental dos usuários e seus vizinhos • Ser benéfico à saúde dos seres vivos e do eco-sistema
Diminuição de custos	• Promover custos competitivos sendo alternativa a produtos similares convencionais; • Permitir ser testado nos mesmos parâmetros técnicos de produtos convencionais; • Economizar custos finais da produção.

Manzini e Vezzoli (2002) citam quatro níveis fundamentais de interferência em produtos e/ou serviços para a aplicação do ecodesign.

- **O redesign ambiental do existente**: trata-se de melhorar a sua eficiência global em termos de consumo de matéria e energia, além de facilitar a reciclagem de seus materiais e a reutilização de seus componentes, considerando o seu ciclo de vida.

- **Projeto de novos produtos ou serviços**: trata-se de individualizar aqueles que oferecem os serviços ecologicamente mais favoráveis em relação aos demais.

- **Projeto de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis**: trata-se de oferecer uma maneira mais sustentável, que busque a obtenção de resultados socialmente positivos e, ao mesmo tempo, radicalmente favoráveis o meio ambiente.

- **Proposta de novos cenários que correspondam a "estilos de vida sustentáveis"**: trata-se, no caso, de desenvolver atividades no plano cultural que tendam a promover novos critérios de qualidade e, em prospectiva, modificar a própria estrutura da busca de resultados.

A consciência ambiental envolve igualmente a criação de uma imagem de marca positiva, tornar-se visível no mercado. A atual seleção de fornecedores dos maiores Fabricantes Originais de Equipamento (OEM's) considera o perfil ambiental do fornecedor. Para alguns consumidores, mais conscientes para a proteção ambiental e que valorizam produtos "ecológicos", o valor "ecológico" pode representar maiores vendas.

Existem diversos rótulos ecológicos para certificar e comunicar as propriedades ambientais superiores dos produtos. Além da sua maior eficiência, os produtos ambientalmente concebidos oferecem maior segurança ao consumidor, são mais confiáveis e de melhor qualidade. Freqüentemente, as estratégias ambientais são tomadas pelas empresas como demasiado onerosas, mas na maioria dos casos, o ecodesign promove a redução de custos. Por exemplo, a redução do uso de materiais e geração de resíduos na produção de produtos, com menores consumos de energia, resulta em benefícios diretos para o fabricante, sem esquecer a redução dos riscos associados para os trabalhadores e a maior motivação destes mesmos.

Existe um elevado número de rótulos ecológicos estabelecidos em diferentes países, para diferentes grupos de produtos. No final do ano 2002, aproximadamente

10.000 produtos estavam incluídos pelos sistemas de rótulos nacionais Europeus, ou mesmo pelo rótulo Europeu (EU-flower). Na Alemanha, em 2004, cerca de 83% dos consumidores conheciam o rótulo ecológico alemão (Anjo Azul). Destes, 49% afirmavam que o Anjo Azul era importante na sua decisão de compra (TUKKER e EDER, 2000)

Os rótulos ecológicos são importantes, não apenas para os consumidores privados, mas também na decisão de compra no enorme setor de compras públicas, no qual as propriedades ambientais dos produtos desempenham um papel significativo. O preço, funcionalidade e o nível de serviço estão no topo das decisões de compra, contudo, o fator “ecológico” pode ser o argumento adicional que decide em favor de determinada escolha.

Questionados sobre a sua disponibilidade para pagar mais por um produto com características mais amigáveis para o ambiente, 10% dos consumidores alemães responderam “sem dúvida que sim”, sendo que outros 53% se encontram disponíveis para pagar mais, de acordo com o estudo realizado pela *German Federal Environmental Agency*. Isto não significa que os produtos ambientalmente concebidos sejam necessariamente mais caros, de fato eles podem ser mais baratos, especialmente tendo em conta todos os custos do ciclo de vida (TUKKER e EDER, 2000)

O cumprimento da legislação é uma exigência e um motor para os esforços de melhoria ambiental. Contudo, a legislação não deve ser encarada como a única razão para as atividades ecológicas, dado que por si só não irá levar a estratégias inovadoras.

Nos últimos anos, a UE tem promovido diversas atividades visando a criação de legislação ambiental, que afeta especialmente a indústria elétrica e eletrônica. A legislação e as políticas de produto mais importantes são:

- IPP – *Integrated Product Policy* – Política Integrada de Produto
- EuP – *Energy-using Products* – Diretiva de Eco-Design de Produtos que utilizam Energia
- WEEE – *Waste Electrical and Electronic Equipment* - Diretiva de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
- RoHS – *Restriction of the use of certain Hazardous Substances* - Diretiva que restringe a utilização de determinadas Substâncias Perigosas

De acordo com o *Environmental Management and Audit Scheme* (EMAS) ou ISO 14001, os sistemas de gestão ambiental tradicionalmente estabelecem a ênfase, em medidas de produção mais limpa, contudo, existem sobreposições com o ecodesign. Assim, um sistema de gestão ambiental é um ponto de partida apropriado para se iniciar no processo de ecodesign de produtos.

Dispondo dos indicadores, pode estabelecer-se um *benchmark* de produtos. De forma a melhorar estes indicadores chave, as metas podem ser estabelecidas dentro do próprio sistema de gestão ambiental e este é também um primeiro passo na procura de melhoramentos ao nível do produto e do ecodesign. Contudo, deverá referir-se que este conjunto de indicadores baseados em unidades de produção não possui a perspectiva de ciclo de vida (TUKKER e EDER, 2000)

Para a aplicação do ecodesign, é necessária a utilização de métodos e ferramentas para obter resultados quantitativos, possibilitando analisar e confrontar os resultados obtidos para a escolha da melhor proposta. Segundo Manzini e

Vezzoli (2002), dentre as metodologias a ACV – Avaliação do Ciclo de Vida é a mais segura e promissora.

3.4 ACV - Avaliação de Ciclo de Vida

3.4.1 Histórico da ACV

Os primeiros estudos sobre a ACV tiveram início de forma tímida durante a primeira crise do petróleo (meados da década de 60). De certa forma, o mundo despertou para a necessidade de uma melhor utilização dos recursos naturais. Foram realizados estudos para avaliar os processos produtivos, a fim de racionalizar o consumo energético, que ficaram conhecidos como *Resource Environmental Profile Analysis* – REPA.

Um dos primeiros estudos quantificando as necessidades de recursos, emissões e resíduos originados por diferentes embalagens de bebidas foram conduzido pelo "*Midwest Research Institute*" (MRI) para a Companhia Coca Cola em 1969. Este estudo nunca foi publicado devido ao caráter confidencial do seu conteúdo, sendo, no entanto utilizado pela companhia, no início dos anos setenta como um “input” nas suas decisões sobre embalagens (FERREIRA, 2004).

No final de 1972 o mesmo instituto (MRI) iniciou um estudo nas embalagens de cervejas e sumos, encomendado pela "*U.S. Environmental Protection Agency*" (USEPA), o qual marcou o início do desenvolvimento da ACV como se conhece hoje. A intenção da USEPA era examinar as implicações ambientais da utilização de embalagens de vidro reutilizáveis em vez de latas e garrafas não reutilizáveis, porque na altura as garrafas reutilizáveis estavam a ser rapidamente substituídas por embalagens não-reutilizáveis (FERREIRA, 2004).

Após um longo período de baixo interesse público em ACV, em 1984 o Laboratório Federal Suíço para Teste e Investigação de Materiais (EMPA) publicou um importante relatório com base no estudo "Balanço Ecológico de Materiais de Embalagem" iniciado pelo governo, que tinha como objetivo estabelecer uma base de dados para os materiais de embalagem mais importantes: alumínio, vidro, plásticos, papel, cartão e chapas de lata. O estudo também introduziu um método para normalizar e agregar emissões para o ar e para a água utilizando as normas (legislação) para aquelas emissões e agregando-as, respectivamente nos chamados "volume crítico de ar" e "volume crítico de água". De alguma forma, esta filosofia de avaliar os impactos ambientais foi mais tarde desenvolvida e refinada por Ahbe, Braunschweig e Müller-Wenk no relatório Metodologia dos Ecobalanços (FERREIRA, 2004).

O primeiro guia para a ACV foi publicado em 1993, e foi chamado de “Código de Prática”, desenvolvido por um grupo de trabalho na *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC). O código de práticas colocou o ACV na agenda como um termo amplamente aceito como método para avaliar a performance ambiental dos produtos (TAKEDA, 2008).

A Organização Internacional para a Normalização (ISO) criou em 1992 um comitê técnico (TC 207/SC 5) tendo em vista a normalização de um número de abordagens de gestão ambiental, incluindo ACV. Até o momento foram publicadas as seguintes normas relacionadas com ACV:

- ISO 14040: 2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework (em vigor);

- ISO 14041: 1998 Environmental management -- Life cycle assessment -- Goal and scope definition and inventory analysis (substituída pela ISO 14044:2006);
- ISO 14042: 2000 Environmental management -- Life cycle assessment -- Life cycle impact assessment (substituída pela ISO 14044:2006);
- ISO 14043: 2000 Environmental management – Life cycle assessment -- Life cycle interpretation (substituída pela ISO 14044:2006);
- ISO 14044: 2006 Environmental Management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines (em vigor).
- ISO/TR 14049: 2000 Environmental management -- Life cycle assessment -- Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis
- ISO/TS 14048: 2002 Environmental management -- Life cycle assessment -- Data documentation format
- ISO/TR 14047: 2003 Environmental management -- Life cycle impact assessment -- Examples of application of ISO 14042
- ISO/TR 14062: 2002 Environmental management -- Integrating environmental aspects into product design and development.

A ABNT, a correspondente normativa da ISO no Brasil, apresenta normas:

- NBR ISO 14040: 2001 Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura
- NBR ISO 14041: 2004 Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Definição do objetivo e escopo e análise de inventário

- NBR ISO 14042: 2004 Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida
- NBR ISO 14043: 2000 Avaliação do Ciclo de Vida – Interpretação do Ciclo de Vida
- NBR ISO 14048: 2002 Avaliação de Ciclo de Vida – Formato da Apresentação de Dados

O conceito de ciclo de vida tem-se estendido para além de um simples método para comparar produtos, sendo atualmente visto como uma parte essencial para conseguir objetivos mais abrangentes, tais como sustentabilidade. A interligação dos sistemas de produto, que não se limitam por fronteiras geográficas, requer que se continue a desenvolver a metodologia ACV a um nível internacional (FERREIRA, 2004).

3.4.2 Aplicações da ACV

A ACV é um dos métodos mais utilizados na aplicação do consumo sustentável, é aplicada para a verificação do impacto ambiental e para a identificação de oportunidades de melhorias ambientais (NOVAK, 2006).

O uso da ACV quantifica a geração de poluentes e consumo de matéria-prima nas etapas do ciclo de vida do produto. O uso desta metodologia é importante em face de apresentar uma decisão sobre os melhores rumos a serem seguidos do ponto de vista ambiental para um produto, processo ou atividade (NOVAK, 2006).

Segundo Ometto (2005), a ACV se apresenta como um importante método para subsidiar as etapas do desenvolvimento do produto, a gestão da produção, o pós-uso, a logística convencional e a reversa, entre outras, a partir da compilação de informações e das avaliações técnicas.

Para Manzini e Vezzoli (2002), a ACV leva em consideração, os impactos ambientais dos sistemas em estudo em âmbitos da saúde ecológica, da saúde humana e do esgotamento dos recursos naturais, sem considerar os fatores econômicos e sociais.

Segundo Takeda (2008), para as empresas, a ACV deve ser aplicada com o propósito de documentação ou como material estratégico no desenvolvimento de produtos com perspectiva de longo prazo, é importante que a ACV inclua reflexões sobre o perfil ambiental do produto.

Tratando da afirmação que a ACV deve ser utilizada no desenvolvimento de produtos com uma perspectiva a longo prazo, não há referências que indiquem um determinado período de vida útil do produto, para que se possa aplicar a ACV.

Uma questão que deve ser analisada é conseguir afirmar se há um período mínimo de vida útil dos produtos para a ACV ou ela deve ser aplicada a todos os produtos indiferentemente de sua via útil.

O termo “ciclo de vida” refere-se à maioria das atividades no decorrer da vida do produto desde a sua fabricação, utilização, manutenção e disposição final, incluindo a aquisição de matéria-prima necessária para a fabricação do produto, na figura 03, mostra os possíveis estágios do ciclo de vida que podem ser considerados em uma ACV com as típicas entradas e saídas.

Figura 3 - Estágios do ciclo de vida do produto.
Fonte: Adaptado de Ferreira (2004).

Para que a ACV obtenha sucesso, em apoiar a compreensão ambiental de produtos, é essencial que a ACV mantenha sua credibilidade técnica ao mesmo tempo em que proporciona flexibilidade, praticidade e efetividade de custo na sua aplicação. Isto é particularmente verdadeiro se pretende aplicar ACV no âmbito nas pequenas e médias empresas (ISO 14040, 2001).

3.4.3 Fases da ACV

O estudo da ACV conforme ISO 14040 (2001) possui quatro fases conforme ilustração da figura 04.

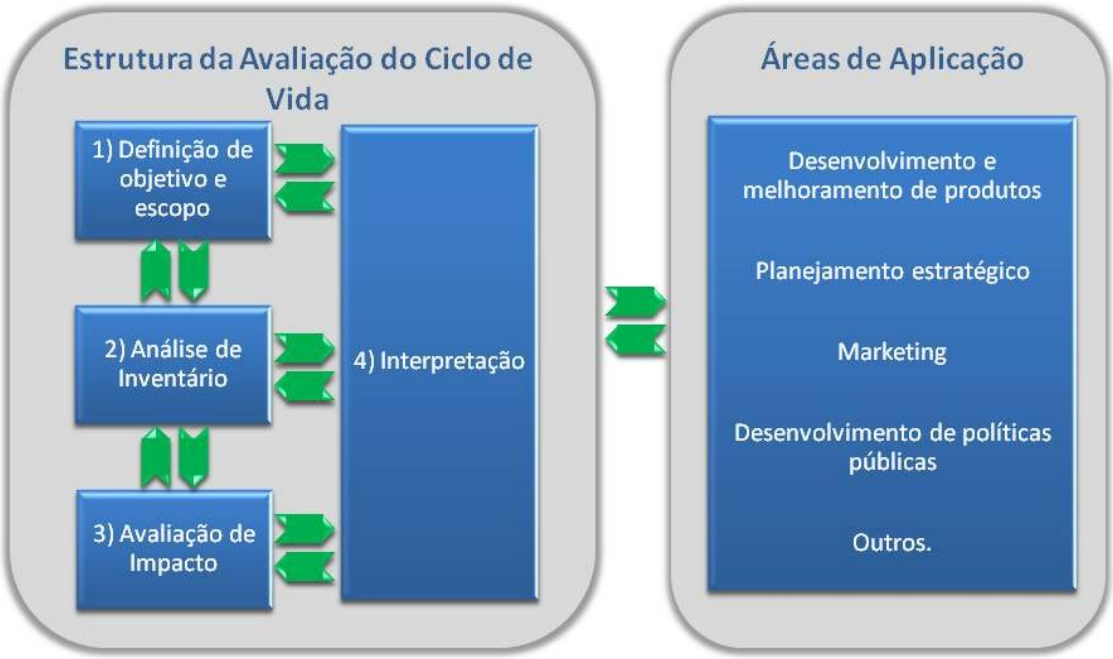

Figura 4 - Fases da ACV e áreas de aplicação
Fonte: Adaptação ISO 14040:2006

3.4.3.1 Definição do Objetivo e do escopo

Deve ser definido claramente e de forma consistente com a aplicação pretendida, o motivo da realização do estudo. O objetivo do estudo é descrito em termos de uma unidade funcional, um resumo dos processos relevantes e a metodologia aplicada também é descrita nesta parte do processo.

É fundamental para a condução do estudo, embora pareça simples e óbvia esta fase é crucial para o sucesso da condução do estudo e para a sua relevância e utilidade. Isto envolve a definição da chamada “unidade funcional”, o que pode não ser trivial, mas que está intimamente ligada ao uso, à finalidade do sistema de produto.

Segundo a NBR 14040 (2001), o objetivo e o escopo de um estudo da ACV devem ser consistentes com a aplicação pretendida e devem ser claramente definidas.

Segundo as normas contidas em ABNT (2001) e ABNT (2004a), além do objetivo do estudo claramente definido, o escopo deve apresentar, principalmente:

Função do sistema

Define a função do objeto do estudo, bem como suas características de desempenho.

Unidade funcional

Medida que define a quantifica das funções identificadas, um dos seus principais propósitos é estabelecer uma referência na qual os dados de entradas e saídas sejam padronizados (num sentido matemático). Assim, a unidade funcional deve ser claramente definida e mensurável, consistente com o objetivo e escopo.

Fluxo de referência:

Quantidade do produto necessária para cumprir a função expressa pela unidade funcional.

Sistema de produto

Conjunto de unidades de processo abordadas no estudo, conectadas material e energeticamente, que realizam uma ou mais funções definidas no ciclo de vida.

Fronteiras do sistema de produto

Interface entre o sistema de produto e o meio ambiente. As fronteiras definem os processos elementares a serem incluídos no sistema de produto, recomenda-se

que este seja modelado de tal forma que as entradas e saídas sejam fluxos elementares.

Para determinação das fronteiras, deve ser estabelecido um critério de corte (massa, energia ou relevância ambiental) que esteja de acordo com os objetivos do estudo.

A razão para dividir um sistema relacionado a um produto em unidades de processo é para facilitar a identificação das entradas e saídas.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica interativa. Durante o decorrer do estudo, em função de uma série de fatores, pode ser necessária a modificação do escopo do estudo.

3.4.3.2 Análise do Inventário

A Análise do Inventário refere-se à coleta de dados e ao estabelecimento dos procedimentos de cálculo para que se possa facilitar o agrupamento destes dados em categorias ambientais normalmente utilizáveis e comparáveis, de modo semelhante a um balanço contábil (ISO 14040, 2001).

Nesta fase são separadas as entradas (inputs) e as saídas (outputs), do sistema em análise, tendo como base o que já foi definido na fase anterior.

Os dados devem estar relacionados com a unidade funcional definida no objetivo e escopo do estudo de modo a identificar e quantificar os recursos necessários para o produto e seu processo produtivo que está sendo avaliado e suas emissões para o ambiente.

Seguindo as normas contidas na ABNT (2004a), o procedimento para obtenção dos dados que compõe o inventário deve seguir os seguintes passos:

Preparação para a coleta de dados, que inclui:

- Desenho do diagrama de fluxos do processo, incluindo todas as unidades de processo que serão modeladas, inclusive inter-relacionamentos;
- Descrição detalhada de cada unidade de processo e listagem das categorias de dados associadas a cada unidade de processo;
- Listagem definindo as unidades de medida;
- Descrição das técnicas de coleta de dados e de cálculos para cada categoria de dados;
- Definição de instruções para casos especiais, irregularidades etc;

Procedimentos de cálculo, que inclui:

- Validação dos dados;
- Relacionar os dados com as unidades de processo;
- Relacionar os dados com a unidade funcional;
- Agregação dos dados;
- Refinamento das fronteiras do sistema;

Alocação dos fluxos e emissões, em caso de mais de um produto.

Para Manzini e Vezzoli (2002), após ter definido o sistema e os seus limites, e descrito os processos, passa-se para a fase de tratamento de dados. Esta parte é caracterizada pelas seguintes atividades:

- Recolhimento de dados;
- Definição dos procedimentos de cálculo;
- Construção das tabelas de levantamento;

- Análise de sensibilidade da variabilidade dos dados;
- Definição das omissões deliberadas.

Por fim, são definidos os processos relativos a:

- Co-produtos;
- Processo de tratamento de lixo;
- Reciclagem.

Considera-se nessa fase que tudo que entra deve ser igual ao que sai do sistema em estudo, em termos de energia ou massa, desde a extração das matérias-primas até o descarte final do produto.

Esta fase da Avaliação do Ciclo de Vida pode-se tornar uma das mais difíceis e trabalhosas, em função da não disponibilidade de dados, da qualidade dos dados disponíveis ou da necessidade de estimá-los.

Portanto, deve-se levar em consideração:

- A necessidade de uma estratégia cuidadosa na preparação para a coleta de dados;
- A coleta de dados;
- O refinamento dos limites do sistema;
- A determinação dos procedimentos de cálculo, e;
- Os procedimentos de alocação.

Como essas atividades devem ser realizadas em acordo com o objetivo e o escopo do produto, a figura 05 mostra as etapas que devem ser realizadas durante esta fase:

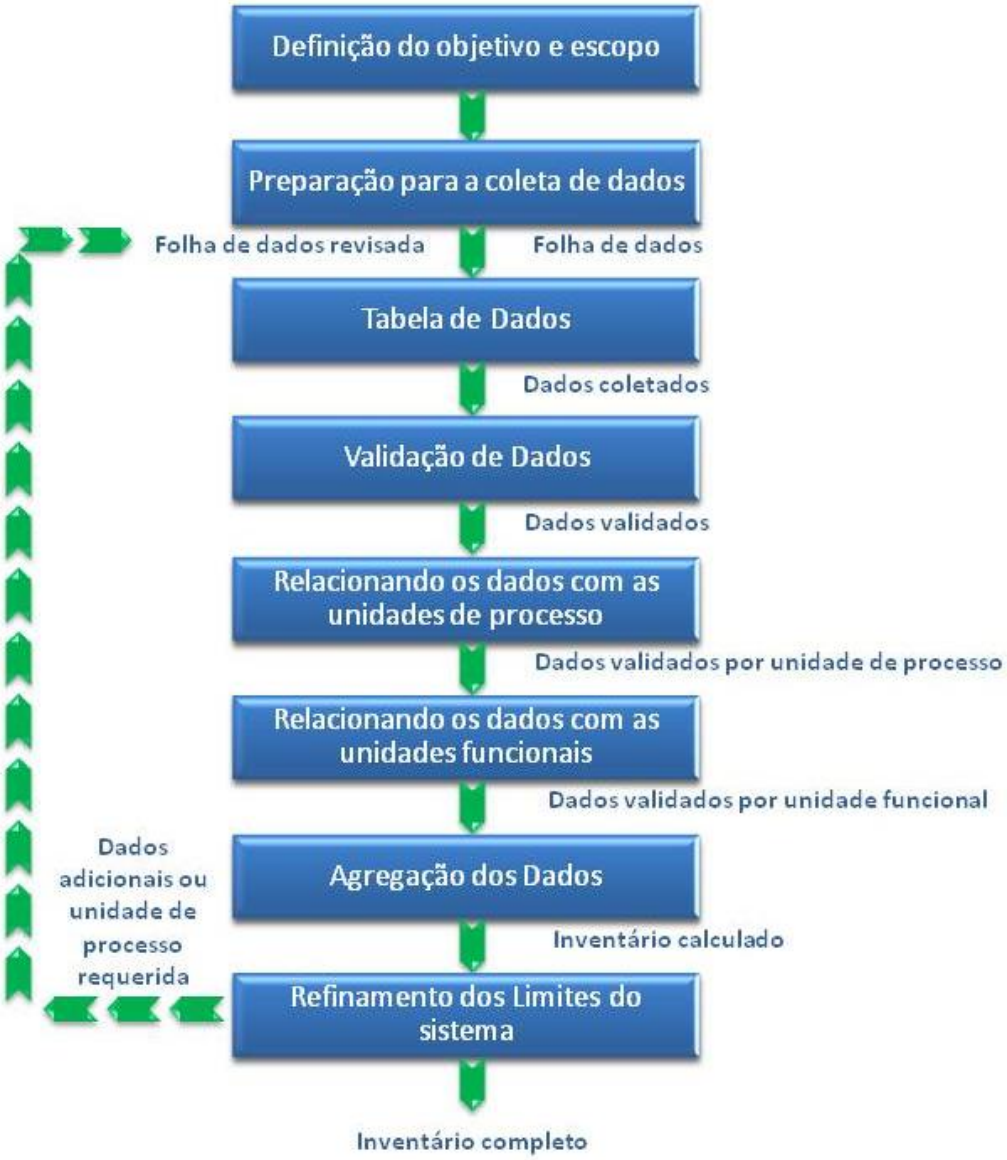

Figura 5 - Procedimento para análise do inventário
Fonte: ISO 14040 (2006)

O processo de coleta dos dados para o inventário, é iterativa, à medida que os dados são conhecidos e mais informações são levantadas, novos requisitos de dados ou limitações podem ser identificados, exigindo uma alteração nos procedimentos para coleta dos dados, ou até mesmo nos próprios objetivos dependendo dos pontos identificados durante a coleta de dados.

Segundo Takeda (2008), esta fase provavelmente é a que consome mais tempo, no qual os dados são tratados e coletados e os principais elementos desta fase estão descritos na tabela 05.

Tabela 4 - Principais Elementos do Inventário
Fonte: Adaptado Takeda (2008)

Análise do Inventário do Ciclo de Vida – Principais Elementos	
Aquisição dos dados:	*Tratamento e descrição dos dados:*
• Descrição do processo; • Aquisição de dados quantitativos e qualitativos para trocas relevantes associadas ao sistema	• Tratamento de dados (relacionados à unidade funcional); • Avaliação da Qualidade dos dados; • Apresentação e discussão dos resultados (opcional).

3.4.3.2.1 Aquisição de dados

Segundo Ferreira (2004), para a análise do inventário deve ser coletado dado quantitativo e qualitativo para cada unidade de processo que esteja incluído dentro dos limites do sistema.

A coleta de dados é feita através de dois tipos de fluxos, de entrada e de saída conforme ilustrado na figura 06.

Figura 6 - Unidade de Processo
Fonte: Adaptado de Ferreira (2004)

3.4.3.3 Avaliação dos impactos do Ciclo de Vida

A Avaliação do Impacto refere-se à identificação e avaliação em termos de impactos potenciais ao meio ambiente que podem ser associados aos dados levantados no inventário.

Segundo Takeda (2008), a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida, consiste em diferente sub-etapas, onde as informações do inventário são agregadas em pontos por efeitos, utilizando fatores de equivalência. Esta é uma etapa obrigatória em qualquer ACV, segundo a ISO 14042 (2004), chamada de classificação ou caracterização.

Segundo Millani (2007), nesta fase as diversas intervenções ambientais são agrupadas e convertidas em impactos ambientais potenciais. Além disso, esses impactos potenciais podem ser comparados pela aplicação de pesos. O primeiro elemento na análise (determinação) dos impactos é a caracterização das intervenções ambientais em relação aos tipos de impactos ambientais conhecidos.

As categorias de impactos abordadas neste estudo e os modelos de caracterização para o método EDIP são indicados por Wenzel et. al. (1997). Na fase de Avaliação de Impacto, o inventário é traduzido em potenciais contribuições, de acordo com os impactos relativos ao ambiente estudado, baseado especialmente no consumo de recursos e nas emissões ao meio.

Segundo Wenzel et. al. (1997), o efeito dos impactos são mensurados em uma escala local, regional e global. Impactos de efeito local são aqueles que apresentam influência num raio de poucos quilômetros de sua fonte geradora; impactos regionais causam efeitos num raio de 100 a 1000 quilômetros, dependendo da natureza do impacto e da sensibilidade do ambiente; impactos de escala global têm influência em

todo planeta, essas substâncias são emitidas em grandes quantidades e geralmente apresentam alta mobilidade e vida longa no ambiente.

Os impactos de ambientais de efeito local, são aqueles que ocorrem sobre fontes individuais significativas, são limitados pela vizinhança imediata da fonte da influencia do impacto, onde o efeito no máximo abrange o raio de alguns quilômetros (WENZEL et al., 2001).

Os impactos regionais causam efeitos em um raio entre 100 e 1000 quilômetros, está diretamente relacionada com a natureza do impacto e da sensibilidade do ambiente. Os impactos regionais podem ter origem de fontes difusas, isto é não podem ser rastreados até que seja identificado um ponto especifico gerador (WENZEL et al., 2001).

Os impactos globais são os que influenciam toda a Terra, e as substâncias que causam impactos de efeitos globais apresentam as seguintes características:

- Vida longa no ambiente, com alta dispersão antes de serem degradados ou dispersados;
- Alta mobilidade no ambiente, atingindo todas as partes do ambienta global.

As substâncias de efeito global são, freqüentemente, emitidas em grandes quantidades, podendo apesar de sua diluição durante a dispersão causar efeitos sentidos globalmente.

A explicação de cada categoria de impacto para os insumos é dada a seguir:

Consumo de Recursos renováveis e não renováveis

Os recursos são utilizados na maioria das vezes como matéria-prima para a transformação de materiais e este processo envolve energia, e a liberação de

substâncias. Os recursos são classificados em renováveis e não renováveis (WENZEL et al., 2001).

Os recursos renováveis são aqueles que podem ser regenerados, e que não são esgotados pela exploração humana, dependendo da freqüência e o processo de extração (WENZEL et al., 2001).

Os recursos não-renováveis são os que não são regenerados, ou que são regenerados a uma taxa praticamente insignificante frente à sua quantidade disponível (WENZEL et al., 2001).

Consumo de Energia

Os impactos gerados pelo consumo de energia dependem da forma que esta energia esta sendo usada e gerada (WENZEL et al., 2001).

A explicação de cada categoria de impacto para emissões é dada a seguir:

Potencial de aquecimento global

Segundo Wenzel et al. (1997), a atmosfera da Terra absorve parte da energia emitida como radiação infravermelha e se esquenta. Tal efeito de aquecimento natural da Terra vem-se intensificando nos últimos séculos pelas atividades humanas, levando à acumulação demasiada dos gases que aprisionam o calor na Terra. As conseqüências desse acúmulo ocasionado pelo Homem são de efeito global e podem incluir o aumento da temperatura média global e mudanças climáticas regionais repentinas.

Para a substância ser considerada como causadora de efeito estufa, ela precisa ser um gás, nas condições normais de temperatura e de pressão, e apresentar, no mínimo, uma destas duas características:

- Ser capaz de absorver radiação infravermelha e ser estável na atmosfera com tempo de residência de anos a séculos;
- Ser de origem fóssil e convertido em CO2 na degradação para a atmosfera.

Acidificação

Quando os ácidos, e outros compostos que podem ser convertidos em ácidos, são emitidos para atmosfera, lançados nas águas ou depositados no solo, podem por meio da adição de íons de hidrogênio resultar na diminuição do pH, causando uma acidificação do meio (WENZEL et al., 2001).

O cálculo para a equivalência para acidificação é baseado no número de íons de hidrogênio que podem, teoricamente, ser liberados da substância diretamente ou após todas as conversões sofridas no ambiente. O potencial de acidificação é expresso em uma quantidade equivalente de dióxido de enxofre, substância utilizada como referência para acidificação que apresenta impactos em escala local e regional (WENZEL et al., 2001).

Eutrofização

A eutrofização é um impacto causado por substâncias ricas em nutrientes, principalmente em Nitrogênio e Fósforo. A disponibilidade desses nutrientes é um fator que favorece a proliferação de algas e plantas. Em ecossistemas aquáticos, o excesso de nutrientes pode causar situações de falta de oxigênio, pois o ecossistema passa a produzir mais matéria orgânica do que é capaz de consumir ou decompor. A eutrofização é um impacto que afeta o ambiente em uma escala local e regional (WENZEL et al., 2001).

Ecotoxicidade

Os produtos químicos emitidos em conseqüência das atividades humanas contribuem para ecotoxicidade se afetarem a função e a estrutura dos ecossistemas, causando efeitos tóxicos nos organismos expostos. Se as concentrações das substâncias emitidas forem altas o suficiente, o efeito tóxico é chamado de ecotoxicidade aguda e resulta na morte dos organismos expostos. Efeitos tóxicos que apresentam seus sinais a longo prazo são chamados de ecotoxicidade crônica. Em alguns casos, o efeito crônico é causado freqüentemente por substâncias que apresentam uma baixa degradabilidade e que podem permanecer no ambiente muito tempo após sua emissão. Algumas substâncias apresentam a tendência de se acumular em organismos vivos, assim o efeito crônico de um composto é determinado por sua toxicidade, por sua degradabilidade e por sua habilidade de se acumular em organismos vivos. O potencial de ecotoxicidade é expresso pelo volume do ambiente impactado, no caso o volume (m^3) de água impactada. A ecotoxicidade, na maioria das vezes, apresenta impactos de escala local ou regional. Quando a substância apresenta um baixo grau de degradabilidade e uma alta tendência de permanência no ambiente, seu impacto poderá ser considerado de escala global (WENZEL et al., 2001).

Toxicidade humana

Os produtos químicos emitidos em conseqüência das atividades humanas podem contribuir para toxicidade humana por meio da sua exposição no ambiente. Este é o caso de substâncias consideradas venenosas, que de alguma forma entram em contato com os seres humanos. As rotas mais fáceis de contaminação são por meio do ar respirado ou por meio de ingestão oral (WENZEL et al., 2001).

Quando as concentrações das substâncias perigosas emitidas forem altas, os efeitos tóxicos podem ocorrer imediatamente após a exposição, o que é chamado de toxicidade aguda, enquanto os efeitos que aparecem após um longo prazo são chamados de efeito crônico. A toxicidade crônica é causada freqüentemente por substâncias que apresentam uma baixa degradabilidade e que podem permanecer no ambiente muito tempo após sua emissão. Algumas substâncias têm a tendência de se acumular em organismos vivos, que funcionam como alimento para os seres humanos, assim o efeito crônico de um composto é determinado por sua toxicidade, por sua degradabilidade e por sua habilidade de se acumular em organismos vivos. O potencial de toxicidade humana é expresso em m^3, que significa o volume impactado pela emissão. A toxicidade humana apresenta impactos de escala local e regional. Algumas substâncias que possuam um alto grau de toxicidade, ligações difíceis de serem quebradas e que possam ser facilmente transportadas, podem apresentar impactos em escala global (WENZEL et al., 2001).

3.4.3.4 Interpretação do Ciclo de Vida

É uma das etapas mais sensíveis, pois as hipóteses estabelecidas durante as fases anteriores, assim como as adaptações que podem ter ocorrido em função de ajustes necessários, podem afetar o resultado final do estudo.

O relatório final deve ser elaborado de forma a possibilitar a utilização dos resultados e sua interpretação de acordo com os objetivos estabelecidos para o estudo. Apesar de toda a orientação normativa, os estudos de ACV continuam a ser descrições imperfeitas do sistema de produção. Existe um potencial de incerteza relativa à qualidade dos dados, e mesmo involuntariamente, certa subjetividade pode estar presente desde o início dos estudos.

Para reduzir os riscos de manipulações, abusos na condução ou mesmo erros involuntários devido à complexidade dos estudos, a norma NBR ISO 14.040 salienta que uma revisão crítica pode ser realizada por um especialista independente do estudo de ACV.

Contudo, quando se tratar de afirmações comparativas ou públicas, estas devem passar obrigatoriamente por uma revisão crítica externa independente. Isto porque o uso de resultados de ACV para apoiar afirmações comparativas levanta preocupações especiais e requer análise crítica, uma vez que esta aplicação provavelmente afeta partes interessadas que são externas ao estudo de ACV.

Para diminuir a probabilidade de mal-entendidos ou efeitos negativos em relação às partes interessadas externas, devem ser conduzidas análises críticas em estudos de ACV quando os resultados são usados para apoiar afirmações comparativas. O fato de uma análise crítica ter sido conduzida não implica de modo algum um endosso de qualquer afirmação comparativa que seja baseada em um estudo de ACV.

A análise crítica externa pode ser efetuada tanto por um especialista externo quanto por uma comissão, a qual pode incluir representantes das partes interessadas. A declaração sobre a análise crítica e o relatório da comissão de análise crítica, assim como comentários do especialista e quaisquer respostas às recomendações feitas pelo analista ou pela comissão, deve ser incluída no relatório de estudo de ACV.

Para Manzini e Vezzoli (2002) existem três razões fundamentais que torna a operação da ACV complexa:

- Deve-se considerar que o impacto ambiental não é determinado por um produto, e menos ainda por um material que compõe, mas pelo conjunto dos processos que o acompanham durante todo o seu ciclo de vida, sendo necessário, preparar e sistematizar um modelo de ciclo de vida do produto como um todo, considerando desde a extração da matéria-prima até a sua eliminação final;
- Uma vez definido o perfil do ciclo de vida inteiro do produto, ficam muitas dúvidas sobre os reais impactos ambientais dos processos utilizados, faltando dados preciosos para a análise;
- O conhecimento sobre o ambiente que nos circunda ainda é limitado, o ambiente é particularmente complexo e torna-se difícil defini-lo com um modelo apenas.

Em síntese é um modelo que pode levantar duas críticas:

- Um método complexo e caro, por isso, não utilizado pelas indústrias;
- Um método simples demais, onde seus resultados não são confiáveis.

Na prática, estabelece-se um compromisso entre a prática e a complexidade na utilização da análise do ciclo de vida. Normalmente o grau de complexidade é definido em função do objeto em análise.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é, com certeza, a metodologia mais conhecida e que, melhor que as outras, enfrenta os problemas antes citados (MANZINI E VEZZOLI, 2002).

3.5 O objeto do estudo de caso: Cesto da Lavadora de Roupa

3.5.1 O Histórico da Lavadora de Roupas

Uma das primeiras invenções de lavadora foi registrada na Inglaterra no ano de 1780. No entanto, a maioria das patentes de lavadora foi emitida durante o século XIX e estava baseada nos vários métodos de fricção de lavar: esfregar, bater e arrastar as roupas em uma solução de água e sabão. Isso era feito mecanicamente, com o operador que geralmente exercia a força. Depois os novos desenvolvimentos usaram outras fontes de forças para guiar a lavadora, WHIRLPOOL (1975).

O norte-americano Hamilton E. Smith inventou a máquina mecânica de lavar roupa em 1858 (o modelo elétrico surgiria apenas em 1906). A figura 07 mostra um modelo do primitivo aparelho mecânico, anunciado no tablóide American Agriculturist (O Agricultor Norte-Americano) de janeiro de 1864 (AGUIAR, 2004).

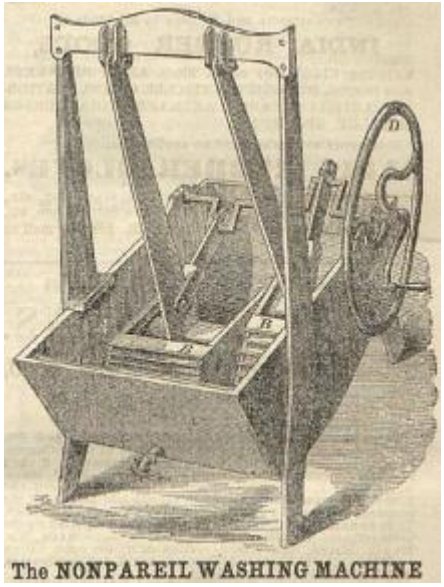

Figura 7 - Primeira Lavadora de roupa de 1858
Fonte: AGUIAR (2004)

Depois da lavagem, era necessário secar as vestes. O sistema desenvolvido para secar as roupas (figura 8), consistia de rolos que comprimiam a roupa, de modo a retirar o excesso de líquido absorvido durante a lavagem.

Figura 8 - Propaganda da Máquina de espremer roupas.
Fonte: AGUIAR (2004)

A primeira variação dos antigos princípios foi uma máquina que usava um tambor rotativo, que com intermitência, invertia a direção das peças a serem lavadas. Isso forçava as roupas a cair e movimentarem-se na água ensaboada. Outros avanços estavam sendo feitos, como um equipamento que extraía o excesso de água das roupas através de dois rolos, conhecido como *wringer*. O resultado dessa invenção (figura 9), usando rolos de borracha e uma braçadeira em arranjo para prendê-los no lado de um recipiente de lavagem ou mesa, ganhou popularidade ao término do século XIX (AGUIAR, 2004).

Figura 9 - Máquina de lavar roupas, década de 20
Fonte: AGUIAR (2004)

Já no início do século XX, o desenvolvimento de um modelo utilizando a energia elétrica ofereceu à dona-de-casa um menor esforço para o processo de lavagem e secagem de roupa, pois a água das roupas era eliminada por força centrífuga, não precisando de sua intervenção. Esse método continua sendo o usado nas lavadoras automáticas até hoje (AGUIAR, 2004).

A segunda guerra mundial (1942-1945) interrompeu toda a produção de lavadora. Porém, uma máquina de lavar completamente automática estava sendo preparada, e após a guerra, a maioria dos fabricantes de lavadora retomaram a produção da máquina de *Wringer* (AGUIAR, 2004).

Em 1947, outro conceito de lavadora automática foi introduzido, agora mais aceito pelos americanos (figura 10). Era uma top-loading[5], com ação por agitador, uma única velocidade, um único ciclo automático. Oferecia água quente ou morna, com enxágüe em água morna (AGUIAR, 2004).

[5] Top-loading é o termo usado para as lavadoras de roupa em que o abastecimento de roupas e insumos é feita na parte superior do produto.

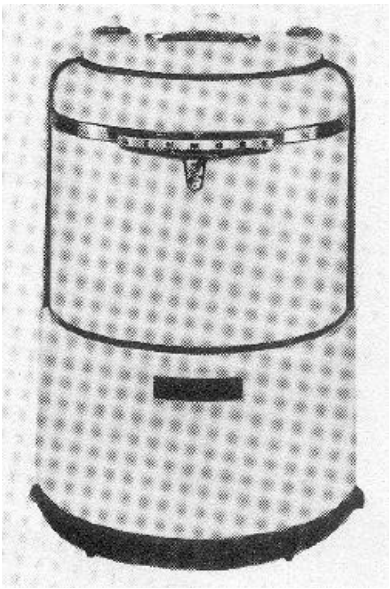

Figura 10 - Lavadora de roupa da década de 40.
Fonte: AGUIAR (2004)

No início dos anos 60, os eletrodomésticos eram novidade para a maioria das donas-de-casa brasileiras. Na maior parte do país, lavava-se a roupa no tanque ou até mesmo no rio.

No início da década de 70 essas lavadoras foram lançadas nas cores amarela e azul, além do tradicional branco. Esses modelos foram produzidos até o final da década de setenta (CDM - MULTIBRÁS, 2002).

Em setembro de 1990, a Brastemp lançou a lavadora Mondial (Figura 11), que era produzida na Unidade Rio Claro da Multibrás, inaugurada em julho do mesmo ano. No início da produção a fábrica fazia 20 mil lavadoras por mês. Tanto a lavadora quanto a nova unidade representaram novidades para o mercado: a fábrica foi planejada para que a produção fosse mais rápida e econômica e com um produto de maior qualidade. Esse modelo apresentou uma inovação no material utilizado em sua construção, a tampa, que era em aço, passou a ser em plástico polipropileno (pp) e o cesto da lavadora fabricados com o aço inox produzido pela Acesita. Essa lavadora é menor do que a antiga lavadora Luxo da Brastemp. Ela pesa 40 quilos, menos que a metade do peso da lavadora antiga. A versão Baby Mondial é menor ainda, mas também lava 4 quilos de roupa. O cesto da lavadora antiga era de aço comum. O da lavadora Mondial é de aço Inox e por isso não enferruja CDM - MULTIBRÁS (2002).

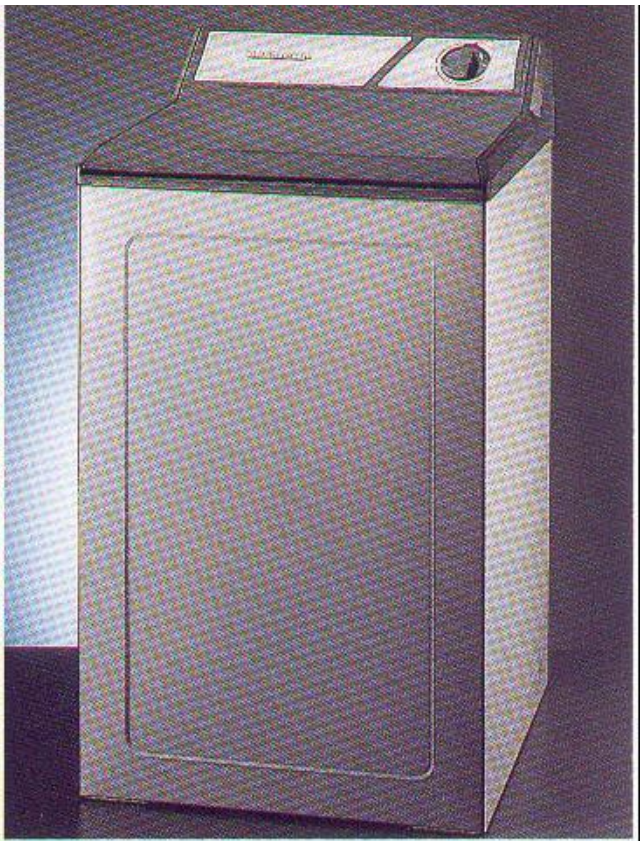

Figura 11 - Lavadora Mondial
Fonte: AGUIAR (2004)

Em 1998, lança a linha de lavadoras Eletrônicas (Figura 12) com tecnologia e design diferenciados, um linha de lavadoras com abertura superior da tampa que tem multidispenser, para distribuir automaticamente os insumos; pés antiderrapantes e reguláveis; painel de comando eletrônico, o qual oferece maiores possibilidades de programação; agitador dual action; tampa de vidro temperado; auto aquecimento, CDM - MULTIBRÁS (2002).

Figura 12 - Lavadora com auto-aquecimento
Fonte: AGUIAR (2004)

Em julho de 1999, a Multibrás inaugurou em Rio Claro a nova linha de lavadoras Consul (Figura 13), lançando um modelo de lavadora automática com duas capacidades: 5,0 Kg de roupa seca 7,0 Kg de roupa seca.

Figura 13 - Lavadora Consul
Fonte: AGUIAR (2004)

O desenvolvimento de novos produtos e o lançamento deles no mercado ficou cada vez mais intenso na década de 90. Com a concorrência cada vez mais acirrada é preciso, além de inovar, oferecer produtos com qualidade superior, para manter o “foco no consumidor”.

3.5.2 Características das Lavadoras de Roupa

Segundo Aguiar (2004), as lavadoras automáticas de uso doméstico, dividem-se em dois grupos: a de abertura frontal e a de abertura superior.

As lavadoras de abertura frontal – eixo horizontal (figura 14), o sistema de lavagem é por tombamento. Esse tipo de sistema consiste em montar um tambor interno perfurado, rotativo dentro de um tambor fixo. O tambor interno é denominado “cesto” e permite que a solução de lavagem passe dele para o tambor fixo e vice-versa. No interior do cesto existem pás que, por meio de movimento rotatório, levam a roupa até a certa altura, deixando-a cair novamente na solução de lavagem. Nesse movimento, existem fricções de roupa contra roupa, e roupa contra o cesto, e a queda da peça na solução de lavagem. Essa ação conjunta de esfregar e bater a roupa denomina-se ação mecânica.

Figura 14 - Lavadora "Front-load"

As lavadoras de abertura superior – eixo vertical (figura 15), o sistema de lavagem pode ocorrer por agitação ou turbilhonamento, muito conhecido como *impeller*. Tal sistema consiste, também, em montar um tambor interno perfurado, rotativo, dentro de um tambor fixo. No entanto, as pás são substituídas por um agitador ou *impeller* que ficam posicionadas no eixo vertical da lavadora e, que transferem a energia mecânica do motor para a água da lavagem e para as roupas.

Figura 15 - Lavadora "Top-load"

Ambos os grupos de lavadoras, abertura frontal e superior, têm como finalidade provocar, sem intervenção manual direta, um trabalho mecânico que visa: causar fricção, aumentar a velocidade de passagem da água com detergente através das fibras e facilitar a formação de emulsão e dispersões. O fator mecânico, combinado com os demais fatores – químico, temperatura e tempo – removem a sujeira dos tecidos.

Atualmente, os cestos das lavadoras do mercado brasileiro são produzidos em dois materiais, em aço inoxidável e plástico. As lavadoras mais antigas, que ainda podem ser encontradas em funcionamento em algumas residências possuem o cesto em aço ao carbono, com acabamento vítreo através do processo de esmaltação (figura 16).

Figura 16 - Cesto em aço com camada de esmalte

Este processo além de ser caro e gerar muitos impactos, fez com que as empresas migrassem para materiais e processos mais baratos que mantenham a característica de resistência a corrosão pelos ataques químicos sofridos durante o processo de lavagem.

O componente escolhido para desenvolver a metodologia de ACV foi o cesto da lavadora de roupas, que tem como principal finalidade acomodar a roupa dentro do produto que exerce uma ação mecânica sobre a roupa, que bate e esfrega a roupa, imitando o trabalho de uma lavadeira que esfrega a roupa no rio.

Os cestos que serão utilizados para este estudo, são produzidos em dois materiais:

O cesto em aço inox, figura 18, é formado por duas partes: o fundo do cesto e a lateral do cesto. As duas partes são confeccionadas em aço inox e são fornecidos pela usina em forma de bobinas, manufaturados, e montados na lavadora (figura 19).

Figura 18 - Cesto em Aço inox

Figura 19 - Posicionamento do cesto inox no produto

O cesto em plástico (figura 20) é produzido através conformação por injeção em molde, diferentemente do cesto inox, o cesto plástico é produzido em uma única peça. A matéria-prima é fornecida em forma de grãos, passa pelo processo de injeção e montagem no produto (figura 21).

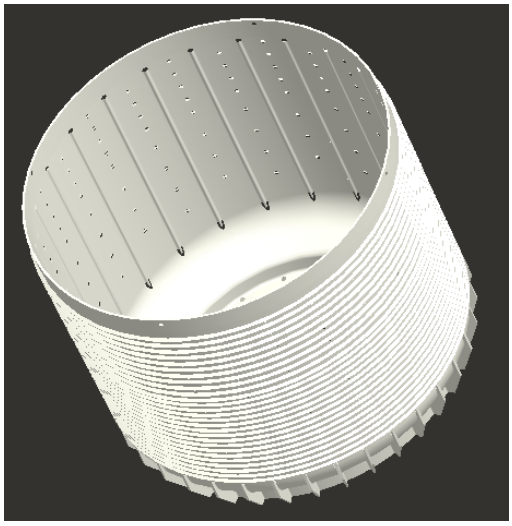

Figura 20 - Cesto em Plástico

Figura 21 - Posicionamento do cesto Plástico no produto

4 Materiais e Métodos

Esta dissertação do ponto de vista da sua natureza é uma pesquisa aplicada, pois os conhecimentos originados terão aplicações práticas advindas dos resultados adquiridos por meio dos dados quantitativos do inventário. Do ponto de vista de seus objetivos se trata de uma pesquisa exploratória e os procedimentos técnicos utilizados são: a pesquisa bibliográfica e estudo de caso dos dois tipos de cesto utilizados nas lavadoras de roupa.

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os itens: desenvolvimento sustentável, a evolução da integração dos aspectos ambientais no âmbito empresarial, o ecodesign, a ACV, e sobre o objeto de estudo de caso, o cesto da lavadora de roupa. Além disso, utilizou-se a revisão sistemática sobre os principais métodos de ACV.

Desse modo algumas as questões utilizadas na revisão sistemática foram:

Quais são os principais métodos utilizados nos estudos de ACV e quais são as principais características e diferenças?

Para responder estas questões, foi necessário realizar uma revisão sistemática, que segundo Lakatos e Marconi (2001) é uma metodologia de pesquisa específica, desenvolvida formalmente, para levantamento e avaliação de evidências pertencentes a um determinado foco de pesquisa. O processo de condução da pesquisa em uma revisão sistemática segue uma seqüência bem definida de passos metodológicos, de acordo com um protocolo desenvolvido previamente.

Uma revisão sistemática é um meio de avaliar e interpretar todas as pesquisas relevantes disponíveis para uma pesquisa particular de uma questão ou tópico de área ou fenômeno de interesse.

As bases de dados pesquisadas durante a revisão sistemática são apresentadas abaixo, seguidas de uma breve descrição e do endereço da internet para acesso.

- *Scirus* (http://www.scirus.com): mecanismo de pesquisa científica na internet que inclui mais de 450 milhões de materiais científicos em diferentes áreas do conhecimento;

- *Research Communications for Scientists and Engineers* (http://www.osti.gov/eprints): plataforma que proporciona acesso a diferentes bases de dados em engenharia e ciências;

- *Find Articles* (http://www.findarticles.com): acesso a milhões de artigos de centenas de publicações de alto nível;

- *Science Direct* (http://www.sciencedirect.com): proporciona acesso a mais de 2000 revistas conceituadas e a centenas de livros, handbooks e trabalhos para referência;

- *IEEE Explore* (http://ieeexplore.ieee.org): proporciona acesso integral à literatura mundial de mais alta qualidade técnica;

- *Scholar Google* (http://scholar.google.com): pesquisa de literatura acadêmica em artigos revisados por especialistas (*peer-rewiewed*), teses, livros, resumos e artigos de editoras acadêmicas, organizações profissionais, bibliotecas de pré-publicações, universidades e outras entidades acadêmicas

A revisão sistemática foi realizada com o objetivo de identificar os métodos, ferramentas e banco de dados mais utilizados para os estudos que utilizam a ACV. Para isso, foi feita uma pesquisa na internet, buscando artigos internacionais, escritos na língua inglesa utilizando as expressões: "*life cicle assessment method*", "*LCA method*", "*life cycle assessment methodology*" e "*LCA methodology*".

As seleções de artigos levantados para a leitura seguiram alguns critérios como: considerar somente artigos, teses, dissertações relatórios e monografias em inglês, o período considerado para a revisão sistemática foi de 15 anos, ou seja, os artigos publicados entre 1994 e 2009.

Os artigos encontrados foram salvos e catalogados de maneira simples em uma planilha de dados do Excel (Microsoft). Cada artigo foi cadastrado (ANEXO A) com as seguintes informações; título, autor(es), referência, ano, país, métodos citados, categorias de impactos, cadeia de impacto (midpoint ou endpoint), ferramentas utilizadas e banco de dados.

Quando um “termo” (método, ferramenta, banco de dados, categoria de impactos), era citado mais de uma vez no mesmo artigo, este era contabilizado uma só vez, alguns autores não colocaram versão/ano, do método, ferramenta e banco de dados utilizado, mesmo assim, foi contabilizado, separando-se dos mesmos métodos, ferramentas e banco de dados que tinha sua versão/ano descritos.

Não foi avaliado se os autores estavam classificando corretamente as ferramentas e métodos, os dados foram compilados na planilha conforme descrito pelos autores.

Além da revisão sistemática da ACV, este trabalho de mestrado apresenta um estudo de Avaliação de Ciclo de Vida - ACV comparativo baseado na estrutura metodológica da série ISO 14.040, e nas normas brasileiras NBR ISO 14.041, 14.042 e 14.044 e no método EDIP.

O método EDIP (*Environmental Design of Industrial Products*) é o resultado de um programa cooperativo entre uma universidade, a indústria e as autoridades

dinamarquesas com o objetivo de projetar produtos mais limpos (WENZEL et al., 2001).

A ACV será aplicada a um componente específico de uma lavadora de roupa, produto classificado como sendo da “linha branca”, presente na maioria das residências de todos os países.

Os dados do ciclo de vida para a lavadora de roupas, foram obtidos através de fonte primária através do acesso do banco de dados de uma empresa de eletrodomésticos e do banco de dados do software GABI v. 4.3.

O componente escolhido foi o cesto da lavadora de roupa, que tem a função primária de acondicionar as roupas dentro do produto, para que possam passar pelo processo completo de lavagem.

O cesto de roupa é um componente essencial para diferenciar os produtos da linha branca voltados para o processo de lavagem de roupas, pois os produtos que possuem o cesto de roupa podem oferecer aos consumidores o processo de centrifugação que tem a finalidade de retirar a unidade da roupa, a fim de acelerar seu processo de secagem.

O mercado de lavadoras em torno de 75% das lavadoras no mercado oferece esta função de centrifugação devido à existência do cesto no produto, já os produtos que não possuem o cesto de roupa, ou seja, não oferecem esta função de centrifugar a roupa, são conhecidos popularmente como “tanquinhos” ou lavadoras semi-automáticas.

As lavadoras de roupas oferecidas no mercado nacional possuem cestos em aço inox ou em plástico, com a mesma capacidade[6], no caso 8 kilos de roupa seca, isso possibilita que seja realizado um estudo comparativo de ACV, para verificar os potenciais impactos gerados para cada tipo de cesto.

O dois modelos de produtos são produzidos pela mesma empresa, assim, aspectos como o processo de montagem do produto e movimentação interna dos componentes são os mesmos conforme dados obtidos em campo em fonte primária.

O método científico aplicado para o método da ACV é definido como Hipotético dedutivo e para este trabalho tem como base a técnica de Avaliação de Ciclo de Vida – ACV, normalizada pela ISO e pela ABNT no Brasil e o método EDIP. A série de normas ISO 14040, determinam as fases e os procedimentos gerais da execução de um estudo de ACV

Segundo a NBR ISO 14040 (2006), a Avaliação do Ciclo de Vida é a compilação e a avaliação das entradas (inputs), saídas (outputs) e os potenciais impactos ambientais do sistema de um produto durante o seu ciclo de vida.

Os dados do ciclo de vida para a lavadora de roupas e o cesto da lavadora de roupa, foram obtidos através de bibliografias e principalmente de fonte primária através do acesso do banco de dados do Centro de Desenvolvimento e Memória (CDM) da empresa e principalmente do banco de dados do software GABI v. 4.3.

Devido a sua característica em apoiar a compreensão ambiental sobre os produtos, a ACV é o método mais indicado, para que possamos compreender as diferenças das características ambientais dos componentes, neste caso, os cestos da lavadora de roupa.

---

[6] Capacidade de uma lavadora de roupa é medida em kilos de roupa seca que podem ser lavados em único ciclo de lavagem.

No método EDIP, o inventário, em termos de quantidade e tipo de emissão é traduzido em impactos ambientais conhecidos. Assim, o inventário é transformado em uma lista de itens consumidos e de potenciais para impactos no meio ambiente.

O inventário foi dividido em dois grupos principais:

- Potencial da emissão: aquecimento global, diminuição da camada de ozônio, acidificação, ecotoxicidade e toxicidade humana.
- Consumo de recursos: consumo de energia e exaustão de recursos naturais.

Utilizando-se das categorias de impacto foi realizado o cálculo dos potenciais impactos conforme o método EDIP.

Cálculo das contribuições potenciais de cada categoria de impacto selecionada. Os cálculos são feitos a partir da quantidade do elemento encontrada, de acordo com a unidade funcional, multiplicado pelo fator de equivalência que este elemento apresenta segundo o método, para a categoria de impacto avaliada.

$$\mathbf{EP = Q \cdot EF}$$

Onde:

EP = Potencial de impacto

Q = Quantidade do elemento

EF = Fator de equivalência do elemento para o impacto selecionado

Para a quantificação e posterior interpretação dos impactos, utilizou-se o método EDIP. Para a classificação dos insumos designados no inventário, foram selecionadas as seguintes categorias:

- Consumo de recursos renováveis e não renováveis
- Consumo de Energia.

Seguindo o método EDIP, para uma avaliação quantitativa dos impactos gerados foram selecionadas as seguintes categorias de impactos relativos às emissões do ciclo de vida:

- Potencial de aquecimento Global
- Acidificação;
- Eutrofização;
- Ecotoxicidade;
- Toxicidade Humana.

O método EDIP está sendo usado para este estudo, devido as suas características de *mid point*, além de modelar quantitativamente os resultados reduzindo as incertezas de outros métodos que consideram um único indicador e as categorias *end point*.

Além disso, o método EDIP possibilita a comparação entre dois produtos semelhantes como é o caso do objeto de estudo, possui uma facilidade para a compreensão dos dados gerados.

O método EDIP apresenta publicação em livro e que possibilita transparência e estudo mais aprofundado do método, trazendo em sua literatura exemplos que facilitam a compreensão da aplicação do método na prática, além da disponibilidade do método para uso no estudo.

5 Resultados

5.1 Revisão Sistemática da ACV

Para a revisão sistemática sobre a Avaliação do Ciclo de Vida – ACV foram obtidos os resultados abaixo:

- Do total de 120 artigos cadastrados, 21 artigos não citavam qualquer método ou ferramenta utilizada para a aplicação da ACV;
- Não há um consenso entre os autores sobre a aplicação da ACV, pois alguns autores descrevem a ACV como sendo um método e outros descrevem a ACV como sendo uma ferramenta;
- Nenhum artigo informou todos os critérios utilizados para o estudo da ACV, como exemplo muitos citam o método utilizado, mas não informam as categorias de impactos considerados no estudo;
- Em 120 artigos analisado, foram citados 113 métodos diferentes para o estudo de ACV;
- Foram citadas 88 categorias de impactos diferentes, sendo que muitas tinham o mesmo objetivo, mas eram descritas de forma diferente pelos autores;
- As cadeias de impacto (midpoint ou endpoint) são citadas em apenas 12% dos artigos.

Os resultados dos dados compilados na planilha Excel (Microsoft), foram convertidos em gráficos para melhor compreensão dos resultados.

O gráfico 01 mostra o percentual de artigos que informam o método, a categoria de impacto, as cadeias de impacto (midpoint ou endpoint), as ferramentas

utilizadas e o banco de dados. Os métodos utilizados são informados em 68% dos artigos pesquisados, entretanto, 12% dos autores informaram a cadeia de impacto (midpoint ou endpoint).

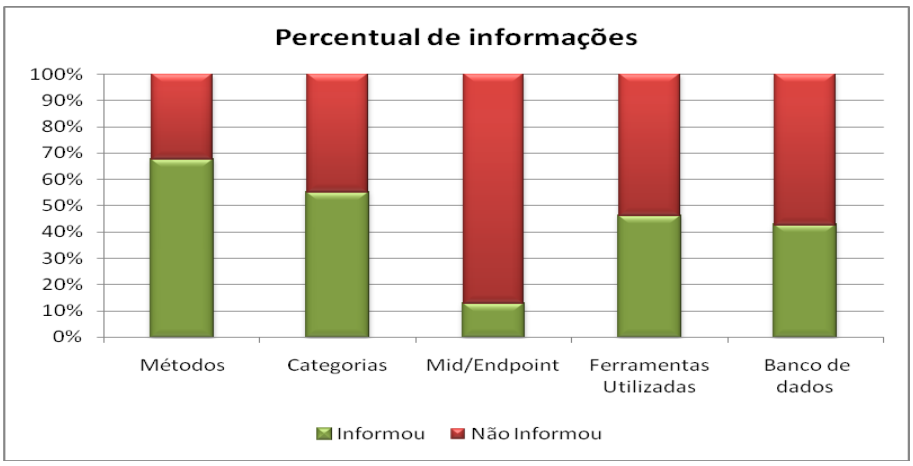

Gráfico 1 - Percentual de informações dos autores

O gráfico 02, mostra os principais métodos citados em cada artigo, lembrando que, os métodos que possuem versão/ano, foram separados. Foram colocados no gráfico, os 10 métodos mais citados, sendo que no total foram citados 113 métodos diferentes.

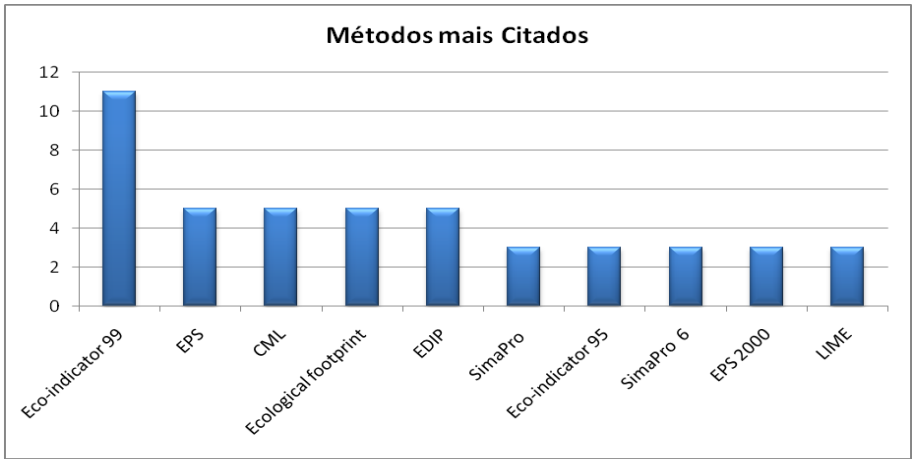

Gráfico 2 - Principais métodos citados

No gráfico 03, estão indicadas as principais categorias de impacto descrito pelos autores para o estudo de ACV realizado, sendo que nos 120 artigos

analisados, foram citados 88 “categorias de impactos” diferentes. Muitas categorias citadas têm o mesmo objetivo, mas são descritas pelos autores de forma diferente.

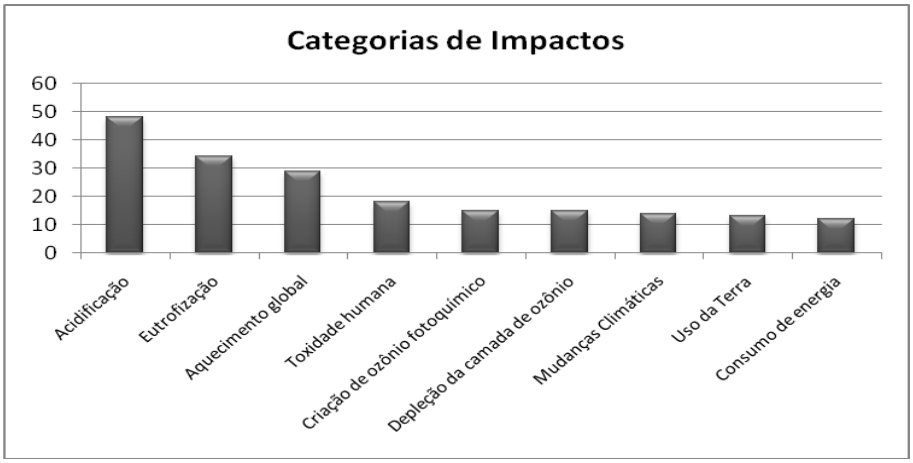

Gráfico 3 - Principais Categorias de Impacto

Poucos artigos informaram se os estudos realizados eram para as categorias de impactos midpoint e/ou endpoint, apenas 15 autores informaram conforme mostra o gráfico 04.

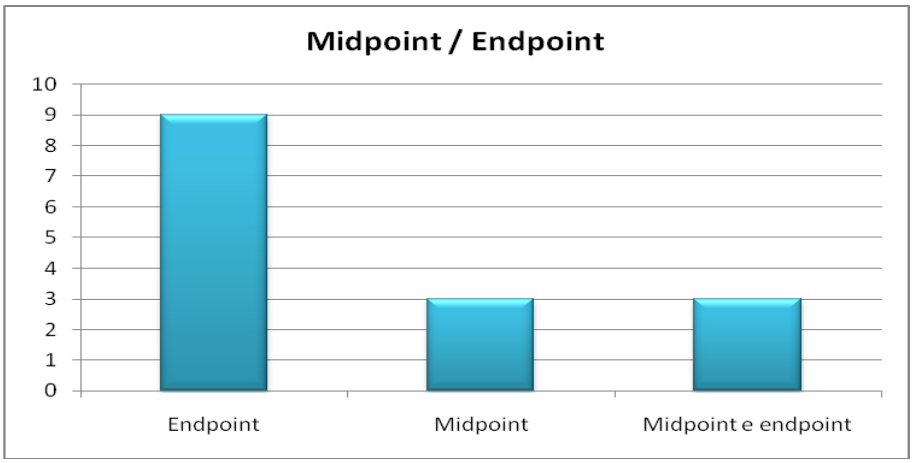

Gráfico 4 - Cadeias de impacto.

O gráfico 05, mostra as ferramentas mais citadas nos artigos analisados, as ferramentas que possuem versão/ano, foram contabilizadas separadamente. O *eco-*

indicator foi a ferramenta mais citada nos artigos, mesmo sendo separado por versão, esta ferramenta está entre as duas mais citadas.

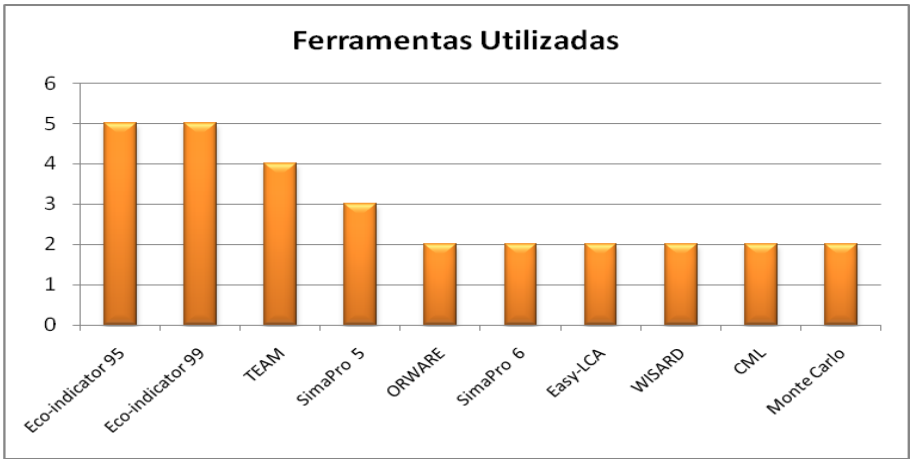

Gráfico 5 - Principais Ferramentas

Alguns autores informaram no artigo, quais foram os bancos de dados utilizados para o inventário, o gráfico 06 mostra os principais bancos de dados utilizados dentre 49 bancos de dados citados.

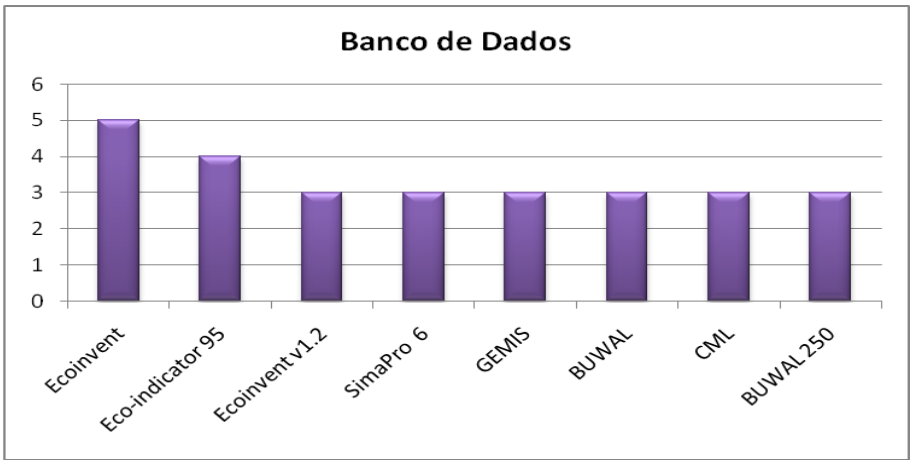

Gráfico 6 - Principais Banco de dados

A distribuição anual dos estudos é apresentada no gráfico 07, onde podemos observar um aumento na quantidade de publicações entre os anos de 1994 e 2008, sendo que os anos de 2005 e 2008 apresentam uma maior quantidade de publicações relacionada as “palavras-chave” utilizadas.

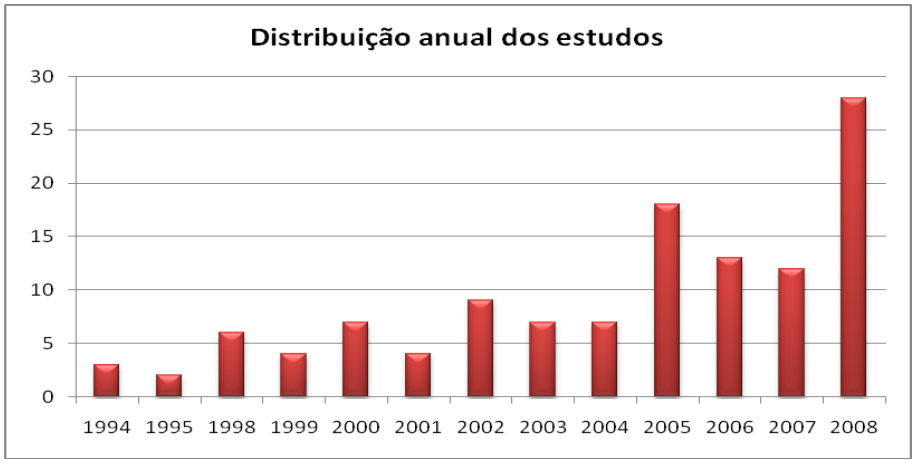

Gráfico 7 - Distribuição anual dos artigos pesquisados

A maioria dos autores descreve a importância da ACV como uma ferramenta de gerenciamento ambiental, mas conforme os resultados da revisão sistemática pode-se concluir que não há um consenso quanto aos melhores métodos, ferramentas e banco de dados a serem utilizados.

Muitos pesquisadores utilizam recursos que estão mais facilmente acessíveis, mas esses recursos não são necessariamente considerados como os melhores para o estudo em questão.

5.2 Estudo de Caso: Cesto da Lavadora de Roupa

5.2.1 Definição do objetivo e do escopo

O objetivo deste estudo é comparar os potenciais impactos ambientais do ciclo de vida de um cesto de plástico e um cesto de aço inox da lavadora de roupa.

Função do sistema

A função primária do cesto de roupa é acondicionar a roupa dentro do produto, para o processo de lavagem. Outra característica importante do cesto, é que ele tem um papel fundamental na diferenciação na classificação das lavadoras de roupa,

pois, as lavadoras que possuem o cesto oferecem ao consumidor o ciclo de centrifugação.

A centrifugação é a etapa do ciclo da lavadora que faz a eliminação do excesso de água da roupa através do uso da força centrifuga, onde o cesto gira através do eixo do mecanismo em alta rotação, forçando a roupa úmida contra as paredes do cesto, deixando sair somente o excesso de água.

Este processo de retirada do excesso de água antes da criação do processo de centrifugação era feito através da utilização de rolos, que as lavadoras mais antigas ofereciam, ou através da torção manual. Deste modo, com a criação do cesto e o sistema de centrifugação não foi mais necessário a intervenção do consumidor para retirar o excesso de água da roupa.

Unidade Funcional

Quantidade de roupa em massa acondicionada e centrifugada durante o período de uso do cesto no período de vida do produto. Esta quantidade é de 8736 kilos, considerando que o consumidor utiliza o produto 3 vezes por semana com 8 kilos de roupa seca durante 7 anos de vida útil.

Fluxo de referência

Para atender a unidade funcional considerada, são necessários dois cestos plásticos e um cesto inox devido a troca do cesto plástico durante a fase de uso da lavadora solicitada pelo consumidor devido a problemas estéticos.

Sistema do Produto

As unidades de processo que compõe o sistema do produto serão divididas entre os dois tipos de cesto, sendo que não foi autorizado imagens do fluxo

produtivo e dos equipamentos utilizados para a produção dos dois cestos pelo fabricante da lavadora de roupa.

Para o cesto em aço inox o sistema do produto é composto pelas seguintes atividades, ilustrado na figura 22:

Atividade 1: Processo de extração do minério e beneficiamento, composto por: Extração mineral, Processo de fragmentação, Classificação, Enriquecimento, Processo pré-extrativo Armazenamento, redução, aciaria, lingotamento contínuo, laminação a quente, laminação a frio, recozimento e decapagem,

Atividade 2: Transporte rodoviário de caminhão da siderúrgica até a indústria de manufatura, a siderúrgica está situada na cidade de Timóteo – MG e percorre um trajeto de 865 Km até a cidade de Rio Claro, onde se encontra a Indústria de manufatura.

Atividade 3: Processo Industrial do cesto: consiste em dois fluxos paralelos, um para a produção do fundo do cesto que é conformado através do processo de estampagem por prensa mecânica com ferramenta de 5 estágios e posteriormente estocado. Outro fluxo para a produção da lateral do cesto, que consiste no corte, furação e calandra. União do fundo do cesto com a lateral através do processo de rebordagem, para este fluxo é utilizado um equipamento exclusivamente desenvolvido para a confecção da lateral do cesto.

Atividade 4: Montagem do cesto na lavadora, a partir da montagem do cesto no produto, o processo de fabricação do produto, os testes feitos na linha de montagem que necessitam do funcionamento do cesto e o processo de embalagem, são iguais para as lavadoras, independente do material do cesto.

Atividade 5: Transporte do produto acabado para a Indústria, através de transporte rodoviário, saindo de Rio Claro – SP para os três centros de distribuição e armazenagem de produtos, em média são percorridos 537,4 km.

Atividade 6: Uso do produto pelo consumidor, considerado como o ciclo de vida da lavadora, estimado por 7 anos pelo fabricante da lavadora, onde o cesto é fundamental para o ciclo de centrifugação.

Atividade 7: Disposição final do cesto ou do produto, devido à troca ou quebra.

Para o cesto Plástico o sistema do produto é composto pelas seguintes atividades:

Atividade 1: Extração da matéria-prima e beneficiamento do plástico

Atividade 2: Transporte rodoviário da Indústria de beneficiamento à indústria de manufatura, a matéria-prima é transportada de Paulínia-SP para Rio Claro, percorrendo um trajeto de 76 km.

Atividade 3: Produção do cesto plástico através do processo de conformação em molde por injeção;

Atividade 4: Montagem do cesto na lavadora, a partir da montagem do cesto no produto, o processo de fabricação do produto, os testes feitos na linha de montagem que necessitam do funcionamento do cesto e o processo de embalagem, são iguais para as lavadoras, independente do material do cesto.

Atividade 5: Transporte do produto acabado para a Indústria, através de transporte rodoviário, saindo de Rio Claro para os três centros de distribuição e armazenagem de produtos, em média são percorridos 537,4 km.

Atividade 6: Uso do produto pelo consumidor, considerado como o ciclo de vida da lavadora, estimado por 7 anos pelo fabricante da lavadora, onde o cesto é fundamental para o ciclo de centrifugação.

Atividade 7: Disposição final do cesto ou do produto, devido a troca ou quebra.

Após a conformação em molde por processo de injeção (atividade 3), a peça já possui seu formato desejado, não necessitando de uma junção com outras partes, como acontece no cesto em aço inox.

Durante o processo de injeção, pequenas variações do processo, podem afetar no produto final, tornando a peça não conforme para a montagem na lavadora de roupa, por isso, há um processo de reciclagem do material para ser utilizado em outros componentes da lavadora, o cesto não pode receber material reciclado em sua composição, devido à criticidade técnica do item.

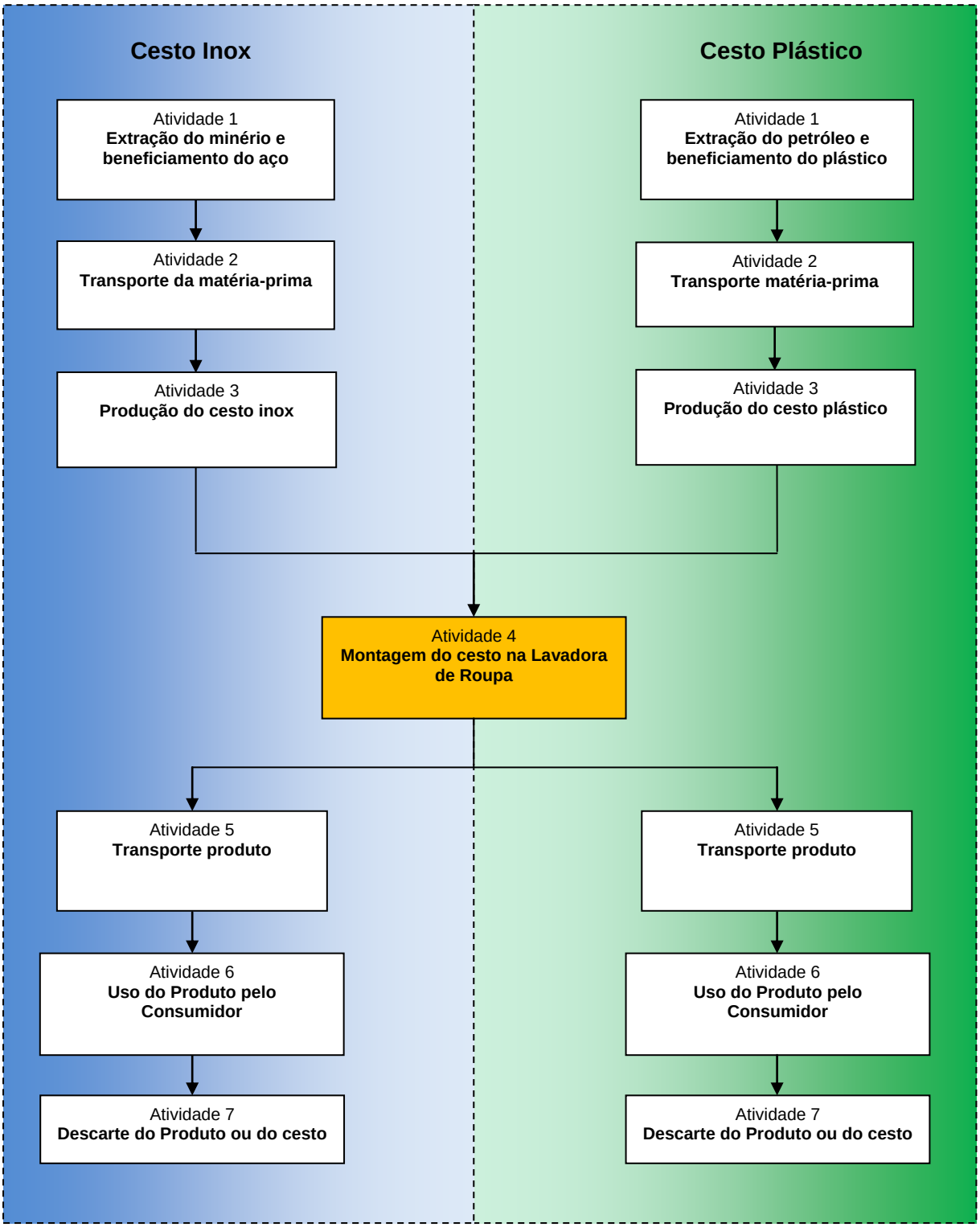

Figura 22 – Sistemas do Cesto Inox e Plástico

5.2.1.1 Tipo de dados utilizados

Os dados das atividades principais do ciclo de vida dos dois tipos de cesto da lavadora, que correspondem às unidades de processo, foram adquiridos diretamente no processo, sendo os demais completados pela bibliografia e por consulta a especialistas.

Os dados da extração de matéria-prima e do consumo de caminhões foram obtidos a partir do banco de dados do EDIP, com o uso do software GABI v4.3. Os dados do consumo de diesel, pelo banco de dados do EDIP, são avaliados com base na distância percorrida pelo veículo a diesel e pela carga transportada.

Os dados de peso da carga e de distância percorrida são de fonte primária. A origem dos dados primários é datada de até dez anos, com um ano de amostragem e geograficamente compatível com a área de estudo.

A base principal da avaliação do sistema de produto é o fluxo de massa das entradas e das saídas; contudo o consumo de energia elétrica também é contabilizado.

5.2.1.2 Tipo de categorias de impactos

Dentre as categorias indicadas pelo EDIP, as selecionadas para este estudo são:

- Consumo de Recursos Renováveis;
- Consumo de Recursos Não Renováveis;
- Consumo de Energia;
- Potencial de Aquecimento Global;

- Acidificação;
- Eutrofização;
- Ecotoxicidade;
- Toxicidade Humana.

5.2.1.3 Escopo geográfico

O componente em análise é montado em lavadoras que são comercializadas no Brasil.

Como as atividades do ciclo de vida da lavadora de roupa acontecem dentro do território nacional, a questão geográfica está restrita no Brasil.

5.2.1.4 Escopo temporal

Os dados coletados para este estudo poderão ser utilizados por um período de 5 anos, pois não há previsão de grandes alterações no conceito e tecnologia do cesto da lavadora de roupa.

5.2.1.5 Escopo tecnológico

A tecnologia utilizada para a confecção dos cestos é uma tecnologia conhecida e atualmente utilizada nas indústrias. No processo do cesto plástico, envolve a tecnologia de injeção de polipropileno, sendo necessária a utilização de uma injetora e um molde para materiais plásticos.

Para o processo do cesto inox, é utilizado um equipamento para a confecção da lateral do cesto, o conceito deste equipamento está em uso a mais de 10 anos, onde há a manutenção preventiva tanto para o equipamento, como para as

ferramentas necessárias para o processo. Para a confecção do fundo do cesto, a tecnologia utilizada é a estampagem a frio por uso de matrizes e ferramentas

5.2.1.6 Fronteira do sistema

A fronteira do sistema foi definida pelo critério de corte de insumos inferiores a 5% da quantidade da massa de material consumido pelo sistema do produto, e pelo potencial de impacto ambiental da cadeia produtiva do insumo utilizado.

O uso do diesel no transporte, devido à relevância ambiental, também foi avaliado.

5.2.1.7 Limitações

O estudo da avaliação do ciclo de vida (ACV) do cesto de plástico e de inox da lavadora apresentou ao longo da sua realização, algumas limitações importantes que devem ser consideradas e são comentadas neste capítulo.

Como não foi possível a obtenção de dados na empresa que fabrica os cestos, a maior parte dos dados utilizados para a elaboração do inventário do ciclo de vida foi composta por dados secundários, de bases de dados internacionais, principalmente européias. Assim, as informações obtidas na base de dados do software GABI v 4.3, foi utilizada para a elaboração do inventário.

Os dados primários utilizados estão relacionados, principalmente, ao consumo de recursos na fase de uso (energia elétrica e água). Entretanto, como a matriz energética européia é muito diversa da brasileira, que é predominantemente hidrelétrica, optou-se pela não quantificação dos impactos ambientais do consumo de energia na fase de uso da lavadora, deixando somente esse valor de consumo.

Adicionalmente, não foram encontrados dados para a produção e injeção do polipropileno separadamente nas bases de dados do software GABI. Dessa forma, produção e injeção foram consideradas como um único processo e integrarão uma das fases do ciclo de vida do cesto plástico da lavadora. Deve-se citar, ainda, que o polipropileno utilizado pela empresa possui uma composição específica, do qual não foram obtidas informações sobre consumo de recursos e que foi, dessa forma, desconsiderada da análise em função da sua baixa concentração no polipropileno. Como os processos foram considerados conjuntamente, aferiu-se que as perdas do processo de injeção já estavam sendo consideradas nos resultados da base de dados.

É importante considerar, ainda, que a lavadora e os cestos podem ter o seu ciclo de vida estendido além dos 7 anos previstos nesse estudo, mesmo que ocorra uma menor freqüência de uso. Entretanto, como não foi possível obter esses dados com precisão, optou-se pela não consideração desse prolongamento da vida útil do produto. Adicionalmente, o cesto pode apresentar outras funções após o seu fim de vida.

Considerou-se que, após a vida útil dos cestos, todos seriam encaminhados para destinação final em aterro sanitário. Embora haja a possibilidade de reciclagem dos cestos, ela não foi levada em consideração devido à falta de dados concretos sobre a porcentagem de cestos que são reciclados. Por outro lado, como a destinação de grande parte dos resíduos sólidos no Brasil ainda é realizada em locais não adequados (lixões a céu aberto ou aterro controlado), o impacto ambiental da destinação nesses locais deve ser maior do que aquela observada em aterro sanitário e considerada nesse estudo.

Apesar dos dados obtidos na empresa para o transporte da matéria-prima sejam bastante confiáveis, os dados relativos ao transporte do produto para os centros de distribuição foram obtidos por meio da realização da média ponderada entre as distâncias médias percorridas das fábricas até os centros de distribuição. Da mesma forma, o transporte dos centros de distribuição para as lojas varejistas e para a residência dos consumidores não foi considerado nesse estudo, dado a diversidade de produtos que podem ser transportados nessas entregas e também a grande variabilidade de distâncias percorridas, além da capacidade do caminhão.

Adicionalmente, o diesel utilizado como padrão foi o da Europa e deve-se considerar que o diesel brasileiro apresenta maior porcentagem de enxofre, o que ocasiona um impacto potencialmente maior.

Finalmente, optou-se pela realização da normalização dos dados dos impactos potenciais obtidos para que os resultados pudessem ser comparados, de forma a se determinar a fase do ciclo de vida que apresenta o maior potencial de impacto ambiental, assim como quais são as categorias de impacto que mais contribuem para essa situação. Como não existem referências de normalização para o Brasil, foram utilizados os dados da Europa, de acordo com o método EDIP.

Durante a fase avaliação não foi encontrada, nas tabelas do EDIP, a maioria dos fatores de caracterização das substâncias emitidas para os ciclos de vida do cesto plástico. Deve-se verificar se essas substâncias, emitidas naquelas quantidades, são relevantes para o estudo, e se sim, deve-se procurar os fatores de caracterização em outras fontes de dados.

5.2.2 Análise de Inventário

A análise do inventário deste trabalho foi realizada de acordo com os insumos e emissões desde a produção da matéria-prima para a produção dos dois cestos, até o descarte.

Para a análise do inventário, foram considerados dois cestos plásticos, pois durante a fase de uso do produto, os produtos que recebem o cesto plástico costumam a ter uma troca em média devido a manchas ou falhas do componente, de acordo com o fabricante. O cesto inox normalmente não há troca durante sua fase de uso.

As tabelas contendo o inventário do ciclo de vida do cesto plástico e do cesto inox estão nos anexos B e C, respectivamente.

Em todo o ciclo de vida do cesto plástico e do cesto inox podemos observar que há emissão dos seguintes substâncias para a atmosfera: Monóxido de Carbono (CO); Óxido Nitroso (N_2O); Metano (CH_4); Dióxido de Carbono (CO_2) e Halon ($CBrF_3$), substâncias que contribuem principalmente para o aquecimento global.

A tabela 05 mostra os valores das emissões atmosféricas através das fases do ciclo de vida do cesto plástico. As grandes emissões de substâncias para a atmosfera estão concentradas nas fases de transporte da matéria-prima e transporte de produtos emitidos pelos caminhões, uma parte das emissões, principalmente de CO_2, está concentrada na fase de uso onde há o consumo de energia para o funcionamento do produto.

Fases do ciclo de vida	Kg CO	Kg N_2O	Kg CH_4	Kg CO_2	Kg $CBrF_3$
Produção da Matéria-Prima	7,98E+00	1,04E+01	4,85E+02	1,03E+04	2,94E+00
Transporte da Matéria-Prima	2,72E+05	2,95E+05	2,79E+04	6,33E+07	0,00E+00
Transporte do Produto	1,92E+06	2,09E+06	1,98E+05	4,47E+08	0,00E+00
Fase de uso	6,64E+01	5,30E+02	2,50E+04	2,40E+05	6,85E+00
Disposição	9,25E-01	7,13E-01	1,74E+03	6,27E+02	3,22E-02
Total	**2,19E+06**	**2,38E+06**	**2,53E+05**	**5,11E+08**	**9,82E+00**

Tabela 5 - Quantidade de substâncias emitidas para atmosfera no ciclo de vida do cesto plástico

A tabela 06 demonstra os valores de emissões atmosféricas para o ciclo de vida do cesto inox. Do mesmo modo que o cesto plástico, as fases de transporte de matéria-prima e transporte de produto são os principais fatores de emissão de substâncias para a atmosfera.

Fases do ciclo de vida	Kg CO	Kg N_2O	Kg CH_4	Kg CO_2	Kg $CBrF_3$
Produção da Matéria-Prima	2,95E+01	9,44E+01	7,75E+02	2,45E+04	0,00E+00
Transporte da Matéria-Prima	2,77E+06	3,00E+06	2,84E+05	6,44E+08	0,00E+00
Transporte do Produto	1,72E+06	1,87E+06	1,77E+05	4,00E+08	0,00E+00
Fase de uso	6,64E+01	5,30E+02	2,50E+04	2,40E+05	6,85E+00
Disposição	7,38E-01	6,15E-01	2,13E+00	6,88E+01	2,84E-02
Total	**4,49E+06**	**4,87E+06**	**4,87E+05**	**1,04E+09**	**6,88E+00**

Tabela 6 - Quantidade de substâncias emitidas para atmosfera no ciclo de vida do cesto Inox

Comparando os valores totais das tabelas 5 e 6, verifica-se que os resultados para as emissões do ciclo de vida do cesto inox correspondem, aproximadamente, ao dobro das emissões do ciclo de vida dos cestos plásticos.

A avaliação dos impactos é realizada de modo quantitativo e qualitativo. A avaliação quantitativa é baseada na metodologia do EDIP, descrito por Wenzel, et. al. (1997), onde o inventário é traduzido na quantificação das potenciais contribuições às categorias de impactos selecionadas.

As categorias selecionadas para o estudo foram o consumo de recursos: renováveis, não renováveis e energia; já para os potenciais de impactos foram estudados os correspondentes ao: potencial de aquecimento global, potencial de formação de ozônio fotoquímico, potencial de acidificação, potencial de eutrofização, potencial de ecotoxicidade e toxicidade humana e por último a parte de resíduos sólidos.

Os resultados para as categorias de impacto são apresentados a seguir:

Consumo de Energia

Conforme mostra o gráfico 08, do total de consumo de energia do ciclo de vida de dos cestos, 52% do consumo total é para o cesto inox e 48% é para os dois cestos plásticos.

O consumo de energia para a produção do cesto inox é maior que para o cesto plástico, pois como o cesto inox é formado por duas partes, o consumo de energia é necessário para a estampagem do fundo do cesto, para a conformação da lateral e a união das duas peças.

Para o cesto plástico, o consumo de energia é maior no processo de injeção do plástico no molde, mesmo considerando dois cestos plásticos no estudo, o cesto inox apresentou maior consumo de energia.

A fase de uso do produto para ambos os cestos gera a mesma quantidade de consumo de energia, ou seja, ambos os tipos de cestos não interferem no consumo de energia do produto final.

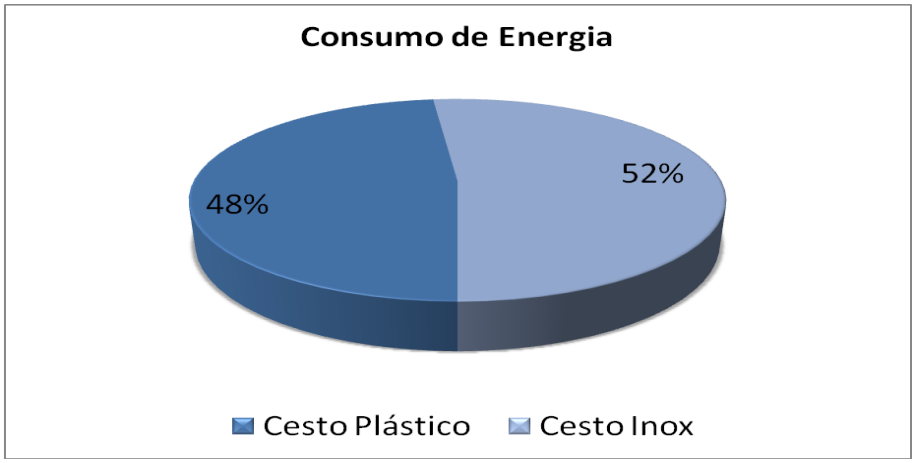

Gráfico 8 - Percentual de Consumo de Energia

Consumo de Recursos Renováveis

O consumo de recursos renováveis para o ciclo de vida do cesto plástico representa 49%, quanto o consumo de recursos renováveis para o cesto inox representa 51%, conforme ilustrado no gráfico 09.

O maior consumo está na fase de uso do produto, onde o consumo de água é grande devido à característica de uso do produto.

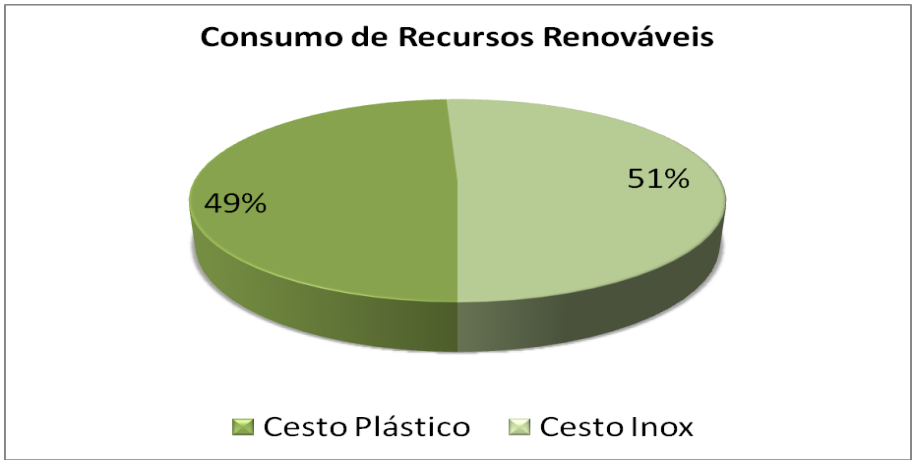

Gráfico 9 – Percentual de Consumo de Recursos Renováveis

Consumo de Recursos Não Renováveis

Para o consumo de recursos não renováveis, do total consumido para a produção dos dois tipos de cestos, 67% dos recursos não renováveis são utilizados no cesto e aço inox e 33% são utilizados no cesto plástico. Mesmo considerando dois cestos plásticos no estudo, o cesto inox consome o dobro de recursos não renováveis, conforme mostra o gráfico 10.

As fases de produção da matéria-prima e transportes são as fases que mais consomem recursos não renováveis, devido ao consumo de minérios e petróleo para a produção do polipropileno e para a produção de diesel para o transporte.

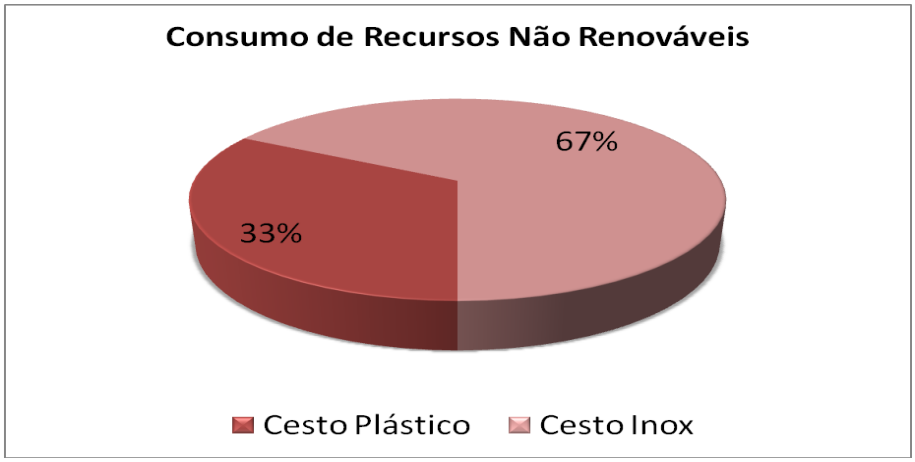

Gráfico 10 - Percentual de consumo de Recursos Não Renováveis

5.2.3 Avaliação de Impacto

Potencial de Aquecimento Global

Conforme ilustrado na tabela 07 os valores mais significativos para a contribuição do potencial de aquecimento global, estão nas fases de transporte da matéria-prima e no transporte do produto.

Isso ocorre devido à grande quantidade de dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso (C_2O) emitidos pelos caminhões e a grande distância percorrida.

Tabela 7 - Potencial de Aquecimento Global

Unidade de Processo	Aquecimento Global do Plástico ($KgCO_2$ / 2 cestos plástico)	Aquecimento Global do Aço Inox ($KgCO_2$ / 1 cesto inox)
Produção Matéria-Prima	1,08E+04	2,54E+04
Transporte matéria-prima	6,38E+07	6,50E+08
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	4,51E+08	4,04E+08
Fase de uso	2,66E+05	2,66E+05
Disposição	2,37E+03	7,23E+01
TOTAL	**5,16E+08**	**1,05E+09**

No gráfico 11 é possível visualizar que os maiores valores se encontram nas fases de transporte. Há uma grande diferença entre os dois cestos na fase de transporte da matéria-prima, isso ocorre devido às diferentes distâncias entre as indústrias que produzem a matéria-prima, para a indústria de manufatura do cesto.

A distância percorrida para a matéria-prima do cesto inox até a indústria de manufatura é em média de 865 km, por outro lado, a distância média percorrida para a matéria-prima do cesto plástico é de 67 km.

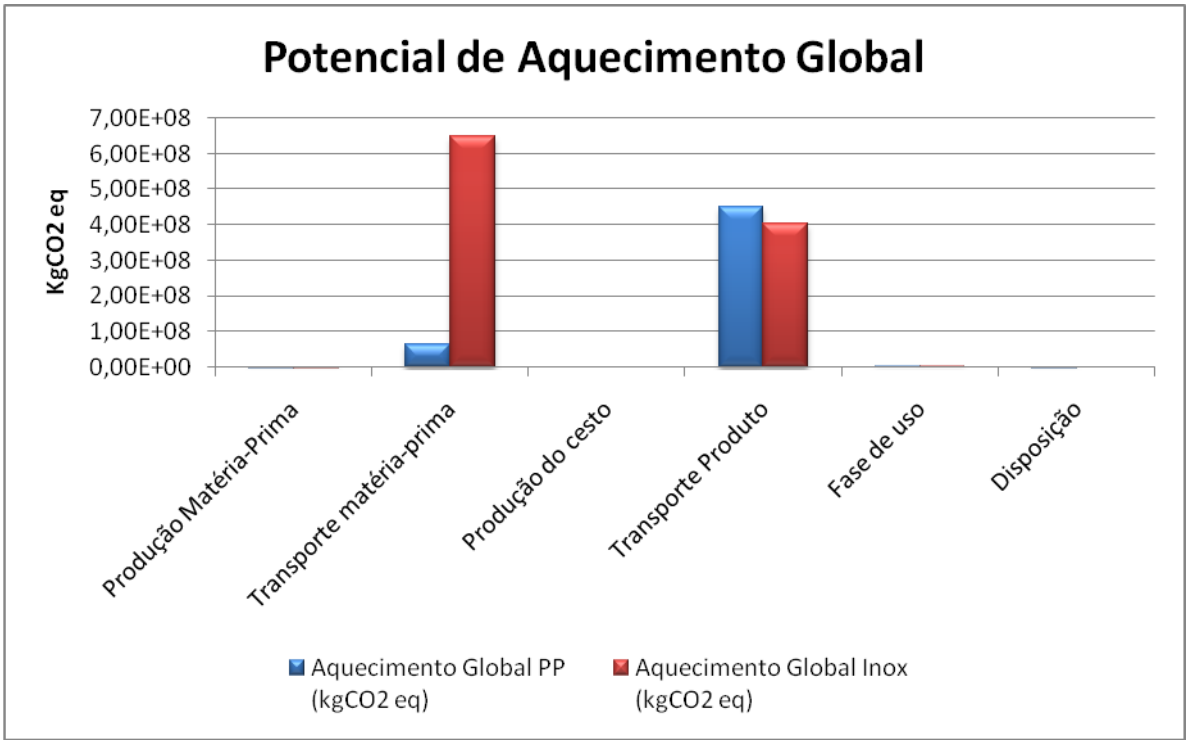

Gráfico 11 - Potencial de Aquecimento Global

Na fase de transporte do produto a média percorrida até os grandes centros de distribuição é de 537 km, a pequena diferença nos resultados entre os dois cestos, é devido ao peso final do produto.

A fase de uso do produto também tem uma contribuição significativa para o potencial de aquecimento global, devido às emissões geradas para a produção de energia elétrica para o funcionamento do produto.

Potencial de Formação de Ozônio Fotoquímico

Na tabela 08, podemos observar que nas fases de transporte da matéria-prima e o transporte do produto as emissões de hidrocarbonetos e monóxido de carbono (CO) que contribuem para a formação de ozônio são maiores, seguidos pelas fases de disposição e produção da matéria-prima.

Tabela 8 - Potencial de Formação de Ozônio

Unidade de Processo	Formação de Ozônio do Plástico (Kg C2H4 / 2 cestos plástico)	Formação de Ozônio do Aço Inox (Kg C2H4 / 1 cesto inox)
Produção Matéria-Prima	2,68E-01	1,18E+00
Transporte matéria-prima	4,33E+03	4,41E+04
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	3,06E+04	2,74E+04
Fase de uso	8,03E+00	8,03E+00
Disposição	5,01E-01	1,18E-02
TOTAL	**3,50E+04**	**7,15E+04**

Assim como no gráfico anterior, o cesto inox tem um maior potencial de formação de ozônio fotoquímico como mostra o gráfico 12.

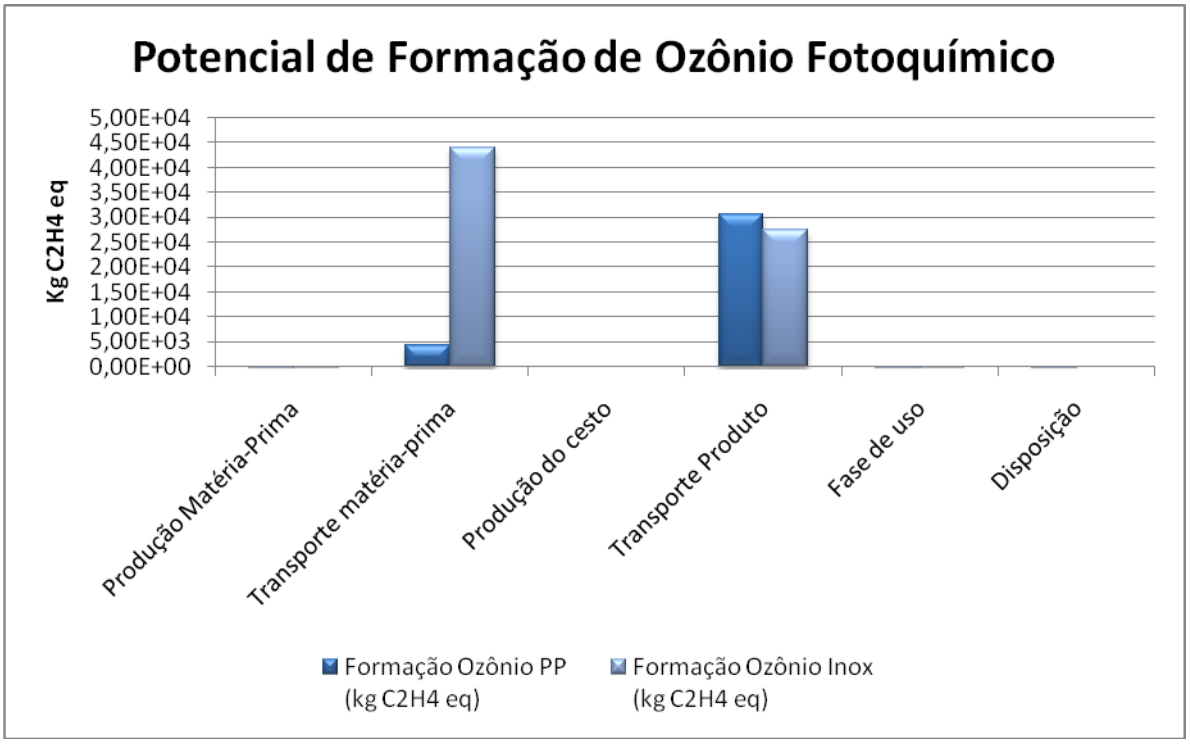

Gráfico 12 - Comparativo do Potencial de Formação de Ozônio Fotoquímico.

Potencial de Acidificação

Na tabela 09, as fases de transporte são as que mais contribuem para o potencial de Acidificação, devido às emissões de amônia, oxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, emitidos pelo caminhão no transporte.

Tabela 9 - Potencial de Acidificação

Unidade de Processo	Potencial de Acidificação do Plástico (Kg SO2 / 2 cestos plástico)	Potencial de Acidificação do Aço Inox (Kg SO2 / 1 cesto inox)
Produção Matéria-Prima	1,03E+02	1,27E+02
Transporte matéria-prima	4,58E+05	4,67E+06
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	3,24E+06	2,90E+06
Fase de uso	1,46E+03	1,46E+03
Disposição	9,96E-01	7,97E-01
TOTAL	**3,70E+06**	**7,57E+06**

A diferença nos valores entre o cesto plástico e o cesto inox, é devido a distância percorrida pelo caminhão necessária para cada tipo de material como ilustrado no gráfico 13.

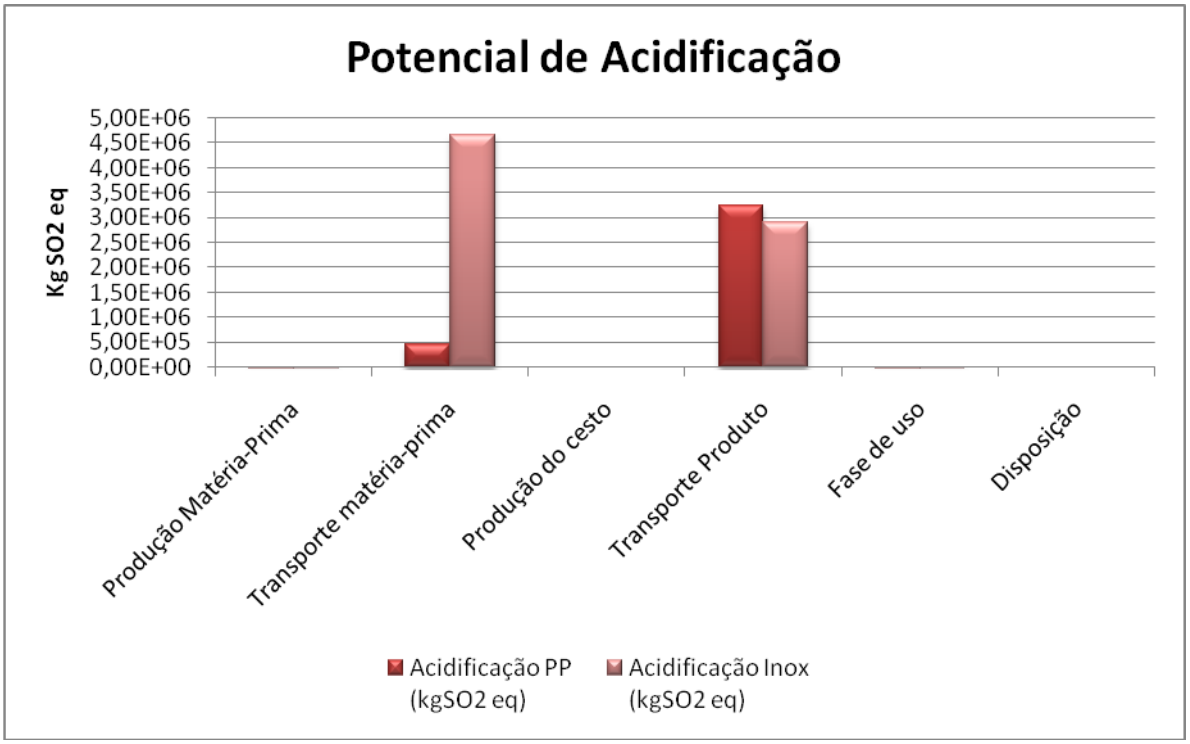

Gráfico 13 - Comparativo do Potencial de Acidificação

Potencial de Eutrofização

A contribuição para o potencial de eutrofização (tabela 10) ocorre nas fases de produção de matéria-prima, transporte do produto, produção de matéria-prima e uso do produto emissões para o ar de Amônia, óxido de nitrogênio e óxido nitroso.

Tabela 10 - Potencial de Eutrofização.

Unidade de Processo	Potencial de Eutrofização do Plástico (2 cestos plástico)	Potencial de Eutrofização do Aço Inox (Kg NO3 / 1 cesto inox)
Produção Matéria-Prima	7,80E+01	5,12E+01
Transporte matéria-prima	8,83E+05	8,99E+06
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	6,24E+06	5,58E+06
Fase de uso	9,80E+02	9,80E+02
Disposição	1,54E+01	1,34E+00
TOTAL	**7,13E+06**	**1,46E+07**

O gráfico 14 ilustra o potencial de eutrofização para os dois tipos de cesto, como nos gráficos anteriores as fases de transporte são as mais representativas.

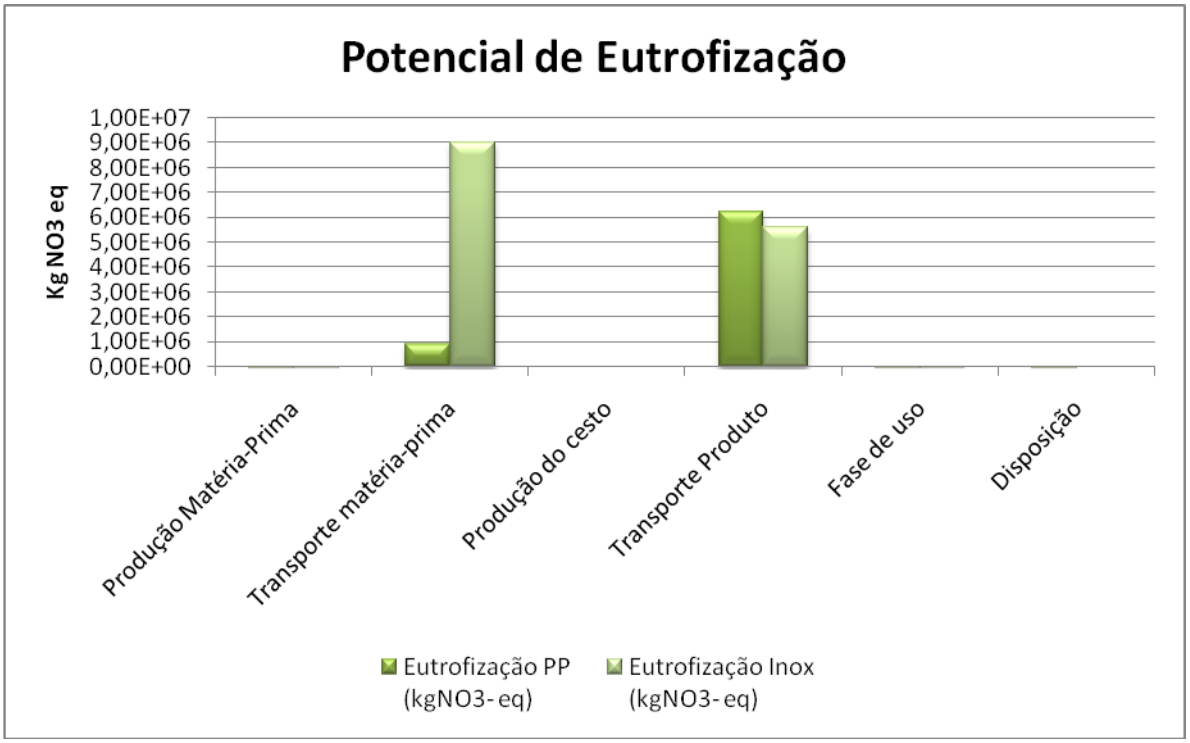

Gráfico 14 - Comparativo do Potencial de Eutrofização

Potencial de Ecotoxicidade

Os resultados para o potencial de ecotoxicidade para o cesto plástico e para o cesto inox estão representados respectivamente nas tabelas 11 e 12.

As fases de produção de matéria-prima, fase de uso e disposição, são as que mais causam ecotoxicidade hídrica e ecotoxicidade crônica para o solo. Para a fase de produção da matéria-prima esta contribuição acontece devido às emissões inerentes ao processo produtivo. Para a fase de uso, as emissões acontecem por causa da água drenada pela lavadora após o processo de lavagem. Para a fase de disposição, os componentes são descartados em aterros sanitários.

Tabela 11 - Ecotoxicidade para o Plástico

Unidade de Processo	Ecotoxicidade crônica na água para o Plástico (m³/Kg)	Ecotoxicidade aguda na água para o Plástico (m³/Kg)	Ecotoxicidade crônica no solo para o Plástico (m³/Kg)
Produção Matéria-Prima	1,72E+08	1,91E+01	1,89E+04
Transporte matéria-prima	8,00E+03	0,00E+00	4,57E+03
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	8,00E+03	0,00E+00	4,57E+03
Fase de uso	1,72E+08	2,93E+03	1,89E+04
Disposição	1,71E+08	9,39E+02	1,89E+04
TOTAL	**5,14E+08**	**3,89E+03**	**6,59E+04**

Tabela 12 - Ecotoxicidade para o Aço Inox

Unidade de Processo	Ecotoxicidade crônica na água para o Aço Inox (m³/Kg)	Ecotoxicidade aguda na água para o Aço Inox (m³/Kg)	Ecotoxicidade crônica no solo para o Aço Inox (m³/Kg)
Produção Matéria-Prima	2,72E+08	1,37E+02	8,02E+06
Transporte matéria-prima	8,00E+03	0,00E+00	4,57E+03
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	8,00E+03	0,00E+00	4,57E+03
Fase de uso	1,72E+08	2,93E+03	1,89E+04
Disposição	1,72E+08	4,35E+03	1,89E+04
TOTAL	**6,15E+08**	**7,42E+03**	**8,07E+06**

Potencial de Toxicidade Humana

Os resultados para o potencial de toxicidade humana para o cesto plástico e para o cesto inox estão representados respectivamente nas tabelas 13 e 14.

As contribuições para a toxicidade humana para o ar, água e solo, podem ser descritas em cada fase do ciclo de vida do cesto. Na fase de produção da matéria-prima todas as emissões são devido aos gases e resíduos gerados durante todo o

processo de fabricação. Nas duas fases de transporte, as emissões para o ar são maiores devido aos gases emitidos pelo processo de queima do diesel no motor do caminhão. Para a fase de uso, as emissões ocorrem devido ao processo de funcionamento do produto que drena a água para o sistema de esgoto ou pode ser drenado diretamente para o solo, isso depende muito de como o consumidor utiliza o produto. Na fase de disposição, o cesto inox ou plástico é descartado diretamente no aterro sanitário.

Tabela 13 - Toxicidade Humana para o Plástico

Unidade de Processo	Toxicidade Humana via ar para o Plástico (m^3/Kg)	Toxicidade Humana via água para o Plástico (m^3/Kg)	Toxicidade Humana via solo para o Plástico (m^3/Kg)
Produção Matéria-Prima	2,37E+11	2,24E+08	1,81E+05
Transporte matéria-prima	1,00E+10	2,31E+03	1,40E+04
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	1,00E+10	2,31E+03	1,40E+04
Fase de uso	2,36E+11	2,24E+08	1,81E+05
Disposição	2,36E+11	2,24E+08	1,81E+05
TOTAL	**7,29E+11**	**6,71E+08**	**5,72E+05**

Tabela 14 - Toxicidade Humana para o Aço Inox

Unidade de Processo	Toxicidade Humana via ar para o aço Inox (m^3/Kg)	Toxicidade Humana via água para o aço Inox (m^3/Kg)	Toxicidade Humana via solo para o aço Inox (m^3/Kg)
Produção Matéria-Prima	3,26E+11	3,02E+08	3,41E+05
Transporte matéria-prima	1,00E+10	2,31E+03	1,40E+04
Produção do cesto	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Transporte Produto	1,00E+10	2,31E+03	1,40E+04
Fase de uso	2,36E+11	2,24E+08	1,81E+05
Disposição	2,36E+11	2,24E+08	1,81E+05
TOTAL	**8,18E+11**	**7,50E+08**	**7,31E+05**

Como as fases de transporte obtiveram os resultados mais representativos para todas as categorias de impacto, as mesmas foram desconsideradas a seguir, como um estudo exploratório para identificar as fases que apresentam maiores potenciais de impacto a fim de identificar as atividades comparando as diferenças nos resultados.

Para realizar este estudo exploratório, o valores para transporte foram considerados “zero” para ambos os tipos de cesto e com isso foi possível observar os seguintes resultados para os seguintes potenciais de impacto.

Potencial de Aquecimento Global

Desconsiderando as fases de transporte, a fase de uso possui o maior resultado para ambos os cesto, pois esta fase é considerada igual para os dois tipos de cesto. Este valor alto em relação a fase de produção da matéria-prima é resultado da característica de funcionamento do produto com grande quantidade de uso de água e energia elétrica (gráfico 15).

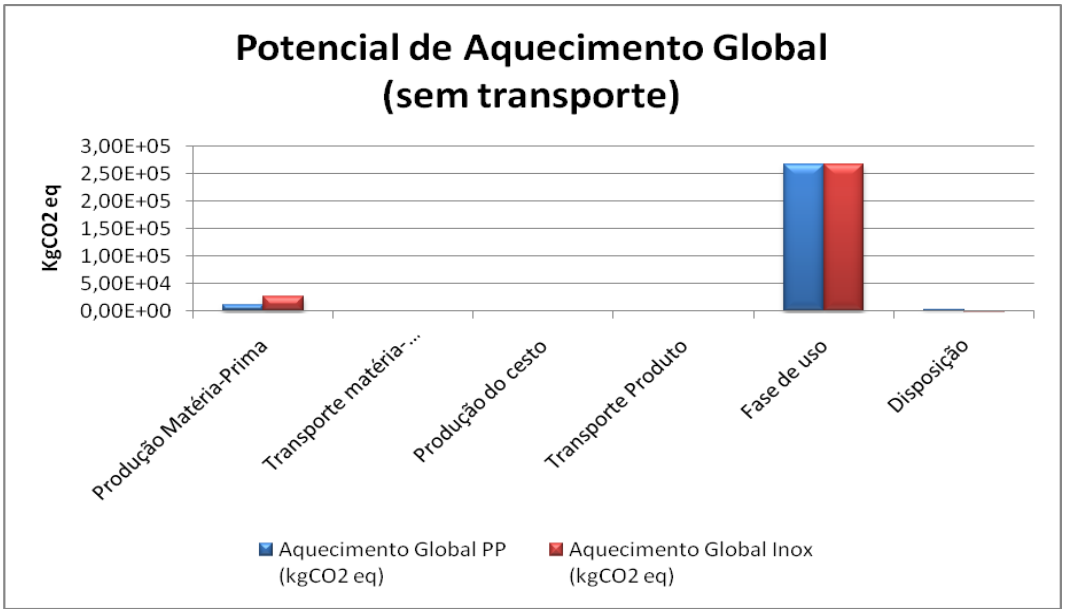

Gráfico 15 - Potencial de Aquecimento Global (sem transporte)

Potencial de formação de ozônio fotoquímico

A fase de uso apresenta maiores valores para a formação de ozônio fotoquímico, seguido pela fase de produção de matéria-prima onde a produção do aço inox tem um potencial maior que a produção do polipropileno, já para a fase de disposição o potencial de formação de ozônio é maior para o polipropileno (gráfico 16).

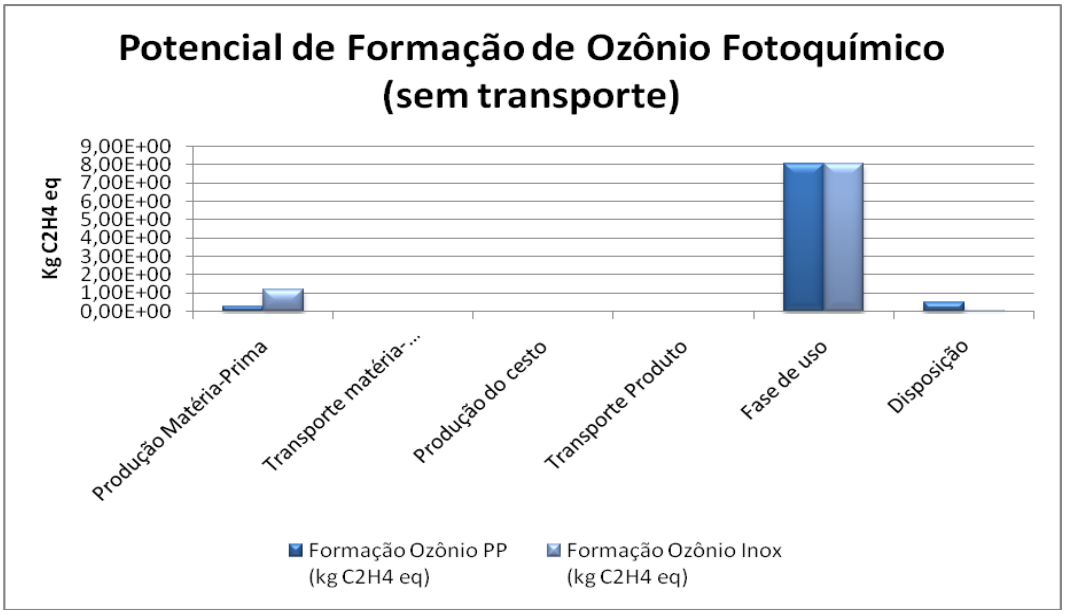

Gráfico 16 - Potencial de formação de ozônio (sem transporte)

Potencial de Acidificação

Para o potencial de acidificação os valores para a fase de uso são os mais representativos, seguido pela fase de produção da matéria-prima onde o valor de potencial de acidificação para o aço inox ficou um maior em relação ao polipropileno (gráfico 17).

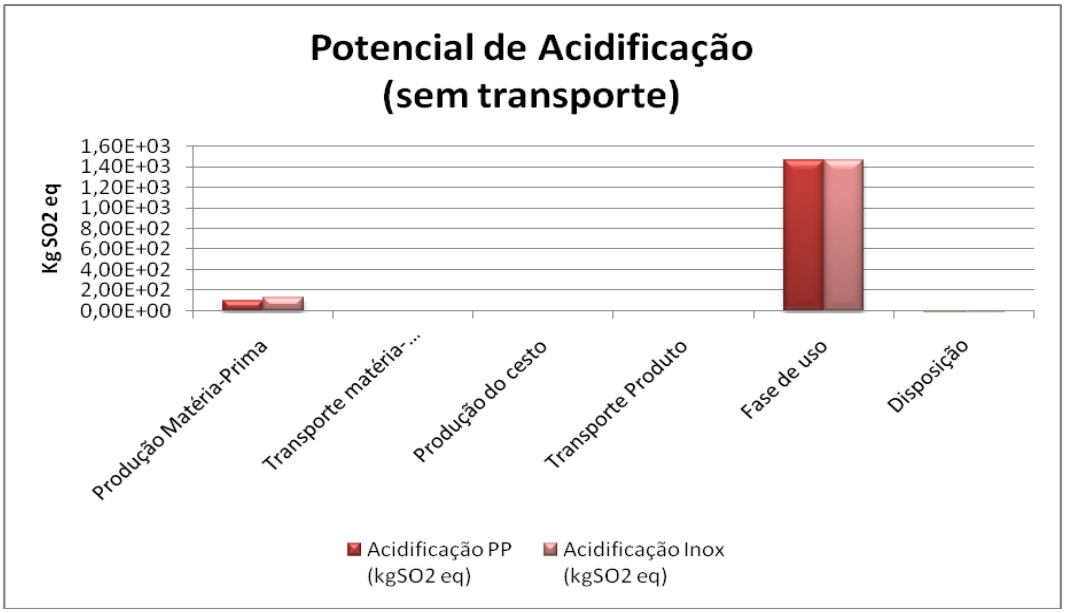

Gráfico 17 - Potencial de Acidificação (sem transporte)

Potencial de Eutrofização

No potencial de eutrofização os valores para produção ficaram um pouco maiores na fase de produção da matéria-prima do polipropileno (gráfico 18).

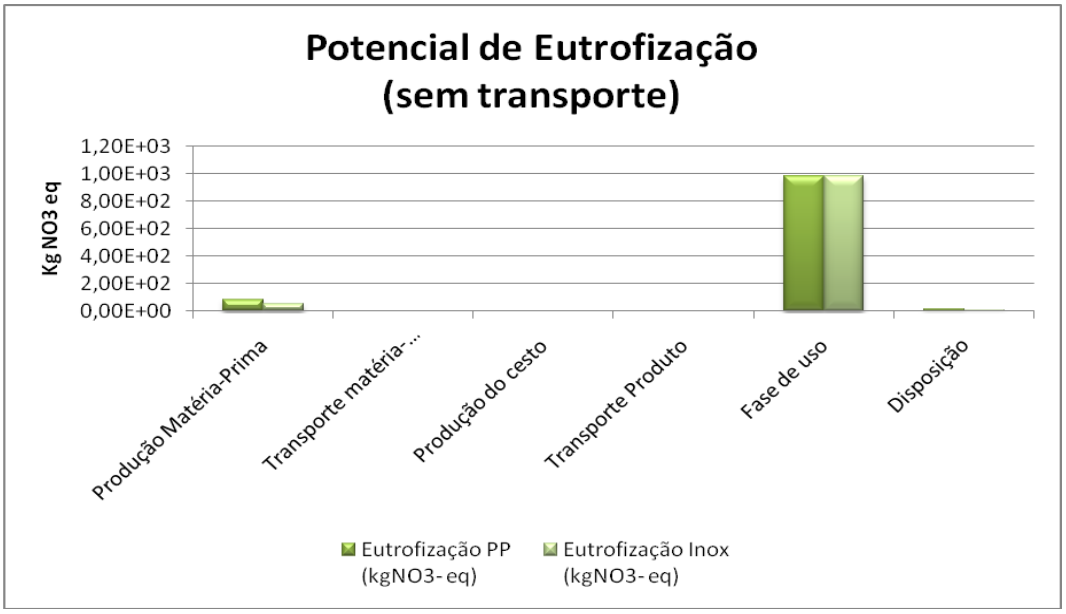

Gráfico 18 - Potencial de Eutrofozação (sem transporte)

A fase de uso possui os valores mais representativos para todos os potenciais analisados devido à característica de funcionamento do produto que depende de água e energia elétrica para centrifugação da roupa dentro do produto.

As pequenas diferenças aparecem na fase de produção da matéria-prima, os valores são um pouco maiores para o cesto inox, mesmo considerando os dois cestos plásticos.

6 Conclusões

O trabalho atingiu seu objetivo geral, identificando através de uma revisão sistemática, quais os principais métodos de ACV citado pelas literaturas internacionais e a aplicação da ACV em um estudo de caso comparativo entre dois tipos de cesto da lavadora de roupa, de plástico e inox.

Durante a revisão sistemática realizada para a identificação dos principais métodos de ACV utilizados, o estudo mostrou que há uma grande variedade de métodos citados em artigos. Da mesma forma, foram identificadas diversas categorias de impacto, sendo que muitas tinham o mesmo objetivo, mas possuíam nomenclaturas diferentes.

Nenhum dos artigos analisados informou todos os critérios utilizados para o estudo da ACV, por exemplo, o estudo descreve o método utilizado, mas não informa as categorias de impacto consideradas no estudo.

Outro aspecto observado no estudo, é que não há um consenso entre os autores quanto à forma de aplicação da ACV, pois uma parte dos autores descreve a ACV como sendo uma ferramenta e outra parte dos autores descreve a ACV como uma metodologia. Entretanto, a norma ISO descreve a ACV como uma técnica formatada em uma estrutura metodológica.

Para o estudo de caso comparativo entre os dois tipos de cesto para a lavadora de roupa o método EDIP, mostrou-se fácil de ser aplicado e transparente para a identificação dos potenciais impactos ambientais gerados por cada tipo de cesto produzido.

A utilização da metodologia da ACV, por meio do método EDIP, permitiu uma avaliação quantitativa dos principais impactos ambientais gerados ao longo do ciclo

de vida dos cestos da lavadora, permitindo acompanhar o comportamento ambiental de cada unidade de processo.

Mesmo sendo considerados dois cestos plásticos versus um cesto de inox para o estudo, o cesto de inox apresenta maiores potenciais de impacto ambiental. Este resultado se deve principalmente à distância entre o fabricante da matéria-prima do aço e a indústria de manufatura que é em média de 865 Km, enquanto, o fornecedor da matéria-prima plástica é em média de 76 Km.

O consumo de energia para a produção do cesto inox é maior que para o cesto plástico, pois o cesto inox é formado por duas partes e isso reflete no consumo de energia para a estampagem do fundo do cesto, para a conformação da lateral e a união das duas peças. O cesto plástico é formado de uma única peça durante o processo de injeção. Considerado que a geração de energia elétrica é um fator que contribui para o potencial de aquecimento global.

Desconsiderando as fases de transporte como forma exploratória do estudo, os resultados dos potenciais impactos dos cestos foram obtidos os seguintes:

- Para todas as categorias de impacto relativas às emissões do ciclo de vida dos cestos, a fase de uso do produto foi a que teve valores mais expressivos em ambos os cestos;
- Na fase de produção de matéria-prima, as categorias de potencial de aquecimento global, formação de ozônio, potencial de acidificação e consumo de recursos foram maiores no ciclo de vida do cesto de aço inox;
- Somente a categoria de potencial de eutrofização foi maior no ciclo de vida do cesto de plástico em relação ao cesto de aço inox.

Como sugestão, o fabricante do cesto deve realizar um estudo de melhoria na matéria-prima do cesto plástico, para minimizar ou eliminar o problema com manchas no cesto, o que gera a troca por problema estético.

Melhorando esta característica do cesto plástico, a diferença de potenciais impactos do cesto plástico em relação ao cesto inox será muito maior, onde o potencial de impacto de um cesto inox corresponderá a dois cestos plásticos.

Este estudo de caso possibilita não apenas a comparação entre os impactos gerados pelos componentes analisados, mas também para os demais componentes que fazem parte do produto.

Portanto, este trabalho pode contribuir como forma de conhecimento aos métodos de ACV e em sua aplicação em um estudo de caso comparativo.

7 Referências Bibliográficas

AGUAR, V. C. **O desenvolvimento da usabilidade de interfaces em projetos – um estudo de caso em lavadora de roupa**. 2004. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001 **Sistema de Gestão Ambiental – Especificações e diretrizes para uso**. Brasil: ABNT. 2004, 27p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040 **Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e estrutura**. Brasil: ABNT. 2001, 10p;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14042. **Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – avaliação do impacto do ciclo de vida,** 2004, 17p;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14062. **Gestão Ambiental – Integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto**, 2004, 26p;

BARRETO, A. P. L.; COELHO, E. A.; MELO, H. S.; CASTELO, L. A.; ALCANTARA, S. S. **Ciclo de vida dos produtos: Certificação e rotulagem ambiental.** XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz de Iguaçu, 2007.

BHANDER, G.; HAUSCHILD, M.; MCALOONE, T. **Implementing life cycle assessment in product development. Environment progress** (vol. 22, nº04); 2003. p.255-267;

BOSSEL, H. **Indictors for sustainable development: Theory, method, applications. Canadá:** International Institute for Sustainable Development, 1999, 125p.

BRUSEKE, F.J. (1995) O problema do desenvolvimento sustentável. CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** São Paulo: Cortez, p.29-53.

CAMPOS, L. M. S. SGADA – **Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental: Uma Proposta de Implementação.** 2001. 220 f. Tese de doutorado - Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CHEHEBE, J.R. **Análise do ciclo de vida dos produtos:** ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., CNI, 1997. 120p.

CUNHA, A. M. (2003) **As novas cores da linha branca: Os efeitos da desnacionalização da indústria brasileira de eletrodomésticos nos anos 90**, Tese de Doutorado, IE/Unicamp, Campinas, 2003.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ELETROBRÁS. Site institucional. Disponível em http://www.eletrobras.gov.br/ELB/procel/main.asp?TeamID=%7B95F19022-F8BB-4991-862A-1C116F13AB71%7D. Acesso em 24/04/2009.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. **Melhore a competitividade com o Sistema de Gestão Ambiental – SGA**. São Paulo : FIESP, 2007. 84p. : il. – (Normas e Manuais Técnicos)

FERREIRA, J.V.R. **Análise do ciclo de vida dos produtos.** Instituto Politécnico de Viseu, 2004;

GRI. **Global Reporting Initiative:** Sustainability reporting guidelines, 2006, Disponível em: <www.globalreporting.org> Acesso em: 28/12/2006; http://roteiroromanceado.com/cruzadas/historia/ancestrais/publicacoes/imagens/tecnologia.html acesso em 17/04/08;

INTERNATIONAL ORGANIZTION FOR STANDARDIZATION. ISO 14040: **Environmental Management – Life cycle assessment – principles and framework**. Switzerland, 2006, 20p;

JENSEN, A. A., HOFFMAN, L.; MOLLER, B. T.; SCHMIDT, A.; CHRISTIANSEN, K.; ELKINGTON, J.; VAN DIJK, F. **Life cycle assessment: a guide to approaches, experiences and information sources**, European Environmental Agency (EEA), 1997.

KATES, R. W; PARRIS, T. M; LEISEROWITZ, A. A. **What is Sustainable Development? :** Goals, indicators, values and practices. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, Volume 47, Número 3, paginas 8–21, 2005;

KMITA, S; et. al. **Investigação da aplicação do ecodesign em medidores elétricos.** Anais P&D 2000. FEEVALE, Novo Hamburgo, RS, 2000;

LAKATOS, E. M. , MARCONI, M A **Metodologia do trabalho científico**. 6.ed. São Paulo : Atlas, 2001. 231 p.

MARTINS, M. A. V. **Gestão do design: a industria brasileira de eletrodomésticos linha branca**, Rio de Janeiro, 2002.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis:** Os requisitos ambientais dos produtos Industriais. São Paulo: Edusp, 2002, 368;

MALAGUTI, C. **Requisitos ambientais para o desenvolvimento de produtos:** manual técnico. São Paulo: CSPD, 2005. 76;

MILLANI, T.J. (2007) **Subsídios à Avaliação do Ciclo de Vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.** 140p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

MOREIRA, M. S. **Estratégia e Implantação de Sistema Ambiental: Modelo ISO 14000**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2001, 288p.

NOVAK, L. A. **Avaliação de custos e impactos ambientais de produtos**, 2006, Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

OMETTO, A. R. (2005). **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos EDIP, Exergia e Emergia.** Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005;

RAMOS, J. **Alternativas para o projeto ecológico de produtos.** Florianópolis, 2001. 163p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001;

RÉGIS, F. R. **Ecodesign:** Potencialidades do Bambu. Monografia – Universidade de Salvador, Salvador, 2004, 75p;

SACHS, I. (1993) **Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e meio ambiente.** São Paulo: Studio Nobel, Fundação do desenvolvimento administrativo (cidade aberta).

SILVA, J. O. **Formação da equipe aplicada ao desenvolvimento de produtos: Proposta de uma Sistemática baseada nas atividades do projeto alinhadas ao Perfil do Indivíduo, necessário para desempenhar as atividades**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 197 páginas. UFSC, 2007;

TAKEDA, A. **Levantamento de métodos de avaliação de impacto de ciclo de vida (AICV) e análise comparativa dos métodos mais utilizados.** Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008;

TEIXEIRA, M.G. **Aplicação de conceitos da ecologia Industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Bahia, Salvador, 2005, 159p;

TORRES, C. A. R. **Ambiente-se: Caderno de conscientização ambiental**. Petrobrás, 1997, 37p;

TUKKER, A; EDER, P. **Eco-design: European State of the Art - Part II**. European Science and Technology Observatory, Luxembourg, 2000;

KRAEMER, M.E.P. **Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável.** Itajaí, 2003;

KURK, F; MCNAMARA, C. **Better by Design:** An Innovation Guide. Minnesota; Minnesota Pollution Control Agency, 2006, 33p;

WENZEL, H.; HAUSCHILD, M.; ALTING, L. (1997). **Environmental Assessment of Products.** Bonton/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publisehrs. v.1.

Anexo A

Título	Autor (es)	Referencia	Ano	País	Métodos citados	Categorias de Impactos	Mid / Endpoint	Ferramentas Utilizadas	Banco de dados
A comparison of three methods for impact analysis and evaluation	Henrikke Baumannt and Tomas Rydberg	University of Technology, S-412 96 Grteborg, Sweden	1994	Suécia	ECO				Ecoinvent
					ET				
					EPS				
A critical review of building environmental assessment tools	Appu Haapio, Pertti Viitaniemi	Environmental Impact Assessment Review 28 (2008) 469–482	2008	Finlândia	GaBi			BEAT 2002	
					SimaPro			BeCost	
								BEES 4.0	
								BREEAM	
								EcoEffect	
								Eco-Profile	
								Eco-Quantum	
								Envest 2	
								EQUER	
								ESCALE	
								LEGEP	
								LEED	
								PAPOOSE	
								TEAM	
								BEQUEST	
								CRISP	
								IEA Annex 31	
								PRESCO	
								Environmental Status	
								Model (Miljöstatus)	
A fuzzy logic approach for the impact	B. Gonza´lez, B.	Resources, Conservation	2002	Espanha	TRUNC	Eutrofização		Fuzzy logic	LCAiT 3.0

assessment in LCA	Adenso-Dı´az *, P.L. Gonza´lez-Torre	and Recycling 37 (2002) 61/79				Efeito estufa Poluição Acidificação Toxidade			
A HIERARCHICAL ACTIVITY MODEL OF CHEMICAL PROCESS DESIGN BASED ON LIFE CYCLE ASSESSMENT	H. SUGIYAMA1,2, M. HIRAO1, R. MENDIVIL2, U. FISCHER2 and K. HUNGERBU¨ HLER	Institution of Chemical Engineers	2006	Japão	Eco-indicator 99 SimaPro 6			IDEF0	EB indicator
A hybrid life cycle assessment method for construction	G.J. TRELOAR, P.E.D. LOVE, O.O. FANIRAN and U. IYER-RANIGA	Construction Management and Economics	2000	Austrália	hybrid LCA method				
A limited LCA comparing large- and small-scale production of ethanol for heavy engines under Swedish conditions	Sven Bernesson , Daniel Nilsson, Per-Anders Hansson	Biomass and Bioenergy 30 (2006) 46–57	2005	Suécia		Aquecimento global Acidificação Eutrofização Criação de ozônio fotoquímico		Monte Carlo	SPOLD Database
A method for life cycle assessment environmental optimisation of a dynamic process exemplified by an analysis of an energy system with a superheated steam dryer integrated in a local district heat and power plant	Hans Björk, Anders Rasmuson	Chemical Engineering Journal 87 (2002) 381–394	2001	Suécia	Ecoscarcity method weighted environmental theme method EPS				
A methodology for assessing eco-efficiency in logistics networks	J. Quariguasi Frota Neto a,*, G. Walther b, J. Bloemhof a, J.A.E.E. van Nunen a, T. Spengler	European Journal of Operational Research 193 (2009) 670–682	2007	Holanda	eco-efficiency			CED	eGRID
A methodology for assessing soil quantity and quality in life cycleassessment	Sarah J. Cowell *, Roland Clift	Journal of Cleaner Production 8 (2000) 321–331	2000	Inglaterra	soil static reserve life Soil Compaction Indicator	Acidificação Toxidade humana		soil static reserve life	Oekoinventare (ETHZ) DEAM™ ATHENA™ SIRADOS

									Ecoinvent GEMIS
A new life cycle impact assessment approach for buildings	Zhuguo Li	Building and Environment 41 (2006) 1414–1422	2005	Japão	LIME	Emissões Atmosféricas Consumo de Recursos Uso da Terra	Endpoint		
A Practical Method for Quantifying Eco-efficiency Using Eco-design Support Tools	Yoshinori Kobayashi, Hideki Kobayashi, Akinori Hongu, and Kiyoshi Sanehira	Journal of Industrial Ecology	2005	Estados Unidos	LIME Easy-LCA BASF	Consumo de energia	Endpoint	Easy-LCA LCPlanner	LIME
A proposed tool to integrate environmental and economical assessments of products	Kumaran D. Senthila, S.K. Onga, A.Y.C. Neea, Reginald B.H. Tan	Environmental Impact Assessment Review 23 (2003) 51–72	2002	Singapura	LCECA				
A review of life cycle assessment (LCA) on some food products	Poritosh Roy *, Daisuke Nei, Takahiro Orikasa, Qingyi Xu, Hiroshi Okadome, Nobutaka Nakamura, Takeo Shiina	Journal of Food Engineering 90 (2009) 1–10	2008	Japão	Ecological footprint LIME LIME2	Acidificação Formação de foto oxidantes Consumo de energia	Endpoint		Ecoinvent
A simple life cycle assessment method for green product conceptual design	Jahau Lewis Chen, Chid Wei Liau	Departament of Machanical Engeneering	2001	Taiwan	EDIP			SimaPro Eco-indicator 95	
A streamlined life cycle assessment on the fabrication of WCeCo cermets	Yuhong Xiong, Ki Lau, Xiaoying Zhou, Julie M. Schoenung	Journal of Cleaner Production 16 (2008) 1118e1126	2007	Estados Unidos	eGRID database for 2002 AHP	Uso de recursos renovávies Uso de recursos não renováveis Consumo de energia Aquecimento Global Acidificação			Ecoinvent Australian Life Cycle Inventory Database

						Criação de ozônio fotoquímico Poluição Resíduo sólido Uso da Terra			
A study on the comparison of the various waste management scenarios for PET bottles using the life-cycle assessment (LCA) methodology	Hyun-Seob Song, Jae Chun Hyun	Resources, Conservation and Recycling 27 (1999) 267–284	1999	Coréia do Sul	SimaPro				GaBi 4.0, Ecoinvent v1.2
Advantageous application of Synthetic Environments in product design	J. Miedema *, M.C. van der Voort, F.J.A.M. van Houten	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 1 (2009) 159–164	2008	Holanda					
Allocation and 'what-if' scenarios in life cycle assessment of waste management systems	Reinout Heijungs *, Jeroen B. Guine´e	Waste Management 27 (2007) 997–1005	2007	Holanda	Método de Divisão Método de substituição			Ecoinvent	UCPTE 88
An environmental life cycle assessment comparing Australian sugar cane with US corn and UK sugar beet as producers of sugars forfermentation	M.A. Renoufa,d, , M.K.Wegenerb,d, L.K.Nielsenc,d	BIOMASS AND BIOENERGY 32 (2008)1144–1155	2008	Austrália		Uso de recursos não renováveis Emissão gases efeito estufa Acidificação Eutrofização		Eco-Indicator 95	
An improved Água footprint methodology linking global consumption to local Água resources: A case of Spanish tomatoes	A.K. Chapagain*, S. Orr	Journal of Environmental Management 90 (2009) 1219–1228	2008	Inglaterra	ecological footprint				
An integrated approach for the	L. Basson, J.G. Petrie	Environmental Modelling	2005	África do Sul	MCDA	Mudanças	Midpoint e	Monte Carlo	BUWAL

consideration of uncertainty in decision making supported by Life Cycle Assessment		& Software 22 (2007) 167e176				Climáticas	endpoint		
					Eco-Indicator 99	Emissão de Toxinas			
						Acidificação			
						Eutrofização			
						Uso da Terra			
						Riscos à saúde Humana			
						Danos a qualidade do ecosistema			
						Danos aos minerais			
						Uso de recursos não renováveis			
An LCA of alternative wasteÁgua sludge treatment scenarios	Young-Jin Suh *, Patrick Rousseaux	Resources, Conservation and Recycling (2001)	2001	França		Criação de ozônio fotoquímico			BUWAL
						Eutrofização			
						Ecotoxidade marítima			
						Ecotoxidade Terrestre			
An LCA study of a primary aluminum supply chain	Reginald B.H. Tan, Hsien H. Khoo	Journal of Cleaner Production 13 (2005) 607e618	2003	Singapura	EDIP/UMIP 96	Aquecimento global		SimaPro 5	Eco-indicator 95
						Acidificação			Idemat 96
						Toxidade humana do ar			Eco-indicator 97
An overview of sustainability assessment methodologies	Rajesh Kumar Singh, H.R. Murty, S.K. Gupta, A.K. Dikshit	ecological indicators 9 (2009) 189 – 212	2008	Índia	Eco-Index			COMPLIMENT	
					Eco-Points			PSI	
					Eco-Scan				
					Eco-indicator 99				
Analysis of effects of an objective function on environmental and economic performance of a Água network system using life	Seong-Rin Lim, Donghee Park, Jong Moon Park	Chemical Engineering Journal 144 (2008) 368–378	2008	Coréia do Sul	CML 2001	Depleção de recursos abióticos		CML 2001	ISA
						Acidificação			

cycle assessment and life cycle costing methods						Eutrofização Ecotoxidade da água Aquecimento global Toxidade humana Ecotoxidade marítima Depleção da camada de ozônio Criação de ozônio fotoquímico Radiação Ecotoxidade terrestre			
Analytical framework and tool kit for SEA follow-up	Måns Nilsson a, Hans Wiklund b, Göran Finnveden c, Daniel K. Jonsson c, Kristina Lundberg d, Sara Tyskeng c, Oskar Wallgren	Environmental Impact Assessment Review (2008)	2008	Suécia					
Application of a Life Cycle Impact Assessment framework to evaluate and compare environmental performances with economic values of supplied coal products	S.J. Mangena, A.C. Brent	Journal of Cleaner Production 14 (2006) 1071e1084	2005	África do Sul	RII method			EIA	
Application of life cycle assessment to chemical processes	A. A. Burgess, D. J. Brennan	Chemical Engineering Science 56 (2001) 2589}2604	2000	Austrália	IEI SETAC methodology Ecoindicator	Depleção de recursos Aquecimento Global Acidificação			

						Criação de ozônio fotoquímico			
Application of Results of Ceramic Tiles Life Cycle Assessment due to Energy Savings and Environment Protection	Verica Hocenski, Zeljko Hocenski, Suzana Vasilic	Faculty of Electrical Engineering, University of J.J. Strossmayer in Osijek, Croatia	2006	Croácia	Eco-indicator 99	Consumo de água Consumo de Gás Mudanças Climáticas		Eco-it	Eco-indicator 95
Application of the Life Cycle Assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilisers	F. Brentrup, J. Ku¨ sters, H. Kuhlmann, J. Lammel	European Journal of Agronomy 14 (2001) 221–233	2000	Alemanha	Eco-indicator 95	Aquecimento Global Acidificação Eutrofização poluição		Eco-indicator 95	Eco-indicator 95
Applications of life cycle assessment to NatureWorksTM polylactide (PLA) production	Erwin T.H. Vinka,Karl R. Ra´ bagob,David A. Glassnerb,Patrick R. Gruberb	Polymer Degradation and Stability 80 (2003) 403–419	2002	Holanda	APME	Uso de recursos não renováveis Gases do efeito estufa Consumo de água		PLA ecoprofiles	
Assessing alternative aquaculture technologies: life cycle assessment of salmonid culture systems in Canada	Nathan W. Ayer, Peter H. Tyedmers	Journal of Cleaner Production 17 (2009) 362–373	2008	Canadá	ecological footprint SimaPro 7.0	Depleção de recursos abióticos Aquecimento global Toxidade humana marine Toxidade Acidificação Eutrofização Consumo de energia	Midpoint	CML 2 Baseline 2000	GEMIS SimaPro 7.0
Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators	B.G. Hermann, C. Kroeze a, W. Jawjit	Journal of Cleaner Production 15 (2007) 1787e1796	2006	Holanda	COMPLIMENT	Aquecimento Global Acidificação Eutrofização Criação de ozônio fotoquímico	Midpoint	MCA EPIs	

						Toxidade humana			
Assessment of the environmental impact of carnivorous finfish production systems using life cycle assessment	J. Aubin, E. Papatryphon, H.M.G. van der Werf, S. Chatzifotis	Journal of Cleaner Production 17 (2009) 354–361	2008	França	SimaPro 6	Consumo de energia Eutrofização Mudanças Climáticas Acidificação Consumo de água		SimaPro 6	SimaPro 6
Building energy performance: A LCA case study of kenaf-fibres insulation board	Fulvio Ardente, Marco Beccali, Maurizio Cellura, Marina Mistretta	Energy and Buildings 40 (2008) 1–10	2006	Itália		Consumo de energia Aquecimento Global Criação de ozônio fotoquímico Nutrificação Acidificação Depleção da camada de ozônio Consumo de água Geração de resíduos			GEMIS
Challenges in the new millennium: product discovery and design, enterprise and supply chain optimization, global life cycle assessment	Ignacio E. Grossmann	Computers and Chemical Engineering 29 (2004) 29–39	2004	Estados Unidos	PSE				
Characterisation and Normalisation Factors for Life Cycle Impact Assessment Mined Abiotic Resources Categories in South Africa The manufacturing of catalytic converter exhaust systems as a case	Kerwin Strauss, Alan C Brent and Sibbele Hietkamp	Int J LCA 11 (3) 162 – 171 (2006)	2006	África do Sul	CML Eco-indicator 99 RMEE	Recursos minerais Consumo de energia		Eco-indicator 99	CML

study									
Characterizing the change of land-use based on flora: application for EIA and LCA	Joost G. Vogtla¨nder, Erwin Lindeijer, Jan-Philip Maria Witte, Charles Hendriks	Journal of Cleaner Production 12 (2004) 47–57	2002	Holanda	Eco-indicator 99	habitat para as plantas	Endpoint		EIA
					EVR	habitat para as pessoas			
						Produção de comida e energia			
Cleaner production tools: LCA and beyond	T. Ekvall	Journal of Cleaner Production 10 (2002) 403–406	2002	Suécia					
Cleaner products in the Nordic countries based on the life cycle assessment approach	Tomas Rydberg	J. Cleaner Prod., Vol. 3, No. 1-2, pp. 101-105, 1995	1995	Suécia				LCAiT, EPS	
Combining lifecycle and risk assessments of mineral waste reuse scenarios for decision making support	Enrico Benetto, Ligia Tiruta-Barna, Yves Perrodin	Environmental Impact Assessment Review 27 (2007) 266–285	2006	França	Ecological Risk Assessment	Acidificação	Midpoint e endpoint	CML	Ecological Risk Assessment (ERA),
					Integrated Environmental Assessment	Eutrofização		EDIP	
					CML	Ecotoxidade			
					EDIP				
					Ecoindicator				
					Impact 2005				
Comparative analysis of the life cycle impact assessment of available cement inventories in the EU	Alejandro Josa, Antonio Aguado, Arnaldo Cardim, Ewan Byars	Cement and Concrete Research 37 (2007) 781–788	2007	Espanha	CML 1992	Gases do efeito estufa	Midpoint e endpoint	CML 1992	
						Acidificação			
						Eutrofização			
						poluição			
Comparative environmental analysis of waste brominated plastic	M. Bientinesi, L. Petarca	Waste Management 29 (2009) 1095–1102	2008	Itália	Eco-indicator 99			Ecoinvent 99	Ecoinvent v1.2

thermal treatments					Impact 2002+				
					Europe EL 99				
					EDIP	Mudanças Climáticas			
					UMIP 97	Radiação			
					CML 2	Depleção da camada de ozônio			
					IPPC	Ecotoxidade			
						Acidificação			
						Eutrofização			
						Uso da Terra			
						Minerais			
						Uso de recursos não renováveis			
						Saúde Humana			
						Qualidade do Ecosistema			
Comparative evaluation of life cycle assessment models for solid waste management	Jo¨rg Winkler, Bernd Bilitewski	Waste Management 27 (2007) 1021–1031	2007	Alemanha	ARES	Aquecimento Global		ARES	
					EPIC/CSR: Integrated Resíduo sólidoManagement Tools	Toxidade humana		EPIC/CSR: Integrated Resíduo sólidoManagement Tools	
					DST: Decision Support Tool			DST: Decision Support Tool	
					IWM2: Integrated Waste Management 2			IWM2: Integrated Waste Management 2	
					ORWARE			ORWARE	
					UMBERTO			UMBERTO	
					WISARD			WISARD	

Comparison of environmental impacts of building structures with in situ cast floors and with precast concrete floors	Belinda Lo´ pez-Mesa*, A´ ngel Pitarch, Ana Toma´ s, Teresa Gallego	Building and Environment 44 (2009) 699–712	2008	Espanha	EPS 2000	Uso da Terra		Eco-indicator 99	
					SimaPro 7.0			EPS 2000	
						Ruído			
Comparison of the Acidificaçãoimpact from emissions with different regional origin in life-cycle assessment	Jose´Potting , Wolfgang Scho¨pp, Kornelis Blok Michael Hauschild a	Journal of Hazardous Materials 611998.155–162	1998	Holanda	RAINS	Acidificação			
Comparison of the environmental impact of incineration and Uso da Terraing in São Paulo City as determined by LCA	Mara Regina Mendes, Toshiya Aramaki Keisuke Hanaki	Resources, Conservation and Recycling 41 (2004) 47–63	2003	Japão	ISW-2	Emissões para a água		ISW-2	
					ORWARE	Aquecimento global		ORWARE	
						Acidificação			
						Nutrificação			
Counting Biodiversidade waste in industrial eco-efficiency: fisheries case study	J.H. Martin Willison, Raymond P. Coˆte	Journal of Cleaner Production 17 (2009) 348–353	2008	Canadá					
Critical review of techniques and life cycle analysis and assessment their application to commercial activities	Jacquetta J. Lee, P. O'Callaghan, D. Allen	Resources, Conservation and Recycling 13 (1995) 37-56	1994	Inglaterra	EPS	Conservação de energia	Endpoint		
					EMPA/BUS	Poluição do ar			
					REPA	Poluição da água			
						Resíduo sólido			
						Uso de matéria-prima			
						Origem da água			
Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat	Kyle Meisterling, Constantine Samaras, Vanessa Schweizer	Journal of Cleaner Production 17 (2009) 222–230	2008	Estados Unidos	EIO-LCA	Aquecimento global		EIO-LCA	

Design of environmentally conscious absorption cooling systems via multi-objective optimization and life cycle assessment	Berhane H. Gebreslassie, Gonzalo Guillén-Gosálbez, Laureano Jiménez, Dieter Boer	Applied Energy xxx (2008) xxx–xxx	2008	Espanha	Eco-indicator 99	Mudanças Climáticas Radiação Depleção da camada de ozônio Ecotoxidade Acidificação Eutrofização Uso da Terra Extração de minerais Extração de combustíveis fósseis		Eco-indicator 99	Eco-indicator 99
Developing an LCA guide for decision support	Jeroen B. GuineÂe, Gjalt Huppes and Reinout Heijungs	Environmental Management and Health, Vol. 12 No. 3, 2001, pp. 301-311.	2001	Holanda	CML	Ecotoxidade da água Ecotoxidade marítima Toxidade humana Ecotoxidade terrestre	Endpoint	USES 2.0	
Developing benchmarks for consumer-oriented life cycle assessment-based environmental information on products, services and consumption patterns	Ari Nissinen, Juha Gro¨nroos, Eva Heiskanen, Asmo Honkanen, Juha-Matti Katajajuuri, Sirpa Kurppa, Timo Ma¨kinen, Ilmo Ma¨enpa¨a¨ e, Jyri Seppa¨la¨, Pa¨ivi Timonen, Kirsi Usva, Yrjo¨ Virtanen, Pasi Voutilainen	Journal of Cleaner Production 15 (2007) 538e549	2006	Finlândia	Liisa	Mudanças Climáticas Tropospheric ozone formation Acidificação Eutrofização aquática			Liisa
Development of a life cycle assessment tool for construction and maintenance of asphalt pavements	Yue Huang, Roger Bird, Oliver Heidrich	Journal of Cleaner Production 17 (2009) 283–296	2008	Inglaterra	CML	Depleção dos minerais Depleção dos combustíveis fósseis Aquecimento Global		CML	CML

						Depleção da camada de ozônio Acidificação Formação de foto oxidantes Toxidade humana Ecotoxidade Eutrofização Ruído Depleção do espaço da terra			
Development of a semi-quantitative pre-LCA tool	S.K. Ong, T.H. Koh, A.Y.C. Nee	Journal of Materials Processing Technology 89±90 (1999) 574±582	1999	Singapura	PLCAT				
Development of environmental consequence index (ECI) using fuzzy composite programming	N.S. Arunraj, J. Maiti	Journal of Hazardous Materials 162 (2009) 29–43	2008	India	environmental consequence index (ECI) atmospheric hazard index (AHI) life cycle index (LInX) substance fire hazard index (SFHI) consequence index (CI)				
Development of Environmental Guidelines for Electronic Appliances	Jens Legarth, Leo Alting, Hanne Erichsen, Johan Gregersen and J~lrrgenJ ~lrrgensen	The Life Cycle Centre, Institute for Product Development	1994	Dinamarca					

Does the potential of the use of LCA match the design team needs?	D. Millet, L. Bistagnino, C. Lanzavecchia, R. Camous, Tiiu Poldma	Journal of Cleaner Production 15 (2007) 335e346	2005	França	Design For Recycling (DFR) Design For Environment (DFE) Environmental Management System (EMS)			EIME TEAM SimaPro	
Dose-Response Modeling for Life Cycle Impact Assessment	Thomas E. McKone, Amy D. Kyle, Olivier Jolliet, Stig Irving Olsen and Michael Hauschild	Int J LCA 11 (2) 137 – 140 (2006)	2006	Estados Unidos				NOAEL or LOAEL	EPA IRIS
Ecological footprint accounting in the life cycle assessment of products	Mark A.J. Huijbregts, Stefanie Hellweg, Rolf Frischknecht, Konrad Hungerbühlerd, A. Jan Hendriks	ECOLOGICAL ECONOMICS 64 (2008)798 – 807	2006	Holanda	Eco-indicator 99 ecological footprint				
Economic assessment of municipal waste management systems—case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC)	Marcus Carlsson Reich	Journal of Cleaner Production 13 (2005) 253–263	2004	Suécia	EPS 2000 ECON ’95 EcoTax ’99				EPS 2000 ECON ’95 EcoTax ’99
Effective environmental management through life cycle assessment	F.I. Khan, V. Raveender, T. Husain	Journal of Loss Prevention in the Process Industries 15 (2002) 455–466	2002	Canadá	environmental management systems (EMS)				
Emergy analysis for ‘Four in One’ peach production system in Beijing	X.M. Wei, B. Chen, Y.H. Qu, C. Lin, G.Q. Chen	Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation 14 (2009) 946–958	2007	China					
Consumo de energiain the Norwegian fisheries	Erwin M. Schau, Harald Ellingsen, Anders Endal, Svein A. Aanondsen	Journal of Cleaner Production 17 (2009) 325–334	2008	Noruega					

Engineering design of green hybrid energy production and supply chains	Hossam A. Gabbar	Environmental Modelling & Software 24 (2009) 423–435	2008	Japão	Process object oriented modeling (POOM),			CAPE-ModE ESN	
Environmental analysis of the Norwegian fisheryand aquaculture industry—A preliminary study focusing on farmed salmon	H. Ellingsen, J.O.Olaussen, I.B.Utne		2008	Noruega	LCS - Life cycle screening	Mudanças Climáticas			ETH-ESU 96
					LCA qualitative	Acidificação			BUWAL 250
						Eutrofização			
						Consumo de energia			
						Água			
Environmental and economic life cycle assessment for sewage sludge treatment processes in Japan	Jinglan Hong, Jingmin Hong, Masahiro Otaki, Olivier Jolliet	Waste Management 29 (2009) 696–703	2008	Estados Unidos					
Environmental assessment of ue gas cleaning processes of municipal Resíduo sólidoincinerators by means of the life cycle assessment approach	Jacques Chevalier, Patrick Rousseaux, Val.erie Benoit, Belkacem Benadda	Chemical Engineering Science 58 (2003) 2053 – 2064	2002	França	CLM	Gases do efeito estufa			BUWAL
					ELECTRE IS	Acidificação			
						Toxidade humana			
						Toxidade humana da Água			
						Ecotoxidade da água			
						Uso da Terra			
						Depleção de recursos			
Environmental assessment of biogas co- or tri-generation units by life cycle analysis methodology	C. Chevalier, F. Meunier	Applied Thermal Engineering 25 (2005) 3025–3041	2005	França	Eco-indicator 99	Depleção de recursos		Eco-indicator 99	CML
					Spriensma	Mudanças Climáticas			
						Acidificação			
						Eutrofização			
Environmental assessment of different advanced oxidation	Iva´n Mun˜oz, Joan Rieradevall, Francesc	Chemosphere 62 (2006) 9–16	2005	Espanha		Aquecimento global			BUWAL 250

processes applied to a bleaching Kraft mill effluent	Torrades, Jose´ Peral, Xavier Dome`nech					Depleção da camada de ozônio			CEFIC
						Eutrofização aquática			IVAM
						Acidificação			
						Toxidade humana			
						Toxidade da água			
						Criação de ozônio fotoquímico			
						Depleção de recursos abióticos			
Environmental assessment of rebuilding and possible performance improvements effect on a national scale	Martin Erlandsson, Per Levin	Building and Environment 39 (2004) 1453–1465	2004	Suécia	EDIP	Acidificação	Endpoint		
					BUWAL	Eutrofização			
						Mudanças Climáticas			
						Criação de ozônio fotoquímico			
						Biodiversidade			
Environmental assessment of Resíduo sólidoUso da Terraing technologies by means of LCA-modeling	Simone Manfredi, Thomas H. Christensen	Waste Management 29 (2009) 32–43	2008	Dinamarca		Aquecimento Global		EASEWASTE	
						Criação de ozônio fotoquímico			
						Depleção da camada de ozônio			
						Acidificação			
						Nutrificação			
						Toxidade humana do solo			
						Toxidade da água			
						Toxidade do ar			

						Ecotoxidade crônica da água			
						Uso da Terra			
Environmental assessment of Resíduo sólidoUso da Terraing technologies by means of LCA-modeling	Simone Manfredi, Thomas H. Christensen	Waste Management 29 (2009) 32–43	2008	Dinamarca	Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies (EASEWASTE)	Aquecimento Global			
						Nutrificação			
						Depleção da camada de ozônio			
						Criação de ozônio fotoquímico			
						Acidificação			
Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems	Niels Halberg, Hayo M.G. van der Werf, Claudine Basset-Mens, Randi Dalgaard, Imke J.M. de Boer	Livestock Production Science 96 (2005) 33–50	2005	Dinamarca	Green accounts for farms	Eutrofização		IRENA	
					Ecopoints	Mudanças Climáticas			
					Environmental Management for Agriculture	Acidificação			
					DIALECTE	Toxidade Terrestre			
					LCAE	Uso de recursos não renováveis			
					LCA for Environmental farm management	Uso da Terra			
					Ecological Footprint	Uso de pesticidas			
					IPCC				
Environmental evaluation of transfer and treatment of excess pig slurry by life cycle assessment	Santiago Lopez-Ridaura, Hayo van der Werf, Jean Marie Paillat, Bertrand Le Bris	Journal of Environmental Management 90 (2009) 1296–1304	2008	França	SimaPro 6	Eutrofização		SimaPro 6	BUWAL 250
						Acidificação			ETH-ESU
						Mudanças Climáticas			IDEMAT

						Uso de recursos não renováveis			SimaPro 6
Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems	F. Brentrup, J. Küsters, J. Lammela, P. Barraclough, H. Kuhlmann	Europ. J. Agronomy 20 (2004) 265–279	2003	Alemanha	EcoX	Depleção de recursos abióticos			
						Uso da Terra			
						Mudanças Climáticas			
						Toxidade			
						Acidificação			
						Eutrofização			
Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production	F. Brentrup, J. Küsters, H. Kuhlmann, J. Lammel	Europ. J. Agronomy 20 (2004) 247–264	2003	Alemanha	indicators for Depleção de recursos (RDI)	Depleção de recursos abióticos		Eco Management	
					environmental impacts (EcoX)	Uso da Terra		EMAS	
					RAINS	Mudanças Climáticas			
						Toxidade humana			
						Ecotoxidade			
						Acidificação			
						Eutrofização			
Environmental Impact Evaluation of Feeds Prepared from Food Residues Using Life Cycle Assessment	Akifumi Ogino, Hiroyuki Hirooka, Atsuo Ikeguchi, Yasuo Tanaka, Miyoko Waki, Hiroshi Yokoyama, and Tomoyuki Kawashima	J. Environ. Qual. 36:1061–1068 (2007).	2007	Estados Unidos	JEMAI-LCA	Emissão gases efeito estufa			JEMAI-LCA
					SimaPro	Consumo de água			SimaPro
						Consumo de Energia			
Environmental impact minimization of a total wasteÁgua treatment network system from a life cycle perspective	Seong-Rin Lim, Jong Moon Park	Journal of Environmental Management 90 (2009) 1454–1462	2008	Estados Unidos	EPS 2000				

Environmental Impact of Information and Communication Technologies Including Rebound Effects	Kazue Ichino Takahashi, Hidetoshi Tatemichi, Tohoru Tanaka and Shiro Nishi		2004	Japão				Easy-LCA	
Environmental Impacts Evaluation of Electricity Grid Mix Systems in Four Selected Countries Using A Life Cycle Assessment Point of View	Anugerah Widiyanto, Seizo Kato, Naoki Maruyama, Akira Nishimura and Sate Sampattagul	Envlronmentaii Conscious Design and Inverse ManUtaCturing Tokyo. Japan, 8ecember 8-11.2003	2003	Japão	Lca -NETS				
Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach	Augustine Ntiamoah, George Afrane	Journal of Cleaner Production 16 (2008) 1735e1740	2008	Gana	CML 2001	Depleção de recursos abióticos	Endpoint		Ecoinvent
						Acidificação			GaBi 4
						Eutrofização			
						Ecotoxidade da água			
						Aquecimento global			
						Toxidade humana			
						Depleção da camada de ozônio			
						Criação de ozônio fotoquímico			
						Ecotoxidade terrestre			
Environmental impacts of the Japanese beef-fattening system with different feeding lengths as evaluated by a life-cycle assessment method	A. Ogino, K. Kaku, T. Osada, and K. Shimada	National Institute of Livestock and Grassland Science, Tsukuba, Ibaraki 305-0901, Japan	2004	Japão		Aquecimento Global			JEMAI-LCA
						Acidificação			
						Eutrofização			
Environmental life cycle assessment of the microfiltration process	N. Tangsubkul, K. Parameshwaran, S.	Journal of Membrane Science 284 (2006) 214–	2006	Austrália		Aquecimento Global		GaBi 4	GaBi 4

	Lundie, A.G. Fane, T.D. Waite	226				Formação de foto oxidantes Eutrofização Toxidade humana Ecotoxidade marítima Ecotoxidade Terrestre			
Environmental life cycle impact as a tool for process optimisation of a utility plant	Ana M. Eliceche, Sergio M. Corval´an, Pablo Mart´ınez	Computers and Chemical Engineering 31 (2007) 648–656	2006	Argentina		Aquecimento global Acidificação Criação de ozônio fotoquímico Depleção da camada de ozônio Toxidade humana Ecotoxidade Eutrofização			
Environmental life-cycle impacts of CRT and LCD desktop computer displays	Maria Leet Socolof, Jonathan G. Overly, Jack R. Geibig	Journal of Cleaner Production 13 (2005) 1281e1294	2005	Estados Unidos		Uso de recursos renovávies Uso de recursos não renováveis Consumo de energia Aquecimento Global Depleção da camada de ozônio Acidificação Poluição Fotoquimica Eutrofização Qualidade da água	Endpoint		

						Resíduo sólido			
						Resíduos Perigosos			
						Lixo Radioativo			
						Radioatividade			
						odor			
						Ecotoxidade da água			
						Ecotoxidade Terrestre			
Environmental performance comparison of wet and thermal routes for phosphate fertilizer production using LCA e A Brazilian experience	Gil Anderi da Silva, Luiz Alexandre Kulay	Journal of Cleaner Production 13 (2005) 1321e1325	2005	Brasil	CML 2	Aquecimento Global		TEAM	ETH-ESU
					SimaPro 5	Depleção da camada de ozônio		SimaPro 5	
						Toxidade humana			
						Ecotoxidade da água			
						Acidificação			
						Eutrofização			
Environmental Supply-Chain Management versus Life Cycle Analysis (LCA) Method Eco-indicator 95: a Relative Business Perspective versus an Absolute Environmental Perspective	M.H. Nagel	Faculty of Industrial Design Engineering, Department of Engineering Design	2000	Holanda	Eco-indicator 95	Acidificação		Eco-indicator 95	IDEMAT
						poluição			
						Gases do efeito estufa			
Estimation of environmental impact of conversion to organic agriculture in Hamburg using the Life-Cycle-Assessment method	Guido Haas, Uwe Geier, Bettina Frieben and Ulrich Köpke	Institute of Organic Agriculture, University of Bonn, Katzenburgweg 3, D-53115 Bonn, Germany	2005	Alemanha		Eutrofização			GEMIS 2.1
						Depleção de recursos			
						Aquecimento global			
						Acidificação			
						Proteção da água potável			
						Toxidade humana			
						Biodiversidade			
						Uso da terra			

						imagem Proteção do solo			
Estimation of the environmental credit for the recycling of granulated blast furnace slag based on LCA	Kun-Mo Leea, Pil-Ju Park	Resources, Conservation and Recycling 44 (2005) 139–151	2004	Coréia do Sul	Eco-indicator 99	Aquecimento global		Eco-indicator 99	Eco-indicator 99
EU COST Action 628: life cycle assessment (LCA) of textile products, eco-efficiency and definition of best available technology (BAT) of textile processing	Eija Nieminen, Michael Linke, Marion Tobler, Bob Vander Beke	Journal of Cleaner Production 15 (2007) 1259e1270	2006	Finlândia					
European characterization factors for Saúde Humana damage of PM10 and ozone in life cycle impact assessment	Rosalie van Zelma, Mark A.J. Huijbregtsa, Henri A. den Hollanderc, Hans A. van Jaarsveldd, Ferd J. Sautere, Jaap Struijsb, Harm J. van Wijnenc, Dik van de Meenta,	Atmospheric Environment 42 (2008) 441–453	2007	Holanda					
Evaluating offshore technologies for produced Água management using GreenPro-I—a risk-based life cycle analysis for green and clean process selection and design	Rehan Sadiq, Faisal I. Khan, Brian Veitch	Computers and Chemical Engineering 29 (2005) 1023–1039	2005	Canadá	GreenPro-1				
Evaluation of the environmental impacts of apple production using	L. Mila` i Canals, G.M. Burnip, S.J. Cowell	Agriculture, Ecosystems and Environment 114	2005	Espanha	EDIP	Mudanças Climáticas			

Life Cycle Assessment (LCA): Case study in New Zealand		(2006) 226–238				Formação de foto oxidantes Acidificação Nutrificação Toxidade humana Toxidade eocológica			
Evaluation of Two Simplified Life Cycle Assessment Methods	Elisabeth Hochschorner and Göran Finnveden	Int J LCA 2003 8 (3) 119 – 128 (2003)	2003	Suécia	ERPA MECO	Aquecimento Global Acidificação Eutrofização Formação de foto oxidantes			
International expert group on life cycle assessment for integrated waste management	Bernie Thomas, Forbes McDougal	Journal of Cleaner Production 13 (2005) 321–326	2005	Inglaterra	ExternE			MSW-DST	
Uso da Terra indicators in life cycle assessment. Case study: The environmental impact of Mediterranean greenhouses	A. Anto´n, F. Castells, J.I. Mont	Journal of Cleaner Production 15 (2007) 432 e 438	2005	Espanha	LCAGAPS method	Uso da Terra		Eco-Indicator 99	Ecoinvent v1.2
LCA of integrated MSW management systems: Case study of the Bologna District	P. Buttol, P. Masoni, A. Bonoli, S. Goldoni, V. Belladonna, C. Cavazzuti	Waste Management 27 (2007) 1059–1070	2007	Itália		Gases do efeito estufa Acidificação Eutrofização Depleção de recursos não renováveis Ecotoxidade Toxidade humana		WISARD	
LCA: A decision support tool for environmental assessment of MSW management systems	Chalita Liamsanguan, Shabbir H. Gheewala	Journal of Environmental Management 87 (2008) 132–138	2007	Tailândia		Consumo de Energia Emissão gases efeito estufa			BUWAL 300

Life cycle analysis applied to the assessment of the environmental impact of alternative synthetic processes. The dimethylcarbonate case: part 1	Michele Aresta, Michele Galatola	Journal of Cleaner Production 7 (1999) 181–193	1998	Itália	E-LCA	Gases do efeito estufa		Eco-indicator 95	Eco-indicator 95
					Eco-indicator 95	Depleção da camada de ozônio			
						Acidificação			
						Nutrificação			
						Criação de ozônio fotoquímico			
Life cycle assessment as a tool for controlling the development of technical activities: application to the remediation of a site contaminated by sulfur	A. Blanc, H. Me´tivier-Pignon, R. Gourdon, P. Rousseaux	Advances in Environmental Research 8 (2004) 613–627	2003	França					
Life cycle assessment of a national policy proposal – The case of a Swedish waste incineration tax	Anna E. Bjo¨rklund, Go¨ran Finnveden	Waste Management 27 (2007) 1046–1058	2007	Suécia	CML 2000	Aquecimento global		SimaPro 5	SimaPro 5
					Eco-indicator	Depleção da camada de ozônio			
					EPS	Criação de ozônio fotoquímico			
						Acidificação			
						Eutrofização			
						Ecotoxidade da água			
						Emissões para o solo			
						Ecotoxidade marítima			
						Ecotoxidade terrestre			

Life cycle assessment of a rock crusher	Anne H. Landfield, Vijia Karra	Resources, Conservation and Recycling 28 (2000) 207–217	2000	Estados Unidos	TEAM			TEAM	Ecobalance's LCA software.
Life cycle assessment of urban waste management: Energy performances and environmental impacts. The case of Rome, Italy	Francesco Cherubini, Silvia Bargigli, Sergio Ulgiati	Waste Management 28 (2008) 2552–2564	2008	Áustria	material flow accounting (MFA) GER (gross energy requirement) emergy synthesis method				
Life cycle assessment: A case study of a dwelling home in Scotland	M. Asif, T. Muneer, R. Kelley	Building and Environment 42 (2007) 1391–1394	2005	Inglaterra		Aquecimento Global Acidificação Eutrofização			SimaPro 6
Life-cycle assessment as a decision-support tool—the case of recycling versus incineration of paper	Go¨ran Finnveden , Tomas Ekvall	Resources, Conservation and Recycling 24 (1998) 235–256	1998	Suécia					
Life-cycle assessment for energy analysis and management	Helias A. Udo de Haes, Reinout Heijungs	Applied Energy 84 (2007) 817–827	2007	Holanda					
Methodological aspects of life cycle assessment of integrated Resíduo sólidomanagement systems	Go¨ran Finnveden	Resources, Conservation and Recycling 26 (1999) 173–187	1998	Suécia					
Modeling the life cycle energy and environmental performance of amorphous silicon BIPV roofing in the US	Gregory A. Keoleian, Geoffrey McD. Lewis	Renewable Energy 28 (2003) 271–293	2002	Estados Unidos					
MUNICIPAL WASTE LIFE CYCLE ASSESSMENT: Transport Analysis and	D. W. EDWARDS and J. SCHELLING	Trans IChemE, Vol 77, Part B, September 1999	1999	Inglaterra		Aquecimento Global			Environ Survey report

Glass Case Study						Depleção das reservas Deposição de ácido Uso de combustíves fósseis Total Consumo de energia Consumo de energia Resíduo sólido			
Priority assessment of toxic substances in life cycle assessment. Part II: assessing parameter uncertainty and human variability in the calculation of Toxidade potentials	M.A.J. Huijbregts, U. Thissen, T. Jager, D. van de Meent, A.M.J. Ragas	Chemosphere 41 (2000) 575-588	2000	Holanda					
Reply: Downstream cut-offs in integrated hybrid life-cycle assessment	Sangwon Suh	ECOLOGICAL ECONOMICS 59 (2006) 7–1 2	2006	Estados Unidos					
Rule-based life cycle impact assessment using modified rough set induction methodology	Raymond R. Tan	Environmental Modelling & Software 20 (2005) 509–513	2004	Filipinas					
Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study	Karin Andersson *, Thomas Ohlsson, Pa¨r Olsson	Journal of Cleaner Production 6 (1998) 277–288	1998	Suécia	CML Tellus	Aquecimento Global Depleção da camada de ozônio Acidificação Eutrofização		LCAIT	

						Formação de foto oxidantes Toxidade humana			
The basis for a method to integrate work environment in life cycle assessments	Ann-Beth Antonsson and Helene Carlsson	J. Cleaner Prod. Vol. 3, No. 4, pp. 215-220, 1995	1995	Suécia	IARC'10				
The feasibility of including sustainability in LCA for product development	Karin Andersson, Merete Høgaas Eide, Ulrika Lundqvist, Berit Mattsson	Journal of Cleaner Production 6 (1998) 289–298	1998	Suécia					
The institutional logic of life cycle thinking	Eva Heiskanen	Journal of Cleaner Production 10 (2002) 427–437	2002	Finlândia					
The use of life cycle methods by seven major companies	A.H. Verschoor, L. Reijnders	Journal of Cleaner Production 7 (1999) 375–382	1999	Holanda	EPS			ELU	EPS
USE OF LIFE CYCLE ASSESSMENT TO DEVELOP INDUSTRIAL ECOLOGIES—A CASE STUDY Graphics Paper	A. HART, R. CLIFT, S. RIDDLESTONE and J. BUNTIN	Process Safety and Environmental Protection, 83(B4): 359–363	2005	Inglaterra					
Using LCA to evaluate impacts and resources conservation potential of composting: A case study of the Asti District in Italy	Gian Andrea Blengini	Resources, Conservation and Recycling 52 (2008) 1373–1381	2008	Itália	Eco-Indicator	Recursos da terre Recursos da água Recursos do ar	Midpoint	SimaPro 7	I-LCA SALCA Region 3

Tabela 15 – Anexo A - Levantamento Bibliográfico para análise sistemática.

Anexo B

Substâncias	Quantidade para 1 Kg de polipropileno	Quantidade para 2 cestos (5,7 Kg)	Unidade de Referência
PRODUÇÃO DO POLIPROPILENO			
ENTRADAS			
Óleo Cru	1,20E+00	6,84E+00	Kg
Energia primária de hidroelétrica (Recurso de Energia Renovável)	8,10E-01	4,62E+00	MJ
Gás Natural (Recurso de gás natural)	4,48E-01	2,55E+00	Kg
Carvão Duro	5,90E-02	3,36E-01	Kg
Carvão Marrom	5,70E-02	3,25E-01	Kg
Cloreto de sódio (Recursos não renováveis)	5,00E-03	2,85E-02	Kg
Processo e água refrescante (Materiais Operacionais)	3,10E-03	1,77E-02	Kg
Bauxita (Recursos não renováveis)	4,00E-04	2,28E-03	Kg
Minério de Ferro (Recursos não renováveis)	3,00E-04	1,71E-03	Kg
Calcário (carbonato de cálcio) (Recursos não renováveis)	2,00E-04	1,14E-03	Kg
Areia de Quartzo (Recursos não renováveis)	3,00E-05	1,71E-04	Kg
Minério de Urânio	2,20E-06	1,25E-05	Kg
TOTAL ENTRADA	**2,58E+00**	**1,47E+01**	
SAÍDAS			
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	1,80E+00	1,03E+01	Kg
Polipropileno granulado (PP) (Plásticos)	1,00E+00	5,70E+00	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	1,10E-02	6,27E-02	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,00E-02	5,70E-02	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	9,60E-03	5,47E-02	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	3,40E-03	1,94E-02	Kg
Pó (não especificado) (Partículas para o ar)	2,00E-03	1,14E-02	Kg
Sulfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,70E-03	9,69E-03	Kg
Cloreto (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,00E-04	4,56E-03	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	7,00E-04	3,99E-03	Kg
Demanda de oxigênio químico (Medidas analíticas para a água fresca)	4,00E-04	2,28E-03	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para água fresca)	3,00E-04	1,71E-03	Kg
Total de carbono orgânico restrito (Medidas analíticas para a água fresca)	3,00E-04	1,71E-03	Kg
Sais inorgânicos e Ácidos (não especificado) (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,90E-04	1,65E-03	Kg
Componentes orgânicos (não especificado) (Emissões orgânicas para água fresca)	2,50E-04	1,43E-03	Kg
Sólidos (suspenso) (Partículas para água fresca)	2,00E-04	1,14E-03	Kg
Ferro (Metais pesados para água fresca)	1,70E-04	9,69E-04	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,20E-04	6,84E-04	Kg
Demanda de oxigênio biológico (Medidas analíticas para a água fresca)	6,00E-05	3,42E-04	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,80E-05	3,31E-04	Kg
Cloreto de Hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	4,00E-05	2,28E-04	Kg
Óleo (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	4,00E-05	2,28E-04	Kg
Total de carbono orgânico restrito dissolvido (Medidas analíticas para a água fresca)	3,00E-05	1,71E-04	Kg
Nitrato (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,00E-05	1,14E-04	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,70E-05	9,69E-05	Kg
Fosfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,35E-05	7,70E-05	Kg
Amônio / Amônia (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,00E-05	5,70E-05	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	1,00E-05	5,70E-05	Kg
Sulfeto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,00E-05	5,70E-05	Kg
Nitrogênio (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,00E-05	5,70E-05	Kg
Nitrogênio orgânico restrito (Emissões inorgânicas para água fresca)	6,90E-06	3,93E-05	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	5,70E-06	3,25E-05	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para o ar)	5,00E-06	2,85E-05	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	4,40E-06	2,51E-05	Kg
Fenol (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,60E-06	1,48E-05	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,30E-06	1,31E-05	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para água fresca)	1,40E-06	7,98E-06	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,40E-06	7,98E-06	Kg

Fluoreto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,00E-06	5,70E-06	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para o ar)	9,60E-07	5,47E-06	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	8,30E-07	4,73E-06	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para água fresca)	7,70E-07	4,39E-06	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para água fresca)	6,70E-07	3,82E-06	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para água fresca)	6,50E-07	3,71E-06	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para água fresca)	6,10E-07	3,48E-06	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o ar)	4,20E-07	2,39E-06	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para água fresca)	2,60E-07	1,48E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,50E-07	1,43E-06	Kg
Halon (1301) (Emissões Orgânicas halogenadas para o ar)	9,20E-08	5,24E-07	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o ar)	8,80E-08	5,02E-07	Kg
Cianeto (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,00E-08	4,56E-07	Kg
Componente halogênio orgânico absorvível (Medidas analíticas para a água fresca)	7,50E-08	4,28E-07	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,80E-08	1,60E-07	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para o ar)	2,70E-08	1,54E-07	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o ar)	2,30E-08	1,31E-07	Kg
Hidrocarbonetos clorados (não especificado) (Emissões Orgânicas halogenadas para a água fresca)	2,10E-08	1,20E-07	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o ar)	1,80E-08	1,03E-07	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Grupo PAH para o ar)	1,70E-08	9,69E-08	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,30E-09	7,41E-09	Kg
Hidrocarbonetos halogenados (não especificado) (Emissões Orgânicas halogenadas para o ar)	2,10E-10	1,20E-09	Kg
TOTAL SAÍDA	**2,84E+00**	**1,62E+01**	
TRANSPORTE MATÉRIA-PRIMA			
ENTRADA			
Diesel (produto do petróleo)	1,84E-03	1,99E+04	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,84E-03**	**1,99E+04**	
SAÍDA			
Carga (Outros)	1,00E+00	1,08E+07	Kg
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	5,84E-03	6,33E+04	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,01E-05	6,51E+02	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	1,26E-05	1,36E+02	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	4,08E-06	4,41E+01	Kg
Pó (PM2.5) (Partículas para o ar)	2,31E-06	2,50E+01	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	1,84E-07	1,99E+00	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	1,03E-07	1,12E+00	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	8,52E-08	9,22E-01	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	7,18E-08	7,78E-01	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	3,40E-08	3,68E-01	Kg
Xileno (benzeno de dimetil) (Grupo NMVOC para o ar)	2,32E-08	2,51E-01	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Grupo NMVOC para o ar)	1,38E-08	1,49E-01	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,01E+00**	**1,09E+07**	
PROCESSO DE INJEÇÃO			
ENTRADAS			
Energia (Energia elétrica)	6,64E+00	3,79E+01	MJ
Água refrigerada (materiais operacionais)	4,41E+00	2,51E+01	Kg
Plástico granulado (não especificado) (Plásticos)	1,02E+00	5,81E+00	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,21E+01**	**6,88E+01**	
SAÍDAS			
Vapor (Emissões inorgânicas para o ar)	4,41E+00	2,51E+01	Kg
Peça Plástica (não especificado) [Peça Plásticas]	1,00E+00	5,70E+00	Kg
Disposição do lixo industrial municipal (resíduo do consumidor)	2,00E-02	1,14E-01	Kg
TOTAL SAÍDA	**5,43E+00**	**3,10E+01**	
TRANSPORTE PRODUTO			
ENTRADA			
Diesel (produto do petróleo)	1,84E-03	1,41E+05	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,84E-03**	**1,41E+05**	
SAÍDA			

Carga (Outros)	1,00E+00	7,66E+07	Kg
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	5,84E-03	4,47E+05	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,01E-05	4,60E+03	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	1,26E-05	9,61E+02	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	4,08E-06	3,12E+02	Kg
Pó (PM2.5) (Partículas para o ar)	2,31E-06	1,77E+02	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	1,84E-07	1,41E+01	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	1,03E-07	7,90E+00	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	8,52E-08	6,52E+00	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	7,18E-08	5,50E+00	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	3,40E-08	2,60E+00	Kg
Xileno (benzeno de dimetil) (Grupo NMVOC para o ar)	2,32E-08	1,78E+00	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Grupo NMVOC para o ar)	1,38E-08	1,05E+00	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,01E+00**	**7,70E+07**	
FASE DE USO			
ENTRADAS			
Água	8,90E+00	9,72E+03	Kg
Energia primária de hidroelétrica (Recurso de Energia Renovável)	1,76E-01	1,92E+02	MJ
Carvão Duro	1,29E-01	1,41E+02	Kg
Óleo Cru	4,69E-03	5,12E+00	Kg
Gás Natural (Recurso de gás natural)	2,49E-03	2,72E+00	Kg
Carvão Marrom	1,72E-03	1,88E+00	Kg
Madeira (Recurso de energias renováveis)	1,25E-03	1,37E+00	Kg
Minério de Urânio	5,19E-07	5,67E-04	Kg
TOTAL ENTRADA	**9,21E+00**	**1,01E+04**	
SAÍDAS			
Energia (Energia elétrica)	1,00E+00	1,09E+03	MJ
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	2,20E-01	2,40E+02	Kg
Cloreto (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,41E-03	1,54E+00	Kg
Sulfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	9,52E-04	1,04E+00	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	9,46E-04	1,03E+00	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	9,16E-04	1,00E+00	Kg
Sais inorgânicos e Ácidos (não especificado) (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,76E-04	8,48E-01	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	5,59E-04	6,11E-01	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,06E-04	2,25E-01	Kg
Ferro (Metais pesados para água fresca)	6,46E-05	7,06E-02	Kg
Cloreto de Hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,32E-05	6,90E-02	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	4,49E-05	4,90E-02	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	3,04E-05	3,32E-02	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para água fresca)	2,25E-05	2,45E-02	Kg
Sólidos (suspenso) (Partículas para água fresca)	1,84E-05	2,01E-02	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,70E-05	1,86E-02	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para o ar)	1,69E-05	1,85E-02	Kg
Fosfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,23E-05	1,35E-02	Kg
Fluoreto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,72E-06	7,33E-03	Kg
Óleo (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	6,27E-06	6,84E-03	Kg
Nitrato (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,05E-06	5,51E-03	Kg
Pó (não especificado) (Partículas para o ar)	4,53E-06	4,95E-03	Kg
Total de carbono orgânico restrito (Medidas analíticas para a água fresca)	3,64E-06	3,98E-03	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	2,79E-06	3,05E-03	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,07E-06	2,26E-03	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para água fresca)	2,06E-06	2,25E-03	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	1,52E-06	1,65E-03	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	1,24E-06	1,35E-03	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,04E-06	1,14E-03	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,04E-06	1,13E-03	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,03E-06	1,13E-03	Kg
Demanda de oxigênio químico (Medidas analíticas para a água fresca)	1,03E-06	1,12E-03	Kg
Amônio / Amônia (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,10E-07	5,57E-04	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para água fresca)	4,16E-07	4,54E-04	Kg
Nitrogênio (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,57E-07	2,80E-04	Kg

Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,02E-07	2,21E-04	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para o ar)	1,45E-07	1,59E-04	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	7,89E-08	8,62E-05	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o ar)	7,78E-08	8,50E-05	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o ar)	4,39E-08	4,79E-05	Kg
Demanda de oxigênio biológico (Medidas analíticas para a água fresca)	3,61E-08	3,94E-05	Kg
Fenol (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,50E-08	3,82E-05	Kg
Nitrogênio orgânico restrito (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,89E-08	3,16E-05	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,80E-08	3,05E-05	Kg
Total de carbono orgânico restrito dissolvido (Medidas analíticas para a água fresca)	2,62E-08	2,86E-05	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para o ar)	2,49E-08	2,72E-05	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,09E-08	1,19E-05	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o ar)	8,21E-09	8,97E-06	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,80E-09	8,52E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Grupo PAH para o ar)	3,68E-09	4,02E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,06E-09	3,34E-06	Kg
Cianeto (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,29E-09	2,50E-06	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o ar)	1,62E-09	1,76E-06	Kg
Halon (1301) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,12E-09	1,22E-06	Kg
Componente halogênio orgânico absorvível (Medidas analíticas para a água fresca)	8,22E-10	8,97E-07	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,99E-10	3,26E-07	Kg
Hidrocarbonetos clorados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	2,51E-10	2,74E-07	Kg
Hidrocarbonetos halogenados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,36E-11	1,48E-08	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,23E+00**	**1,34E+03**	
DISPOSIÇÃO			
ENTRADAS			
Polipropileno (PP, não especificado) (resíduo do consumidor)	1,00E+00	5,70E+00	Kg
Óleo Cru	4,22E-03	2,41E-02	Kg
Energia primária de hidroelétrica (Recurso de Energia Renovável)	1,81E-03	1,03E-02	MJ
Gás Natural (Recurso de gás natural)	2,40E-04	1,37E-03	Kg
Carvão Marrom	6,48E-05	3,69E-04	Kg
Carvão Duro	6,06E-05	3,45E-04	Kg
Processo de água (materiais operacionais)	9,00E-07	5,13E-06	Kg
Madeira (Recurso de energias renováveis)	5,93E-07	3,38E-06	Kg
Minério de Urânio	1,58E-08	9,01E-08	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,01E+00**	**5,74E+00**	
SAÍDAS			
Total de carbono orgânico restrito (Medidas analíticas para a água fresca)	6,81E-01	3,88E+00	Kg
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	1,10E-01	6,27E-01	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	1,22E-02	6,95E-02	Kg
Nitrato (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,43E-03	1,39E-02	Kg
Cloreto (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,52E-03	8,66E-03	Kg
Sulfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,19E-03	6,78E-03	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para água fresca)	6,06E-04	3,45E-03	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,98E-04	1,13E-03	Kg
Carbono (não especificado) (Emissões orgânicas para o solo industrial)	1,45E-04	8,27E-04	Kg
Sais inorgânicos e Ácidos (não especificado) (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,11E-04	6,33E-04	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	8,95E-05	5,10E-04	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	8,11E-05	4,62E-04	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para água fresca)	4,39E-05	2,50E-04	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	3,58E-05	2,04E-04	Kg
Amônio / Amônia (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,53E-05	8,72E-05	Kg
Pó (não especificado) (Partículas para o ar)	1,36E-05	7,75E-05	Kg
Sólidos (suspenso) (Partículas para água fresca)	1,22E-05	6,95E-05	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,16E-05	6,61E-05	Kg
Óleo (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	5,62E-06	3,20E-05	Kg

Cádmio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,96E-06	1,12E-05	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,93E-06	1,10E-05	Kg
Fluoreto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,33E-06	7,58E-06	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para água fresca)	1,30E-06	7,41E-06	Kg
Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	1,16E-06	6,61E-06	Kg
Cloreto de Hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,06E-06	6,04E-06	Kg
Demanda de oxigênio químico (Medidas analíticas para a água fresca)	6,17E-07	3,52E-06	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,37E-07	3,06E-06	Kg
Nitrogênio (Emissões inorgânicas para água fresca)	4,50E-07	2,57E-06	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	3,91E-07	2,23E-06	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o ar)	2,24E-07	1,28E-06	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	1,94E-07	1,11E-06	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o ar)	1,85E-07	1,05E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,80E-07	1,03E-06	Kg
Ferro (Metais pesados para água fresca)	1,77E-07	1,01E-06	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	1,27E-07	7,24E-07	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,03E-07	5,87E-07	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	8,74E-08	4,98E-07	Kg
Nitrogênio orgânico restrito (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,80E-08	4,45E-07	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para o ar)	5,25E-08	2,99E-07	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	5,23E-08	2,98E-07	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	4,21E-08	2,40E-07	Kg
Fenol (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,80E-08	1,60E-07	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,51E-08	1,43E-07	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	2,27E-08	1,29E-07	Kg
Demanda de oxigênio biológico (Medidas analíticas para a água fresca)	1,89E-08	1,08E-07	Kg
Fosfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,05E-09	4,59E-08	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para o ar)	6,80E-09	3,88E-08	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para água fresca)	6,61E-09	3,77E-08	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para água fresca)	2,78E-09	1,58E-08	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,76E-09	1,57E-08	Kg
Total de carbono orgânico restrito dissolvido (Medidas analíticas para a água fresca)	1,40E-09	7,98E-09	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o ar)	1,15E-09	6,56E-09	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o ar)	1,13E-09	6,44E-09	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,09E-09	6,21E-09	Kg
Halon (1301) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,01E-09	5,76E-09	Kg
Cianeto (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,28E-10	4,72E-09	Kg
Componente halogênio orgânico absorvível (Medidas analíticas para a água fresca)	8,24E-10	4,70E-09	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	6,66E-10	3,80E-09	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para água fresca)	3,65E-10	2,08E-09	Kg
Hidrocarbonetos clorados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	1,86E-10	1,06E-09	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Grupo PAH para o ar)	1,38E-10	7,87E-10	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para o ar)	2,02E-11	1,15E-10	Kg
Hidrocarbonetos halogenados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	3,94E-12	2,25E-11	Kg
Policlorinato dibenzeno-p-dioxina (2,3,7,8 - TCDD) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	2,25E-14	1,28E-13	Kg
TOTAL SAÍDA	**8,10E-01**	**4,62E+00**	

Tabela 16 – Anexo B - Inventário do ciclo de vida do cesto plástico

Anexo C

Substâncias	Quantidade para 1 Kg de Aço Inox	Quantidade para 1 cesto (5,098 Kg)	Unidade de Referência
PRODUÇÃO AÇO INOX			
ENTRADAS			
Água (Água de poço) [Água]	3,21E+01	1,63E+02	Kg
Água (Água da superfície) [Água]	1,66E+01	8,45E+01	Kg
Ar (Recursos renováveis)	1,26E+01	6,45E+01	Kg
Rocha inerte (Recursos não renováveis)	9,70E+00	4,95E+01	Kg
Água [Água]	4,40E+00	2,24E+01	Kg
Energia primária de energia solar (Recurso de energias renováveis)	4,25E+00	2,17E+01	MJ
Energia primária de hidroelétricas (Recurso de energias renováveis)	3,29E+00	1,68E+01	MJ
Cromo ore (Recursos não renováveis)	3,21E+00	1,63E+01	Kg
Minério de Níquel (Recursos não renováveis)	1,96E+00	9,99E+00	Kg
Minério de Níquel (1.6%) (Recursos não renováveis)	1,85E+00	9,43E+00	Kg
Calcário (carbonato de cálcio) (Recursos não renováveis)	8,95E-01	4,56E+00	Kg
Refugo de aço (Resíduo para reciclagem)	6,73E-01	3,43E+00	Kg
Dióxido de carbono (Recursos renováveis)	4,57E-01	2,33E+00	Kg
Areia de Quartzo (Recursos não renováveis)	2,31E-01	1,18E+00	Kg
Cloreto de sódio (Recursos não renováveis)	1,25E-01	6,35E-01	Kg
Minério de Manganês (R.O.M.) (Recursos não renováveis)	8,94E-02	4,56E-01	Kg
Água refrigerada (materiais operacionais)	8,84E-02	4,51E-01	Kg
Energia primária de energia eólica (Recurso de energias renováveis)	8,25E-02	4,20E-01	MJ
Terra (Recursos não renováveis)	7,01E-02	3,57E-01	Kg
Lignito do Canadá	2,15E-02	1,10E-01	Kg
Metais preciosos (Recursos não renováveis)	2,10E-02	1,07E-01	Kg
Agregado Natural (Recursos não renováveis)	1,75E-02	8,92E-02	Kg
Basalto (Recursos não renováveis)	5,20E-03	2,65E-02	Kg
Poço de Metano (Recurso de gás natural)	3,93E-03	2,00E-02	Kg
Energia primária de geotérmicas (Recurso de energias renováveis)	3,33E-03	1,70E-02	MJ
Água (Água do mar) [Água]	3,32E-03	1,69E-02	Kg
Minério de Ferro (Recursos não renováveis)	3,06E-03	1,56E-02	Kg
Mineral pesado (barytes) (Recursos não renováveis)	2,31E-03	1,18E-02	Kg
Cloreto de magnésio (40%) (Recursos não renováveis)	1,53E-03	7,82E-03	Kg
Minério de cobre (0.14%) (Recursos não renováveis)	1,05E-03	5,37E-03	Kg
Bentonita (Recursos não renováveis)	9,36E-04	4,77E-03	Kg
Petróleo do Brasil (recurso do petróleo)	4,96E-04	2,53E-03	Kg
Bauxita (Recursos não renováveis)	4,03E-04	2,06E-03	Kg
Gás natural do Brasil (Recurso de gás natural)	3,21E-04	1,64E-03	Kg
Barro (Recursos não renováveis)	3,19E-04	1,62E-03	Kg
Minério de Chumbo - Zinco (4.6%-0.6%) (Recursos não renováveis)	2,01E-04	1,02E-03	Kg
Carvão duro do Brasil	1,23E-04	6,28E-04	Kg
Gesso (Gesso natural) (Recursos não renováveis)	1,18E-04	6,02E-04	Kg
Zinco - Minério de cobre (4.07%-2.59%) (Recursos não renováveis)	1,04E-04	5,32E-04	Kg
Zinco - Chumbo - Minério de cobre (12%-3%-2%) (Recursos não renováveis)	5,53E-05	2,82E-04	Kg
Minério de cobre, ouro e prata (1,0% Cu; 0,4 g/t Au; 66 g/t Ag) (Recursos não renováveis)	3,37E-05	1,72E-04	Kg
Minério de cobre, molibdênio, ouro e prata (1,13% Cu; 0,02% Mo; 0,01 g/t Au; 2,86 g/t Ag) (Recursos não renováveis)	2,82E-05	1,44E-04	Kg
Urânio natural	2,51E-05	1,28E-04	Kg
Madeira (Recurso de energias renováveis)	2,46E-05	1,25E-04	Kg
Minério de cobre, ouro e prata (1,1% Cu; 0,01 g/t Au; 2,86 g/t Ag) (Recursos não renováveis)	2,05E-05	1,05E-04	Kg
Minério de Ferro (65%) (Recursos não renováveis)	1,99E-05	1,01E-04	Kg
Turfa (Recursos não renováveis)	1,84E-05	9,38E-05	Kg
Molibdênio (Mo 0,24%) (Recursos não renováveis)	1,72E-05	8,79E-05	Kg
Ilmenite (minério de titânio) (Recursos não renováveis)	1,21E-05	6,18E-05	Kg
Minério de cobre, ouro e prata (1,16% Cu; 0, 002 g/t Au; 1,06 g/t Ag) (Recursos não renováveis)	1,16E-05	5,91E-05	Kg
Minério de titânio (Recursos não renováveis)	8,76E-06	4,47E-05	Kg
Minério de cobre (1.2%) (Recursos não renováveis)	3,49E-06	1,78E-05	Kg
Minério de Fosfato (Recursos não renováveis)	3,31E-06	1,69E-05	Kg
Água (Água potável) [Água]	2,66E-06	1,36E-05	Kg
Ferro (Recursos não renováveis)	1,69E-06	8,62E-06	Kg
Magnésio (Carbonato de magnésio) (Recursos não renováveis)	1,45E-06	7,40E-06	Kg
Poço de gás (Recurso de gás natural)	1,24E-06	6,30E-06	Kg
Minério de Manganês (Recursos não renováveis)	9,84E-07	5,02E-06	Kg

Cloreto de Potássio (Recursos não renováveis)	8,81E-07	4,49E-06	Kg
Minério de Caulim (Recursos não renováveis)	3,89E-07	1,98E-06	Kg
Sulfato de sódio (Recursos não renováveis)	2,51E-07	1,28E-06	Kg
Minério de Colemanite (Recursos não renováveis)	2,18E-07	1,11E-06	Kg
Fluorspar (fluoreto de cálcio; fluorita) (Recursos não renováveis)	1,00E-07	5,11E-07	Kg
Combustíveis renováveis (Recurso de energias renováveis)	4,79E-08	2,44E-07	Kg
Púmice cru (Recursos não renováveis)	3,78E-08	1,93E-07	Kg
Dolomita (Recursos não renováveis)	2,15E-08	1,10E-07	Kg
Talco (Recursos não renováveis)	7,68E-09	3,91E-08	Kg
Minerais de fósforo (Recursos não renováveis)	5,84E-09	2,98E-08	Kg
Enxofre (Recursos não renováveis)	1,62E-09	8,24E-09	Kg
Enxofre (garantido) (Recursos não renováveis)	8,32E-10	4,24E-09	Kg
Minério de fósforo (29% P2O5) (Recursos não renováveis)	5,56E-10	2,83E-09	Kg
Água (Água de lago) [Água]	3,65E-11	1,86E-10	Kg
Minério de cobre (Recursos não renováveis)	2,50E-12	1,27E-11	Kg
Água ((Água com lodo do rio)) [Água]	1,78E-12	9,07E-12	Kg
Cloreto de cálcio (Recursos não renováveis)	8,08E-13	4,12E-12	Kg
Minério de Zinco (Sulfureto) (Recursos não renováveis)	6,27E-14	3,20E-13	Kg
Bário Sulfato (Recursos não renováveis)	7,89E-15	4,02E-14	Kg
Minério de cobre (4%) (Recursos não renováveis)	2,11E-15	1,07E-14	Kg
Zinco - Chumbo ore (4.21%-4.96%) (Recursos não renováveis)	7,19E-16	3,67E-15	Kg
Ardósia (Recursos não renováveis)	7,12E-16	3,63E-15	Kg
Minério de estanho (Recursos não renováveis)	6,84E-16	3,49E-15	Kg
Olivina (Recursos não renováveis)	4,23E-16	2,16E-15	Kg
Chumbo (Recursos não renováveis)	7,70E-17	3,92E-16	Kg
Ferro Manganês (Recursos não renováveis)	3,85E-17	1,96E-16	Kg
TOTAL ENTRADA	**9,27E+01**	**4,73E+02**	
SAÍDAS			
Cripton (Kr85) (Emissões radioativas para o ar)	1,09E+06	5,56E+06	Bq
Hidrogênio (H3) (Emissões radioativas para água fresca)	4,31E+04	2,20E+05	Bq
Radon (Rn222) (Emissões radioativas para o ar)	1,59E+04	8,09E+04	Bq
Rádio (Ra226) (Emissões radioativas para água fresca)	4,81E+02	2,45E+03	Bq
Xenon (Xe133) (Emissões radioativas para o ar)	1,45E+02	7,37E+02	Bq
Hidrogênio (H3) (Emissões radioativas para o ar)	1,26E+02	6,41E+02	Bq
Argônio (Ar41) (Emissões radioativas para o ar)	6,45E+01	3,29E+02	Bq
Xenon (Xe135) (Emissões radioativas para o ar)	4,10E+01	2,09E+02	Bq
Carbono (C14) (Emissões radioativas para o ar)	2,96E+01	1,51E+02	Bq
Água (água de rio) [Água]	2,47E+01	1,26E+02	Kg
Resíduos de calor (Outras emissões para o ar)	1,69E+01	8,61E+01	MJ
Césio (Cs137) (Emissões radioativas para água fresca)	1,37E+01	6,98E+01	Bq
Sobrecarga (depositado) (Bens de estoque)	1,29E+01	6,57E+01	Kg
Descarga (Outras emissões para o ar)	1,00E+01	5,10E+01	Kg
Urânio (Emissões radioativas para água fresca)	8,48E+00	4,32E+01	Bq
Xenon (Xe135m) (Emissões radioativas para o ar)	7,19E+00	3,67E+01	Bq
Cobalto (Co60) (Emissões radioativas para água fresca)	6,35E+00	3,24E+01	Bq
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	4,81E+00	2,45E+01	Kg
Vapor (Emissões inorgânicas para o ar)	4,49E+00	2,29E+01	Kg
Iodine (I129) (Emissões radioativas para água fresca)	4,22E+00	2,15E+01	Bq
Resíduos de calor (Outras emissões para água fresca)	3,00E+00	1,53E+01	MJ
Tailings (Bens de estoque)	2,53E+00	1,29E+01	Kg
Xenon (Xe138) (Emissões radioativas para o ar)	1,63E+00	8,29E+00	Bq
Césio (Cs134) (Emissões radioativas para água fresca)	1,51E+00	7,69E+00	Bq
Carbono (C14) (Emissões radioativas para água fresca)	1,48E+00	7,53E+00	Bq
Estrôncio (Sr90) (Emissões radioativas para água fresca)	1,42E+00	7,24E+00	Bq
Xenon (Xe133m) (Emissões radioativas para o ar)	1,16E+00	5,92E+00	Bq
Cripton (Kr85m) (Emissões radioativas para o ar)	1,11E+00	5,66E+00	Bq
Escória (Resíduo para reciclagem)	1,05E+00	5,36E+00	Kg
Ar utilizado (Outras emissões para o ar)	1,02E+00	5,21E+00	Kg
Aço Inox (bobina) [Metais]	1,00E+00	5,10E+00	Kg
Manganês (Mn54) (Emissões radioativas para água fresca)	9,85E-01	5,02E+00	Bq
Xenon (Xe131m) (Emissões radioativas para o ar)	8,90E-01	4,54E+00	Bq
Energia primária não proveniente de hidroelétrica (Outras emissões para água fresca)	5,50E-01	2,80E+00	MJ
Demanda de oxigênio químico (Medidas analíticas para a água fresca)	4,93E-01	2,51E+00	Kg
Oxigênio (Recursos renováveis)	3,42E-01	1,74E+00	Kg
Urânio (total) (Emissões radioativas para o ar)	2,63E-01	1,34E+00	Bq
Resíduos (não especificado) (resíduo do consumidor)	2,44E-01	1,24E+00	Kg
Cromo com escória (Disposição de resíduos perigosos)	2,03E-01	1,03E+00	Kg
Urânio (U238) (Emissões radioativas para o ar)	1,25E-01	6,36E-01	Bq
Plutônio (Pu alpha) (Emissões radioativas para água fresca)	1,17E-01	5,94E-01	Bq
Escória (Produção de chapa de ferro) (Resíduo para reciclagem)	8,35E-02	4,26E-01	Kg

Cloreto (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,94E-02	4,05E-01	Kg
Urânio (U234) (Emissões radioativas para o ar)	6,90E-02	3,52E-01	Bq
Iodine (I129) (Emissões radioativas para o ar)	6,32E-02	3,22E-01	Bq
Pedregulho rolante (Resíduo para reciclagem)	5,16E-02	2,63E-01	Kg
Escória (Mn 6,5%) (Resíduo para reciclagem)	4,55E-02	2,32E-01	Kg
Curium (Cm alpha) (Emissões radioativas para água fresca)	3,86E-02	1,97E-01	Bq
Resíduo de tratamento (mineral, depositado) (Bens de estoque)	3,57E-02	1,82E-01	Kg
Filtro de pó (Resíduo para reciclagem)	3,22E-02	1,64E-01	Kg
Barro [Resíduos perigosos]	3,10E-02	1,58E-01	Kg
Cálcio (+II) (Emissões inorgânicas para água fresca)	3,06E-02	1,56E-01	Kg
Rutênio (Ru106) (Emissões radioativas para água fresca)	2,91E-02	1,49E-01	Bq
Amerício (Am241) (Emissões radioativas para água fresca)	2,91E-02	1,49E-01	Bq
Resíduos de Água [Resíduos perigosos para reaproveitamento]	2,46E-02	1,25E-01	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	1,99E-02	1,01E-01	Kg
Sódio (+I) (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,88E-02	9,57E-02	Kg
Césio (Cs137) (Emissões radioativas para o ar)	1,65E-02	8,43E-02	Bq
Xenon (Xe137) (Emissões radioativas para o ar)	1,26E-02	6,44E-02	Bq
Cobalto (Co58) (Emissões radioativas para água fresca)	1,13E-02	5,78E-02	Bq
Sólidos (suspenso) (Partículas para água fresca)	1,11E-02	5,65E-02	Kg
Iodine (I131) (Emissões radioativas para o ar)	9,51E-03	4,85E-02	Bq
Espólio (depositado) (Bens de estoque)	8,25E-03	4,21E-02	Kg
Césio (Cs134) (Emissões radioativas para o ar)	8,10E-03	4,13E-02	Bq
Escória de carvão de forno (Resíduo para reciclagem)	8,04E-03	4,10E-02	Kg
Cloreto (Emissões inorgânicas para água do mar)	7,92E-03	4,04E-02	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	7,08E-03	3,61E-02	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	6,08E-03	3,10E-02	Kg
Resíduos de demolição (depositado) (Bens de estoque)	5,94E-03	3,03E-02	Kg
Radioativo tailings (Resíduo Radioativo)	4,89E-03	2,49E-02	Kg
Estanhoder rolante (Resíduo para reciclagem)	4,50E-03	2,29E-02	Kg
Anodos (usado) [Metais]	4,33E-03	2,21E-02	Kg
Água (Reservatório de água) (materiais operacionais)	3,83E-03	1,95E-02	Kg
Urânio (U235) (Emissões radioativas para o ar)	3,33E-03	1,70E-02	Bq
Escória (contendo metais preciosos) (Resíduo para reciclagem)	2,97E-03	1,52E-02	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	2,90E-03	1,48E-02	Kg
Cromo (+III) (Metais pesados para água fresca)	2,28E-03	1,16E-02	Kg
Sulfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,14E-03	1,09E-02	Kg
Ferro (Metais pesados para água fresca)	1,90E-03	9,69E-03	Kg
Energia primários não usada de geotérmicas (Outras emissões para água fresca)	1,83E-03	9,34E-03	MJ
Pó (não especificado) (Partículas para o ar)	1,64E-03	8,37E-03	Kg
Cobalto (Co60) (Emissões radioativas para o ar)	1,29E-03	6,57E-03	Bq
Energia primária não usada de energia solar (Outras emissões para o ar)	9,99E-04	5,09E-03	MJ
Gesso (FDI) (Resíduo para reciclagem)	9,68E-04	4,94E-03	Kg
Oxigênio (Emissões inorgânicas para o ar)	9,11E-04	4,65E-03	Kg
Escória [Resíduos perigosos]	5,59E-04	2,85E-03	Kg
Demanda de oxigênio biológico (Medidas analíticas para a água fresca)	5,53E-04	2,82E-03	Kg
Nitrogênio (atmosférico Nitrogênio) (Emissões inorgânicas para o ar)	5,28E-04	2,69E-03	Kg
Fluorida (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,02E-04	2,56E-03	Kg
Pó (PM2.5) (Partículas para o ar)	3,90E-04	1,99E-03	Kg
Energia primária não proveniente de energia eólica (Outras emissões para o ar)	3,90E-04	1,99E-03	MJ
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	3,41E-04	1,74E-03	Kg
Ocupação de área florestal	3,13E-04	1,59E-03	m2*yr
Antimônio (Sb124) (Emissões radioativas para água fresca)	3,03E-04	1,55E-03	Bq
[Sólidos (suspenso) (Partículas para água do mar)]	2,46E-04	1,25E-03	Kg
Iodine (I131) (Emissões radioativas para água fresca)	2,16E-04	1,10E-03	Bq
Antimônio (Sb125) (Emissões radioativas para água fresca)	2,07E-04	1,05E-03	Bq
Escória (depositado) (Bens de estoque)	1,91E-04	9,75E-04	Kg
Propano (Grupo NMVOC para o ar)	1,55E-04	7,88E-04	Kg
Etano (Grupo NMVOC para o ar)	1,36E-04	6,96E-04	Kg
Amônio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,14E-04	5,82E-04	Kg
Lama Vermelha (seco) (Disposição de resíduos perigosos)	1,09E-04	5,58E-04	Kg
Carbonato (Emissões inorgânicas para água do mar)	1,00E-04	5,11E-04	Kg
Cloreto de Hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	9,13E-05	4,66E-04	Kg
Resíduos perigosos (não especificado) [Resíduos perigosos]	8,46E-05	4,31E-04	Kg
Resíduos minerais (resíduo do consumidor)	8,00E-05	4,08E-04	Kg
Amônio / Amônia (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,11E-05	3,62E-04	Kg
Pó (PM10) (Partículas para o ar)	5,95E-05	3,03E-04	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	5,79E-05	2,95E-04	Kg
Cobalto (Co58) (Emissões radioativas para o ar)	5,09E-05	2,59E-04	Bq
Prata (Ag110m) (Emissões radioativas para água fresca)	4,43E-05	2,26E-04	Bq
Sulfato (Emissões inorgânicas para água do mar)	4,31E-05	2,20E-04	Kg
Água refrigerada (Resíduo para reciclagem)	3,86E-05	1,97E-04	Kg

Magnésio (+III) (Emissões inorgânicas para água fresca)	3,67E-05	1,87E-04	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	3,66E-05	1,86E-04	Kg
Óleo (não especificado) (Emissões orgânicas para o solo industrial)	3,33E-05	1,70E-04	Kg
VOC (não especificado) (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	3,24E-05	1,65E-04	Kg
Fluoreto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	3,23E-05	1,65E-04	Kg
Butano (Grupo NMVOC para o ar)	3,18E-05	1,62E-04	Kg
Sólidos (dissolvido) (Medidas analíticas para a água fresca)	3,14E-05	1,60E-04	Kg
Menos terra devido à erosão da água (Partículas para água fresca)	3,07E-05	1,56E-04	Kg
Resíduos Orgânicos (resíduo do consumidor)	2,84E-05	1,45E-04	Kg
Pentano (n-Pentano) (Grupo NMVOC para o ar)	2,67E-05	1,36E-04	Kg
Nitrato (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,59E-05	1,32E-04	Kg
Carbonato (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,58E-05	1,32E-04	Kg
Estrôncio (Metais pesados para o solo industrial)	2,31E-05	1,18E-04	Kg
Cloro (dissolvido) (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,30E-05	1,17E-04	Kg
Nitrogênio (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,19E-05	1,12E-04	Kg
Xileno (benzeno de dimetil) (Grupo NMVOC para o ar)	2,07E-05	1,06E-04	Kg
Urânio Depledado (Resíduo Radioativo)	1,91E-05	9,75E-05	Kg
Escória (conversão de urânio) (Resíduo Radioativo)	1,85E-05	9,42E-05	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para água do mar)	1,81E-05	9,23E-05	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,70E-05	8,68E-05	Kg
Resíduos Radioativos (Resíduo Radioativo)	1,66E-05	8,45E-05	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para o ar)	1,60E-05	8,18E-05	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	1,49E-05	7,60E-05	Kg
Sulfeto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,32E-05	6,75E-05	Kg
Cloreto (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	1,27E-05	6,45E-05	Kg
Formaldeído (Metanol) (Grupo NMVOC para o ar)	1,14E-05	5,79E-05	Kg
Metanol (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,11E-05	5,63E-05	Kg
Demanda de oxigênio químico (Medidas analíticas para água do mar)	1,08E-05	5,51E-05	Kg
Antimônio (Sb124) (Emissões radioativas para o ar)	1,03E-05	5,25E-05	Bq
Plutônio (Pu alpha) (Emissões radioativas para o ar)	1,00E-05	5,11E-05	Bq
Resíduos radioativos médios e leves (Resíduo Radioativo)	9,88E-06	5,04E-05	Kg
Fosfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	9,65E-06	4,92E-05	Kg
Potássio (+I) (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	9,51E-06	4,85E-05	Kg
Hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	9,21E-06	4,70E-05	Kg
Alcano (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	9,02E-06	4,60E-05	Kg
Total de carbono orgânico restrito (Medidas analíticas para a água fresca)	8,92E-06	4,55E-05	Kg
Areia (Produção de Alumina) (Bens de estoque)	8,34E-06	4,25E-05	Kg
Resíduo altamente radioativo (Resíduo Radioativo)	8,33E-06	4,25E-05	Kg
Butano (n-Butâno) (Grupo NMVOC para o ar)	8,07E-06	4,11E-05	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	7,32E-06	3,73E-05	Kg
Sódio (+I) (Emissões inorgânicas para água do mar)	6,16E-06	3,14E-05	Kg
Carbono, limites orgânicos (Emissões orgânicas para água fresca)	5,80E-06	2,96E-05	Kg
Alcano (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	5,16E-06	2,63E-05	Kg
Ácido acético (Grupo NMVOC para o ar)	5,07E-06	2,58E-05	Kg
Estrôncio (Metais pesados para água fresca)	5,07E-06	2,58E-05	Kg
Etil Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	4,96E-06	2,53E-05	Kg
Ferro Sulfato (produtos inorgânicos)	4,95E-06	2,52E-05	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para água fresca)	4,69E-06	2,39E-05	Kg
Compostos de Boro (não especificado) (Emissões inorgânicas para o ar)	3,84E-06	1,96E-05	Kg
Fósforo (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	3,76E-06	1,92E-05	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	3,73E-06	1,90E-05	Kg
Gesso (Minerais)	3,71E-06	1,89E-05	Kg
Óleo (não especificado) (Hidrocarbonetos para água do mar)	3,64E-06	1,85E-05	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	3,53E-06	1,80E-05	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para o ar)	3,15E-06	1,61E-05	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para o ar)	3,07E-06	1,57E-05	Kg
CaF2 (baixa radioatividade) (Resíduo Radioativo)	2,79E-06	1,42E-05	Kg
Nitrogênio orgânico restrito (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,79E-06	1,42E-05	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o ar)	2,67E-06	1,36E-05	Kg
Vanádio (+III) (Metais pesados para o ar)	2,62E-06	1,33E-05	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,47E-06	1,26E-05	Kg
Resíduos para disposição (não especificado) [Resíduos para disposição]	2,33E-06	1,19E-05	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Grupo NMVOC para o ar)	2,29E-06	1,17E-05	Kg
Etanol (Grupo NMVOC para o ar)	2,16E-06	1,10E-05	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para o ar)	2,11E-06	1,08E-05	Kg
Metanol (Grupo NMVOC para o ar)	2,04E-06	1,04E-05	Kg
Nitrogênio (Recursos renováveis)	2,02E-06	1,03E-05	Kg
Resíduos neutralizados (resíduos produzidos no ciclo de vida)	1,95E-06	9,96E-06	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para água do mar)	1,60E-06	8,15E-06	Kg
Cálcio (+II) (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	1,53E-06	7,78E-06	Kg
Cobalto (Metais pesados para o ar)	1,47E-06	7,52E-06	Kg

Manganês (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	1,37E-06	6,98E-06	Kg
Aldeído (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	1,31E-06	6,70E-06	Kg
Gesso (contaminado) (Resíduo para reciclagem)	1,28E-06	6,54E-06	Kg
Natrium oxide (Disposição de resíduos perigosos)	1,26E-06	6,42E-06	Kg
Sulfato (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	1,22E-06	6,22E-06	Kg
Enxofreic Ácido (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,12E-06	5,69E-06	Kg
Boro (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,10E-06	5,60E-06	Kg
Acet Aldeído (Etanol) (Grupo NMVOC para o ar)	1,07E-06	5,46E-06	Kg
Acetona (dimetilacetona) (Grupo NMVOC para o ar)	1,06E-06	5,43E-06	Kg
Óleo (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,03E-06	5,24E-06	Kg
Disposição do lixo industrial municipal (resíduo do consumidor)	1,02E-06	5,20E-06	Kg
Hexano (isômero) (Grupo NMVOC para o ar)	9,92E-07	5,06E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Grupo PAH para o ar)	9,08E-07	4,63E-06	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o ar)	9,08E-07	4,63E-06	Kg
Cloro (Emissões inorgânicas para o ar)	8,92E-07	4,55E-06	Kg
Bromo (Emissões inorgânicas para o ar)	8,91E-07	4,54E-06	Kg
Fenol (Hidrocarbonetos para água do mar)	7,86E-07	4,01E-06	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para água do mar)	7,81E-07	3,98E-06	Kg
Potássio (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,77E-07	3,96E-06	Kg
Resíduos perigosos (depósito subterrâneo) [Resíduos perigosos]	7,21E-07	3,68E-06	Kg
Fluorida (não especificado) (Emissões inorgânicas para o ar)	6,41E-07	3,27E-06	Kg
Heptane (isômero) (Grupo NMVOC para o ar)	6,27E-07	3,20E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Hidrocarbonetos para a água fresca)	6,21E-07	3,17E-06	Kg
Cromo (+III) (Metais pesados para o ar)	5,35E-07	2,73E-06	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para água fresca)	5,14E-07	2,62E-06	Kg
Oxalate (Produção de Alumina) [Resíduos perigosos]	5,07E-07	2,59E-06	Kg
Cloreto (não especificado) (Emissões inorgânicas para o ar)	5,00E-07	2,55E-06	Kg
Molibdênio (Metais pesados para água fresca)	4,91E-07	2,50E-06	Kg
Papel (não especificado) (resíduo do consumidor)	4,87E-07	2,48E-06	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	4,86E-07	2,48E-06	Kg
Ferro (Metais pesados para água do mar)	4,79E-07	2,44E-06	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para água fresca)	4,71E-07	2,40E-06	Kg
Fluoridas (Emissões inorgânicas para o ar)	4,58E-07	2,33E-06	Kg
Componente halogênio orgânico absorvível (Medidas analíticas para a água fresca)	4,54E-07	2,31E-06	Kg
Propano (propileno) (Grupo NMVOC para o ar)	4,50E-07	2,30E-06	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para água fresca)	4,38E-07	2,23E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	4,07E-07	2,08E-06	Kg
Hidrocarbonetos (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	4,04E-07	2,06E-06	Kg
Benzeno (Hidrocarbonetos para água do mar)	3,96E-07	2,02E-06	Kg
Ácido acético (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,85E-07	1,96E-06	Kg
Fluorida (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	3,59E-07	1,83E-06	Kg
Selênio (Metais pesados para o ar)	3,50E-07	1,78E-06	Kg
Cobalto (Metais pesados para o solo industrial)	3,47E-07	1,77E-06	Kg
Octano (Grupo NMVOC para o ar)	3,45E-07	1,76E-06	Kg
Estanho (+IV) (Metais pesados para o ar)	3,34E-07	1,70E-06	Kg
Sulfeto (Emissões inorgânicas para água fresca)	3,33E-07	1,70E-06	Kg
Cloro (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	3,33E-07	1,70E-06	Kg
Demanda de oxigênio biológico (Medidas analíticas para água do mar)	3,09E-07	1,57E-06	Kg
Total de carbono orgânico restrito (Medidas analíticas para água do mar)	3,09E-07	1,57E-06	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para o ar)	3,07E-07	1,57E-06	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o ar)	2,90E-07	1,48E-06	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,87E-07	1,46E-06	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para o ar)	2,64E-07	1,35E-06	Kg
Hidróxido (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,44E-07	1,24E-06	Kg
Xileno (isômero; dimetil Benzeno) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,40E-07	1,22E-06	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Hidrocarbonetos para água do mar)	2,37E-07	1,21E-06	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para água fresca)	2,35E-07	1,20E-06	Kg
Magnésio (+III) (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	2,11E-07	1,08E-06	Kg
Fenol (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,93E-07	9,82E-07	Kg
R 114 (dichlorotetrafluoroEtano) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,88E-07	9,57E-07	Kg
R 11 (trichlorofluoroMetano) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,83E-07	9,35E-07	Kg
Xileno (isômero; dimetil Benzeno) (Hidrocarbonetos para água do mar)	1,82E-07	9,30E-07	Kg
Fósforo (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,81E-07	9,23E-07	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,81E-07	9,22E-07	Kg
Benzeno (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,73E-07	8,81E-07	Kg
Cálcio (+II) (Emissões inorgânicas para água do mar)	1,72E-07	8,77E-07	Kg
Vanádio (+III) (Metais pesados para água fresca)	1,67E-07	8,51E-07	Kg
Partículas de Silicato (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,63E-07	8,30E-07	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,38E-07	7,02E-07	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para água do mar)	1,35E-07	6,87E-07	Kg

Sódio (+I) (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	1,34E-07	6,81E-07	Kg
Hélio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,31E-07	6,68E-07	Kg
Nitrato (Emissões inorgânicas para água do mar)	1,30E-07	6,65E-07	Kg
Molibdênio (Metais pesados para o ar)	1,21E-07	6,18E-07	Kg
Enxofreic Ácido (Emissões inorgânicas para o ar)	1,17E-07	5,95E-07	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,11E-07	5,66E-07	Kg
Cromo (+III) (Metais pesados para o solo industrial)	1,09E-07	5,53E-07	Kg
Ferro (Metais pesados para o solo industrial)	1,04E-07	5,30E-07	Kg
Magnésio (Emissões inorgânicas para água do mar)	9,54E-08	4,86E-07	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para água fresca)	9,27E-08	4,72E-07	Kg
Selênio (Metais pesados para água fresca)	8,78E-08	4,48E-07	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	8,47E-08	4,32E-07	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,38E-08	3,76E-07	Kg
Titânio (Metais pesados para água fresca)	7,34E-08	3,74E-07	Kg
Naftalina (Emissões Orgânicas para água do mar)	7,32E-08	3,73E-07	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para o solo industrial)	7,28E-08	3,71E-07	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para água do mar)	6,64E-08	3,39E-07	Kg
Ferro (Metais pesados para o ar)	6,34E-08	3,23E-07	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	6,13E-08	3,13E-07	Kg
Resíduos líquidos (resíduo do consumidor)	5,87E-08	2,99E-07	Kg
Mercaptan (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	5,33E-08	2,72E-07	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para água do mar)	5,01E-08	2,55E-07	Kg
Etil Benzeno (Hidrocarbonetos para água do mar)	4,99E-08	2,54E-07	Kg
Ácido (calculado com H+) (Emissões inorgânicas para água fresca)	4,42E-08	2,25E-07	Kg
R 22 (chlorodifluoroMetano) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	4,31E-08	2,20E-07	Kg
Metais pesados para o ar (não especificado) (Metais pesados para o ar)	4,12E-08	2,10E-07	Kg
Estrôncio (Metais pesados para água do mar)	4,11E-08	2,09E-07	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o ar)	3,98E-08	2,03E-07	Kg
R 12 (dichlorodifluoroMetano) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	3,94E-08	2,01E-07	Kg
Cobalto (Metais pesados para água do mar)	3,89E-08	1,98E-07	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,87E-08	1,97E-07	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para água do mar)	3,84E-08	1,96E-07	Kg
Antimônio (Metais pesados para o ar)	3,50E-08	1,79E-07	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para água do mar)	3,48E-08	1,77E-07	Kg
Óleo utilizado [Resíduos perigosos para reaproveitamento]	3,04E-08	1,55E-07	Kg
Monóxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	2,98E-08	1,52E-07	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para água do mar)	2,93E-08	1,49E-07	Kg
Cianeto de Hidrogênio (Ácido prússico) (Emissões inorgânicas para o ar)	2,75E-08	1,40E-07	Kg
Vanádio (+III) (Metais pesados para água do mar)	2,67E-08	1,36E-07	Kg
R 13 (chlorotrifluoroMetano) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	2,47E-08	1,26E-07	Kg
Fluoreto de hidrogênio (hydrofluoric Ácido) (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,18E-08	1,11E-07	Kg
Plutônio como produto residual (Resíduo Radioativo)	1,66E-08	8,45E-08	Kg
Etano (etileno) (Grupo NMVOC para o ar)	1,55E-08	7,92E-08	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para água do mar)	1,43E-08	7,29E-08	Kg
Etil Benzeno (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,31E-08	6,66E-08	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para o solo industrial)	1,25E-08	6,37E-08	Kg
Sódio Hipoclorídrico (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,18E-08	6,03E-08	Kg
Plástico (não especificado) (Resíduo para reciclagem)	1,18E-08	6,02E-08	Kg
Metais pesados para água (não especificado) (Metais pesados para água fresca)	1,18E-08	6,02E-08	Kg
Cianeto (não especificado) (Emissões inorgânicas para o ar)	1,12E-08	5,69E-08	Kg
Brometo (Emissões inorgânicas para o solo industrial)	1,08E-08	5,49E-08	Kg
Ciclohexano (hexahydro Benzeno) (Grupo NMVOC para o ar)	1,03E-08	5,23E-08	Kg
Cloreto de Hidrogênio (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,66E-09	4,41E-08	Kg
Cobalto (Metais pesados para água fresca)	7,61E-09	3,88E-08	Kg
Fluorine (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,33E-09	3,74E-08	Kg
Clorometâno (cloreto de metil) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	7,28E-09	3,71E-08	Kg
Ácido acético (Hidrocarbonetos para água do mar)	6,25E-09	3,19E-08	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	5,89E-09	3,00E-08	Kg
Sais neutros (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,41E-09	2,76E-08	Kg
Dióxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	4,81E-09	2,45E-08	Kg
Hidrogênio Bromo (Ácido bromídrico) (Emissões inorgânicas para o ar)	4,80E-09	2,45E-08	Kg
Berílio (Emissões inorgânicas para o ar)	4,73E-09	2,41E-08	Kg
Naftalina (Emissões orgânicas para água fresca)	4,35E-09	2,22E-08	Kg
Cloreto de vinil (VCM; chloroetano) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	4,03E-09	2,06E-08	Kg
Cianeto (Emissões inorgânicas para água fresca)	3,39E-09	1,73E-08	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Hidrocarbonetos para água do mar)	3,09E-09	1,57E-08	Kg
Criseno (Hidrocarbonetos para água do mar)	2,96E-09	1,51E-08	Kg

Amônia (Emissões inorgânicas para água do mar)	2,89E-09	1,48E-08	Kg
Acenaphthene (Hidrocarbonetos para água do mar)	2,33E-09	1,19E-08	Kg
Berílio (Emissões inorgânicas para água do mar)	2,22E-09	1,13E-08	Kg
Selênio (Metais pesados para o solo industrial)	1,99E-09	1,02E-08	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,95E-09	9,95E-09	Kg
Naftalina (Grupo PAH para o ar)	1,84E-09	9,37E-09	Kg
Boro (Emissões inorgânicas para água do mar)	1,57E-09	8,03E-09	Kg
carbonyl Sulfureto [Organic intermediate products]	1,55E-09	7,88E-09	Kg
Cromo (+VI) (Metais pesados para o solo industrial)	1,43E-09	7,27E-09	Kg
Enxofre (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,11E-09	5,65E-09	Kg
Titânio (Metais pesados para o ar)	9,53E-10	4,86E-09	Kg
Acenaphthylene (Hidrocarbonetos para água do mar)	8,87E-10	4,52E-09	Kg
Benzo {a} pireno (Grupo PAH para o ar)	8,64E-10	4,40E-09	Kg
Enxofre (Emissões inorgânicas para água do mar)	8,43E-10	4,30E-09	Kg
Cloreto de sódio (Emissões inorgânicas para água fresca)	6,76E-10	3,45E-09	Kg
Berílio (Emissões inorgânicas para água fresca)	6,44E-10	3,29E-09	Kg
Prata (Metais pesados para água fresca)	6,35E-10	3,24E-09	Kg
Fluoranteno (Hidrocarbonetos para água do mar)	6,16E-10	3,14E-09	Kg
Antraceno (Hidrocarbonetos para água do mar)	6,08E-10	3,10E-09	Kg
Benzofluoranteno (Hidrocarbonetos para água do mar)	5,82E-10	2,97E-09	Kg
Phenanthrene (Grupo PAH para o ar)	5,77E-10	2,94E-09	Kg
Benzo {a} Antraceno (Hidrocarbonetos para água do mar)	5,23E-10	2,67E-09	Kg
Ácido propionico (Propano Ácido) (Grupo NMVOC para o ar)	4,78E-10	2,44E-09	Kg
Carbono disulfureto (Emissões inorgânicas para o ar)	4,47E-10	2,28E-09	Kg
Água (desalinizada; desodorizada) (materiais operacionais)	4,37E-10	2,23E-09	Kg
Antimônio (Metais pesados para o solo industrial)	3,94E-10	2,01E-09	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para água do mar)	3,75E-10	1,91E-09	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	3,70E-10	1,89E-09	Kg
Tetrafluorometano (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	3,41E-10	1,74E-09	Kg
Cumene (isopropilbenzeno) (Grupo NMVOC para o ar)	2,85E-10	1,45E-09	Kg
Sulfato de zinco (Emissões inorgânicas para o ar)	2,63E-10	1,34E-09	Kg
Estrôncio (Emissões inorgânicas para o ar)	2,52E-10	1,28E-09	Kg
Fluoreno (Grupo NMVOC para o ar)	1,81E-10	9,22E-10	Kg
Antraceno (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,40E-10	7,16E-10	Kg
Tálio (Metais pesados para o ar)	1,38E-10	7,04E-10	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para água fresca)	1,33E-10	6,79E-10	Kg
Bromo (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,30E-10	6,61E-10	Kg
Acroenída (Grupo NMVOC para o ar)	1,23E-10	6,30E-10	Kg
Enxofre hexafluorida (Emissões inorgânicas para o ar)	1,03E-10	5,25E-10	Kg
Cromo (+VI) (Metais pesados para água fresca)	9,75E-11	4,97E-10	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para água do mar)	9,74E-11	4,96E-10	Kg
Acenaphthene (Hidrocarbonetos para a água fresca)	8,77E-11	4,47E-10	Kg
Fluorine (Emissões inorgânicas para o ar)	7,77E-11	3,96E-10	Kg
Cromo (+VI) (Metais pesados para o ar)	5,76E-11	2,94E-10	Kg
Fluoranteno (Grupo NMVOC para o ar)	5,70E-11	2,91E-10	Kg
Estanho (+IV) (Metais pesados para água fresca)	5,65E-11	2,88E-10	Kg
Madeira (Pó) (Partículas para o ar)	4,77E-11	2,43E-10	Kg
Total de carbono orgânico restrito dissolvido (Medidas analíticas para a água fresca)	4,74E-11	2,42E-10	Kg
Criseno (Hidrocarbonetos para a água fresca)	4,58E-11	2,34E-10	Kg
Acenaphthylene (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,42E-11	1,74E-10	Kg
Polychlorinated biphenyls (PCB não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	3,29E-11	1,68E-10	Kg
Estanho (+IV) (Metais pesados para água do mar)	2,97E-11	1,51E-10	Kg
Cresol (Metil Fenol) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,87E-11	1,46E-10	Kg
Prata (Metais pesados para água do mar)	2,48E-11	1,26E-10	Kg
Fluoranteno (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,23E-11	1,14E-10	Kg
Cresol (Metil Fenol) (Hidrocarbonetos para água do mar)	2,18E-11	1,11E-10	Kg
Criseno (Grupo PAH para o ar)	2,16E-11	1,10E-10	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o solo industrial)	1,84E-11	9,40E-11	Kg
Acrilonitrila (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,79E-11	9,11E-11	Kg
Antraceno (Grupo PAH para o ar)	1,75E-11	8,92E-11	Kg
Benzofluoranteno (Grupo PAH para o ar)	1,57E-11	8,01E-11	Kg
Lanthanides (Metais pesados para o ar)	1,36E-11	6,93E-11	Kg
Telúrio (Metais pesados para o ar)	1,22E-11	6,24E-11	Kg
Estireno (Grupo NMVOC para o ar)	1,14E-11	5,79E-11	Kg
Tálio (Metais pesados para água fresca)	1,10E-11	5,61E-11	Kg
Benzo {a} Antraceno (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,06E-11	5,39E-11	Kg
Hidrogênio Arsênico (arsine) (Metais pesados para o ar)	1,05E-11	5,37E-11	Kg
Fenol (Grupo NMVOC para o ar)	9,10E-12	4,64E-11	Kg
Benzo {a} Antraceno (Grupo PAH para o ar)	8,81E-12	4,49E-11	Kg

Molibdênio (Metais pesados para água do mar)	8,36E-12	4,26E-11	Kg
Benzo {ghi} perylene (Grupo PAH para o ar)	7,86E-12	4,00E-11	Kg
Escândio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,60E-12	3,36E-11	Kg
Magnésio Cloreto (Emissões inorgânicas para água fresca)	6,08E-12	3,10E-11	Kg
Indeno [1,2,3-cd] pireno (Grupo PAH para o ar)	5,85E-12	2,98E-11	Kg
Componentes orgânicos (dissolvido) (Emissões orgânicas para água fresca)	5,63E-12	2,87E-11	Kg
Hidrogênio iodide (Emissões inorgânicas para o ar)	5,27E-12	2,69E-11	Kg
Butadiene (Grupo NMVOC para o ar)	5,18E-12	2,64E-11	Kg
Benzofluoranteno (Hidrocarbonetos para a água fresca)	5,16E-12	2,63E-11	Kg
Dibenzeno Antraceno (Grupo PAH para o ar)	4,90E-12	2,50E-11	Kg
Amônio Nitrato (Emissões inorgânicas para o ar)	4,89E-12	2,49E-11	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para o ar)	3,75E-12	1,91E-11	Kg
Óleo Combustível (produto do petróleo)	3,52E-12	1,79E-11	Kg
Hexano (isômero) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,22E-12	1,64E-11	Kg
Titânio (Metais pesados para água do mar)	3,02E-12	1,54E-11	Kg
Composto de cloro orgânico (não especificado) (Emissões orgânicas para água fresca)	2,45E-12	1,25E-11	Kg
Composto de cloro orgânico (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	2,45E-12	1,25E-11	Kg
1,2-Dibromoetano (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	2,41E-12	1,23E-11	Kg
Hexano (isômero) (Hidrocarbonetos para água do mar)	2,38E-12	1,21E-11	Kg
Amina de dietil (etileno, etano e amina) (Grupo NMVOC para o ar)	2,17E-12	1,11E-11	Kg
Policlorinato dibenzeno-p-dioxina (2,3,7,8 - TCDD) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,78E-12	9,07E-12	Kg
Chumbo dióxido (Emissões inorgânicas para o ar)	1,48E-12	7,57E-12	Kg
Trimetilbenzeno (Grupo NMVOC para o ar)	1,26E-12	6,41E-12	Kg
Hidrogênio fosforoso (Emissões inorgânicas para o ar)	1,14E-12	5,81E-12	Kg
Cloreto de vinil (VCM; chloroetano) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	1,01E-12	5,17E-12	Kg
Hexametileno (HMDA) (Grupo NMVOC para o ar)	3,05E-13	1,55E-12	Kg
Componente halogênio orgânico absorvível (Medidas analíticas para água do mar)	2,80E-13	1,43E-12	Kg
Óxido de zinco (Emissões inorgânicas para o ar)	2,58E-13	1,32E-12	Kg
Antimônio (Metais pesados para água fresca)	2,45E-13	1,25E-12	Kg
Óxido de Estanho (Emissões inorgânicas para o ar)	1,29E-13	6,58E-13	Kg
Trioxido de arsênico (Metais pesados para o ar)	1,27E-13	6,47E-13	Kg
Sais inorgânicos e Ácidos (não especificado) (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,81E-15	1,43E-14	Kg
R 116 (hexafluoroetano) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,25E-15	6,39E-15	Kg
Dioxina (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	9,62E-16	4,90E-15	Kg
Hidrocarbonetos clorados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	6,28E-16	3,20E-15	Kg
Diclorometâno (Metileno Cloreto) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	3,12E-16	1,59E-15	Kg
Dicloropropano (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	2,44E-16	1,25E-15	Kg
Hidrocarbonetos halogenados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,57E-16	7,99E-16	Kg
Prata (Metais pesados para o ar)	1,42E-16	7,25E-16	Kg
Palladium (Metais pesados para o ar)	2,24E-17	1,14E-16	Kg
Ródio (Metais pesados para o ar)	2,16E-17	1,10E-16	Kg
Policlorinato dibenzeno-p-dioxina (2,3,7,8 - TCDD) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	7,52E-22	3,83E-21	Kg
Componentes orgânicos (não especificado) (Emissões orgânicas para água fresca)	2,35E-24	1,20E-23	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,15E+06**	**5,87E+06**	
TRANSPORTE MATÉRIA-PRIMA			
ENTRADA			
Diesel (produto do petróleo)	1,84E-03	2,03E+05	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,84E-03**	**2,03E+05**	
SAÍDA			
Carga (Outros)	1,00E+00	1,10E+08	Kg
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	5,84E-03	6,44E+05	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,01E-05	6,63E+03	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	1,26E-05	1,38E+03	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	4,08E-06	4,49E+02	Kg
Pó (PM2.5) (Partículas para o ar)	2,31E-06	2,54E+02	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	1,84E-07	2,03E+01	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	1,03E-07	1,14E+01	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	8,52E-08	9,39E+00	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	7,18E-08	7,92E+00	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	3,40E-08	3,75E+00	Kg
Xileno (benzeno de dimetil) (Grupo NMVOC para o ar)	2,32E-08	2,56E+00	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Grupo NMVOC para o ar)	1,38E-08	1,52E+00	Kg

TOTAL SAÍDA	**1,01E+00**	**1,11E+08**	
ESTAMPAGEM DO FUNDO CESTO			
ENTRADA			
Bobina de aço (St) [Metais]	1,60E+00	4,84E+00	Kg
Energia (Energia elétrica)	1,01E+00	3,05E+00	MJ
Energia Térmica (MJ) [Energia Térmica]	2,80E-01	8,48E-01	MJ
Termoformagem espessa (materiais operacionais)	6,00E-05	1,82E-04	Kg
TOTAL ENTRADA	**2,89E+00**	**8,75E+00**	
SAÍDAS			
Parte de chapa (St) (Peça de Metal)	1,00E+00	3,03E+00	Kg
Refugo de aço (St) (Resíduo para reciclagem)	6,00E-01	1,82E+00	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,60E+00**	**4,84E+00**	
ESTAMPAGEM DA LATERAL DO CESTO			
ENTRADA			
Bobina de aço (St) [Metais]	1,05E+00	2,17E+00	Kg
Energia (Energia elétrica)	1,75E-01	3,62E-01	MJ
Ar comprimido 7 bar (Energia Mecânica)	7,57E-02	1,57E-01	Nm3
Óleo Lubrificante (materiais operacionais)	1,33E-04	2,75E-04	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,30E+00**	**2,69E+00**	
SAÍDAS			
Peça de aço (Peça de Metal)	1,00E+00	2,07E+00	Kg
Refugo de aço (St) (Resíduo para reciclagem)	4,90E-02	1,01E-01	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,05E+00**	**2,17E+00**	
REBORDAGEM DO CESTO			
ENTRADA			
Energia (Energia elétrica)	3,31E+00	1,68E+01	MJ
Alojamento de aço (St) [Metais]	1,36E+00	6,93E+00	Kg
TOTAL ENTRADA	**4,67E+00**	**2,38E+01**	
SAÍDAS			
Peça de aço (Peça de Metal)	1,00E+00	5,10E+00	Kg
Refugo de aço (St) (Resíduo para reciclagem)	3,60E-01	1,84E+00	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,36E+00**	**6,93E+00**	
TRANSPORTE PRODUTO			
ENTRADA			
Diesel (produto do petróleo)	1,84E-03	1,26E+05	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,84E-03**	**1,26E+05**	
SAÍDA			
Carga (Outros)	1,00E+00	6,85E+07	Kg
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	5,84E-03	4,00E+05	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,01E-05	4,12E+03	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	1,26E-05	8,60E+02	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	4,08E-06	2,79E+02	Kg
Pó (PM2.5) (Partículas para o ar)	2,31E-06	1,58E+02	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	1,84E-07	1,26E+01	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	1,03E-07	7,07E+00	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	8,52E-08	5,83E+00	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	7,18E-08	4,92E+00	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	3,40E-08	2,33E+00	Kg
Xileno (benzeno de dimetil) (Grupo NMVOC para o ar)	2,32E-08	1,59E+00	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Grupo NMVOC para o ar)	1,38E-08	9,42E-01	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,01E+00**	**6,89E+07**	
FASE DE USO			
ENTRADAS			
Água	8,90E+00	9,72E+03	Kg
Energia primária de hidroelétrica (Recurso de Energia Renovável)	1,76E-01	1,92E+02	MJ
Carvão Duro	1,29E-01	1,41E+02	Kg
Óleo Cru	4,69E-03	5,12E+00	Kg
Gás Natural (Recurso de gás natural)	2,49E-03	2,72E+00	Kg
Carvão Marrom	1,72E-03	1,88E+00	Kg
Madeira (Recurso de energias renováveis)	1,25E-03	1,37E+00	Kg
Minério de Urânio	5,19E-07	5,67E-04	Kg
TOTAL ENTRADA	**9,21E+00**	**1,01E+04**	
SAÍDAS			
Energia (Energia elétrica)	1,00E+00	1,09E+03	MJ
Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	2,20E-01	2,40E+02	Kg
Cloreto (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,41E-03	1,54E+00	Kg
Sulfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	9,52E-04	1,04E+00	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	9,46E-04	1,03E+00	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	9,16E-04	1,00E+00	Kg
Sais inorgânicos e Ácidos (não especificado) (Emissões inorgânicas para água	7,76E-04	8,48E-01	Kg

fresca)			
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	5,59E-04	6,11E-01	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,06E-04	2,25E-01	Kg
Ferro (Metais pesados para água fresca)	6,46E-05	7,06E-02	Kg
Cloreto de Hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,32E-05	6,90E-02	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	4,49E-05	4,90E-02	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	3,04E-05	3,32E-02	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para água fresca)	2,25E-05	2,45E-02	Kg
Sólidos (suspenso) (Partículas para água fresca)	1,84E-05	2,01E-02	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,70E-05	1,86E-02	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para o ar)	1,69E-05	1,85E-02	Kg
Fosfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,23E-05	1,35E-02	Kg
Fluoreto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	6,72E-06	7,33E-03	Kg
Óleo (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	6,27E-06	6,84E-03	Kg
Nitrato (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,05E-06	5,51E-03	Kg
Pó (não especificado) (Partículas para o ar)	4,53E-06	4,95E-03	Kg
Total de carbono orgânico restrito (Medidas analíticas para a água fresca)	3,64E-06	3,98E-03	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	2,79E-06	3,05E-03	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,07E-06	2,26E-03	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para água fresca)	2,06E-06	2,25E-03	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	1,52E-06	1,65E-03	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	1,24E-06	1,35E-03	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,04E-06	1,14E-03	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,04E-06	1,13E-03	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,03E-06	1,13E-03	Kg
Demanda de oxigênio químico (Medidas analíticas para a água fresca)	1,03E-06	1,12E-03	Kg
Amônio / Amônia (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,10E-07	5,57E-04	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para água fresca)	4,16E-07	4,54E-04	Kg
Nitrogênio (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,57E-07	2,80E-04	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,02E-07	2,21E-04	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para o ar)	1,45E-07	1,59E-04	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	7,89E-08	8,62E-05	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o ar)	7,78E-08	8,50E-05	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o ar)	4,39E-08	4,79E-05	Kg
Demanda de oxigênio biológico (Medidas analíticas para a água fresca)	3,61E-08	3,94E-05	Kg
Fenol (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,50E-08	3,82E-05	Kg
Nitrogênio orgânico restrito (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,89E-08	3,16E-05	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,80E-08	3,05E-05	Kg
Total de carbono orgânico restrito dissolvido (Medidas analíticas para a água fresca)	2,62E-08	2,86E-05	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para o ar)	2,49E-08	2,72E-05	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,09E-08	1,19E-05	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o ar)	8,21E-09	8,97E-06	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,80E-09	8,52E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Grupo PAH para o ar)	3,68E-09	4,02E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Hidrocarbonetos para a água fresca)	3,06E-09	3,34E-06	Kg
Cianeto (Emissões inorgânicas para água fresca)	2,29E-09	2,50E-06	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o ar)	1,62E-09	1,76E-06	Kg
Halon (1301) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,12E-09	1,22E-06	Kg
Componente halogênio orgânico absorvível (Medidas analíticas para a água fresca)	8,22E-10	8,97E-07	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,99E-10	3,26E-07	Kg
Hidrocarbonetos clorados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	2,51E-10	2,74E-07	Kg
Hidrocarbonetos halogenados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,36E-11	1,48E-08	Kg
TOTAL SAÍDA	**1,23E+00**	**1,34E+03**	
DISPOSIÇÃO			
ENTRADAS			
Aço (ECCS) (resíduo do consumidor)	1,00E+00	5,10E+00	Kg
Óleo Cru	4,16E-03	2,12E-02	Kg
Energia primária de hidroelétrica (Recurso de Energia Renovável)	3,43E-04	1,75E-03	MJ
Gás Natural (Recurso de gás natural)	1,69E-04	8,61E-04	Kg
Carvão Marrom	4,58E-05	2,33E-04	Kg
Carvão Duro	3,55E-05	1,81E-04	Kg
Madeira (Recurso de energias renováveis)	3,48E-07	1,77E-06	Kg
Minério de Urânio	4,30E-09	2,19E-08	Kg
TOTAL ENTRADA	**1,00E+00**	**5,12E+00**	
SAÍDAS			
Ferro (Metais pesados para água fresca)	6,99E-02	3,56E-01	Kg

Dióxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	1,35E-02	6,88E-02	Kg
Cloreto (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,61E-04	4,39E-03	Kg
Óxido de Nitrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	1,94E-04	9,89E-04	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,37E-04	6,98E-04	Kg
Cobre (+II) (Metais pesados para água fresca)	8,96E-05	4,57E-04	Kg
NMVOC (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	8,84E-05	4,51E-04	Kg
Sais inorgânicos e Ácidos (não especificado) (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,04E-05	4,10E-04	Kg
Monóxido de carbono (Emissões inorgânicas para o ar)	7,24E-05	3,69E-04	Kg
Dióxido de enxofre (Emissões inorgânicas para o ar)	2,06E-05	1,05E-04	Kg
Metano (Emissões orgânicas para o ar (grupo VOC))	1,67E-05	8,51E-05	Kg
Sólidos (suspenso) (Partículas para água fresca)	1,19E-05	6,07E-05	Kg
Pó (não especificado) (Partículas para o ar)	1,15E-05	5,86E-05	Kg
Óleo (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	5,54E-06	2,82E-05	Kg
Sulfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	4,00E-06	2,04E-05	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para água fresca)	3,80E-06	1,94E-05	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para água fresca)	1,98E-06	1,01E-05	Kg
Total de carbono orgânico restrito (Medidas analíticas para a água fresca)	1,91E-06	9,74E-06	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para água fresca)	1,28E-06	6,53E-06	Kg
Demanda de oxigênio químico (Medidas analíticas para a água fresca)	6,09E-07	3,10E-06	Kg
Bário (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,26E-07	2,68E-06	Kg
Amônio / Amônia (Emissões inorgânicas para água fresca)	4,55E-07	2,32E-06	Kg
Nitrogênio (Emissões inorgânicas para água fresca)	4,44E-07	2,26E-06	Kg
Óxido nitroso (gás do riso) (Emissões inorgânicas para o ar)	3,77E-07	1,92E-06	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	1,77E-07	9,02E-07	Kg
Zinco (+II) (Metais pesados para o ar)	1,62E-07	8,26E-07	Kg
Nitrato (Emissões inorgânicas para água fresca)	1,36E-07	6,93E-07	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos (não especificado) (Grupo NMVOC para o ar)	8,36E-08	4,26E-07	Kg
Nitrogênio orgânico restrito (Emissões inorgânicas para água fresca)	7,71E-08	3,93E-07	Kg
Alumínio (+III) (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,90E-08	3,01E-07	Kg
Benzeno (Grupo NMVOC para o ar)	4,99E-08	2,54E-07	Kg
Metais (não especificado) (Partículas para o ar)	4,54E-08	2,31E-07	Kg
Cloreto de Hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	2,95E-08	1,50E-07	Kg
Fenol (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,75E-08	1,40E-07	Kg
Tolueno (benzeno de metil) (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,47E-08	1,26E-07	Kg
Demanda de oxigênio biológico (Medidas analíticas para a água fresca)	1,86E-08	9,48E-08	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para o ar)	6,60E-09	3,36E-08	Kg
Sulfureto (Emissões inorgânicas para água fresca)	6,52E-09	3,32E-08	Kg
Fosfato (Emissões inorgânicas para água fresca)	5,62E-09	2,87E-08	Kg
Fluoreto de hidrogênio (Emissões inorgânicas para o ar)	3,09E-09	1,58E-08	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Hidrocarbonetos para a água fresca)	2,72E-09	1,39E-08	Kg
Cromo (não especificado) (Metais pesados para água fresca)	2,34E-09	1,19E-08	Kg
Halon (1301) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	9,94E-10	5,07E-09	Kg
Chumbo (+II) (Metais pesados para o ar)	9,80E-10	5,00E-09	Kg
Níquel (+II) (Metais pesados para água fresca)	8,71E-10	4,44E-09	Kg
Cianeto (Emissões inorgânicas para água fresca)	8,17E-10	4,17E-09	Kg
Componente halogênio orgânico absorvível (Medidas analíticas para a água fresca)	8,13E-10	4,14E-09	Kg
Amônia (Emissões inorgânicas para o ar)	4,01E-10	2,04E-09	Kg
Arsênico (+V) (Metais pesados para água fresca)	2,79E-10	1,42E-09	Kg
Cádmio (+II) (Metais pesados para o ar)	1,90E-10	9,69E-10	Kg
Hidrocarbonetos clorados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para a água fresca)	1,82E-10	9,28E-10	Kg
Total de carbono orgânico restrito dissolvido (Medidas analíticas para a água fresca)	1,30E-10	6,63E-10	Kg
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Grupo PAH para o ar)	1,07E-10	5,45E-10	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para o ar)	1,55E-11	7,90E-11	Kg
Manganês (+II) (Metais pesados para o ar)	1,19E-11	6,07E-11	Kg
Mercúrio (+II) (Metais pesados para água fresca)	2,06E-12	1,05E-11	Kg
Hidrocarbonetos halogenados (não especificado) (Emissões orgânicas halogenadas para o ar)	1,15E-13	5,86E-13	Kg
TOTAL SAÍDA	**8,50E-02**	**4,33E-01**	

Tabela 17 - Anexo C - Inventário do ciclo de vida do cesto inox

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo