

**INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO  
PAULO**

Valdelis Fernandes de Andrade

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DAS EMBALAGENS DE CERVEJA EM  
PORTUGAL**

**São Paulo**

**2007**

Valdelis Fernandes de Andrade

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DAS EMBALAGENS DE CERVEJA EM  
PORTUGAL**

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas  
Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, para obtenção do  
título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Gestão Ambiental

Orientador: Profa. Dra. Mirian Cruxên Barros de Oliveira

São Paulo

junho de 2007

Dedico este trabalho a todos os profissionais que se dedicam ao meio ambiente e, portanto a construir um mundo melhor.

## **Agradecimentos**

Agradeço a todos os profissionais e orientadores que me deram a oportunidade, o incentivo e apoio na elaboração desta dissertação, em especial ao Dr. Marcos Teixeira, por sua confiança e minha apresentação e indicação ao IST-Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Agradeço ao Prof. Paulo Ferrão pela aceitação, credibilidade, incentivo e apoio irrestritos a este trabalho.

A minha orientadora Dra. Mirian Cruxên Barros de Oliveira por todo o valioso e imprescindível apoio, incentivo e orientação.

A Dra. Vera Lucia Salazar e ao Dr. José Mangolini Neves pelas valiosas correções e contribuições realizadas, por ocasião da qualificação.

Agradeço a Dra. Sara Levy, pelo fornecimento dos dados, sem os quais não seria possível a elaboração deste trabalho e que mesmo estando fisicamente distante, superou esta dificuldade e não limitou a ajuda.

Aos amigos sempre presentes nas amizade e sentimentos e ao meu marido Arthur pela constante presença, incentivo e apoio.

## RESUMO

Análise do ciclo de vida das embalagens de cerveja em Portugal.

A análise do ciclo de vida tem se tornado uma ferramenta importante de apoio às decisões tanto de indústrias, como decisões políticas, devido a seu método de ordenamento e tratamento dos dados, que permite sua totalização e avaliação, traduzindo-se em indicadores ambientais, o que possibilita a avaliação de impactos e comparações entre as várias soluções técnicas disponíveis para a indústria.

As embalagens são fundamentais a quase todos os produtos alimentícios e, para bebidas, imprescindíveis. De modo a aplicar o método de análise de ciclo de vida à embalagens e avaliar os impactos ambientais referentes as embalagens, neste caso de cervejas e comparar a evolução das embalagens de cerveja em Portugal foi elaborado este trabalho.

É possível comparar os impactos referentes as embalagens de cerveja da ACV, com dados do ano de 2005, com a ACV realizada com dados do ano de 2000 e portanto avaliar a evolução/alterações dos impactos das embalagens de cerveja em Portugal nos últimos 5 anos.

**Palavras chaves:** Análise de Ciclo de Vida, cerveja, ciclo de vida, embalagens, *eco-design*, eco-indicadores, impacto ambiental, ponto verde, reciclagem de materiais.

## **ABSTRACT**

Analysis of the life cycle to beer's packaging in Portugal.

The analysis of the life cycle have been become an important support of basis decisions in such a way of industries, as political decisions, due to its method of ordering and treatment of the data, that allow to its totalization and evaluation, expressing itself environmental guide, what it makes possible the evaluation of impacts and comparisons between the some techniques solutions available for the industry.

The packings are basic the almost all food products and, for drinks, they are essential. In order to evaluate the environment impact of the packings beer and to compare the evolution of the packings beer in Portugal, this work was done because it is possible to compare the impacts of current packings of beer Analysis of the life Cycle with referring data to the year of 2005, with the Analysis of the life Cycle carried through with referring data to the year of 2000 and therefore to evaluate the evolution/alterations of the impacts of the packings of beer in Portugal in last the 5 years.

**Key-words:** Analysis of life cycle, beer, cycle of life, packings, echo-design, eco-pointers, ambient impact, green point, recycling of materials.

## Lista das Figuras

Figura 1 – Representação esquemática do Sistema SIGRE.....	33
Figura 2 - Mapa do território português.....	35
Figura 3 - Dados populacionais e econômicos de Portugal .....	36
Figura 4 –Produção Total de cerveja na Europa.....	41
Figura 5 – Produção Total de cerveja em Portugal .....	41
Figura 6 - Representação esquemática do ciclo de vida de embalagens de cerveja	52
Figura 7 Fluxo dos processos para garrafas tara retornável e tara perdida.....	55
Figura 8 – Fluxo dos processos para latas de alumínio .....	58
Figura 9 – Fluxo dos processos para barris de inox.....	60
Figura 10 – “Disposal Scenario” para garrafas de vidro 0,33 l tara perdida .....	80
Figura 11 – Cenário de Disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável-ano 2000. ....	82
Figura 12 - Cenário de disposição das latas de alumínio 0,33 l. ....	85
Figura 13 - Cenário de disposição dos barris de inox de 30 e 50 l.....	87
Figura 14 - Cenário de disposição dos rótulos e gargantilhas-garrafas de vidro tara perdida. ....	90
Figura 15 - Cenário de disposição dos rótulos e gargantilhas-garrafas de vidro tara retornável. ....	91
Figura 16 - Cenário de disposição das embalagens de papel cartão “packs”- garrafas de vidro tara perdida. ....	92
Figura 17 - Cenário de disposição dos tabuleiros de papelão-latas de alumínio 0,33 l. ....	94
Figura 18 - Cenário de disposição das grades plásticas das garrafas 0,33 l tara retornável. ....	96
Figura 19 - Cenário de disposição dos pallets de madeira.....	97
Figura 20 – Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida – ano 2000. ....	108

Figura 21 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro 0,33 l tara perdida –ano 2000 .....	108
Figura 22 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final da garrafa de vidro 0,33 l tara perdida ano 2000.....	109
Figura 23 - Garrafas de vidro 0,33 l tara perdida impactos por fase do ciclo de vida-2000 .....	110
Figura 24 – Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável – ano 2000 .....	110
Figura 25 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro 0,33 l tara retornável .....	111
Figura 26 - Impactos ambientais da produção das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável e das grades plásticas – ano 2000.....	112
Figura 27 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável – ano 2000.....	113
Figura 28 – Impactos do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável - ano 2000.....	114
Figura 29 - Impactos ambientais do ciclo de vida das latas de alumínio.....	115
Figura 30 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens tipo .....	115
Figura 31 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das latas de alumínio – ano 2000.....	116
Figura 32 - Impactos por fase do ciclo de vida das latas de alumínio - ano 2000 ...	117
Figura 33 - Impactos ambientais do ciclo de vida dos Barris de Inox de 30 l - 2000.....	118
Figura 34 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens tipo barris de inox de 30 l – ano 2000.....	119
Figura 35 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final dos barris de inox de 30 l – ano 2000.....	119
Figura 36 - Impactos por fase do ciclo de vida dos barris de inox de 30 l – ano 2000.....	120
Figura 37 - Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33l tara perdida 2005.....	121
Figura 38 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro tara perdida 0,33 l- 2005.....	121



Figura 39 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das garrafas tara perdida – ano 2005. ....	122
Figura 40 - Impactos por fase do ciclo de vida das garrafas 0,33 l tara perdida- ano 2005 .....	123
Figura 41 – Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0, 33l tara retornável 2005. ....	123
Figura 42 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro tara retornável 0,33 l - 2005 .....	124
Figura 43 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das garrafas tara retornável 0,33 l – 2005.....	124
Figura 44 Impactos por fase do ciclo de vida das garrafas 0,33l tara retornável - ano 2005 .....	125
Figura 45 - Impactos ambientais relativos ao ciclo de vida das latas de alumínio 0,33 l – 2005. ....	125
Figura 46 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para latas de alumínio 0,33 l - 2005 .....	126
Figura 47 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das latas de alumínio 0,33 l - 2005.....	126
Figura 48 - Impactos por fase do ciclo de vida das latas de alumínio- ano 2005 ....	127
Figura 49 - Impactos ambientais para fabricação das embalagens .....	127
Figura 50 - Impactos ambientais do ciclo de vida das embalagens .....	128

## Lista das Tabelas

Tabela 1 - Taxas de reciclagem de Portugal em 2005. ....	30
Tabela 2 - Responsabilidades no sistema de retoma e valorização de resíduos .....	32
Tabela 3 - Produção de cerveja no mundo .....	40
Tabela 4 - Descrição do fluxo, dados e considerações como input para a realização da ACV das garrafas de cerveja.....	56
Tabela 5 - Descrição do fluxo dados e considerações como input para a realização da ACV das latas de cerveja .....	59
Tabela 6 - Descrição do fluxo, dados e considerações como input para a realização da ACV dos barris de inox.....	61
Tabela 7 - Características das principais embalagens de cerveja no ano 2000.....	64
Tabela 8 - Taxas de reciclagem no ano 2000, para disposição dos resíduos das embalagens.....	65
Tabela 9 - Logística Associada às embalagens de cerveja no ano 2000 .....	66
Tabela 10 – Consumo de materiais e energia durante o enchimento das embalagens de cerveja no ano 2000 .....	67
Tabela 11 - Taxa de perdas durante o processo de envase-ano 2000. ....	67
Tabela 12 - Logística associada a distribuição das embalagens da cerveja no ano de 2000 .....	68
Tabela 13 - Características das embalagens de cerveja para garrafas de vidro 0,33 l tara perdida .....	69
Tabela 14 – Logística dos componentes ao envase e seus pesos para garrafas 0,33 l tara perdida .....	70
Tabela 15 – Valores de energia e insumos para envase das garrafas 0,33 l tara perdida .....	70
Tabela 16 - Inventário do peso total da unidade funcional a ser transportada para distribuição-garrafas tara perdida.....	71
Tabela 17 – Caracterização das embalagens para garrafas 0,33 l tara retornável ...	72
Tabela 18 – Logística dos componentes ao envase e seus pesos para garrafas 0,33 l tara retornável .....	72

Tabela 19 – Valores de energia e insumos para envase da cerveja em garrafas de vidro 0,33 l tara retornável – ano 2000.....	73
Tabela 20 – Inventário do peso total da unidade funcional a ser transportada para distribuição-garrafas tara retornável-2000.....	73
Tabela 21 - Características das embalagens de cerveja para latas de alumínio 0,33 l (ano 2000).....	74
Tabela 22 - Logística e peso dos componentes ao local de envase, no caso das latas de alumínio 0,33 l.....	75
Tabela 23 – Valores de energia e insumos para envase das latas de alumínio 0,33 l –ano 2000 .....	75
Tabela 24 – Inventário do peso total da unidade funcional a ser transportada para distribuição-latas de alumínio 0,33 l ano 2000. ....	76
Tabela 25 - Características das embalagens de cerveja para barris de inox 30 e 50 l .....	77
Tabela 26 – Logística dos componentes ao envase e seus pesos para barris de inox 30l e 50 l.....	77
Tabela 27 – Valores de energia e insumos para envase dos barris de inox 30 e 50 l – ano 2000 .....	78
Tabela 28 – Massa a ser transportada para distribuição-barris de inox 30l .....	78
Tabela 29 – Massa a ser transportada para distribuição-barris de inox 50l .....	79
Tabela 30 - Valores de transporte para a disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida incluindo rótulo e gargantilha.....	81
Tabela 31 - Valores de transporte para a disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável. ....	82
Tabela 32 – Valores de transporte das garrafas de vidro 0,33 l TR (incluindo rótulo e gargantilha) até a disposição final. ....	83
Tabela 33 - Valores da disposição das tampas de metal das garrafas de 0,33 l tara retornável – ano 2000 .....	84
Tabela 34 – Valores das massas para o transporte até a disposição final das latas de alumínio 0,33 l.....	86
Tabela 35 – Valores das massas durante o transporte até a disposição final dos barris de inox de 30 l.....	88
Tabela 36 – Valores das massas durante o transporte até a disposição final dos barris de inox de 50 l.....	89

Tabela 37 - Massas do transporte até a disposição final dos rótulos e gargantilhas (Papel ).....	92
Tabela 38 - Massas do transporte até a disposição final do “pack” (Papel Cartão) ..	93
Tabela 39 - Massas de transporte até a da disposição final do tabuleiro (Papelão Ondulado).....	95
Tabela 40 – Valores de massa considerados no transporte até a disposição final e reuso da grade plástica. ....	96
Tabela 41 - Massas consideradas no transporte até a disposição final dos <i>pallets</i> não reutilizados 5% .....	98
Tabela 42 - Massa considerada no transporte até a disposição final da manga retrátil (Filme LDPE).....	99
Tabela 43 - Tipos de embalagens e sua representatividade .....	101
Tabela 44 - Dados utilizados nas ACV’s do ano de 2000 e dados utilizados nas ACV’s do ano de 2005 .....	102
Tabela 45 -Taxas de reciclagem para disposição dos resíduos das embalagens em Portugal.....	103
Tabela 46 –Massa total para distribuição das garrafas tara perdida- ano 2005 .....	105
Tabela 47 – Massa total para distribuição das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável-ano 2005 .....	106
Tabela 48 –Massa total para distribuição das latas de alumínio-ano 2005 .....	106

## **Lista dos Quadros**

Quadro 1 – Principais Diretivas Europeias com referência à gestão de embalagens .....	24
Quadro 2 – Principais Diretivas Portuguesas com referência à gestão de embalagens.....	26
Quadro 3 – Metas da Comunidade Europeia para Portugal.....	27
Quadro 4 - Valores de Referência de resíduos em Portugal, para verificação do atendimento a metas de valorização.....	28
Quadro 5 - Taxas de reciclagem e valorização obtidas em Portugal em 2003. ....	29
Quadro 6 - Tipos de cervejas e classificação por país de origem .....	39
Quadro 7 - Produção de Cerveja nos países europeus .....	40

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ACV	– Avaliação de Ciclo de Vida
APCV	– Associação Portuguesa do Comércio Varejista
BUWAL	– <i>Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Swiss Federal Ministry for Environment, Forestry and Agriculture)</i>
HDPE	– <i>High Density Polyethylene</i>
ISO	– <i>International Organization for Standardization</i>
ITVE	– Instalação de Tratamento de Valorização de Escórias
LDPE	– <i>Low Density Polyethylene</i>
PEAD	– Polietileno de Alta Densidade
PEBD	– Polietileno de Baixa Densidade
REPA	– <i>Resource and Environmental Profile Analysis</i>
SETAC	– <i>Society of Environmental Toxicology and Chemistry</i>
SIGRE	– Sistema Integrado de Gestão de Resíduos
SPV	– Sociedade Ponto Verde

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	19
2 OBJETIVOS .....	21
2.1 Geral.....	21
2.2 Específicos .....	21
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	22
3.1 Histórico da ACV .....	22
3.2 Legislação Aplicável.....	23
3.2.1 Legislação e metas da comunidade europeia .....	23
3.2.2 Legislação Portuguesa.....	25
3.2.3 Metas de valorização e reciclagem em Portugal e resultados obtidos .....	27
3.3 Tratamento e Disposição dos Resíduos Sólidos em Portugal.....	31
3.3.1 Associação Ponto Verde .....	31
3.4 - Portugal e as Cervejas .....	34
3.4.1 Breve Histórico do país - dados geográficos e populacionais .....	34
3.4.2 - Histórico da Cerveja.....	36
3.4.3 Processo de Produção da Cerveja.....	37
3.4.4 Produção e consumo mundial da cerveja.....	39
3.5 Caracterização das Embalagens.....	43
4 MÉTODOS .....	44
4.1 Procedimentos Metodológicos .....	44
4.2 Método da Avaliação de Ciclo de Vida.....	45
4.2.1 Fase 1 - definição do objetivo e âmbito da análise.....	46
4.2.2 Fase 2 - inventário dos processos envolvidos no ciclo de vida do produto .....	46
4.2.3 Fase 3 - avaliação do impacto do ciclo de vida .....	47
4.2.4 Fase 4 - interpretação da avaliação do ciclo de vida.....	50

5 RESULTADOS .....	51
5.1 Fase 1 – Definição de Objetivo e Escopo.....	51
5.2 Unidade Funcional .....	54
5.3 Fluxo dos Processos Envolvidos no Ciclo de Vida das Embalagens de Cerveja em Portugal - Ano 2000 - Definição dos Limites dos Sistemas.....	54
5.4 Fontes de Dados e Informações .....	62
5.5 Bases de Dados Utilizada .....	62
5.6 Fase 2 - Inventário dos Processos Envolvidos, com Enumeração das Entradas e Saídas do Sistema .....	63
5.6.1 Principais características das embalagens de cerveja .....	63
5.6.2 Logística associada às embalagens de cerveja .....	65
5.6.3 Consumo de materiais e de energia associados ao processo de enchimento.....	67
5.6.4 Logística associada à distribuição da cerveja .....	68
5.6.5 Inventário das Garrafas 0,33 l tara perdida - ano 2000 .....	68
5.6.6 Inventário das Garrafas 0,33 l tara retornável - ano 2000 .....	71
5.6.7 Inventário das latas de alumínio 0,33 l - ano 2000 .....	74
5.6.8 Inventário dos barris de inox de 30 e 50 l - ano 2000.....	76
5.7 Resultados para a Disposição das Embalagens .....	79
5.7.1 Cenário de disposição “Waste scenario” das garrafas 0,33 l tara perdida	79
5.7.2 Cenário de disposição “Waste scenario” das garrafas retornáveis de 0,33 l .....	81
5.7.3 Cenário de disposição “Waste scenario” das tampas metálicas das garrafas .....	84
5.7.4 Cenário de disposição “Waste scenario” das latas de alumínio de 0,33l.	84
5.7.5 Cenário de disposição “Waste scenario” dos barris de inox.....	87
5.8 Inventário dos Cenários de Disposição “Waste Scenario” das Embalagens Secundárias de Cerveja .....	89
5.8.1 Cenário de disposição “Waste scenario” dos rótulos e gargantilhas .....	90



5.8.2 Cenário de disposição “Waste scenario” da embalagem de cartão – “packs” .....	92
5.8.3 Cenário de disposição “Waste scenario” dos tabuleiros de papelão ondulado.....	93
5.8.4 Cenário de disposição “Waste scenario” das grades plásticas .....	95
5.9 Cenário de Disposição “Waste Scenario” das Embalagens Terciárias .....	97
5.9.1 Cenário de disposição “Waste scenario” do <i>pallet</i> de madeira.....	97
5.9.2 Cenário de disposição “Waste scenario” da manga retrátil .....	99
5.10 Limitações, Considerações e Pressupostos Assumidos nas ACV’s.....	99
5.10.1 Considerações das ACV’s referentes ao ano de 2005.....	100
5.11 Resultados obtidos - Inventário da ACV para as embalagens de cerveja em 2005. ....	101
5.11.1 Inventário da ACV para as garrafas de vidro 0,33 l tara perdida em 2005. ....	105
5.11.2 Inventário da ACV para as garrafas de vidro 0,33 l tara retornável em 2005. ....	105
5.11.3 Inventário da ACV para as latas de alumínio 0,33 l em 2005.....	106
5.12 Fase 3 – Apresentação dos Resultados das ACV’s - Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida Associado às Entradas e Saídas do Sistema.....	107
5.12.1 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de vidro 0,33 l tara perdida ano de 2000. ....	107
5.12.2 Caracterização dos impactos ambientais das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável ano 2000 .....	110
5.12.3 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de latas de alumínio ano de 2000.....	114
5.12.4 Impactos ambientais das embalagens dos barris de inox de 30 l ano - 2000. ....	117
5.12.5 Impactos ambientais das embalagens dos barris de inox de 50 l ano - 2000. ....	120
5.12.6 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de vidro tara perdida ano 2005. ....	120

5.12.7 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de vidro tara retornável ano de 2005. ....	123
5.12.8 Caracterização dos impactos ambientais das latas de alumínio - ano 2005. ....	125
5.12.9 Resultados de estudos comparativos.....	127
6 CONCLUSÕES .....	129
6.1 Fase 4- Interpretação dos Resultados do Impacto do Ciclo de Vida, Considerando os Objetivos do Estudo .....	129
6.2 Considerações finais sobre a gestão de resíduos e ACV's.....	132
6.3 Propostas para Trabalhos Futuros .....	133
REFERÊNCIAS.....	134
ANEXOS .....	137
Anexo A- Dados de resposta ao questionário aplicado ao fabricante “Unicer”- ano 2005 .....	138
Anexo B- Dados de resposta ao questionário aplicado ao fabricante “Central Cervejas” -ano 2005.....	141
Anexo C- Representação esquemática do fluxo dos materiais e contribuição para os impactos ambientais.....	144

## 1 INTRODUÇÃO

A existência de problemas ambientais pode ser verificada por vários aspectos, seja na vida cotidiana das cidades, ou mesmo em áreas onde a natureza foi menos alterada pela ação antrópica, seja pela alteração das condições da qualidade dos recursos naturais como água, qualidade do ar, ou mudanças climáticas. Embora a grande maioria da sociedade ainda não esteja voltada, ou conscientizada para esta questão, já existem inúmeras iniciativas e buscas de soluções para os problemas que se apresentam.

Entre as várias questões a serem equacionadas, uma das principais, e que despertou inúmeros estudos e busca de soluções, foi a crise do petróleo no início da década de 70; desde então surgiu a necessidade de responder a perguntas, tais como, qual é a melhor alternativa em termos de energia e redução de impactos ambientais, diante das várias alternativas tecnológicas que podem existir para um determinado produto.

Outra necessidade advinda das questões ambientais, foi como comparar produtos ou processos distintos, do ponto de vista das suas conseqüências ambientais. Esta tarefa, aparentemente fácil, mostrou-se extremamente complexa em função da necessidade de estabelecimento de critérios comuns de comparação e de uma abordagem completa do que se passou a chamar o ciclo de vida do produto.

Ficou evidente que já não era suficiente comparar as conseqüências ambientais apenas do processo de produção, por exemplo, sem levar em consideração as conseqüências ambientais de todas as outras fases da vida de um produto.

Para responder a estas questões, desenvolveu-se a ferramenta de avaliação do ciclo de vida de produtos ou serviços, que segundo Ferrão (2005) consiste em um método para a avaliação dos sistemas de produtos ou serviços considerando os aspectos ambientais em todas as fases da sua vida, estabelecendo vínculos entre esses aspectos, pois todo produto causa de alguma forma um impacto sobre o meio ambiente. Esse impacto pode ocorrer durante a extração das matérias-primas utilizadas no processo de fabricação do produto, no processo produtivo, na distribuição, no uso, ou na disposição final.

A norma NBR ISO 14040, de nov/2001 define Análise do Ciclo de Vida-ACV como a compilação dos fluxos de entradas e saídas e a avaliação dos impactos ambientais associados a um produto ao longo do seu ciclo de vida.

A Análise do Ciclo se mostra uma importante ferramenta para ajudar a tomada de decisão e resposta a algumas questões ambientais, tendo como principais funções o conhecimento dos processos envolvidos, o balanço de massa e energia e a avaliação dos impactos gerados desde a extração de matérias-primas até a disposição final de um produto, ciclo que pode ser caracterizado com a expressão “do berço ao túmulo”.

A ACV é uma forma de avaliação dos impactos e categorias de impacto potencial, relacionados: ao consumo de recursos naturais, à saúde humana e à ecologia (qualidade dos ecossistemas).

A indústria de bens de consumo, de bebidas e em particular a indústria de cerveja em Portugal tem demonstrado crescente interesse na realização da análise do ciclo de vida de seus produtos, quer pela constatação dos benefícios que este estudo pode trazer com o conhecimento dos processos, balanços de massa e energia, que permite a avaliação dos pontos críticos dos processos, para melhoria destes e, portanto, redução de custos e ganhos nos processos; quer pela necessidade gerada pela legislação para disposição de embalagens e as metas da comunidade europeia para aumento dos números da valorização de embalagens em Portugal, por meio do sistema de segregação, coleta e valorização dos resíduos sólidos urbanos, criado, desenvolvido e administrado em Portugal pela Associação Ponto Verde.

A indústria tem a responsabilidade pela disposição dos resíduos de embalagens que dispõe no mercado com seus produtos e, devido a esta responsabilização, a indústria paga uma taxa por cada embalagem colocada no mercado para que a Associação Ponto Verde providencie a correta disposição destas; portanto, o conhecimento de todos os pontos críticos das embalagens, e a comparação entre as diversas possibilidades de embalagem, permite a indústria decidir pela melhor opção em termos técnicos e econômicos para disposição das embalagens, gerando por conseguinte uma redução de impactos ao meio ambiente.

Em 2005, foi realizado e publicado um estudo completo de Análise de Ciclo de Vida das embalagens alimentícias em Portugal, resultando no livro: “A ecologia Industrial e as Embalagens de Bebidas e Bens alimentares em Portugal” de Paulo Ferrão e colaboradores. Nesta obra foram realizados estudos de Análise de Ciclo de Vida das Embalagens com dados referentes ao ano 2000, portanto é necessária a atualização dos dados e realização de novo estudo de ACV, o que permitirá a avaliação da evolução do perfil ambiental das embalagens de cerveja em Portugal, nos últimos 5 anos.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos foram divididos em geral e específicos.

### **2.1 Geral**

O objetivo geral é a aplicação do método de análise de ciclo de vida na análise do ciclo de vida das embalagens de cerveja em Portugal, para comparação das embalagens utilizadas quanto ao seu perfil ambiental, levantando os pontos críticos de cada embalagem.

### **2.2 Específicos**

Os principais objetivos específicos são os que se seguem:

a) Atualizar os dados quanto à análise do Ciclo de Vida das embalagens de cerveja em Portugal, incluindo taxas de valorização.

b) Realizar o levantamento e análise dos pontos críticos das principais embalagens de cerveja atualmente utilizadas, para comparação com as ACV's, realizadas em 2000.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 Histórico da ACV

O primeiro estudo de que se tem referência foi desenvolvido no início dos anos 70 pela Coca-Cola, que contratou o *Midwest Research Institute* (MRI) para comparar os diferentes tipos de embalagens de refrigerante e selecionar o mais adequado do ponto de vista ambiental e de melhor desempenho, com relação à preservação dos recursos naturais. Este processo de quantificação da utilização dos recursos naturais e de emissões utilizado pela Coca Cola, nesse estudo, passou a ser conhecido como *Resource and Environmental Profile Analysis* - REPA.

Um grande número de consultores passou a estudar o método REPA, agregando novos critérios que permitiriam melhor análise dos impactos ambientais. A partir de um estudo contratado pelo Ministério do Meio Ambiente da Suíça, foi introduzido no método REPA um sistema de ponderação que utilizava padrões de referência para a saúde humana e para agregar dados sobre os impactos ambientais. Em 1991, com base neste modelo, foram desenvolvidos os primeiros softwares específicos para os estudos de REPA, os Ökobase I e II.

Nos anos subsequentes, assistiu-se a uma verdadeira guerra de estudos sobre ACV. Estudos sobre os mesmos produtos ou serviços foram realizados com modelos diferentes, encontrando-se resultados distintos, o que ocasionou questionamentos acerca da sua interpretação, colocando-se em dúvida sua validade.

Este fato foi agravado pelo surgimento e proliferação dos chamados Rótulos Ambientais. Inicialmente, estes eram atribuídos com base em apenas um aspecto ambiental do produto ou serviço, não levando em consideração todas as fases do ciclo de vida do produto.

Os resultados controversos dessas iniciativas de rotulagem conduziram à consideração da utilização da Avaliação do Ciclo de Vida como um dos critérios para o seu desenvolvimento. Este novo uso da ACV, que tinha implícita a comparação entre produtos, ao mesmo tempo em que aparentemente era uma saída tecnicamente correta para o impasse dos rótulos ambientais, tornava imperiosa a necessidade de se padronizar e sistematizar a ACV.

Em função disso, a *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) iniciou os primeiros trabalhos de sistematização e padronização dos termos e critérios da ACV. Igualmente, em 1993, a *International Organization for Standardization* (ISO) criou o Comitê Técnico TC 207 para elaborar normas de sistemas de gestão ambiental e suas ferramentas. Este Comitê é o responsável por umas das mais importantes séries de normas internacionais, a série ISO 14000, que inclui as normas de Avaliação de Ciclo de Vida.

## 3.2 Legislação Aplicável

### 3.2.1 Legislação e metas da comunidade europeia

Por apresentarem conseqüências ambientais imediatas, como geração de resíduos sólidos, as embalagens têm sido alvos de diversas análises ambientais. Vários países, especialmente na Comunidade Européia, criaram mecanismos para reduzir o impacto ambiental das embalagens e assegurar um destino final adequado às mesmas.

A Comissão Européia por meio da diretiva 94/62/CE, definiu como necessidade de serem valorizados, no mínimo 50% em peso dos resíduos de embalagens em cada Estado-Membro, num prazo de 5 anos, a contar da sua aplicação, sendo o prazo inicial para atendimento a esta meta Junho de 2001(entenda-se valorização como qualquer operação que permita a reutilização/reciclagem dos materiais de embalagem).

A mesma diretiva obrigava a que 25% da totalidade das embalagens fossem recicladas, com no mínimo de 15% para cada tipo de material. Portugal, apesar de ter uma derrogação prevista na diretiva, era obrigado a atingir os valores previstos na diretiva em 31 de Dezembro de 2005, e até ao final de 2001 estava obrigado a valorizar 25% dos seus resíduos de embalagens (D.L. nº 366-A/97 de 20 -12-1997).

Segundo Ferrão et. al. (2005), por meio da diretiva 2004/12/CE, as metas foram revistas e redefinidas, conforme descrito abaixo:

a) Até 31 de Dezembro de 2008, serão valorizados ou incinerados em instalações de incineração de resíduos com recuperação de energia, no mínimo, 60% em peso dos resíduos de embalagens;

b) Até 31 de Dezembro de 2008, serão reciclados entre, no mínimo, 55% e, no máximo, 80% em peso dos resíduos de embalagens;

c) Até 31 de Dezembro de 2008, serão alcançados os seguintes objetivos mínimos de reciclagem para os materiais contidos nos resíduos de embalagens:

- 60% em peso para o vidro;
- 60% em peso para o papel e cartão;
- 50% em peso para os metais;
- 22,5% em peso para os plásticos, contando exclusivamente o material que for reciclado sob a forma de plásticos;
- 15% em peso para a madeira.

Portugal, Grécia e Irlanda têm uma derroga no prazo para alcançar as metas referidas, em virtude da sua situação específica, sendo que:

d) Até 31 de Dezembro de 2005 deveriam cumprir as metas estabelecidas na Diretiva Embalagens, sendo necessário para isto:

- Valorizar ou incinerar (em instalações de incineração de resíduos com recuperação de energia), no mínimo, 50% e, no máximo, 65% em peso dos resíduos de embalagem.

- Reciclar, no mínimo, 25% e, no máximo, 45%, em peso, da totalidade dos materiais de embalagem contidos nos resíduos de embalagem, com 15%, no mínimo, em peso, para cada material de embalagem.

e) até 31 de dezembro de 2011, devem cumprir os objetivos referidos nas alíneas a), b) e c).

Para atendimento às metas, avaliar o ciclo de vida das embalagens torna-se uma importante ferramenta, pois permite conhecer os fatores primordiais do ciclo de vida dos produtos e priorizar as ações para otimização dos recursos. O D.L. nº 366-A/97 de 20-12-1997 em Portugal refere-se nas suas considerações preliminares a importância da “análise dos ciclos de vida das embalagens, com o fim de estabelecer uma hierarquia bem definida entre embalagens reutilizáveis, recicláveis e valorizáveis”.

O Quadro 1 apresenta um resumo das principais diretivas europeias em vigor, com referência à gestão de embalagens.

<b>Diretiva</b>	<b>Data da publicação</b>	<b>Tratativa</b>
Decisão da comissão 2001-524-CE	20/06/2001	Define e oficializa as publicações das normas EN 13428:2000, EN 13429:2000, EN 13430:2000, EN 13431:2000 e EWN 13432:2000 no Jornal oficial das Comunidades Europeias, que são relativas as embalagens e resíduos de embalagens
Decisão da comissão 97/138/CE	03/02/1997	Estabelece os formulários relativos à base de dados nos termos de Diretiva 94/62/CE do Parlamento europeu e do Conselho relativa a embalagens e resíduos de embalagens
Decisão da comissão 97/129/CE	28/01/1997	Cria o sistema de identificação dos materiais de embalagem nos termos da Diretiva 94/62/CE do Parlamento europeu e do Conselho relativo a embalagens e resíduos de embalagens

Quadro 1 – Principais Diretivas Europeias com referência à gestão de embalagens  
Fonte: Quadro elaborado com informações da dissertação de Paulo Ribeiro(2002).



### 3.2.2 Legislação Portuguesa

A diretiva da Comunidade Européia 94/62/CE foi transposta para a legislação portuguesa pelo Decreto de Lei nº. 366-A/97. Esta lei estabelece os princípios e as normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, com a finalidade de prevenir a produção desses resíduos, incentivar a reutilização de embalagens usadas, a reciclagem e outras formas de valorização de resíduos de embalagens e conseqüente redução da sua eliminação final.

O Quadro 2 apresenta um resumo das diretivas aplicáveis a embalagens e gestão de resíduos em Portugal, além das diretivas européias a serem atendidas.

Quanto à legislação portuguesa, pode ser observado que as legislações são abrangentes e suficientes para a regulamentação do tratamento e disposição de resíduos, destacando-se o Decreto Lei nº 239/97 de 09/09/1997, que estabelece o princípio da responsabilidade do produtor pelos resíduos gerados, portanto além de ético é economicamente importante para as empresas desenvolver embalagens que gerem menos resíduo, ou seja, investir em *eco-designer*, trata-se de uma obrigação legal a ser atendida, o que aumenta a importância e a necessidade da realização da ACV.

<b>Diretiva</b>	<b>Data da publicação</b>	<b>Tratativa</b>
Portaria nº 29-B/98	15/01/1998	Estabelece a regulamentação prevista no Decreto de Lei nº 366-A/97, quanto ao sistema de gestão de embalagens reutilizáveis e dos resíduos de embalagens não reutilizáveis
Decreto de Lei nº 407/98	21/12/1998	Estabelece a regulamentação prevista nos artigos 8 e 9 do Decreto de Lei nº 366-A/97, quanto aos requisitos essenciais relativos à composição das embalagens e níveis de concentração de metais pesados nas embalagens, completando a transposição para a legislação portuguesa da diretiva nº 94/62/CE
Despacho conjunto nº 289/99 dos Ministérios da Economia e do Ambiente	06/04/1999	Cria a Comissão de Acompanhamento de Gestão de Embalagens e Resíduos de Embalagens (CAGERE)
Portaria nº 209/2004	03/03/2004	Aprova a Lista Européia de Resíduos e as características de perigo atribuíveis aos resíduos.
Decreto de Lei nº 239/97	09/09/1997	Estabelece as regras de gestão de resíduos, reafirmando o princípio da responsabilidade do produtor pelos resíduos que produz.
Portaria nº 792/98	22/09/1998	Estabelece o mapa de registro dos resíduos
Portaria nº 961/98	10/11/1998	Estabelece a autorização prévia do Ministério do Ambiente das operações de armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos.
Decreto-Lei nº 516/99	02/12/1999	Estabelece o plano estratégico de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI)
Decreto-Lei nº 03/2004	03/01/2004	Consagra o regime jurídico do licenciamento da instalação e da exploração dos centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos perigosos, designados por CIRVER.
Decreto Legislativo regional nº 13/98/M	17/07/1998	Adapta à região autónoma da Madeira o decreto Lei sobre embalagens, D.L. nº 366-A/97
Decreto Legislativo regional nº 21/99/M	05/08/1999	Adapta à região autónoma da Madeira o Decreto Lei nº 239/97, que estabelece as regras para gestão de resíduos
Decreto Legislativo regional nº 24/2001/A	29/11/2001	Relativo aos princípios e normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagem.
Portaria nº 335/97	16/05/1997	Estabelece o quadro legal para o transporte de resíduos
Despacho nº 8943/97	09/10/1997	Identifica as guias a utilizar para o transporte de resíduos

Quadro 2 – Principais Diretivas Portuguesas com referência à gestão de embalagens  
 Fonte: Ribeiro(2002).

### 3.2.3 Metas de valorização e reciclagem em Portugal e resultados obtidos

Um sumário das metas para taxas de valorização e reciclagem para Portugal em 2005 e 2011 está descritas no quadro 3, conforme diretivas europeias:

	Prazo	Valorização	Reciclagem(% em peso)					Madeira
			Global	Vidro	Papel	Metais	Plásticos	
Diretiva 94/62/CE	31.12.2005	50%	24%	15%	15%	15%	15%	-
Diretiva 2004/12/CE	31.12.2011	60%*	55-80%	60%	60%	60%	22,5%	15%

Quadro 3 – Metas da Comunidade Europeia para Portugal

Fonte: site [www.inresiduos.pt](http://www.inresiduos.pt)

Nota: \* Ponto de interrogação, pois a valorização deve ser em função dos totais reciclados por material e não somente a meta de atingir 60% de valorização.

O Quadro 4 apresenta os dados quanto às quantidades de materiais, valorização e reciclagem, enviados por Portugal à Comissão Europeia, para o período de 1998 a 2003.

		E a serem geridas (t)	RE's a serem geridos (t)	RE's Recicladados(t)	RE's Valorizados Energetic.(t)	Valorização Total(t)	Taxa Reciclagem *(%)	Taxa Valorização *(%)
Vidro	1998	318.000	289.000	120.040		120.040	42	42
	1999	340.000	315.000	137.591		137.591	44	44
	2000	352.481	333.481	135.204		135.204	41	41
	2001	365.504	365.504	123.160		123.160	34	34
	2002	362.837	362.837	125.694		125.694	35	35
	2003	372.286	372.286	139.621		139.621	38	38
Plástico	1998	258.500	258.500	9.440		9.440	4	4
	1999	267.500	267.500	10.068		10.068	4	4
	2000	286.000	282.430	12.831	98.708	111.539	5	40
	2001	303.400	299.760	28.532	97.246	125.778	10	42
	2002	325.000	325.000	29.194	100.052	129.246	9	40
	2003	330.000	330.000	29.872	101.346	131.218	9	40
Papel/ Cartão	1998	477.525	477.525	227.398		227.398	48	48
	1999	485.000	485.000	254.399		254.399	53	53
	2000	482.178	482.178	225.001	73.448	298.449	47	62
	2001	487.000	487.000	277.715	82.733	360.448	57	74
	2002	507.154	507.154	255.689	84.920	340.609	50	67
	2003	514.761	514.761	257.693	86.294	343.987	50	67
Metais	1998			240		240		-
	1999	75.665	75.665	586		586	1	1
	2000	79.000	79.000	11.720		11.720	15	15
	2001	80.185	80.185	19.493		19.493	24	24
	2002	103.278	103.278	54.534		54.534	53	53
	2003	104.827	104.827	55.800		55.800	53	53
Madeira	1998							
	1999	119.527	68.007	20.327		20.327	30	30
	2000	48.600	48.600	98	5.176	5.274	0	11
	2001	49.329	49.329	35.325	3.712	39.037	72	79
	2002							
	2003							
TOTAL	1998	1.053.525	1.025.025	357.118		357.118	35	35
	1999	1.287.692	1.211.172	422.971		422.971	35	35
	2000	1.248.259	1.225.689	384.854	177.332	562.186	31	46
	2001	1.285.418	1.281.778	484.225	183.691	667.916	38	52
	2002	1.298.269*	1.298.269*	465.111*	184.972*	650.083*	36*	50*
	2003	1.321.874*	1.321.874*	482.986*	187.640*	670.626*	37*	51*

\* sem fileira da madeira

Quadro 4 - Valores de Referência de resíduos em Portugal, para verificação do atendimento a metas de valorização.

Fonte: site [www.inresiduos.pt](http://www.inresiduos.pt)

Deste modo, e partindo do princípio que as taxas de valorização e de reciclagem se calculam, respectivamente, através do quociente entre os quantitativos valorizados ou reciclados e o quantitativo de resíduos de embalagem a

serem geridos, constata-se que Portugal atingiu as metas, apresentadas no Quadro 5.

		Taxa Reciclagem* (%)	Taxa Valorização* (%)
Vidro	1998	42	42
	1999	44	44
	2000	41	41
	2001	34	34
	2002	35	35
	2003	38	38
Plástico	1998	4	4
	1999	4	4
	2000	5	40
	2001	10	42
	2002	9	40
	2003	9	40
Papel/Cartão	1998	48	48
	1999	53	53
	2000	47	62
	2001	57	74
	2002	50	67
	2003	50	67
Metais	1998	-	-
	1999	1	1
	2000	15	15
	2001	24	24
	2002	53	53
	2003	53	53
Madeira	1998		
	1999	30	30
	2000	0	11
	2001	72	79
	2002		
	2003		
TOTAL	1998	35	35
	1999	35	35
	2000	31	46
	2001	38	52
	2002	36*	50*
	2003	37*	51*

Quadro 5 - Taxas de reciclagem e valorização obtidas em Portugal em 2003.

Fonte: site [www.inresiduos.pt](http://www.inresiduos.pt)

A análise do Quadro 5 demonstra que Portugal não só cumpriu como ultrapassou a meta de 25% de valorização que tinha que atingir em fins de 2001, tendo inclusive nesse ano atingido já as metas que teria que cumprir em 2005, salvo no que concerne à meta de reciclagem dos plásticos (que ficou aquém dos 15%).

A Tabela 1 apresenta os dados recentes de reciclagem atingidos por Portugal no ano de 2005.

Tabela 1 - Taxas de reciclagem de Portugal em 2005.

<b>Material</b>	<b>Valor de reciclagem atingido em Portugal (% em peso)</b>
Vidro	45
Papel de papelão	60
Metais	57
Plástico	11
Madeira	15

Fonte: Tabela elaborada com base nos dados disponíveis no site [www.pontoverde.pt](http://www.pontoverde.pt)

Os portugueses enviaram para reciclagem 348.593 toneladas de material, entre vidro, papel/cartão, plástico, alumínio e madeira. Estes números representam um aumento de 28,7% face a 2004.

Segundo boletim informativo da Sociedade Ponto Verde (SPV), responsável pela valorização dos resíduos em Portugal, e os valores apresentados na tabela 3, todas as metas definidas até 2005, pela comunidade europeia por meio da diretiva 94/62/CE, foram atendidas.

A mesma instituição ressalta também, que o sucesso no atendimento às metas ocorreu devido a responsabilidade compartilhada por todos os agentes envolvidos, sendo estes: Embaladores, Sistemas Municipais e Autarquias, Operadores de Recolha e Transporte, Fileiras, Recicladores e o Consumidor.

A Sociedade Ponto Verde esclarece ainda que as metas a serem atendidas para 2011 são audaciosas e constituem um grande desafio, pois cada material tem objetivos específicos e diferenciados a serem atendidos. Como as metas são exigentes para todos os materiais e dada à representatividade de cada um no mercado de embalagens, todos terão de exceder as suas metas individuais para se alcançar a meta global.

O sistema para recolhimento e disposição de resíduos em Portugal, tal como se desenha atualmente ao nível da recolha, dificilmente dará resposta aos objetivos das novas metas.

No que se refere à Política de Gestão de Resíduos em Portugal, há que diversificar os atuais mecanismos de forma a possibilitar as enormes retomas necessárias, quer em quantidade quer em qualidade de materiais para reciclar, de modo a que se obtenha um Sistema de Gestão verdadeiramente sustentado.

A SPV deverá ter voz ativa nesse processo. Adicionalmente, a SPV encara como importante a continuação do desenvolvimento de campanhas de comunicação, a criação de atividades programadas ao nível da Investigação &

Desenvolvimento, a aposta na formação, no estímulo de parcerias e nos seus recursos humanos.

### **3.3 Tratamento e Disposição dos Resíduos Sólidos em Portugal**

#### **3.3.1 Associação Ponto Verde**

Diversos países na Europa têm desenvolvido programas e planos de ação para controle das embalagens e de seus resíduos, por meio de regulamentação própria ou por meio de acordos voluntários com empresas. Em ambos os casos está sendo atribuída a responsabilidade pela gestão dos resíduos de embalagem (princípio do poluidor-pagador), às empresas. Esta responsabilidade pode, no entanto, ser transferida para uma entidade licenciada para este fim.

Esta foi a solução adotada em Portugal, onde foi criada a Sociedade Ponto Verde (SPV), entidade privada sem fins lucrativos, constituída pelos embaladores, importadores, distribuidores, fabricantes de embalagens e de materiais de embalagens, a qual assume a responsabilidade de gerir o Sistema Integrado de gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE), cujo objetivo consiste na retoma e reciclagem dos resíduos de embalagens em Portugal.

A SPV tem por missão organizar e gerir, em nome das empresas embaladoras, a recolha e valorização de resíduos de embalagens, por meio da implantação do (SIGRE) Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de embalagens, o que é vulgarmente conhecido como “Sistema Ponto Verde”, cujo objetivo é recolher e reciclar os resíduos de embalagens em Portugal.

A SPV faz o gerenciamento do sistema de coleta e valorização de todas as embalagens não retornáveis de todos os tipos de materiais.

A Sociedade Ponto Verde foi licenciada para utilizar o símbolo Ponto Verde quando se associou à organização PRO EUROPE, fundada pelas sociedades *Duales System Deutschland AG* (Alemanha), *Eco Emballages* (França), *Fost Plus* (Bélgica) e ARA (Áustria) (Ferrão 2005).

A gestão da recolha e disposição final adequada (valorização) é realizada pela SPV, por meio da responsabilidade delegada pelas empresas embaladoras e importadoras e, uma contrapartida financeira, denominada Valor Ponto Verde, anualmente as empresas declaram à SPV as quantidades de embalagens colocadas no mercado e realizam o pagamento de uma taxa diferenciada para cada tipo de embalagem.

A responsabilidade dos diversos atores do sistema SIGRE está descrita na tabela 2.

Tabela 2 - Responsabilidades no sistema de retoma e valorização de resíduos

<b>Instituições</b>	<b>Responsabilidades</b>
Embaladores e importadores	Garantir a gestão e o destino final dos resíduos de embalagem por meio da SPV e custeio do sistema mediante a taxa do ponto verde
Distribuidores	Assegurar que as embalagens não reutilizáveis comercializadas se encontram abrangidas pelo sistema
Consumidores	Separar as embalagens e depositá-las em recipientes próprios (ecopontos)
Operadores de recolha-autarquias	Efetuar a recolha das embalagens e a triagem destas, disponibilizar os resíduos a SPV
SPV	Encaminhar os resíduos para valorização e reciclagem, por meio do financiamento dos transportes dos resíduos, promover junto ao consumidor campanhas de conscientização, fomentar a investigação e desenvolvimento do <i>eco-design</i>

Fonte: Tabela elaborada com base nas informações disponíveis no site [www.pontoverde.pt](http://www.pontoverde.pt)

Em síntese, o sistema SIGRE é mantido financeiramente pelos embaladores e importadores, por meio da taxa – Valor Ponto Verde e gerido administrativamente pela SPV, que providencia o destino final adequado as embalagens.



A Figura 1 apresenta um esquema representativo do sistema SIGRE

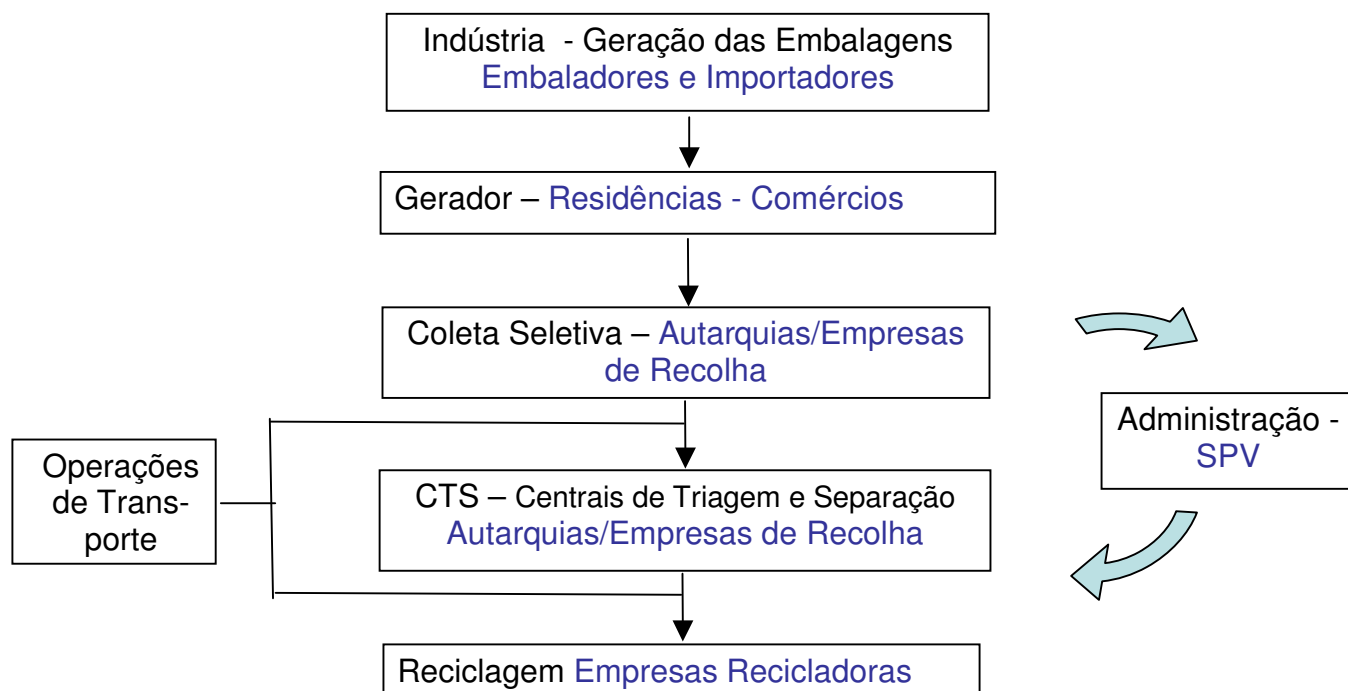


Figura 1 – Representação esquemática do Sistema SIGRE

Quanto aos estabelecimentos comerciais, como restaurantes e hotéis, a portaria nº 29-B/98, de 15 de janeiro, obriga os estabelecimentos de Hotelaria, Restaurantes e Bebidas a utilizar embalagens de água, cerveja e refrigerantes de tara retornável, que sejam para o consumo no próprio estabelecimento, segundo Ferrão (2005).

A mesma portaria, no entanto prevê a possibilidade da utilização de embalagens não retornáveis, desde que os estabelecimentos encaminhem os resíduos destas embalagens para um sistema que garanta a sua reciclagem Ferrão (2005).

A SPV, de forma a promover a reciclagem das embalagens dos comércio, criou o sistema Verdoreca, de forma que os estabelecimentos transferem à responsabilidade de dar disposição adequada as embalagens a SPV, por meio de um protocolo, sem encargos aos estabelecimentos, que ficam obrigados a separar os seus resíduos de embalagem e colocá-los em recipientes adequados (sacos, eco-pontos, eco-centros), para que os mesmos sejam enviados a reciclagem, conforme sistema SIGRE descrito anteriormente.

As empresas associadas da Associação Portuguesa do Comércio Varejista - APCV cumprem as suas obrigações legais ao associarem-se à Sociedade Ponto Verde, delegando nesta entidade a gestão dos resíduos das embalagens não reutilizáveis, e levando a cabo uma política pró-ativa relativamente à prevenção na origem dos resíduos de embalagem.

Esta pró-atividade no setor cervejeiro demonstra-se também na intenção de realizar a Avaliação de Ciclo de Vida sobre as embalagens que são utilizadas no âmbito da atividade de comercialização de cerveja, sob coordenação da Associação Portuguesa dos Fabricantes de Cerveja.

### **3.4 - Portugal e as Cervejas**

#### **3.4.1 Breve Histórico do país - dados geográficos e populacionais**

Segundo o Icep Portugal (2006 [www.icep.pt](http://www.icep.pt)), Portugal, um dos países mais antigos do mundo, encontra-se numa fase de grande dinamismo e modernidade, evidenciada nos mais variados aspectos da vida do país: políticos, sociais, económicos, de saúde e bem-estar. Um conjunto de importantes reformas está sendo lançado para colocar o país no necessário nível de competitividade, a fim de enfrentar a concorrência internacional.

Desde a primeira metade do século XII, Portugal tornou-se uma nação independente e um Estado soberano da Europa. Situado na Península Ibérica, junto ao Atlântico, Portugal faz fronteira a norte e a leste com a Espanha e a oeste e a sul com o oceano Atlântico. As fronteiras do país mantêm-se constantes desde o século XIII. Da República Portuguesa faz parte, além do território continental, duas Regiões Autônomas - Açores e Madeira -, arquipélagos situados no oceano Atlântico. Com atividade económica dinâmica, estes arquipélagos salientam-se pela beleza natural e pela importância do turismo nas suas economias regionais.

A excelente localização geográfica de Portugal, no extremo sudoeste do continente europeu, proporciona um acesso rápido não só aos vários países da Europa, mas também à costa leste do continente americano e ao continente africano.

A população de Portugal é de cerca de 10 milhões de pessoas, das quais cerca de metade são economicamente ativas. A concentração demográfica mais elevada verifica-se em Lisboa (a capital) e no Porto, bem como noutras cidades importantes junto ao litoral. No interior, algumas cidades têm registado um aumento de densidade demográfica.

As figuras 2 e 3 apresentam respectivamente, o mapa geográfico de Portugal, dados populacionais e económicos do país.



<b>ÁREA</b> : 91.947 <sup>(a)</sup> km <sup>2</sup>
<b>POPULAÇÃO</b> : 10.544.200 ( 2005 <sup>b</sup> )
<b>POPULAÇÃO ACTIVA</b> : 5.507.000 ( 2005 <sup>b</sup> )
<b>DENSIDADE DEMOGRÁFICA</b> ( hab./km <sup>2</sup> ) : 114,7 ( 2005 <sup>b</sup> )
<b>DESIGNAÇÃO OFICIAL</b> : República Portuguesa
<b>CAPITAL</b> : Lisboa
<b>CAPITAIS DE DISTRITO</b> : Aveiro, Beja, Bragança, Castelo Branco, Coimbra, Évora, Faro Funchal (na Madeira), Guarda, Leiria, Ponta Delgada ( nos Açores ), Portalegre, Porto, Santarém, Setúbal, Viana do Castelo, Vila Real e Viseu
<b>RELIGIÃO PRINCIPAL</b> : Católica Romana
<b>LÍNGUA</b> : Português
<b>MOEDA</b> : Euro ( dividido em 100 céntimos )
1 EUR = 200,482 PTE ( paridade fixa desde 1/01/1999 )
1 EUR = 1,24 USD ( taxa média em 2004 )
<b>PIB</b> : 135,079 milhões EUR ( 2004 <sup>c</sup> )
<b>PIB per capita</b> : 12,854 EUR ( 2004 )
<b>Fontes</b> : INE – Instituto Nacional de Estatística : Banco de Portugal
<b>Notas</b> : ( a ) - Carta Administrativa Oficial de Portugal ( julho 2003 )
( b ) - 1º trimestre de 2005
( c ) - Contas nacionais trimestrais do INE ( julho 2005 )

Figura 3 - Dados populacionais e econômicos de Portugal  
Fonte: [www.icep.pt/portugal/portugal.asp#topo](http://www.icep.pt/portugal/portugal.asp#topo)

### 3.4.2 - Histórico da Cerveja

Segundo o site Cerveja no Mundo ([www.cervejanomundo.com.br](http://www.cervejanomundo.com.br)) a origem das primeiras bebidas alcoólicas é incerta, mas provavelmente tenham sido feitas de cevada, tâmaras, uvas ou mel, sendo a cerveja uma das bebidas alcoólicas mais antigas do mundo. Mas, foram os gauleses os primeiros a fabricá-la com malte, isto é, cevada germinada. Há evidências de que a prática da cervejaria originou-se na região da Mesopotâmia onde, como no Egito, a cevada cresce em estado selvagem. No Egito, a cerveja ganhou status de bebida nacional, até com propriedades curativas, especialmente contra picadas de escorpião. Consta que os egípcios gostavam tanto da bebida que seus mortos eram enterrados com algumas jarras cheias de cerveja.

Tem-se que a cerveja feita de cevada maltada já era fabricada na Mesopotâmia em 6000 a.C. No 4º ou 5º milênio aC já existiam diversos tipos de cerveja, sendo que no Egito, aparentemente, a cerveja era bebida de grande consumo, inclusive nos ritos religiosos, quando era ofertada ao povo.

Documentos históricos mostram que em 2100 aC também os sumérios, um dos povos civilizados mais antigos, alegravam-se com uma bebida fermentada, obtida de cereais.

Na Suméria, cerca de 40% da produção dos cereais destinavam-se às cervejarias chamadas "casas de cerveja", mantida por mulheres.

A cerveja é tão antiga quanto o pão, pois era obtida a partir da fermentação de cereais como cevada e trigo. A cerveja era feita por padeiros devido à natureza da matéria-prima utilizada: grãos de cereais e leveduras. A cevada era deixada de molho até germinar e, então, moída grosseiramente moldada em bolos aos quais se adicionava a levedura. Os bolos, após parcialmente assados e desfeitos, eram colocados em jarras com água e deixados fermentar. Esta cerveja rústica ainda é fabricada no Egito com o nome de Bouza.

O lúpulo, assim como outras ervas aromáticas, tais como zimbro, hortelã e a losna, podia ser adicionado à cerveja para corrigir as diferenças observadas no sabor.

Há 15 séculos atrás, um fragmento de cerâmica mesopotâmica, escrito em sumérico-acadiano de 5000 aC, dizia que fabricar cerveja era uma profissão bem estabelecida e muito respeitada. Os gregos aprenderam a técnica da cervejaria com os egípcios e também usavam lúpulo. Os romanos aprenderam com os gregos e a introduziram na Gália e Espanha sem, contudo, usarem lúpulo até o século VIII.

Os chineses foram os primeiros a preparar bebidas do tipo cerveja obtida de grãos de cereais. A "Samshu", fabricada a partir dos grãos de arroz, e a "Kin" já eram produzidas cerca de 2300 aC.

Em 500 aC e no período subsequente, gregos e romanos davam preferência ao vinho. A cerveja passou então a ser a bebida das classes menos favorecidas, muito apreciada em regiões sob domínio romano, principalmente pelos germanos e gauleses. Foi nessa época que as palavras *cervisia* ou *cerevisia* passaram a ser utilizadas pelos romanos, em homenagem a Ceres, deusa da agricultura e da fertilidade.

### **3.4.3 Processo de Produção da Cerveja**

Segundo a APCV o processo de fabrico de cerveja começa com a moagem dos cereais. Normalmente para uma cerveja branca (tipo *Pilsener*) são utilizados o malte - produzido a partir de cevada, que sofre um processo de germinação sob condições controladas - , o «gritz» de milho, o lúpulo (planta cuja flor confere o sabor amargo à cerveja ) e a água.

O primeiro passo é a produção do mosto, a partir de uma infusão de água e dos cereais. Na parte final desta fase é incluído o lúpulo. Este preparado é feito numa sala de fabrico, ou de brassagem – termo derivado do francês «*brasserie*», que também designa as cervejeiras em França - e após processos de filtração (que separam o mosto da parte insolúvel) e ebulição (que o esterilizam), o mosto está

pronto para a fermentação. Para tal, são utilizadas leveduras, escolhidas em função do tipo de cerveja, e que são inoculadas e vão transformar o mosto noutros compostos, como o álcool, compostos aromáticos e CO<sub>2</sub>, o gás que confere carbonatação à cerveja e o seu aspecto «gaseificado».

A fase seguinte – na qual já se pode chamar de cerveja ao preparado - é a da guarda ou de maturação, um estágio de amadurecimento a baixas temperaturas, em tanques apropriados. A levedura é retirada em parte, para eliminar compostos com aromas desagradáveis. A seguir ao período da guarda, a cerveja passa por outra filtração e segue para tanques, a partir dos quais está pronta para o enchimento. O processo de produção da cerveja preta é igual, mas utiliza-se um malte torrado que lhe dá uma cor mais escura. Os excessos da produção, como a «dreche» - a parte sólida, não utilizada, do mosto - podem ser usados na agricultura. À cerveja, vai ser, então, encaminhada para barris, garrafas e latas, que são objeto dos estudos de ACV desta dissertação.

O CO<sub>2</sub> excedente que resulta da fermentação tem aplicação nas máquinas para a tiragem de *chops*, que em Portugal é chamado de imperial.

Segundo o site *Winkpedia* ([www.winkpedia.org](http://www.winkpedia.org)), o chope (do francês "*chope*", por sua vez oriundo do alsaciano "*schoppe*" - "recipiente de meio-litro") é um tipo de cerveja muito popular.

O seu "*colarinho*", apesar de evitado por alguns, é um importante componente da bebida, devendo ter por volta de três dedos (ou três centímetros), que impossibilitam que o calor externo interfira em sua temperatura, servindo como isolante térmico entre a temperatura ambiente e o frescor interno. A espuma é basicamente composta pelas partículas da bebida intercaladas com gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que, entre outras propriedades, ajuda a evitar que o chope esquente rapidamente.

Com características muito semelhantes às da cerveja, o chope é uma cerveja, não pasteurizada e cristalina.

A seguir são apresentados no Quadro 6 os tipos principais de cerveja, sua origem e classificação, quanto a teor alcoólico e fermentação.

TIPOS DE CERVEJA				
Cerveja	Origem	Coloração	Teor Alcoólico	Fermentação
Pilsen	República Checa	clara	médio	baixa
Dortmunder	Alemanha	clara	médio	baixa
Stout	Inglaterra	escura	alto	geralmente baixa
Porter	Inglaterra	escura	alto	alta ou baixa
Weissbier	Alemanha	clara	médio	alta
München	Alemanha	escura	médio	baixa
Bock	Alemanha	escura	alto	baixa
Malzbier	Alemanha	escura	alto	baixa
Ale	Inglaterra	clara & avermelhada	médio ou alto	alta
Ice	Canadá	clara	alto	alta

Quadro 6 - Tipos de cervejas e classificação por país de origem  
Fonte: site APCV

### 3.4.4 Produção e consumo mundial da cerveja

Segundo dados oficiais da associação Brewers of Europe, “Beer Facts 2002”, a produção total de cerveja dos 17 principais produtores da Europa atingiu os 316.452.000 hectolitros em 2002.

Em comparação ao ano anterior, em que os níveis de produção ficaram pelos 315 milhões de hectolitros, regista-se um aumento de quase 800 mil hectolitros. Ainda assim, a produção é 3% mais baixa do que no início da década de 90, quando a produção europeia ultrapassava os 322 milhões de hectolitros anuais.

Portugal, com mais de sete milhões de hectolitros de cerveja produzidos em 2002, conseguiu superar o nível de 1991, graças ao bom desempenho das exportações, porquanto o consumo de cerveja no mercado interno diminuiu cerca de 0,7 milhões de hectolitros.

Portugal ocupa o 11º lugar entre os 17 produtores europeus, com uma produção de 7,129 milhões de hectolitros, ficando pouco atrás da Irlanda e da Áustria, países de grande tradição cervejeira. Os produtores da Europa são encabeçados pela Alemanha, cujo nível de produção em 2002 alcançou 108 milhões de hectolitros, quase 50% acima do segundo produtor europeu, o Reino Unido, onde se produziram 56 milhões de hectolitros de cerveja.

O Quadro 7 apresenta a quantidade de cerveja produzida nos países europeus em 2002.

Classificação	País	Milhares de hectolitros
1º	<b>Alemanha</b>	108.336
2º	<b>Reino Unido</b>	56.672
3º	<b>Espanha</b>	27.860
4º	<b>Holanda</b>	24.898
5º	<b>França</b>	18.117
6º	<b>Bélgica</b>	15.696
7º	<b>Itália</b>	12.592
8º	<b>Áustria</b>	8.731
9º	<b>Dinamarca</b>	8.534
10º	<b>Irlanda</b>	8.113
<b>11º</b>	<b>Portugal</b>	<b>7.129</b>
12º	<b>Finlândia</b>	4.726
13º	<b>Grécia</b>	4.550
14º	<b>Suécia</b>	4.376
15º	<b>Suíça</b>	3.514
16º	<b>Noruega</b>	2.222
17º	<b>Luxemburgo</b>	386
	<b>União Europeia</b>	<b>310.716</b>
	<b>Total</b>	<b>316.452</b>

Quadro 7 - Produção de Cerveja nos países europeus

Fonte: site APCV - The Brewers of Europe, Beer Facts 2002

Quanto a produção mundial de cerveja, o país que se encontra como primeiro classificado como fabricante mundial em quantidade é os Estados Unidos, apresentando-se o Brasil em quarto lugar na colocação e Portugal passando mundialmente a 15º colocado.

A Tabela 3 apresenta as quantidades de cerveja produzidas mundialmente no ano de 2002, no quadro maiores produtores.

**Tabela 3 - Produção de cerveja no mundo**

Classificação	País	Milhares de hectolitros
1º	USA	236.500
2º	China	209.000
3º	Alemanha	108.336
4º	Brasil	84.500

Fonte: Tabela elaborada em consulta ao site [sindcerv.com.br](http://sindcerv.com.br)



As figuras 4 e 5 apresentam os índices de produção da cerveja na Europa e Portugal nos anos de 1991 a 2002

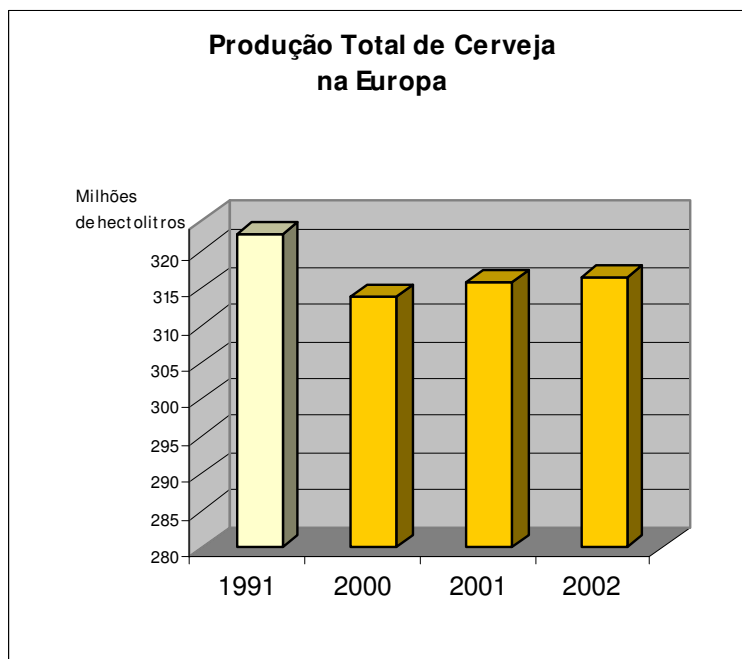


Figura 4 –Produção Total de cerveja na Europa  
Fonte: [http://www.apcv.pt/asp/docs\\_cerveja/5.doc](http://www.apcv.pt/asp/docs_cerveja/5.doc)

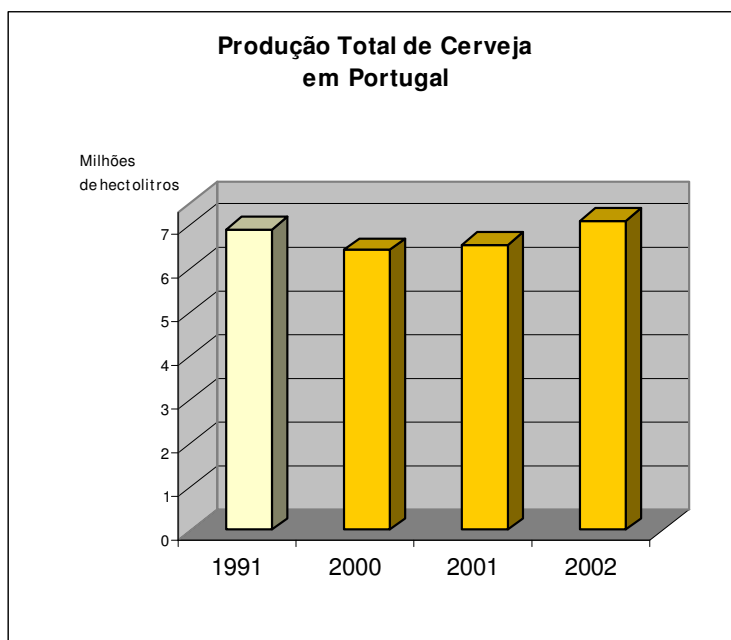


Figura 5 – Produção Total de cerveja em Portugal  
Fonte: [http://www.apcv.pt/asp/docs\\_cerveja/5.doc](http://www.apcv.pt/asp/docs_cerveja/5.doc)

A contribuição do setor cervejeiro português, em termos de produção e venda de cerveja, está estimada em 1,5% do PIB nacional, ou seja, cerca de 1500

milhões de euros. Esta é uma das principais conclusões de um estudo encomendado por The Brewers of Europe à consultora internacional Ernst & Young.

Publicado no início de 2006, o estudo da Ernst & Young foi o primeiro documento a quantificar o impacto econômico de todo o setor cervejeiro europeu e foi realizado entre abril e dezembro de 2005, focalizando-se sobre os 31 países europeus, incluindo os 25 da União Européia.

Os resultados deste estudo indicam que a indústria cervejeira portuguesa emprega 122.291 trabalhadores. Deste total, 91% são trabalhadores envolvidos na venda de cerveja, no setor de serviços como restaurantes e hoteleira, 6% são o resultado da criação indireta de postos de trabalho nos bens ou serviços das indústrias dos fornecedores, 2% são empregos diretos (fabricação da cerveja) e 1% são trabalhadores que dependem da venda de cerveja fora do setor de serviços de restaurantes e hotelaria.

A indústria cervejeira paga anualmente ao Estado português cerca de 84 milhões de euros em imposto especial sobre o consumo (IEC), 626 milhões de euros de imposto sobre valor acrescentado (IVA) e 164 milhões de euros em impostos pagos pelos trabalhadores, perfazendo um total de contribuições em impostos de 874 milhões de euros, segundo informações da APCV disponíveis no site [www.apcv.pt](http://www.apcv.pt), consultado em julho de 2006.

A Ernst & Young ressalta, como aspectos mais positivos do setor cervejeiro nacional: a produtividade, com cada trabalhador a produzir 34 milhões de litros por ano; a forte competição entre os maiores produtores nacionais, o que se revela uma mais valia para o consumidor e para a economia; a existência de marcas de cerveja fortes, com projeção no exterior; a constante inovação do mercado; e o fato de ser um setor tecnologicamente evoluído.

O estímulo que o setor representa na economia portuguesa atinge também as indústrias dos fornecedores dos produtores de cerveja. Serviços, mídia e marketing, transportes, empacotamento, equipamento e agricultura são áreas de atividade em que a indústria cervejeira gera muitos milhões de euros e milhares de empregos.

A APCV é uma associação de setor, sem fins lucrativos, que representa as empresas que, em território nacional, exercem a indústria da produção e/ou enchimento de cerveja. Tem por associadas as principais indústrias de cerveja do país, que são: Cereuro - Cervejeira Européia, S.A., a ECM - Empresa de Cervejas da Madeira, Ltda., a Fábrica de Cervejas e Refrigerantes João de Melo Abreu, Ltda., a Sociedade Central de Cervejas e Bebidas e a Unicer -Bebidas de Portugal.

### 3.5 Caracterização das Embalagens

As embalagens, por meio das várias funções que apresentam como confinamento, proteção, manuseio, distribuição e marketing de produtos, são elementos indispensáveis à comercialização da generalidade dos produtos.

Como função principal pode ser destacada a de conservação dos alimentos, o que é de grande importância, pois reduz a perda e o desperdício de alimentos, retardando a degradação dos mesmos. Estima-se que, com o aumento de 1% de embalagens, o desperdício alimentar diminui 1,6%(Ferrão, 2005). Adicionalmente, os progressivos afastamentos entre os locais de produção e os locais de consumo promovem a necessidade do transporte e conservação dos produtos por maiores períodos de tempo.

A alteração dos hábitos de consumo com o aumento da comercialização de alimentos congelados e pré-prontos e o incremento da função de marketing da embalagem, contribui para a crescente importância das embalagens na vida moderna e na sociedade atual.

As embalagens de bens alimentares e bebidas são constituídas principalmente por plástico, vidro, papel e cartão, aço, alumínio e madeira.

As embalagens podem ser divididas em 3 classes, de acordo com o seu papel no sistema de acondicionamento do produto, o qual, segundo Ferrão (2005), pode ser definido como todas as embalagens usadas para movimentar o produto desde a sua produção até o consumidor final:

- Embalagem de venda ou embalagem primária: qualquer embalagem concebida com o objetivo de constituir uma unidade de venda ao utilizador ou consumidor final no ponto de compra;

- embalagem grupada ou embalagem secundária: qualquer embalagem concebida com o objetivo de constituir, no ponto de compra, um grupo de determinado número de unidades de venda, quer estas sejam vendidas como tal ao utilizador ou consumidor final, quer sejam apenas utilizadas como meio de reaprovisionamento do ponto de venda (este tipo de embalagem pode ser removido, sem afetar as características do produto);

- embalagem de transporte ou embalagem terciária: qualquer embalagem concebida com o objetivo de facilitar a movimentação e o transporte de uma série de unidades de venda ou embalagens agrupadas, a fim de evitar danos físicos durante a movimentação e o transporte. A embalagem de transporte não inclui os contentores para transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo.

## 4 MÉTODOS

Para essa pesquisa foi adotado o método e as diretrizes da série de normas ISO 14040; foi realizado o levantamento de dados da indústria de cerveja em Portugal no ano base de 2005, utilizando-se formulários para esse levantamento e, para compilação e tratamento dos dados foi utilizada a ferramenta informática SIMAPRO versão 7.0.

Como procedimento metodológico foi adotada a pesquisa por meio de consulta a indústrias de embalagens e cerveja, a Associação dos Fabricantes de Cerveja, bem como a entidades que realizam o tratamento e valorização de resíduos.

Para coleta de dados foi utilizado um *check-list* com os dados necessários a cada processo, possibilitando a coleta de forma sistêmica e ordenada e o tratamento destes de forma organizada, por meio de ferramenta informática, o que permite no futuro a reprodutividade dos dados coletados e comparação com estudos atualizados.

### 4.1 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos da ACV utilizados são:

a) Levantamento dos materiais para pesquisa com definição das referências bibliográficas básicas e leitura/estudo destes (Revisão Bibliográfica).

b) Levantamento dos processos e fluxos de materiais para produção e disponibilidade da cerveja ao consumidor.

c) Definição do escopo e limites a serem considerados no estudo de ACV.

d) Definição dos dados atualizados a serem coletados para a realização do estudo de ACV.

e) Levantamento dos dados necessários, por consulta a órgãos oficiais de meio ambiente em Portugal e a fabricantes de cerveja e embalagens.

f) Compilação e tratamento de dados por meio de ferramenta informática Simapro versão 7.0.

g) Análise dos resultados e elaboração das conclusões, por meio da verificação dos pontos críticos de cada embalagem.

## 4.2 Método da Avaliação de Ciclo de Vida

A elaboração de estudos que utilizam o método da Avaliação do Ciclo de Vida quase sempre acarreta em grande consumo de tempo, recursos financeiros e humanos. Dependendo da profundidade do estudo que se pretende conduzir, a coleta de dados pode ainda ser dificultada por várias outras razões. A não disponibilidade de dados importantes pode afetar o resultado final do estudo e, por consequência, a sua confiabilidade.

Torna-se importante, portanto, uma avaliação criteriosa da relação custo-benefício para se atingir a qualidade desejada para o estudo, levando-se em consideração que tipo de dado deverá ser pesquisado, o custo e o tempo para sua coleta e os recursos disponíveis para a condução do estudo.

É importante ter em mente que a ACV, por sua natureza, não é uma ferramenta capaz de medir qual produto ou processo é o mais eficiente, tanto em relação ao custo, quanto em relação a outros fatores, já que não mede, por exemplo, impactos reais ambientais, e sim impactos potenciais.

Por outro lado, as informações resultantes da ACV podem e devem ser utilizadas como mais um componente de um amplo processo decisório que leve em consideração outros fatores. A ACV é uma ferramenta técnica ainda em evolução. Por essa razão, análises comparativas de processos ou produtos devem ser evitadas. Nos casos de comparações levadas ao conhecimento público, dadas as limitações da ACV, deve-se obedecer ao estabelecido na norma NBR ISO 14040. Deve-se ainda observar que, em virtude da complexidade da ferramenta, podem existir ainda incertezas na qualidade dos dados e nos seus resultados, além de haver um certo grau de subjetividade, decorrente da necessidade de julgamento e discernimento por parte dos especialistas encarregados da condução do estudo, como também limitações de conhecimento científico disponível.

O método para a análise de Ciclo de Vida é dividido em quatro fases segundo a norma NBR ISO 14040:

Fase 1 - Definição do objetivo e do âmbito da análise

Fase 2 - Inventário dos processos envolvidos, com enumeração das entradas e saídas do sistema

Fase 3 - Avaliação dos impactos associados às entradas e saídas do sistema

Fase 4 - Interpretação dos resultados das fases de inventário e avaliação, tendo em consideração os objetivos do estudo.

Uma descrição sucinta das fases será apresentada a seguir.

#### **4.2.1 Fase 1 - definição do objetivo e âmbito da análise**

Uma clara e inequívoca definição do “Objetivo” e “Escopo” (NBR ISO 14041) 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. De fato, o processo de estabelecer estas definições pode ser bastante complexo. Deve partir da clara definição do sistema de produto ou serviço. Isto envolve a definição da chamada “unidade funcional”, o que pode não ser trivial, mas que está intimamente ligada ao uso, à finalidade última do sistema de produto.

Por exemplo, ao se estudar o ciclo de vida de tintas, a unidade funcional deve ser algo como a unidade de área pintada acabada, e não a unidade de volume ou massa de tinta. Nesta fase, definem-se também as fronteiras e os limites do estudo, simplificações adotadas, modelos matemáticos, bem como outros aspectos cruciais para o desenvolvimento do estudo. Nesta fase do estudo deve-se considerar:

- o sistema a ser estudado;
- a definição dos limites do sistema;
- a definição das unidades do sistema;
- o estabelecimento da função e da unidade funcional do sistema;
- os procedimentos de alocação;
- os requisitos dos dados;
- as hipóteses de limitações;
- a avaliação de impacto, quando necessária e o método a ser adotado;
- a interpretação dos dados, quando necessária e o método a ser adotado e;
- o tipo e o formato do relatório para o estudo e a definição dos critérios para a revisão crítica, se necessário.

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.

#### **4.2.2 Fase 2 - inventário dos processos envolvidos no ciclo de vida do produto**

A “Análise do Inventário” (NBR ISO 14041) refere-se à coleta de dados e ao estabelecimento dos procedimentos de cálculo para facilitar o agrupamento destes dados em categorias ambientais normalmente utilizáveis e comparáveis, de modo semelhante a um balanço contábil.

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 Análise 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.

### 4.2.3 Fase 3 - avaliação do impacto do ciclo de vida

A Avaliação do Impacto (NBR ISO 14042) refere-se à identificação e avaliação em termos de impactos potenciais ao meio ambiente que podem ser associados aos dados levantados no inventário.

Algumas avaliações mais simples podem ser realizadas apenas com os dados obtidos na fase do inventário. Entretanto quando forem detectadas grandes diferenças nos vários parâmetros de impacto ou quando houver necessidade de se relacionar os dados do inventário aos problemas ambientais, o uso de uma metodologia específica, como a estabelecida na norma NBR ISO 14042, será de grande utilidade.

As diferentes formas existentes para avaliação do impacto ambiental têm gerado grandes debates científicos. Há que se considerar as limitações do conhecimento científico no estabelecimento dos impactos potenciais, aspectos como subjetividade nas análises ou diferenças entre indicadores e impactos.

A norma NBR ISO 14042 propõe uma estrutura para o processo de avaliação incluindo basicamente três etapas:

- *Seleção e definição das categorias*: as categorias devem ser estabelecidas com base no conhecimento científico, onde são identificados os grandes focos de preocupação ambiental, as categorias e os indicadores que o estudo utilizará para avaliação;
- *Classificação*: os dados são classificados e apurados nas diversas categorias selecionadas, relacionadas a efeitos ou impactos ambientais conhecidos, tais como: aquecimento global, acidificação, saúde humana, uso dos recursos naturais, entre outros;
- *Caracterização*: os dados do inventário atribuídos a uma determinada categoria, são modelados por categoria, de forma que cada um possa ter o seu indicador numérico. O indicador da categoria tem por objetivo, representar a carga total ambiental ou a significância do uso dos recursos para a categoria após a conversão e somatória dos dados do inventário, atribuídos a aquela categoria.

A tabela de inventário organiza a informação recolhida em termos de intervenções ambientais, mas não permite avaliar diretamente o impacto ambiental do ciclo de vida do produto ou processo em estudo. Para a caracterização dos impactos ambientais é necessário a conversão em uma matriz de conversão que é responsável pela transformação das intervenções em impactos ambientais, realizando a classificação/caracterização.

A fase de classificação/caracterização estabelece a correspondência entre um conjunto de intervenções ambientais listadas na tabela de inventário e um conjunto de categorias ambientais. Esta correspondência é efetuada por atribuição de pesos que ponderam a contribuição das diversas intervenções ambientais em cada categoria de impacto ambiental. Por exemplo, no caso do efeito estufa, todas as intervenções ambientais são convertidas em massa equivalente de CO<sub>2</sub>.

A conversão dos dados deve ser feita por meio do uso de fatores de equivalência baseados em conhecimentos científicos.

Alguns técnicos poderão atribuir pesos aos resultados da avaliação de impacto. Como a ponderação é um processo baseado em valores e pode envolver critérios subjetivos, essa etapa é considerada como não científica e sujeita a distorções.

Conforme método eco-indicadores 95 as categorias de indicadores ambientais utilizados nesta dissertação são: Efeito estufa, diminuição da camada de ozônio, acidificação, eutroficação, emissão de metais pesados, carcinogénia, *smog* de inverno, *smog* de verão, emissão de pesticidas, esgotamento de matérias-primas e recursos energéticos, e disposição de resíduos sólidos.

Efeito estufa – Esta categoria é transformada em um indicador numérico que quantifica a quantidade relativa de emissões de gases como: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, aerossóis e outros gases na atmosfera terrestre que conduzem a uma absorção cada vez maior das radiações emitidas pela Terra e, conseqüentemente, ao efeito estufa e o aquecimento global.

Diminuição da camada de ozônio – A exaustão da camada de ozônio conduz a um aumento na quantidade de raios ultravioletas que atingem a superfície da Terra, o que pode resultar no crescimento de doença, danos a diversos tipos de materiais e interferências no ecossistema.

Acidificação – A deposição ácida, resultante da emissão de óxidos de nitrogênio e enxofre para a atmosfera, para o solo ou para a água pode conduzir a mudanças na acidez da água e do solo, com efeito tanto sobre a fauna quanto sobre a flora.

Eutroficação – A adição de nutrientes à água ou ao solo aumenta a produção de biomassa. Na água, isso conduz a uma redução na concentração de oxigênio, o que afeta outros organismos como, por exemplo, os peixes. Tanto no solo quanto na água, a eutroficação pode levar a alterações indesejáveis no número de espécies no ecossistema e, portanto, a problemas relativos a biodiversidade.

Emissão de metais pesados – Os metais pesados considerados são aqueles que apresentam um peso atômico elevado, como por exemplo, o chumbo, o cádmio, a prata, o arsênio, e o mercúrio. Estes metais são tóxicos mesmos em concentrações relativamente baixas desde que o tempo de exposição seja prolongado, estes metais podem provocar nos seres humanos, conseqüências graves ao nível do sistema nervoso e fígado.

Carcinogénia – Neste indicador é considerado a emissão para o ar, água ou solo de substâncias consideradas tóxicas, como os compostos aromáticos (tolueno, benzeno, xileno, fenol, etc.), metais pesados (chumbo, cádmio, cromo, arsênio,



mercúrio, etc.) tetracloreto de carbono, hidrocarbonetos halogenados (tricloro metano, etc.), que podem causar o câncer no ser humano.

Smog de Inverno – É o nevoeiro causado pela reação entre óxidos de nitrogênio (NOx) e substâncias orgânicas voláteis sob a ação de raios ultravioleta, produzindo compostos oxidantes fotoquímicos. Como efeito prático, tem-se o aumento de doenças respiratórias em grandes centros urbanos, onde é mais difícil dissipar a nuvem de poluentes formada.

Smog de verão – Caracteriza-se por um nevoeiro de coloração alaranjada, ocorrendo em grandes centros urbanos, principalmente no verão. As principais substâncias poluentes que contribuem para o *smog* de verão são os óxidos de azoto e os hidrocarbonetos, provenientes principalmente dos motores dos automóveis e veículos automotivos.

Emissão de pesticidas – A deposição de pesticidas nos solos é considerada perigosa para o meio ambiente por duas razões fundamentais: pode conduzir “a poluição da água dos lençóis freáticos, tornando esta imprópria para consumo humano e pode causar danos na flora, na medida em que contamina os solos alterando a sua atividade biológica.

Para avaliação de impactos são considerados 4 tipos de pesticidas conforme o ingrediente ativo que compõe cada um (desinfetantes, fungicidas, herbicidas e inseticidas).

Esgotamento de matérias-primas e recursos energéticos: Esta categoria é transformada em um indicador numérico que quantifica a quantidade relativa de água e a extração de recursos naturais para consumo como fonte energética e como matéria-prima de processos industriais. Os recursos naturais utilizados como fonte energética incluem carvão, petróleo, gás natural, ou seja, combustíveis fósseis ou minerais, minérios, etc. utilizados no ciclo de vida do produto ou serviço em estudo na ACV.

Deposição de resíduos sólidos: Nesta categoria é avaliado o espaço utilizado para deposição dos resíduos dos materiais em estudo na ACV, em termos gerais a deposição de resíduos não é causadora de morte ou doenças, e sim de problemas aos ecossistemas ameaçados pelo uso de espaço para a deposição de lixo.

Os resultados dos indicadores representam um perfil da utilização dos recursos e das emissões para o sistema em estudo, tendo como objetivo condensar e simplificar os dados do inventário. Os indicadores devem refletir as emissões totais ou agregadas ou a significância da utilização dos recursos, emissões e resíduos.

#### **4.2.4 Fase 4 - interpretação da avaliação do ciclo de vida**

A interpretação dos resultados de ACV (NBR ISO 14043) 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. Este relatório deve seguir as prescrições das normas NBR ISO 14040 e NBR ISO 14041.

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, uma 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 14040 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.

A análise crítica é realizada 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 num 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, devem ser incluídos no relatório de estudo de ACV.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Fase 1 – Definição de Objetivo e Escopo**

O ciclo de vida das embalagens compreende genericamente as fases de produção, uso e fim de vida. A fase de produção compreende todos os processos e materiais envolvidos na produção das embalagens, desde a extração de matérias-primas à distribuição da embalagem com o produto ao consumidor; a fase de uso corresponde àquela em que o produto é consumido, e conseqüentemente, separado da embalagem; a fase de fim de vida envolve todos os processos que levam à desintegração da embalagem e reintegração na natureza, ou à sua reutilização ou reciclagem.

Na Figura 6 esta representada o ciclo de vida utilizado nos estudos de ACV das embalagens de cerveja.

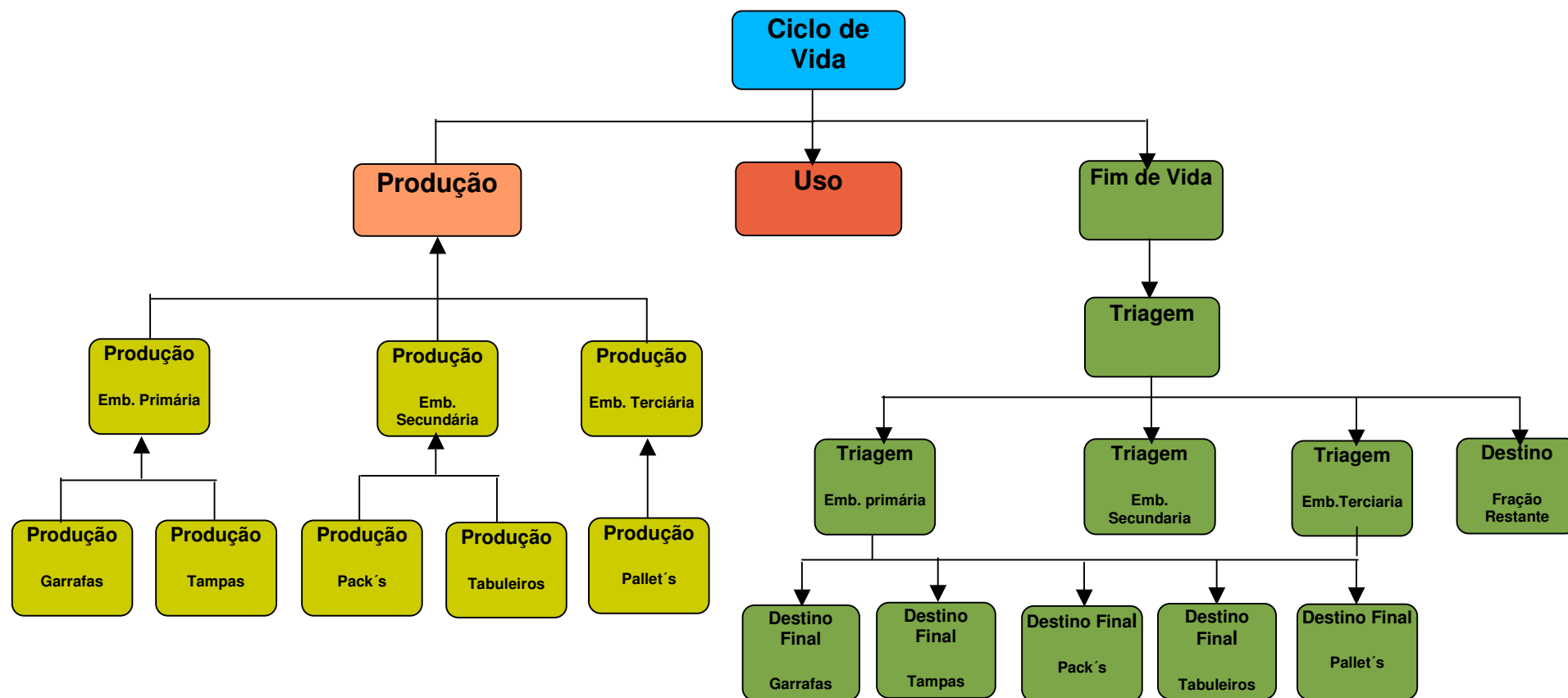


Figura 6 - Representação esquemática do ciclo de vida de embalagens de cerveja

Nos estudos de ACV realizados no ano 2000, foram considerados os dados referentes às embalagens mais representativas no mercado português.

Este estudo foi refeito e apresentado nesta dissertação; com dados da situação atual, possibilitando a comparação entre as ACV's.

Foram considerados os dados dos dois principais fabricantes de cerveja no mercado português em 2005: Unicer e Central Cervejas, cujos dados atuais estão apresentados nos Anexos A e B respectivamente.

As embalagens objetos de estudo no ano de 2000 foram:

- embalagem de vidro tara perdida 0.33 l;
- embalagem de vidro tara retornável 0.33 l;
- lata de alumínio 0.33 l;
- barril 30 l e 50 l.

Para os estudos de ACV com dados atualizados de 2005, foram consideradas as seguintes embalagens como objeto de estudo:

- embalagem de vidro tara perdida 0.33 l;
- embalagem de vidro tara retornável 0.33 l;
- lata de alumínio 0.33 l.

No mercado português no ano de 2005, existiam ainda as embalagens de vidro tara perdida 0.25 l e 1 l; embalagem de vidro tara retornável 0.20 l e 1 l; lata de alumínio 0.50 l; porém com baixa representatividade na quantidade total da cerveja comercializada no país, conforme cálculos de representatividade apresentados na tabela 45.

A análise dos questionários aplicados aos dois principais fabricantes de cerveja, referentes ao ano de 2005, permitiu verificar que as principais embalagens de cerveja em Portugal são as garrafas de vidro 0,33 l tara perdida e as garrafas de vidro 0,33 l tara retornável, totalizando 399 milhões de embalagens e 132 milhões de litros de cerveja, disponibilizados no mercado anualmente, representando 63,5 % do total de embalagens de cerveja disponibilizadas.

As latas de alumínio 0,33 l ocupam a segunda colocação com 98 milhões de unidades, num total de 32 milhões de litros representando 15,59% do total de embalagens colocadas no mercado anualmente pelos dois principais fabricantes de cerveja em Portugal.

A tabela 45 apresenta os números das embalagens disponibilizadas pelos fabricantes em 2005, no mercado português. Estes números demonstram a representatividade das 3 embalagens, cujos estudos de ACV foram realizados para o ano de 2005, ou seja representam a situação atual do impacto das embalagens de cerveja em Portugal.

## **5.2 Unidade Funcional**

A vida das embalagens acha-se inexoravelmente relacionada com o ciclo de vida do produto que contém – neste caso, a cerveja.

A unidade funcional do ciclo de vida da embalagem de cerveja foi determinada como a distribuição de 1000 litros de cerveja ao consumidor.

Optou-se por 1000 litros para que os resultados obtidos sejam de melhor apresentação em escala gráfica, por se tratar de valores pequenos, quando transformados para eco-indicadores. Quando se apresentam os valores para 1000 litros de cerveja os mesmos são numericamente mais fáceis de avaliação e compreensão, do que para 1 litro de cerveja.

Neste sentido, todos os resultados apresentados devem ser entendidos como impactos por cada 1000 litros de cerveja consumida.

## **5.3 Fluxo dos Processos Envolvidos no Ciclo de Vida das Embalagens de Cerveja em Portugal - Ano 2000 - Definição dos Limites dos Sistemas**

As figuras 7,8 e 9 apresentam os fluxos de processos para os três tipos principais de embalagens utilizadas em Portugal e consideradas para a realização do estudo de Análise de Ciclo de Vida das Cervejas em Portugal.

Nestes fluxos estão descritos os limites adotados para a realização da ACV, estão descritos o início e o final do fluxo produtivo e de consumo, considerados nas ACV's.

Como limites do sistema de estudo estão a fabricação dos componentes das embalagens, não sendo estudados os impactos para obtenção e transporte das matérias primas até os fabricantes dos componentes, para a lata de alumínio foi considerado a chapa de alumínio utilizada na fabricação da lata e não considerado o impacto do transporte do alumínio até o fabricante da lata.

As tabelas 4, 5 e 6 apresentadas após cada fluxo de ACV, descrevem os respectivos fluxos e as considerações realizadas nas ACV's, divididos por tipo de embalagem.

O fluxo dos processos considerados na ACV, para garrafas de tara retornável e tara perdida, está representado na figura 7.

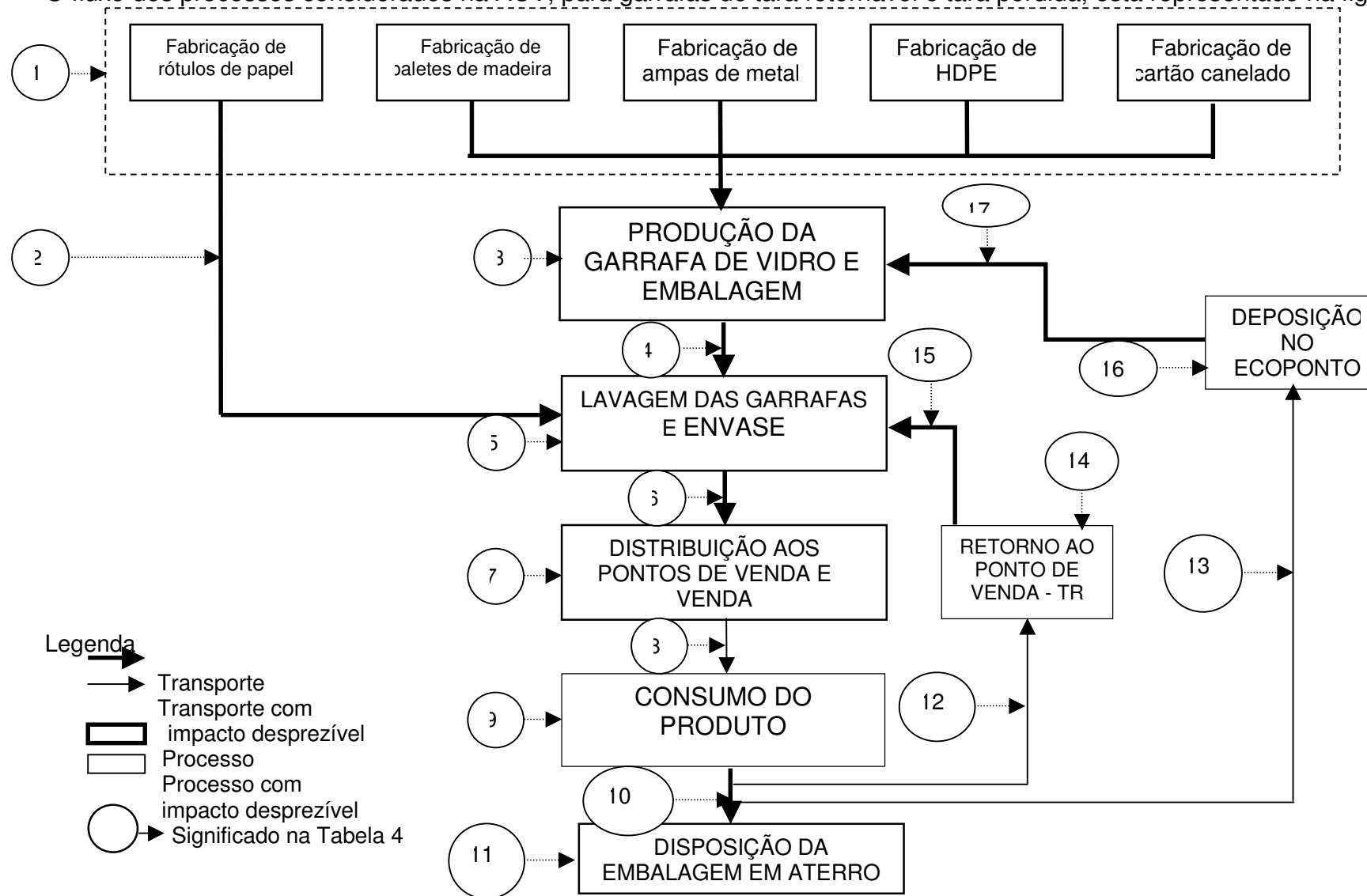


Figura 7 Fluxo dos processos para garrafas tara retornável e tara perdida.

Tabela 4 - Descrição do fluxo, dados e considerações como input para a realização da ACV das garrafas de cerveja.

<b>N</b>	<b>Processo/Fase</b>	<b>Dados obtidos e considerados</b>	<b>Considerações e comentários adicionais</b>
1	Fabricação dos Insumos e embalagens	Composição dos componentes da garrafa Peso de cada componente embalagem	-
2	Transporte dos componentes a fabrica de garrafas	Distâncias percorridas	-
3	Produção da garrafa de Vidro e Embalagem destas	Peso das garrafas Forma de embalagem das garrafas	-
4	Transporte das garrafas até o local de envase	Distância média percorrida	-
5	Produção da cerveja e envase	Descrição do processo de envase - etapas -Perdas no processo -Consumo de energia -Consumo de água Forma de embalagem –quantidade de garrafas por <i>pallet</i> e por caixa	-
6	Transporte da cerveja aos pontos de venda	Distâncias de transporte – logística de distribuição	-
7	Distribuição aos pontos de venda e venda	Forma de disposição dada as caixas e <i>pallets</i> – taxa de retorno ao uso das caixas e <i>pallets</i>	-
8	Transporte ao local de consumo	-	Pode ser desconsiderado, quanto ao impacto, pois é realizado pelo consumidor, com muitas variáveis na forma de transporte
9	Consumo do produto	-	Pode ser desconsiderado, quanto ao impacto, pois é praticamente nulo
10	Transporte do produto ao aterro	Taxa de embalagens que são transportadas para disposição em aterro e distâncias percorridas – conforme impactos da rede de coleta pública	-
11	Disposição em aterro	Taxa de embalagens que são dispostas em aterro	Impactos considerados conforme base de dados de aterro sanitário na ferramenta informática Simapro
12	Transporte de garrafas retornáveis até o ponto de venda-retorno	-	Pode ser desconsiderado, quanto ao impacto, pois é realizado pelo consumidor, com muitas variáveis na forma de transporte.

continua ...



...continuação

<b>N</b>	<b>Processo/Fase</b>	<b>Dados obtidos e considerados</b>	<b>Considerações e comentários adicionais</b>
13	Transporte das garrafas até o ecoponto	-	Pode ser desconsiderado, quanto ao impacto, pois é realizado pelo consumidor, com muitas variáveis na forma de transporte.
14	Retorno das garrafas ao ponto de venda	Taxa de retorno das garrafas e taxa de aproveitamento destas	-
15	Transporte do ponto de venda das garrafas retornáveis até a fábrica de cerveja	Distâncias percorridas dos ecopontos a fábrica de cerveja	-
16	Deposição no Ecoponto	Taxa de reciclagem	-
17	Transporte do Ecoponto a fábrica de garrafas	Distâncias percorridas	-

A figura 8 representa o fluxo dos processos considerado na ACV, para latas de alumínio.

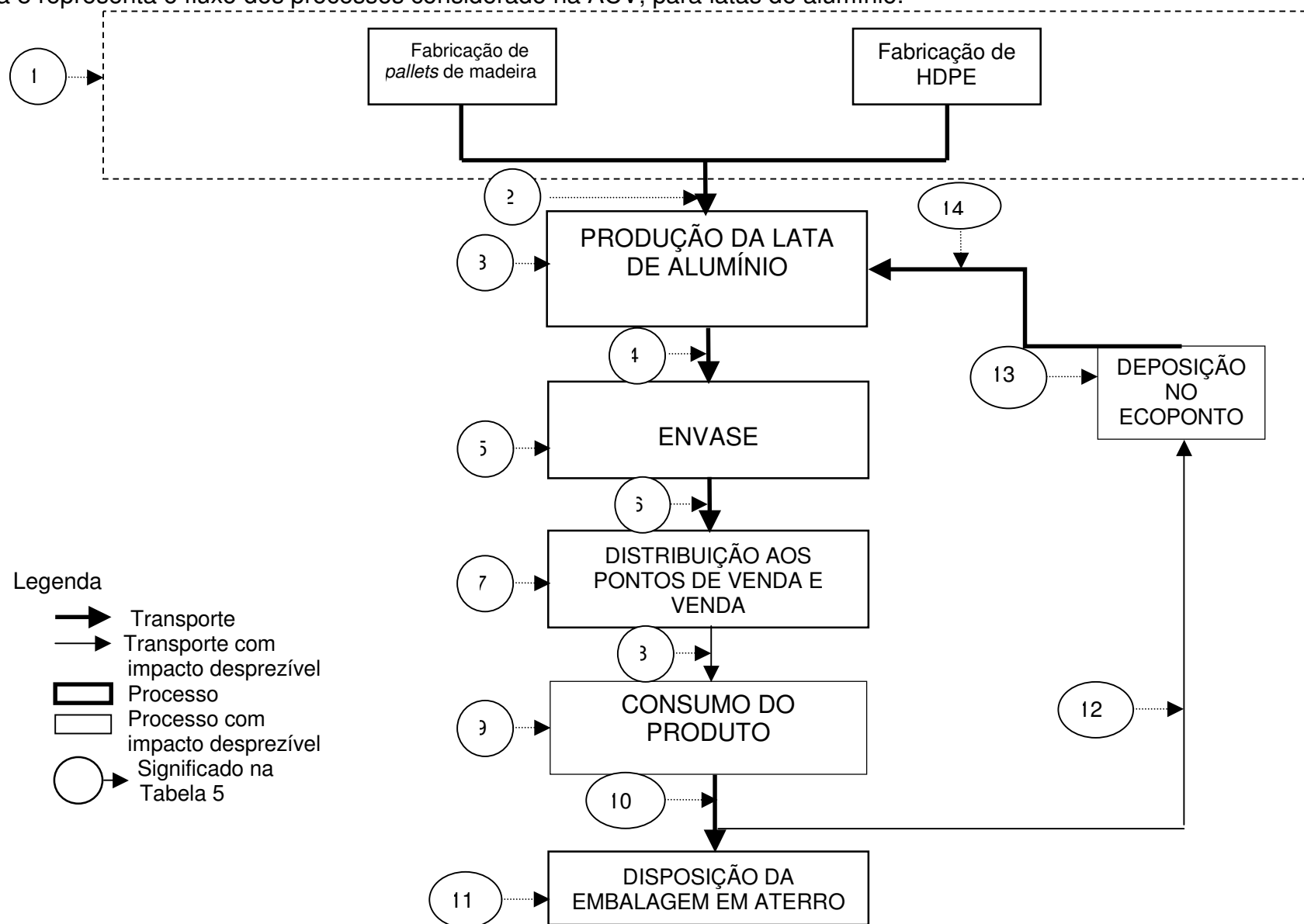


Figura 8 – Fluxo dos processos para latas de alumínio

Tabela 5 - Descrição do fluxo dados e considerações como input para a realização da ACV das latas de cerveja

<b>N</b>	<b>Processo/Fase</b>	<b>Dados obtidos e considerados</b>	<b>Considerações e comentários adicionais</b>
1	Fabricação dos Insumos e embalagens	Consumo de HDPE e quantidade de latas por <i>pallet</i>	-
2	Transporte dos componentes à fábrica de latas de alumínio	Distâncias percorridas	-
3	Produção das latas de alumínio e Embalagem destas	Peso das latas e forma de embalagem das latas para envio a fábrica de cerveja	-
4	Transporte das latas até o local de envase	Distância média percorrida	-
5	Produção da cerveja e envase	Descrição do processo de envase - etapas -Perdas no processo -Consumo de energia -Consumo de água Forma de embalagem –quantidade de latas por <i>pallet</i> ou por filme HPDE	-
6	Transporte da cerveja aos pontos de venda	Distâncias de transporte – logística de distribuição	-
7	Distribuição aos pontos de venda e venda	Forma de disposição dada ao HDPE e <i>pallets</i> – taxa de retorno ao uso dos <i>pallets</i>	-
8	Transporte ao local de consumo	-	Pode ser desconsiderado, quanto ao impacto, pois é realizado pelo consumidor, com muitas variáveis na forma de transporte
9	Consumo do produto	-	Pode ser desconsiderado, quanto ao impacto, pois é praticamente nulo
10	Transporte do produto ao aterro	Taxa de embalagens que são transportadas para disposição em aterro e distâncias percorridas – conforme impactos da rede de coleta pública	-
11	Disposição em aterro	Taxa de latas de alumínio que são dispostas em aterro	Impactos considerados conforme base de dados de <i>landfill</i> no Simapro
12	Transporte das latas até o ecoponto	-	Pode ser desconsiderado, quanto ao impacto, pois é realizado pelo consumidor, com muitas variáveis na forma de transporte
13	Deposição no Ecoponto	Taxa de reciclagem	-
14	Transporte do Ecoponto a fábrica de latas de alumínio	Distâncias percorridas	-

A figura 9 representa o fluxo dos processos considerado na ACV para barris de inox.

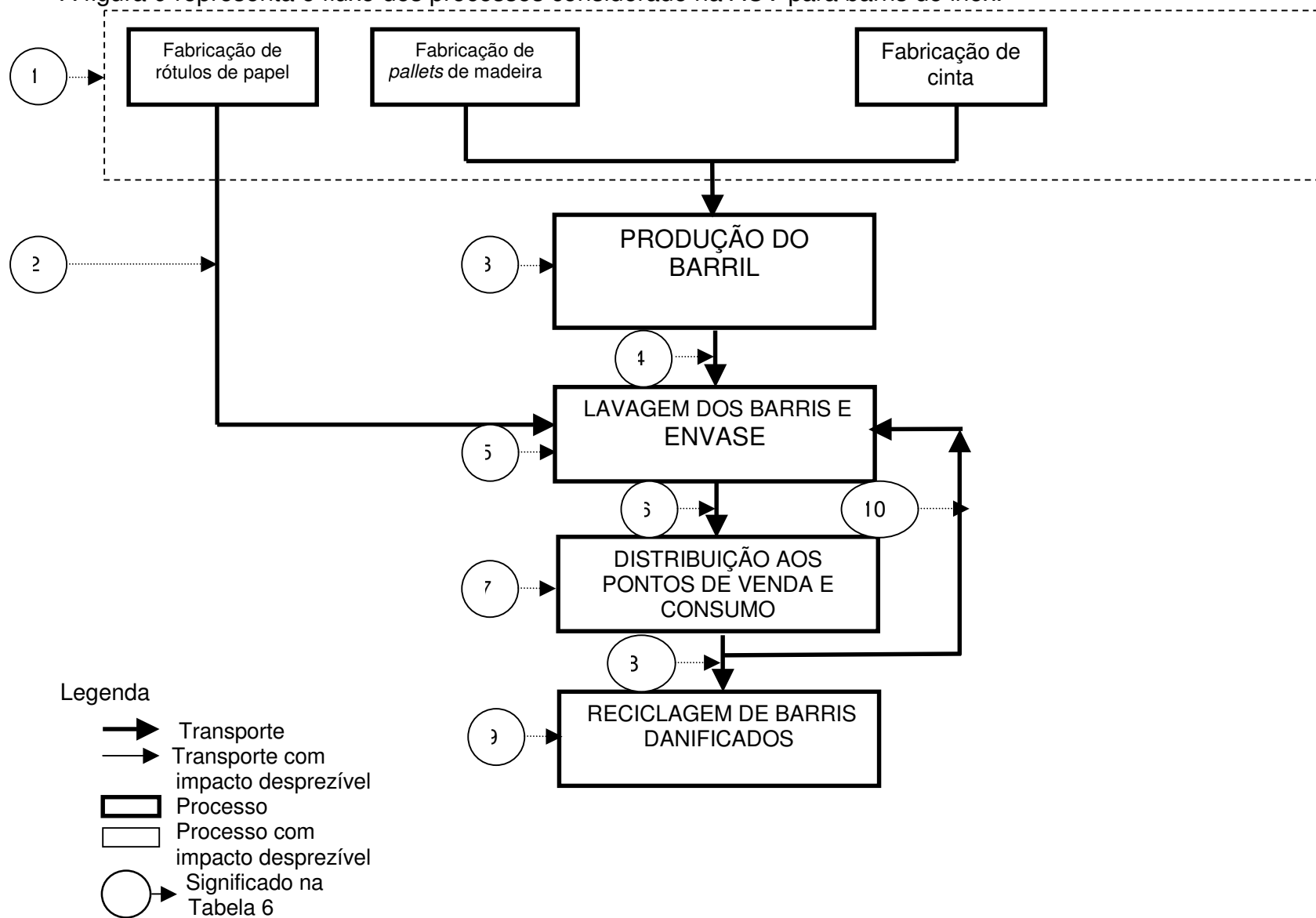


Figura 9 – Fluxo dos processos para barris de inox

Tabela 6 - Descrição do fluxo, dados e considerações como input para a realização da ACV dos barris de inox.

<b>N</b>	<b>Processo/Fase</b>	<b>Dados obtidos e considerados</b>	<b>Considerações e comentários</b>
1	Fabricação dos insumos da embalagem	Composição dos componentes do barril-rótulo de papel Peso de cada componente da embalagem	
2	Transporte dos componentes à fábrica de barris	Distâncias percorridas	
3	Produção dos barris	Peso dos barris Forma de embalagem dos barris	
4	Transporte dos barris até o local de envase	Distância média percorrida	
5	Produção da cerveja e envase	Descrição do processo de envase - etapas -Perdas no processo -Consumo de energia -Consumo de água Forma de embalagem –quantidade de barris por <i>pallet</i>	
6	Transporte da cerveja aos pontos de venda	Distâncias de transporte – logística de distribuição	
7	Distribuição aos pontos de venda e venda	Forma de disposição dada aos <i>pallets</i> – taxa de retorno ao uso dos <i>pallets</i>	-
8	Transporte dos barris danificados a reciclagem ou aterro sanitário	Distâncias percorridas	
9	Disposição de barris danificados	Taxa de perda e reciclagem dos barris-taxa de disposição em aterro e reciclagem	
10	Retorno dos barris para reuso	Distâncias e logística para retorno dos barris vazios a fábrica	

#### **5.4 Fontes de Dados e Informações**

Para a realização da ACV das embalagens de cerveja em Portugal referentes ao ano 2000, foi utilizado como fonte de dados as ACV's descritas no livro "A Ecologia Industrial e as embalagens de Bebidas e Bens Alimentares em Portugal" de Paulo Ferrão, et al. (2005) e da Dissertação de Mestrado de Paulo Ribeiro "Embalagens de bens alimentares: contributos para a definição de política eco-eficiente em Portugal (2002)".

Para a realização da ACV das embalagens de cerveja em Portugal referentes a 2005, a coleta de dados foi realizada por meio de um questionário enviado às principais empresas produtoras de cerveja nesse país, com a demanda de dados necessários para a elaboração da ACV atualizada.

Os dados compilados, resultantes das respostas aos questionários pelo fabricante Unicer acham-se apresentados no Anexo A e, os do fabricante Central Cervejas estão apresentados no Anexo B.

Para a obtenção dos dados referentes às taxas de reciclagens praticadas no ano de 2005 em Portugal, que foram utilizadas para a realização dos estudos de ACV's atualizados, foi consultado o site oficial da Sociedade Ponto Verde, que é a entidade responsável pelo gerenciamento da recolha dos materiais recicláveis em Portugal, conforme descrito no capítulo 7.

#### **5.5 Bases de Dados Utilizada**

Nos estudos de ACV foi utilizada a base de dados BUWAL 95, onde constam os dados referentes aos impactos ambientais para a obtenção e utilização de energia, fabricação de materiais, como alumínio, aço, plástico, etc.

Esta base de dados foi adotada, pois nos estudos de ACV realizados em 2000 adotou-se esta base e, portanto, por se tratar de estudo comparativo entre os impactos das embalagens de cerveja em Portugal nos anos de 2000 e 2005, foi adotada a mesma base.

Embora esta base de dados seja considerada por alguns autores como antiga (1995), quando comparada a outras bases de dados disponíveis, tais como: IDEMAT 2001, Franklin USA 98, ETH-SEU 96.

A base de dados BUWAL 95 se apresenta completa para os estudos a serem realizados nesta pesquisa, ou seja, a mesma apresenta os dados de consumo de energia e valores energéticos para todos os materiais em estudo nesta ACV, sendo este mais um motivo para sua adoção, pois apresenta as matrizes energéticas da Europa, atendendo as localizações dos fabricantes dos componentes das embalagens utilizadas para cervejas em Portugal.

## **5.6 Fase 2 - Inventário dos Processos Envolvidos, com Enumeração das Entradas e Saídas do Sistema**

Para a realização da ACV das embalagens de cerveja foram considerados os seguintes dados no inventário:

- caracterização das embalagens, sua composição e classificação (primária, secundária, etc.);

- quantidades necessárias das embalagens para atendimento à unidade funcional, bem como à forma de montagem das embalagens transportáveis até os centros de distribuição para disponibilização ao consumidor;

- peso de cada unidade e quantidade necessária para atendimento à unidade funcional definida de 1000 l;

- taxa de perda no envase/enchimento de cada embalagem, pois este valor deve ser acrescido nas quantidades necessárias de embalagens para atender a unidade funcional;

- valores de energia e insumos necessários para o processo de enchimento/envase de cada tipo de embalagem;

- tipo de transporte utilizado para distribuição do produto e as distâncias percorridas (logística de distribuição);

- cenário de disposição -“Disposal Scenario”- para cada tipo de embalagem, considerando-se as disposições dadas a cada embalagens com as diferentes taxas de reciclagem aplicáveis e as taxas de reuso e disposição em aterro sanitário;

- tipo de transporte utilizado e distâncias percorridas para a disposição das embalagens após uso (logística de disposição).

Com estes dados, considerados no inventário das ACV's, pode ser avaliado o ciclo de vida das embalagens de cerveja e seus impactos desde o nascimento, até a disposição final (do berço ao túmulo). Nos sub-itens seguintes serão apresentados os valores e dados considerados nos estudos de ACV.

### **5.6.1 Principais características das embalagens de cerveja**

As características principais das embalagens de cerveja utilizadas em Portugal e consideradas nestes estudos de ACV acham-se apresentadas na tabela 7.

Tabela 7 - Características das principais embalagens de cerveja no ano 2000.

Designação	Tipo	Embalagem	Dimensão/ Volume	Material	Peso (g)	nº por pallet
Garrafa 0,33l Tara Perdida 4X (6X0,33l) TP	Primária	Garrafa de vidro tara perdida	0,33 litros	Vidro TP	225	1536
		Tampas metálicas	1 unidade	Aço (FF)	2,3	1536
		Rótulo de papel	1 unidade	Papel	0,6	1536
		Gargantilha de papel	1 unidade	Papel	0,1	1536
	Secundária	Pack	6 garrafas	Cartão	40	256
		Tabuleiro	4 pack's	Cartão	93	64
	Terciária	Pallet (europallet)	1200*800*144 mm <sup>3</sup>	Madeira	27700	1
		Filme retrátil	-	PEBD	3061	-
Garrafas 0,33 l Tara Retornável						
Garrafa 0,33l Tara Retornável 24 X 0,33l TR	Primária	Garrafa de vidro tara retornável	0,33 l	Vidro TR	280	1152
		Tampas metálicas das garrafas	1 unidade	Aço (FF)	2,3	1152
		Rótulo de papel	1 unidade	Papel	0,6	1152
		Gargantilha de papel	1 unidade	Papel	0,1	1152
	Secundária	Grade de Plástico	24 garrafas	PEAD	1750	48
	Terciária	Pallet (Leça do Balio)	1220*950*144 mm <sup>3</sup>	Madeira	35000	1
		Filme retrátil	-	PEBD	3061	-
	Latas de Alumínio					
Latas de alumínio 24 X 0,33l	Primária	Lata de Alumínio	0,33 l	Alumínio	14,6	2592
	Secundária	Tabuleiro	24 latas	cartão	93	108
	Terciária	Pallet (Europallet)	1200*800*144 mm <sup>3</sup>	Madeira	27700	-
		Filme retrátil	-	PEBD	3713,8	-
Barris						
Barril 30 l	Primária	Barril de Inox	30 litros	Aço Inox	15100	6
	Terciária	Pallet (Europallet)	1200*800*144 mm <sup>3</sup>	Madeira	27700	1
Barril 50 l	Primária	Barril de Inox	50 litros	Aço Inox	19600	6
	Terciária	Pallet (Europallet)	1200*800*144 mm <sup>3</sup>	Madeira	27700	1

Fonte: Ferrão (2005) com base nas informações da "Unicer"



A tabela 8 apresenta as taxas de reciclagem do ano 2000, praticadas em Portugal e consideradas nos estudos de ACV.

Tabela 8 - Taxas de reciclagem no ano 2000, para disposição dos resíduos das embalagens

<b>Material</b>	<b>Taxa de reciclagem para disposição dos resíduos (%)</b>
Vidro	38
Aço	20
Alumínio	25

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

### **5.6.2 Logística associada às embalagens de cerveja**

A cerveja em Portugal é engarrafada e embalada em três fábricas localizadas nas cidades de Leça do Balaio, Santarém e Loulé.

A logística associada aos sistemas de embalagem da cerveja em Portugal durante o ano 2000, encontra-se apresentada na tabela 9.

Todas as embalagens são fabricadas fora do local de enchimento.

Tabela 9 - Logística Associada às embalagens de cerveja no ano 2000

Embalagem		Localização do Fornecedor mais representativo	Distância Média (km)	Tipo de Transporte
Primária	Garrafas de Vidro Tara perdida e Tara retornável	Avintes Marinha Grande Figueira da Foz	136	24 ton.
	Tampas metálicas	Alcochete Leganes (Espanha)	434	24 ton.
	Rótulos e Gargantilhas de Papel	Bruxelas (Bélgica)	1650	24 ton.
	Latas de alumínio	Marselha (França)	1300	24 ton.
	Barris de inox	Sevilha(Espanha) Munich (Alemanha)	1230	24 ton.
Secundária	Pack's e tabuleiros	Vila do Conde	277	16 ton.
	Grades de Plástico	Oliveira de Azeméis	266	24 ton.
Terciária	Pallets de madeira	Proença-a-Nova Lisboa	212	24 ton.
	Filme retrátil	Porto Maia	263	10 ton.

Fonte: Ferrão (2005) com base nas informações da “Unicer”

Segundo Ferrão (2005) as distâncias médias dos fornecedores ao envase foram calculadas por meio da média ponderada entre a localização de cada fornecedor e as fábricas que produzem cerveja neste tipo de embalagem.

Demais dados e considerações utilizadas na ACV, para os componentes das embalagens são apresentados a seguir:

- Filmes retráteis são utilizados 3061 g de filme retrátil por *pallet* de garrafas de vidro e 3714 g por *pallet* de latas de alumínio;

- pallets – A distância média do transporte do fornecedor até a montagem/uso é de 212 km. Fornecedor localizado em Proença-a-Nova ou Lisboa, o caminhão utilizado é de 24 ton;

- tampas metálicas - Distância média do transporte do fornecedor até a montagem/uso das tampas é de 434 km. Fornecedor localizado em Alcochete ou Leganes (Espanha), o caminhão utilizado é de 24 ton;

- manga retrátil - Distância média do transporte do fornecedor até a montagem/uso é de 263 km. Fornecedor localizado em Porto ou Maia, o caminhão utilizado é de 10 ton;

- gargantilha e Rótulo - Transporte referente a produção do rótulo e gargantilha no fornecedor em Bruxelas (Bélgica), com distância média de 1650 km, o caminhão utilizado é de 24 ton;
- garrafas de Vidro - Transporte referente a 3 fornecedores de garrafas localizados em Avintes, Marinha Grande e Figueira da Foz, com distância média de 136 Km, transporte em caminhão de 24 ton.

### 5.6.3 Consumo de materiais e de energia associados ao processo de enchimento

A tabela 10 apresenta o consumo de materiais e energia, associados ao processo de enchimento e engarrafamento das diferentes embalagens de cerveja, consideradas no estudo de ACV no ano 2000.

Tabela 10 – Consumo de materiais e energia durante o enchimento das embalagens de cerveja no ano 2000

Designação da embalagem	Eletricidade (KWh)	Vapor Fuel) (kg)	Água (litros)	Soda Cáustica líquida 50% (g)
4 X (6x0,33) TP	0,0231	0,0235	1,168	0,728
24 x 0,33 TR	0,0124	0,0719	0,924	1,258
24 x 0,33 Lata	0,0121	0,0692	1,066	0,998
Barril 30 l	1,2344	4,8732	65,940	60,400
Barril 50 l	1,2280	4,8858	72,696	107,820

Fonte: Ferrão (2005) - Com base em informações da “Unicer”

A tabela 11 apresenta as taxas de perdas e quebras verificadas no processo de enchimento das embalagens de cerveja do estudo de ACV no ano 2000.

Tabela 11 - Taxa de perdas durante o processo de envase-ano 2000.

Tipo de embalagem primária	Taxa de quebra (%)
Garrafas tara perdida	1,3
Garrafas tara retornável	4,0
Latas de alumínio	0,9
Barris de inox	0,12

Fonte: Tabela elaborada com informações de Ferrão(2005)

#### 5.6.4 Logística associada à distribuição da cerveja

Junto a cada uma das 3 fábricas de produção da cerveja, nas cidades de Leça do Balaió, Santarém e Loulé, existe um armazém de onde é feita a distribuição, logo não é considerado nenhum trajeto entre engarrafador e distribuidor.

Apesar de haver exceções, associadas a variação de mercado, genericamente a fábrica de Leça do Balaió abastece a região norte, a fábrica de Santarém a região centro e, a Loulé, a região sul.

Segundo Ferrão (2005) a distância média do distribuidor ao consumidor foi calculada considerando a localização de cada uma das fábricas e o mapa de distribuição geográfica do consumo de cerveja da Nielsen. Calculou-se a média de cada fábrica até cada região respectiva e multiplicou-se pela percentagem de consumo, obtendo-se uma distância média de 92 km, conforme descrito na tabela 12.

Tabela 12 - Logística associada a distribuição das embalagens da cerveja no ano de 2000

Distribuição do produto	Tipo de Transporte	Distância Média (km)
Engarrafador-Distribuidor Consumidor	24 ton.	92

Fonte: Ferrão (2005) com base em informações da “Unicer” e da Nielsen

A seguir são apresentados os resultados dos cálculos realizados, principalmente na forma de tabelas, com os dados obtidos para a realização das ACV's das embalagens de cerveja em Portugal, referentes aos anos 2000 e 2005.

#### 5.6.5 Inventário das Garrafas 0,33 l tara perdida - ano 2000

Para as garrafas de vidro 0,33 l tara perdida foi considerada a taxa de perda no envase de 1,3% , portanto, para atender a unidade funcional de 1000l os pesos das embalagens e componentes de embalagem, foram considerados para 1013 l, resultando em 1000 l de cervejas disponibilizados ao consumidor.

A tabela 13 apresenta as características das embalagens da cerveja no ano 2000, para as garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, acrescidas dos pesos em relação a unidade funcional.

Tabela 13 - Características das embalagens de cerveja para garrafas de vidro 0,33 l tara perdida

Designação	Tipo	Embalagem	Dimensão/ Volume	Material	Peso (g)	nº por <i>pallet</i>	Peso por unidade funcional (kg)
4 X (6 X 0,33) TP	Primária	Garrafa de vidro de tara perdida	0,33 litros	Vidro TP	225	1536	690,75
		Tampas metálicas	1 unidade	Aço (FF)	2,3	1536	7,06
		Rótulo de papel	1 unidade	Papel	0,6	1536	1,842
		Gargantilha de papel	1 unidade	Papel	0,1	1536	0,307
	Secundária	Pack	6 garrafas	Cartão	40	256	20,46
		Tabuleiro	4 pack's	Cartão	93	64	11,90
	Terciária	<i>Pallet</i> (europallet)	1200*800*144 mm <sup>3</sup>	Madeira	27700	1	55,40
		Filme retrátil	-	PEBD	3061	-	6,12

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão(2005)

A tabela 14 apresenta a logística dos componentes ao envase, incluindo os pesos transportados e os pesos por quilômetro até a fábrica de cerveja da Unicer, para garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, para atendimento à unidade funcional definida de 1000 l.

Tabela 14 – Logística dos componentes ao envase e seus pesos para garrafas 0,33 l tara perdida

<b>Componente</b>	<b>Tipo de caminhão</b>	<b>Distâncias percorridas (km)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>kg.km</b>
Garrafa 0,33 l	24 ton	136	690,75	93942
Tampas metálicas	24 ton	434	70,61	3064,47
Rótulo e gargantilha	24 ton	1650	1,842 + 0,307	3545,85
Pack	16 ton	277	20,46	5667,42
Tabuleiro	16 ton	277	11,90	3296,3
Filme retrátil	10 ton	263	6,12	1609,56
Pallet	24 ton	212	55,40	11744,80

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão(2005)

A tabela 15 apresenta os valores de consumo de energia e materiais, como água e soda cáustica para o envase das garrafas de vidro 0, 33 l tara perdida, para atendimento à unidade funcional de 1000 l.

Tabela 15 – Valores de energia e insumos para envase das garrafas 0,33 l tara perdida

<b>Designação da embalagem</b>	<b>Eletricidade (KWh)</b>	<b>Vapor(Kg Fuel)</b>	<b>Água (litros)</b>	<b>Soda Cáustica líquida 50% (g)</b>
4 X(6x0,33) TP	0,0231	0,0235	1,168	0,728
Garrafas de 0,33 L TP (unidade funcional = 1013L)				
4 X(6x0,33) TP	2,95	3,00	149,39	93,123

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão(2005)

A tabela 16 apresenta os valores de massa para a distribuição das garrafas de vidro 0,33l tara perdida, considerados nas ACV's referentes ao ano de 2000.

Tabela 16 - Inventário do peso total da unidade funcional a ser transportada para distribuição-garrafas tara perdida

<b>Componente</b>	<b>Peso de 1 componente (g)</b>	<b>Quantidade para a unidade funcional (1000 l)</b>	<b>Peso total a ser transportado em kg</b>
Garrafa 0,33 l	225	3030	681,75
Tampas metálicas	2,33	3030	7,06
Rótulo e gargantilha	0,7	3030	2,12
Pack	40	505	20,2
Tabuleiro	93	126	11,72
Filme retrátil	3061	2	6,12
Pallet	27700	2	55,4
Cerveja	330	1000	1000
		Total de peso a transportar	1784,37

Fonte: Tabela elaborada com informações dos ACV's apresentadas em Ferrão (2005) Nota: considerada a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

As garrafas de vidro 0,33 l tara perdida são distribuídas em Portugal percorrendo em média 93 km entre a fábrica e seus distribuidores, conforme características descritas no item 5.6.4 Logística associada a distribuição da cerveja.

### **5.6.6 Inventário das Garrafas 0,33 l tara retornável - ano 2000**

Para as garrafas de vidro 0,33 l tara retornável, a taxa de perda no envase é de 4% , portanto, para atender a unidade funcional de 1000 l os pesos das embalagens e componentes de embalagem, foram considerados para 1040 l, resultando em 1000 l de cervejas disponibilizados ao consumidor.

A tabela 17 apresenta a caracterização das embalagens e os valores de massas de inventário para as garrafas 0,33 l tara retornável consideradas nas ACV's referentes ao ano de 2000.

Tabela 17 – Caracterização das embalagens para garrafas 0,33 l tara retornável

Designação	Tipo	Embalagem	Dimensão /Volume	Material	Peso (g)	nº por pallet	Peso por unidade funcional (kg)
24X 0,33 TR	Primária	Garrafa de vidro tara retornável	0,33 l	Vidro TR	280	1152	882,42
		Tampas Metálicas	1 unidade	Aço (FF)	2,3	1152	7,2496
		Rótulo de papel	1 unidade	Papel	0,6	1152	1,8912
		Gargantilha de papel	1 unidade	Papel	0,1	1152	0,3152
	Secundária	Grade de Plástico de 24 garrafas	24 garrafas	PEAD	1750	48	222,25
	Terciária	<i>Pallet</i> (Leça do Balaio)	1220*950*144 mm3	Madeira	35000	1	105
Filme retrátil		-	PEBD	3061	-	9,18	

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 18 apresenta a logística dos componentes ao envase, incluindo os pesos transportados e os pesos por quilômetro até a fábrica de cerveja da Unicer, para garrafas de vidro 0,33 l tara retornável, para atendimento a unidade funcional definida de 1000 l.

Tabela 18 – Logística dos componentes ao envase e seus pesos para garrafas 0,33 l tara retornável

Componente	Tipo de caminhão	Distâncias percorridas (km)	Peso (kg)	Kg.km
Garrafa 0,33 l	24 ton	136	882,42	120009,12
Tampas metálicas	24 ton	434	7,2496	3146,50
Rotulo e gargantilha	24 ton	1650	2,21	3646,50
Grade de Plástico	16 ton	266	222,25	59118,5
Filme retrátil	10 ton	263	9,18	2415,13
<i>Pallet</i>	24 ton	212	105	22260

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)



A tabela 19 apresenta o consumo de materiais e energia associados ao processo de envase da cerveja em garrafas de vidro 0,33 l tara retornável, no ano 2000.

Tabela 19 – Valores de energia e insumos para envase da cerveja em garrafas de vidro 0,33 l tara retornável – ano 2000

Designação da embalagem	Eletricidade (KWh)	Vapor Fuel) (Kg)	Água (litros)	Soda Cáustica líquida 50% (g)
Valores para enchimento de 1 garrafa				
24 x 0,33 TR	0,0124	0,0719	0,924	1,258
Valores para enchimento das Garrafas de 0,33 l TR (unidade funcional = 1040 l)				
24 x 0,33 TR	1,6285	9,4428	121,352	165

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 20 apresenta os valores de massa para a distribuição das garrafas de vidro 0,33l tara retornável, considerados nas ACV's referentes ao ano de 2000.

Tabela 20 – Inventário do peso total da unidade funcional a ser transportada para distribuição-garrafas tara retornável-2000

Componente	Peso de 1 componente (g)	Quantidade para a unidade funcional (1000 l)	Peso total a ser transportado (kg)
Garrafa 0,33 l	280	3030	848,40
Tampas metálicas	2,33	3030	7,06
Rótulo e gargantilha	0,7	3030	2,12
Grade de Plástico	1750	127	222,25
Filme retrátil	3061	3	9,18
<i>Pallet</i>	35000	3	105
Cerveja	330	1000	1000
		Total de peso a transportar	2194,01

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Nota: considerada a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

As garrafas de vidro 0,33 l tara retornável são distribuídas em Portugal percorrendo em média 92 km entre a fábrica e seus distribuidores, conforme características descritas no item 5.6.4 Logística associada a distribuição da cerveja.

### 5.6.7 Inventário das latas de alumínio 0,33 l - ano 2000

Para as latas de alumínio 0,33 l a taxa de perda no envase é de 0,9% de acordo com Ferrão (2005), portanto, para atender a unidade funcional de 1000 l os pesos das embalagens e componentes de embalagem, foram considerados para 1009 l, disponibilizando os 1000 l referentes a unidade funcional ao consumidor.

Os 1009 litros de cerveja necessários para atender a unidade funcional, equivalem a aproximadamente 3058 latas.

A tabela 21 apresenta as características das embalagens da cerveja no ano 2000, para as latas de alumínio 0,33 l, acrescidas dos pesos em relação a unidade funcional.

Tabela 21 - Características das embalagens de cerveja para latas de alumínio 0,33 l (ano 2000)

Desig- nação	Tipo	Embalagem	Dimensão/ Volume	Material	Peso (g)	nº por <i>pallet</i>	Peso por unidade funcional (kg)
24 X 0,33 l	Primária	Lata de Alumínio	0,33 l	Alumínio	14,6	2592	44,64
	Secundária	Tabuleiro	24 latas	cartão	93	108	11,85
	Terciária	Pallet (Europallet)	1200*800*144 mm³	Madeira	27700	-	32,68
		Filme retrátil	-	PEBD	3713,8	-	4,38

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 22 apresenta a logística dos componentes ao envase, incluindo os pesos transportados e os pesos por quilômetro até a fábrica de cerveja da Unicer, para as latas de alumínio 0,33 l, para atendimento a unidade funcional definida de 1000 l.

Tabela 22 - Logística e peso dos componentes ao local de envase, no caso das latas de alumínio 0,33 l.

<b>Componentes</b>	<b>Tipo de caminhão</b>	<b>Distâncias percorridas (km)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Kg.km</b>
Lata de alumínio	24 ton	1300	44,64	58032
Tabuleiro	16 ton	277	11,85	3282,45
Filme retrátil	10 ton	263	4,38	1029,3
<i>Pallet</i>	24 ton	212	32,68	8594,84

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 23 apresenta o consumo de materiais e energia associados ao processo de enchimento das latas de alumínio 0,33 l, no ano de 2000.

Tabela 23 – Valores de energia e insumos para envase das latas de alumínio 0,33 l –ano 2000

<b>Designação da embalagem</b>	<b>Eletricidade (KWh)</b>	<b>Vapor Fuel (Kg)</b>	<b>Água (litros)</b>	<b>Soda Cáustica líquida 50%</b>
24 x 0,33 l	0,0121	0,0692	1,066	0,998 g
Latas de alumínio unidade funcional = 1009 l				
24 x 0,33 l	1,54	8,82	135,83	0,127 kg

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 24 apresenta os valores de massa para a distribuição das latas de alumínio 0,33l, considerados nas ACV's referentes ao ano de 2000.

Tabela 24 – Inventário do peso total da unidade funcional a ser transportada para distribuição-latas de alumínio 0,33 l ano 2000.

Componente	Peso de 1 componente (g)	Quantidade para a unidade funcional (1000 l)	Peso total a ser transportado (kg)
Latas de alumínio 0,33 l	14,6	3030	44,24
Tabuleiro	93	127	11,8
Filme retrátil	3713,8	2	7,43
<i>Pallet</i>	27700	2	55,4
Cerveja	330	1000	1000
		Total de peso a transportar	1118,87

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Nota: considerada a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

As latas de alumínio 0,33 l são distribuídas em Portugal percorrendo em média 93 km entre a fábrica e seus distribuidores, conforme características descritas no item 5.6.4 Logística associada a distribuição da cerveja.

### 5.6.8 Inventário dos barris de inox de 30 e 50 l - ano 2000

De acordo com Ferrão (2005), para os barris de inox de 30 l e 50 l a taxa de perda no envase é de 0,12% , portanto, para atender a unidade funcional de 1000 L os pesos das embalagens e componentes de embalagem, foram considerados como 1001,2 l, resultando em 1000 L de cervejas disponibilizados ao consumidor.

O peso dos *pallets* foram calculados com aproximação para o valor superior, pois não é possível considerar meio *pallet*. Ex. No caso do Barril de 30 l para a unidade funcional de 1001,2 litros, seriam necessários 5,5 *pallets*, portanto foi considerado o número de 6 *pallets* para atender a unidade funcional.

Considerou-se o aço inox X5CrNi18(304)l com 0,2 % de sucata na composição, devido a sua aplicação em componentes e equipamentos para indústria alimentícia.

A tabela 25 apresenta as características das embalagens da cerveja no ano 2000, para os barris de inox de 30 e 50 l, acrescidas dos pesos em relação a unidade funcional.

Tabela 25 - Características das embalagens de cerveja para barris de inox 30 e 50 l

Designação	Tipo	Embalagem	Dimensão/ Volume	Material	Peso (g)	nº por <i>pallet</i>	Peso por unidade funcional (kg)
Barril 30 l	Primária	Barril de Inox	30 litros	Aço Inox	15100	6	503,94
	Terciária	<i>Pallet</i> (Europallet)	1200*800*1 44 mm <sup>3</sup>	Madeira	27700	1	166,20
Barril 50 l	Primária	Barril de Inox	50 Litros	Aço Inox	19600	6	392,47
	Terciária	<i>Pallet</i> (Europallet)	1200*800*1 44 mm <sup>3</sup>	Madeira	27700	1	110,80

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 26 apresenta a logística dos componentes ao envase, incluindo os pesos transportados e os pesos por quilômetro até a fábrica de cerveja da Unicer, para os barris de inox 30 e 50 l, para atendimento à unidade funcional definida de 1000 l.

Tabela 26 – Logística dos componentes ao envase e seus pesos para barris de inox 30l e 50 l.

Componentes	Tipo de caminhão	Distâncias percorridas (km)	Peso (kg)	Kg.km
Barris de 30 l	24 ton	1230	503,94	619846,2
<i>Pallet</i> para os barris de 30 l	24 ton	212	166,20	35234,4
Barris de 50 l	24 ton	1230	392,47	482738,1
<i>Pallet</i> para os barris de 50 l	24 ton	212	110,80	23489,6

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Para os barris de 30 l, o peso transportado das embalagens para o envase para atendimento à unidade funcional de 1000 l de cerveja é maior, pois são necessários mais barris de inox para atendimento à unidade funcional do que para os barris de 50 l.

A tabela 27 apresenta o consumo de materiais e energia associados ao processo de enchimento dos barris de inox de 30 e 50 l, no ano 2000.

Tabela 27 – Valores de energia e insumos para envase dos barris de inox 30 e 50 l  
–ano 2000

Designação da embalagem	Eletricidade (KWh)	Vapor Fuel	(Kg)	Água (litros)	Soda Cáustica líquida 50% (g)
Valores para a unidade funcional dos Barris de 30 l					
Barril 30 l	1,2344	4,8732		65,940	60,400
Barris 30 l	41,20	162,63		2200,64	2015,74
Valores para a unidade funcional dos Barris de 50 l					
Barril 50 l	1,2280	4,8858		72,696	107,820
Barris de 50 l	24,60	97,83		1455,66	2159

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 28 apresenta as massas referentes aos barris de inox de 30 l transportadas até a distribuição, da unidade funcional das cervejas referentes ao ano de 2000.

Tabela 28 – Massa a ser transportada para distribuição-barris de inox 30l

Componente	Peso de 1 componente (g)	Quantidade para a unidade funcional (1000 l)	Peso total a ser transportado (kg)
Barril de 30 l	15100	34	513,4
<i>Pallet</i>	27700	6	166,2
Cerveja	30000	1000	1000
		Total de peso a transportar	1679,60

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)  
Nota: considerada a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

A tabela 29 apresenta as massas referentes aos barris de inox de 50 l transportadas até a distribuição da unidade funcional das cervejas referentes ao ano de 2000.

Tabela 29 – Massa a ser transportada para distribuição-barris de inox 50l

<b>Componente</b>	<b>Peso de 1 componente (g)</b>	<b>Quantidade para a unidade funcional (1000 l)</b>	<b>Peso total a ser transportado (kg)</b>
Barril de 50 l	19600	20	392
<i>Pallet</i>	27700	4	110,8
Cerveja	50000	1000	1000
		Total de peso a transportar	1502,8

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)  
 Nota: Considerado a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

Os barris de inox de 30 e 50 l são distribuídos em Portugal percorrendo em média 93 km entre a fábrica e seus distribuidores, conforme características descritas no item 5.6.4 Logística associada a distribuição da cerveja.

## 5.7 Resultados para a Disposição das Embalagens

A seguir são apresentados os valores calculados de inventário, incluindo as massas a serem dispostas, condições de transporte, e porcentagens da massa total a ser disposta em cada condição (disposição final), ou seja, os cenários de disposição "Waste Scenario" considerados para as embalagens primárias de cerveja.

### 5.7.1 Cenário de disposição "Waste scenario" das garrafas 0,33 l tara perdida

A figura 10 representa o cenário de disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição, em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

**“DISPOSAL SCENARIO” – VIDRO  
– TARA PERDIDA**

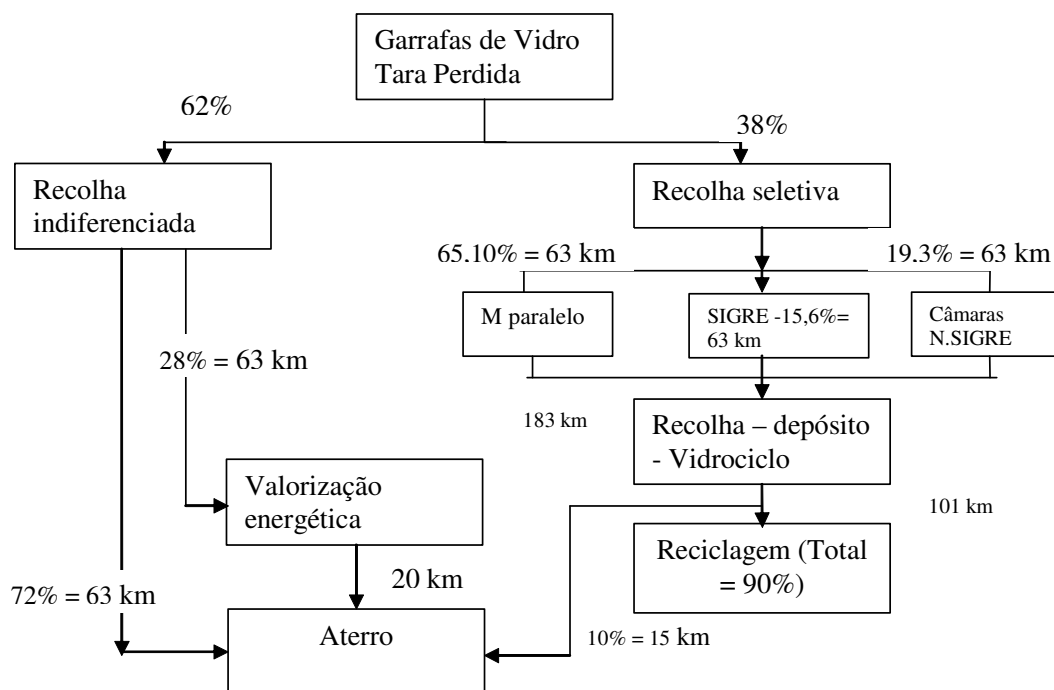


Figura 10 – “Disposal Scenario” para garrafas de vidro 0,33 l tara perdida

A tabela 30 apresenta os valores de massa e transporte considerados na ACV relativos à disposição das garrafas 0,33 l tara perdida.



Tabela 30 - Valores de transporte para a disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida incluindo rótulo e gargantilha.

38 % da Coleta Seletiva = 86,91 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	% em massa	Peso (kg)	Distâncias percorridas (km)	kg.km
Coleta seletiva-Paralelo	4	65,10	56,58	63	3564,54
Coleta seletiva-. Sigre	10	15,6	13,56	63	854,28
Coleta seletiva- N. Sigre	10	19,3	16,77	63	1056,51
Rede de retoma (3 locais)-até Vidrociclo	24	100	86,91	183	15904,53
Vidrociclo até Recicladora	24	90	83,61	101	8444,61
Vidrociclo até aterro	24	10	3,30	15	49,50
62% da Coleta Indiferenciada = 141,79 kg					
Recolha indiferenciada ao aterro	10	72	102,09	63	6431,67
Recolha indiferenciada a incineração	10	28	39,70	63	2501,1
Incineração ao aterro	20	28	39,70	20	794

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

### 5.7.2 Cenário de disposição "Waste scenario" das garrafas retornáveis de 0,33 l

A figura 11 representa o cenário de disposição das garrafas retornáveis de 0,33 l, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição, em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

**WASTE SCENARIO – GARRAFAS DE VIDRO – TARA RETORNÁVEL**

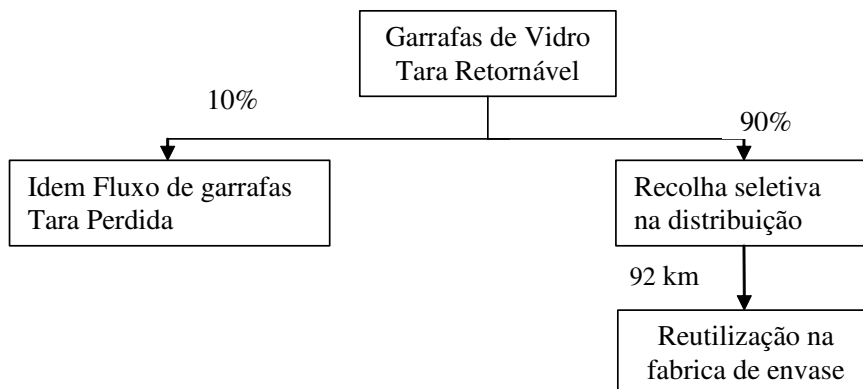


Figura 11 – Cenário de Disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável-ano 2000.

De acordo com Paulo Silva (2002), considera-se que 10% das garrafas retornáveis não são reutilizadas, devido a perdas no transporte e desgaste. Estas garrafas são tratadas conforme o ciclo de retorno e tratamento das garrafas tara perdida, citado anteriormente na figura 10.

A tabela 31 apresenta os valores de massa e transporte considerados na ACV relativos à disposição das garrafas de 0,33 l tara retornável.

Tabela 31 - Valores de transporte para a disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável.

% das garrafas TR + rótulo + gargantilha	Massa(kg)*	Km percorridos	Tipo de caminhão	kg.km
90	796,16	Transporte desconsiderado		
10	88,46	Conforme fluxo da garrafa Tara Perdida		

\*Massas equivalentes aos 10% do ciclo de garrafas tara perdida tabela a seguir

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Transporte desconsiderado, pois o mesmo caminhão que entrega as garrafas retornáveis cheias retorna com as vazias ao local de envase, portanto, não é considerado o impacto ambiental deste transporte.

A tabela 32 apresenta os valores de transporte considerados na ACV, no cenário de disposição das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável no ano de 2000.

Tabela 32 – Valores de transporte das garrafas de vidro 0,33 l TR (incluindo rótulo e gargantilha) até a disposição final.

38 % da Coleta Seletiva = 33,62 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	% em massa	Peso (kg)	Distâncias percorridas (Km)	Kg.km
Coleta seletiva-Paralelo	4	65,10	21,89	63	1379,07
Coleta seletiva-N. Sigre	10	19,3	6,49	63	408,87
Coleta seletiva-. Sigre	10	15,6	5,24	63	330,12
Rede de retoma (3 locais)-até Vidrociclo	24	100	33,62	183	6152,46
Vidrociclo até Recicladora	24	90	30,26	101	3056,26
Vidrociclo até aterro	24	10	3,36	15	50,4
62% da Coleta Indiferenciada = 54,84kg					
Recolha indiferenciada ao aterro	10	72	39,48	63	2487,24
Recolha indiferenciada a incineração	10	28	15,35	63	967,05
Incineração ao aterro	20	28	15,35	20	307

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005).

### 5.7.3 Cenário de disposição “Waste scenario” das tampas metálicas das garrafas

A recolha das tampas de metal é realizada de forma indiferenciada, ou seja, sem coleta seletiva ou disposição nos ecopontos e, 100% das tampas de metal são dispostas em aterro sanitário.

A tabela 33 apresenta os dados utilizados para cálculo do impacto da disposição final das tampas metálicas estudadas no ano de 2000.

Tabela 33 - Valores da disposição das tampas de metal das garrafas de 0,33 l tara retornável – ano 2000

Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Peso (kg)	Distâncias percorridas (km)	Kg.km
Coleta indiferenciada	10	7,25	63	456,72

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Os valores do “disposal scenario” para as tampas metálicas são iguais para os dois tipos de garrafas-tara perdida e tara retornável, pois embora seja necessária diferente quantidade de tampas metálicas no processo de envase, devido às perdas no processo com taxas diferentes; como o volume das duas garrafas é o mesmo (0,33 l) para atendimento à unidade funcional de 1000 l, é disponibilizada no mercado a mesma quantidade de tampas metálicas a ser recolhida e disposta.

### 5.7.4 Cenário de disposição “Waste scenario” das latas de alumínio de 0,33l.

A figura 12 representa o cenário de disposição das latas de alumínio de 0,33 l, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição, em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

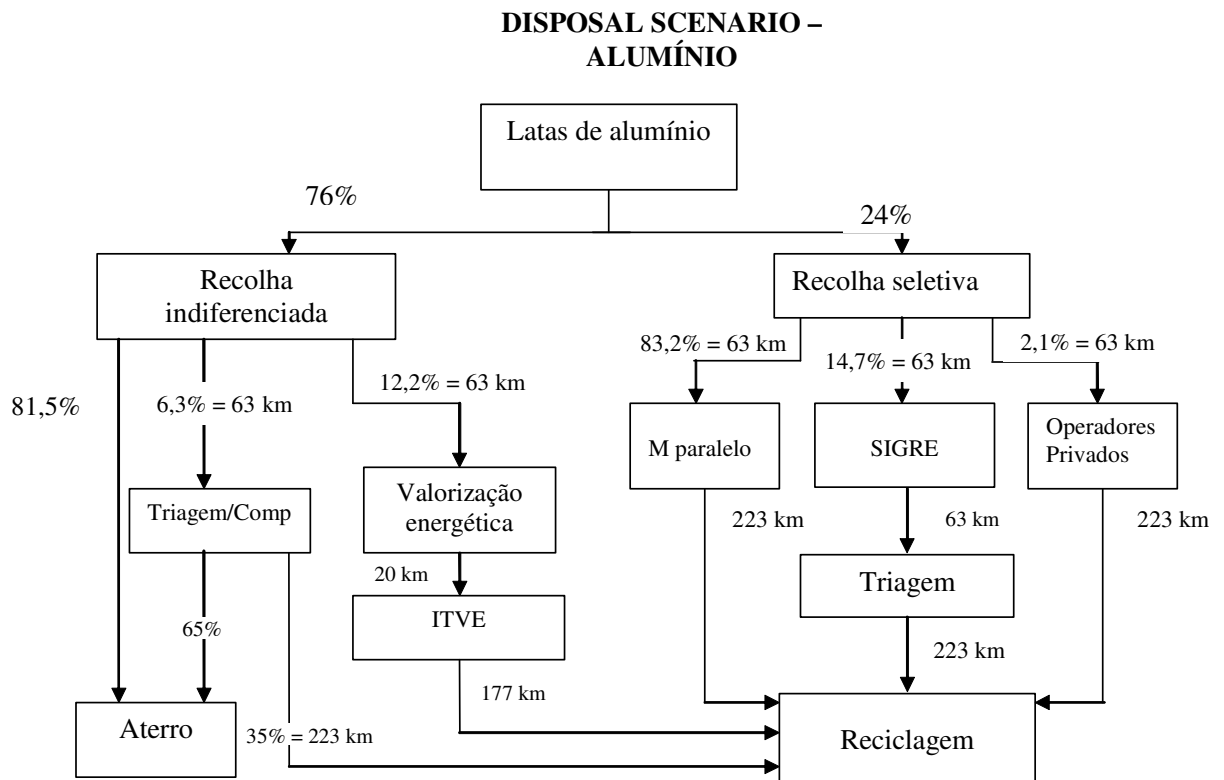


Figura 12 - Cenário de disposição das latas de alumínio 0,33 l.

A tabela 34 apresenta os valores das massas considerados na ACV, no cenário de disposição das latas de alumínio 0,33 l no ano de 2000.

Tabela 34 – Valores das massas para o transporte até a disposição final das latas de alumínio 0,33 l

24 % da Coleta Seletiva = 22,45 kg						
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	% massa em	Peso em (kg)	Distâncias percorridas (Km)	Kg.km	
Coleta seletiva- M Paralelo	4	83,2	18,68	63	1776,84	
M. paralelo Reciclagem -	24	83,2	18,68	223	4165,64	
Coleta seletiva- Op. Privados	10	2,1	0,47	63	29,61	
Op. Privados Reciclagem -	24	2,1	0,47	223	104,81	
Coleta seletiva- Triagem	10	14,7	3,30	63	207,9	
Triagem - Reciclagem	10	14,7	3,30	223	735,9	
76% da Coleta Indiferenciada = 71,09kg						
Recolha indiferenciada ao aterro	10	81,5	58,01	63	3654,63	
Recolha indiferenciada a triagem/comp.	10	6,3	4,48	63	282,24	
Recolha Indiferenciada a valorização energética	10	12,2	8,67	63	546,21	
Triagem/comp. - Aterro	-	65% de 6,3%	2,91	0	0	
Triagem/comp. Reciclagem -	24	35% de 6,3%	1,57	223	350,11	
Valorização energética a ITVE	20	12,2	8,67	20	173,4	
ITVE a reciclagem	24	12,2	8,67	177	1534,59	

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

No caso das latas de alumínio o cenário de disposição é a porcentagem de reciclagem obtida com a recolha seletiva somada à porcentagem de reciclagem conseguida com os materiais da triagem do alumínio da recolha indiferenciada e o alumínio da escória da incineração.

### 5.7.5 Cenário de disposição “Waste scenario” dos barris de inox

A figura 13 representa o cenário de disposição dos barris de inox de 30 e 50 l, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição, em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

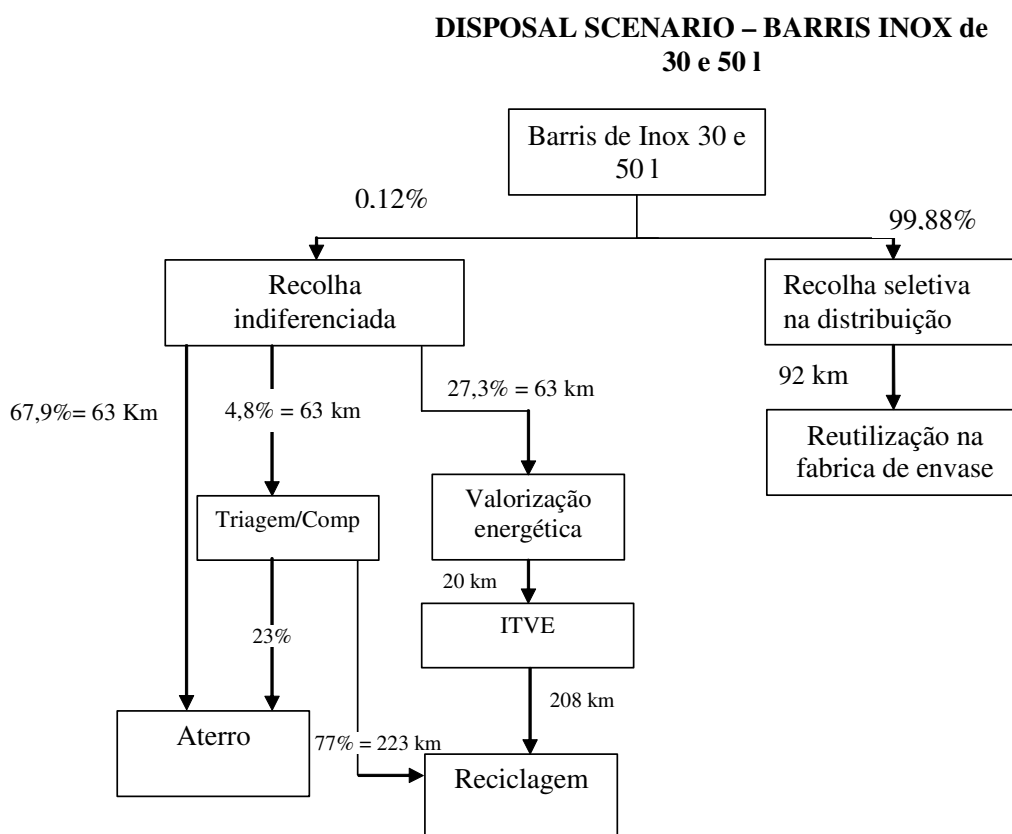


Figura 13 - Cenário de disposição dos barris de inox de 30 e 50 l

Considerado a taxa de perda no envase de 0,12%, a mesma taxa de perda no reuso dos barris.

Considerado a disposição dos barris que se perdem no enchimento como coleta indiferenciada pelo SIGRE.

A tabela 35 apresenta os dados utilizados para cálculo do impacto da disposição dos barris de inox de 30 l de cerveja estudados no ano 2000.

Tabela 35 – Valores das massas durante o transporte até a disposição final dos barris de inox de 30 l

99,88 % da Recolha Seletiva no distribuidor para reuso= 503,33 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	% em massa	Peso (kg)	Distâncias percorridas (Km)	Kg.km
Recolha na distribuição-retorno ao envase	24	99,88	503,33	92	46306,36
0,12% da Coleta Indiferenciada = 0,605 kg					
Recolha indiferenciada ao aterro	10	67,9	0,41	63	25,83
Recolha indiferenciada a triagem/comp.	10	4,8	0,03	63	1,89
Recolha Indiferenciada a valorização energética	10	27,3	0,16	63	10,08
Triagem/comp. - Aterro	-	23% de 4,8%	0,007	0	0
Triagem/comp. - Reciclagem	24	77% de 4,8%	0,023	223	5,129
Valorização energética a ITVE	20	27,3	0,16	20	3,20
ITVE a reciclagem	24	27,3	0,16	208	33,28

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

A tabela 36 apresenta os dados utilizados para o cálculo do impacto da disposição dos barris de inox de 50 l de cerveja estudados no ano de 2000.



Tabela 36 – Valores das massas durante o transporte até a disposição final dos barris de inox de 50 l.

99,88 % da Recolha Seletiva no distribuidor para reuso= 391,99 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	% em massa	Peso (kg)	Distâncias percorridas (Km)	Kg.km
Recolha na distribuição-retorno ao envase	24	99,88	391,99	92	36063,08
0,12% da Coleta Indiferenciada = 0,47 kg					
Recolha indiferenciada ao aterro	10	67,9	0,32	63	20,16
Recolha indiferenciada a triagem/comp.	10	4,8	0,022	63	1,386
Recolha Indiferenciada a valorização energética	10	27,3	0,13	63	8,19
Triagem/comp. - Aterro	-	23% de 4,8%	0,005	0	0
Triagem/comp. - Reciclagem	24	77% de 4,8%	0,017	223	3,78
Valorização energética a ITVE	20	27,3	0,13	20	2,6
ITVE a reciclagem	24	27,3	0,13	208	27,04

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão(2005)

### 5.8 Inventário dos Cenários de Disposição “Waste Scenario” das Embalagens Secundárias de Cerveja

A seguir são apresentados os valores de inventário, incluindo massas à serem dispostas, condições de transporte, e porcentagens da massa total a ser disposta em cada condição (disposição final), ou seja, os cenários de disposição considerados para as embalagens secundárias de cerveja.

### 5.8.1 Cenário de disposição “Waste scenario” dos rótulos e gargantilhas

A figura 14 representa o cenário de disposição dos rótulos e gargantilhas das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

No caso dos rótulos e gargantilhas, o cenário de disposição é o mesmo das garrafas de vidro tara perdida, pois para a disposição destas não são separados os rótulos e gargantilhas.

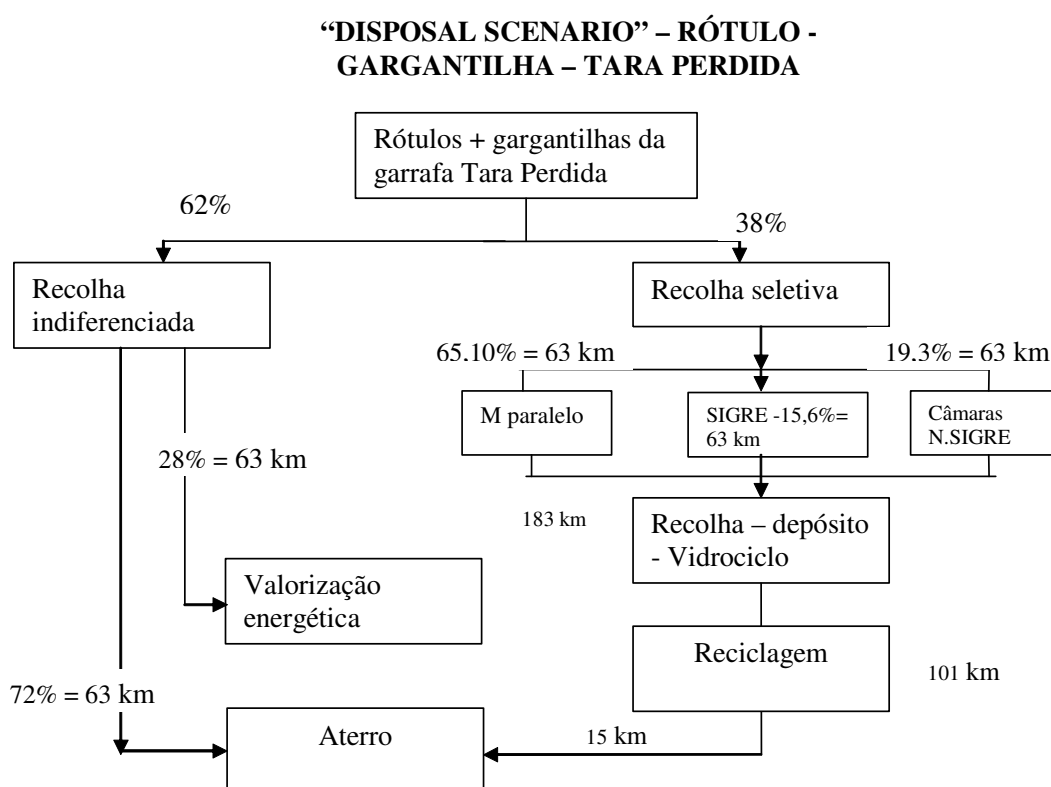


Figura 14 - Cenário de disposição dos rótulos e gargantilhas-garrafas de vidro tara perdida.

A figura 15 representa o cenário de disposição dos rótulos e gargantilhas, das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

No caso dos rótulos e gargantilhas, o cenário de disposição é o mesmo das garrafas de vidro tara perdida, pois para a disposição destas não são separados os rótulos e gargantilhas.

**DISPOSAL SCENARIO – ROTULOS +  
GARGANTILHAS – TARA RETORNÁVEL**

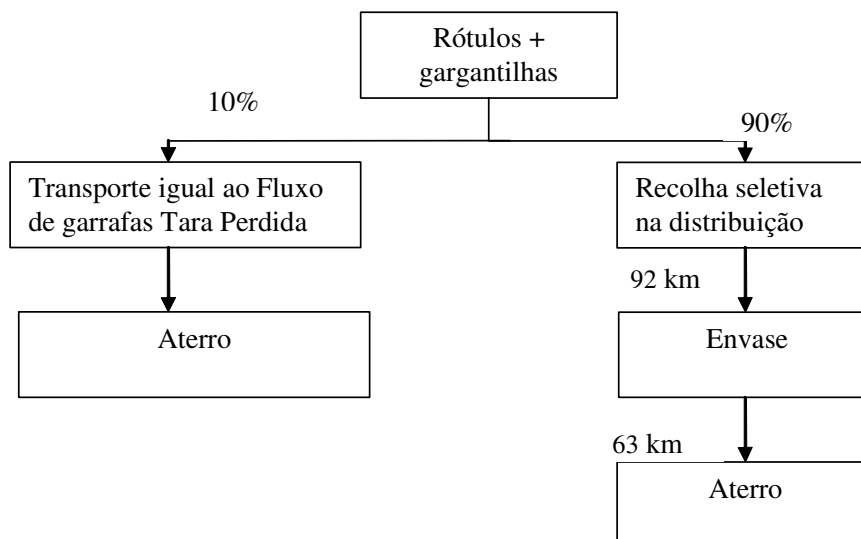


Figura 15 - Cenário de disposição dos rótulos e gargantilhas-garrafas de vidro tara retornável.

A massa referente à disposição final do rótulo e da gargantilha da garrafa de vidro 0,33 l tara retornável é de 0,084 kg para a unidade funcional de 1000 l.

Como o valor em massa da gargantilha e rótulo tem baixa representatividade em relação ao total da massa dos componentes da embalagem, nesta disposição, foi considerado que o rótulo e a gargantilha têm a mesma disposição que o vidro tara perdida, além do fato que os mesmos são perdidos na lavagem das garrafas para enchimento; portanto, o considerado na ACV foi a massa relativa ao transporte do rótulo e gargantilha até o local de envase das garrafas retornáveis.

A tabela 37 apresenta os dados utilizados para cálculo do impacto da disposição final dos rótulos e gargantilhas em papel das garrafas tara retornável estudados no ano de 2000.

Tabela 37 - Massas do transporte até a disposição final dos rótulos e gargantilhas (Papel)

90 % dos rótulos + gargantilhas das garrafas retornáveis = 1,989 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	% massa em	Peso (kg)	Distâncias percorridas (Km)	Kg.km
Envase ao aterro	10	90	1,989	63	125,307

10 % dos rótulos + gargantilhas das garrafas retornáveis = 0,221 kg

Como o valor em massa da gargantilha e rótulo é baixo em relação ao total da massa das garrafas; nesta disposição, foi considerado que o rótulo e a gargantilha têm a mesma disposição que o vidro tara perdida.

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão(2005)

### 5.8.2 Cenário de disposição "Waste scenario" da embalagem de cartão – "packs".

A figura 16 representa o cenário de disposição das embalagens de papel cartão ("packs") das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

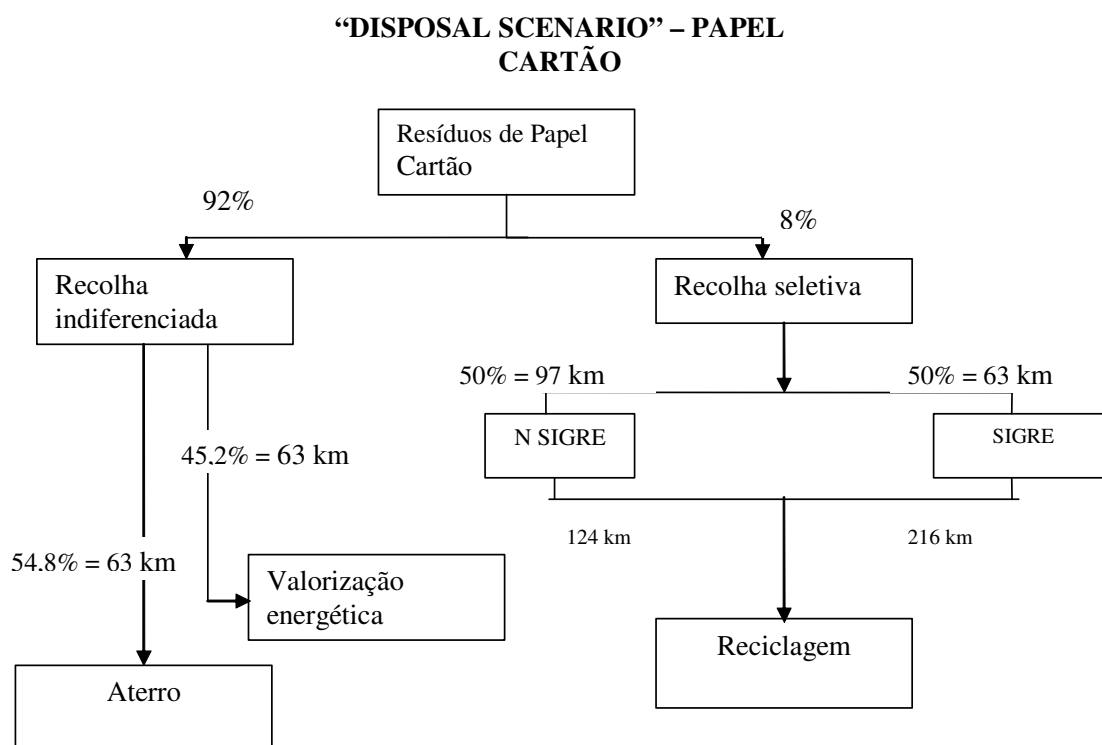


Figura 16 - Cenário de disposição das embalagens de papel cartão "packs"- garrafas de vidro tara perdida.

A tabela 38 apresenta os dados utilizados para cálculo do impacto da disposição final das embalagens tipo “packs” em papel cartão estudado no ano de 2000.

Tabela 38 - Massas do transporte até a disposição final do “pack” (Papel Cartão)

92 % da Coleta Indiferenciada = 18,82 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (Km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	54,8	10,31	649,53
Recolha Indiferenciada a valorização energética	10	63	45,2	8,50	535,5
8% da Coleta Seletiva = 1,64 kg					
Recolha seletiva- Triagem Sigre	10	63	50	0,82	51,66
Recolha seletiva a N Sigre	24	97	50	0,82	79,54
Triagem Sigre a reciclagem	24	216	100	0,82	177,12
N SIGRE a reciclagem	24	124	100	0,82	101,68

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Nota: Considerada a taxa de reciclagem em Portugal no ano de 2000, pois os “packs” são dispostos pelo consumidor.

### 5.8.3 Cenário de disposição “Waste scenario” dos tabuleiros de papelão ondulado.

A figura 17 representa o cenário de disposição das embalagens de papel ondulado (tabuleiros) das latas de alumínio 0,33 l, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

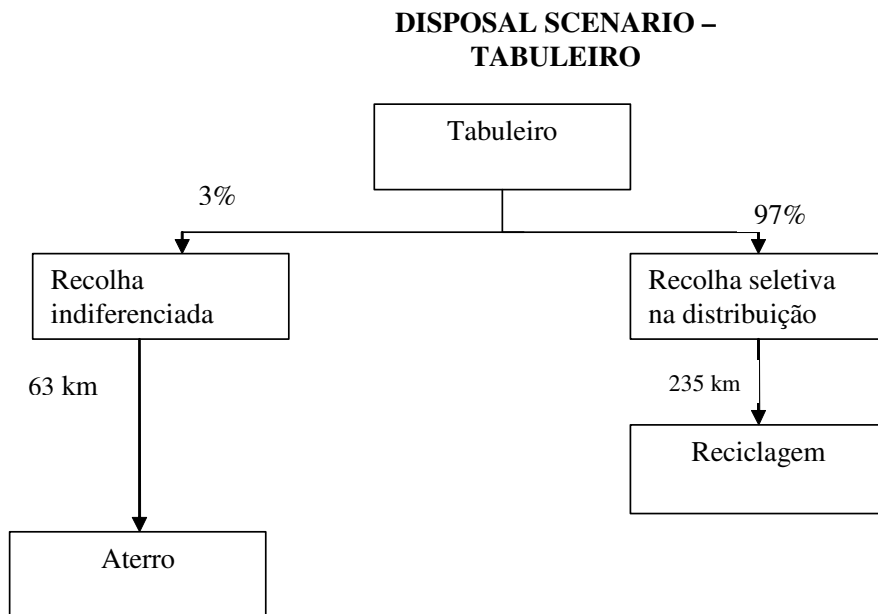


Figura 17 - Cenário de disposição dos tabuleiros de papelão-latas de alumínio 0,33 l.

A tabela 39 apresenta os dados utilizados para cálculo do impacto da disposição do tabuleiro utilizado nas garrafas de vidro 0,33 l tara perdida e nas latas de alumínio 0,33l estudada no ano 2000.

Tabela 39 - Massas de transporte até a da disposição final do tabuleiro (Papelo Ondulado)

Garrafas 0,33 l Tara perdida					
92 % da Coleta Indiferenciada = 10,95 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (Km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	54,8	6,00	378,03
Recolha Indiferenciada a valorização energética	10	63	45,2	4,95	311,85
8% da Coleta Seletiva = 0,952 kg					
Recolha seletiva- Triagem Sigre	10	63	50	0,476	29,99
Recolha seletiva a N Sigre	24	97	50	0,476	46,17
Triagem Sigre a reciclagem	24	216	100	0,476	102,82
N SIGRE a reciclagem	24	124	100	0,476	59,02
Latas de alumínio 0,33 l					
3% da Coleta Indiferenciada = 0,35 kg					
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	3	0,35	22,05
97% da Recolha diferenciada = 11,49 kg					
Recolha seletiva- Reciclagem	24	235	97	11,49	2700,15

Fonte: Cálculos realizados com base nas informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Para o tabuleiro foram consideradas as taxas de disposição, reciclagem e distâncias do cartão canelado, conforme Ferrão (2005).

#### 5.8.4 Cenário de disposição "Waste scenario" das grades plásticas

A figura 18 representa o cenário de disposição das grades plásticas das garrafas 0,33 l tara retornável, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

**DISPOSAL SCENARIO – GRADE  
DE PLÁSTICO**

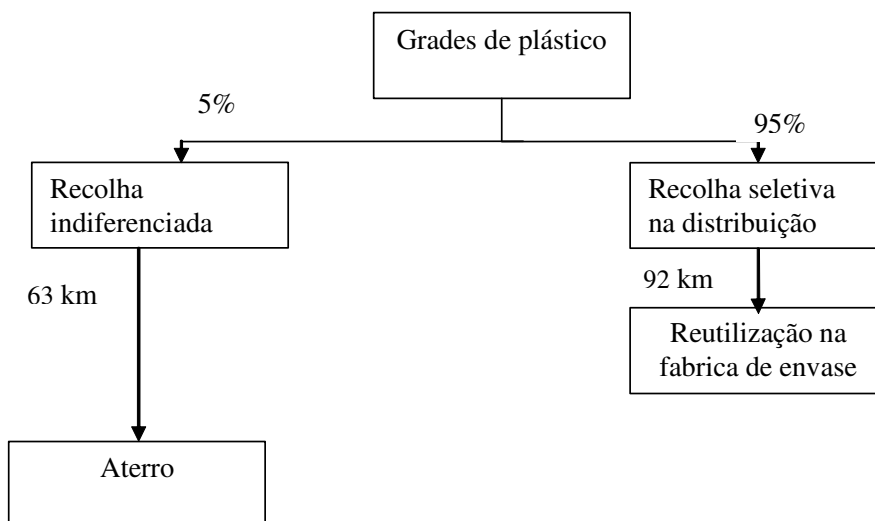


Figura 18 - Cenário de disposição das grades plásticas das garrafas 0,33 l tara retornável.

A tabela 40 apresenta os valores de massa considerados no transporte durante o reuso e a disposição final das grades plásticas.

Tabela 40 – Valores de massa considerados no transporte até a disposição final e reuso da grade plástica.

Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (Km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
5% na Recolha indiferenciada = 11,11 kg					
Recolha indiferenciada - aterro	10	63	5	11,114	700,08
95% Reuso = 211,14 kg					
Retorno da distribuição ao envase	Considerado que o caminhão que leva o produto à distribuição, retorna com as grades vazias, portanto, não foi calculado o impacto do transporte das grades no retorno ao envase.				

Fonte: Cálculos realizados com base nas informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)



## 5.9 Cenário de Disposição “Waste Scenario” das Embalagens Terciárias

A seguir são apresentados os valores de inventário, incluindo as massas à serem dispostas, condições de transporte, e porcentagens da massa total a ser disposta em cada condição (disposição final), ou seja, os cenários de disposição considerados para as embalagens terciárias de cerveja.

### 5.9.1 Cenário de disposição “Waste scenario” do *pallet* de madeira

A figura 19 representa o cenário de disposição dos *pallets* de madeira, ou seja, as disposições e as porcentagens aplicáveis a cada disposição, em relação ao total de embalagens geradas, bem como as distâncias percorridas para a realização da disposição.

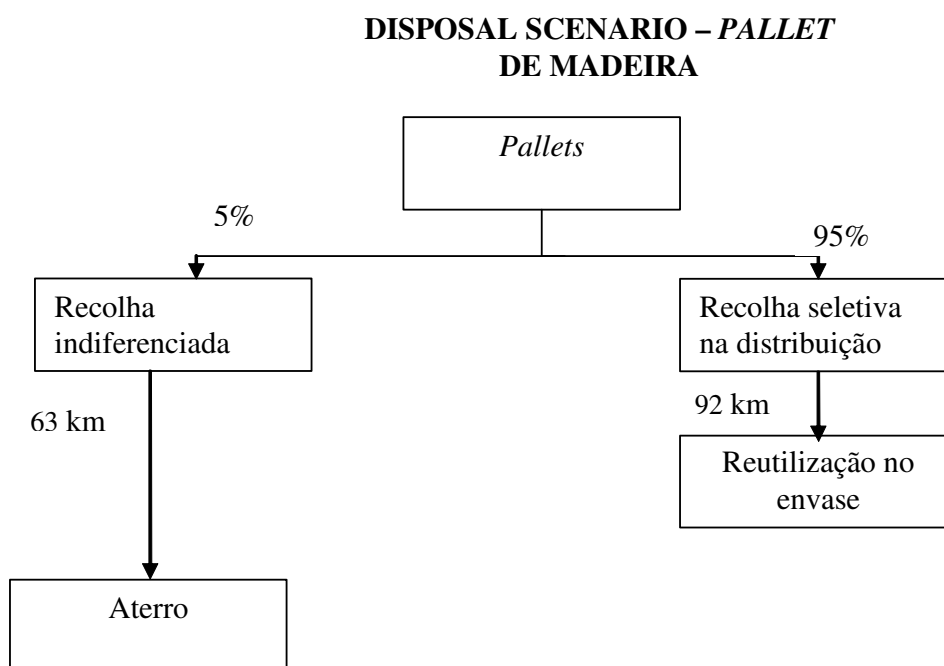


Figura 19 - Cenário de disposição dos pallets de madeira.

Para a análise da ACV quanto a disposição dos *pallets*, foi considerado para o transporte a massa de 95% do peso total destes, multiplicado pela distância do transporte para retorno ao envase, a qual é de 92 Km.

A tabela 41 apresenta os dados utilizados para cálculo do impacto da disposição final dos *pallets* para cada tipo de embalagem de cerveja estudada no ano de 2000.

Tabela 41 - Massas consideradas no transporte até a disposição final dos *pallets* não reutilizados 5%

<b>Garrafas 0,33 l tara perdida</b>					
5% da Coleta Indiferenciada = 2,77 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	5	2,77	174,51
<b>Garrafas 0,33 l tara retornável</b>					
5% da Coleta Indiferenciada = 5,25 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	5	5,25	330,75
<b>Latas de alumínio 0,33 l</b>					
5% da Coleta Indiferenciada = 2,77kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	5	2,77	174,51
<b>Barris de inox 30 l</b>					
5% da Coleta Indiferenciada = 8,31 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	5	8,31	523,53
<b>Barris de inox 50 l</b>					
5% da Coleta Indiferenciada = 5,54 kg					
Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Recolha Indiferenciada ao aterro	10	63	5	5,54	349,02

Fonte: Cálculos realizados com base nas informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

### 5.9.2 Cenário de disposição “Waste scenario” da manga retrátil

Devido a baixa taxa de reciclagem das embalagens plásticas em Portugal, no ano de 2000 quando realizado o primeiro estudo de ACV, 2,6 % recolha seletiva e 97,4% recolha indiferenciada e também por não existirem dados quanto a esta reciclagem, foi considerado que a manga retrátil é enviada para recolha indiferenciada (incineração+ aterro).

A tabela 42 apresenta os dados utilizados para cálculo do impacto da disposição da manga retrátil para cada tipo de embalagem de cerveja estudada no ano de 2000.

Tabela 42 - Massa considerada no transporte até a disposição final da manga retrátil (Filme LDPE)

Trecho	Tipo de caminhão (ton)	Distâncias percorridas (km)	% em massa	Peso (kg)	Kg.km
Garrafas vidro 0,33l tara perdida - 100% na Recolha indiferenciada = 6,12 kg					
Recolha indiferenciada - aterro	10	63	100	6,12	385,56
Garrafas de vidro 0,33 l tara retornável - 100% na Recolha indiferenciada = 9,18 kg					
Recolha indiferenciada - aterro	10	63	100	9,18	578,34
Latas de Alumínio 0,33 l - 100% na Recolha indiferenciada = 7,43 kg					
Recolha indiferenciada - aterro	10	63	100	7,43	468,09

Fonte: Cálculos realizados com base nas informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

### 5.10 Limitações, Considerações e Pressupostos Assumidos nas ACV's.

São considerados os seguintes pressupostos:

O mesmo caminhão que faz a distribuição-entrega das garrafas retornáveis cheias, aos pontos de venda, retorna as mesmas vazias ao fabricante de cerveja para envase; portanto, não foi considerado o impacto ambiental deste transporte de retorno das garrafas, pois o impacto deste transporte foi considerado na entrega;

-10% das garrafas retornáveis não são reutilizadas, devido a perdas no transporte e desgaste no ano de 2000;

- a taxa de reuso e disposição final das grades plásticas é igual a taxa de reuso e disposição dos *pallets* de madeira, que é de 95% a taxa de reuso, com 5% de perda no total dos *pallets* disponibilizados para uso;

- os barris são acomodados por cintas, porém como o peso destas é muito inferior ao peso do barril, aquelas foram desprezadas, por apresentarem baixo impacto no resultado do estudo de ACV;

- as tampas metálicas para as garrafas de vidro, e manga retrátil são dispostas 100% em aterro sanitário, pois não existem dados quanto a reciclagem destes materiais.

Para os cálculos das massas dos materiais necessários para atender a unidade funcional definida de 1000 l, foram consideradas as perdas do processo de envase; portanto, as massas foram consideradas como necessárias para a produção de 1000 l de cerveja mais as perdas do processo. Por exemplo, para a garrafa de cerveja 0,33 l Tara perdida, cuja perda do processo é de 1,3%, foram calculados a massa para o processamento de 1013(1000 l + 1,3%) litros de cerveja.

Nas ACV's referentes ao ano de 2000 foram considerados que os packs e tabuleiros são reciclados 8% e 92% respectivamente e, são dispostos em aterro sanitário por coleta indiferenciada, pois esta foi a taxa de reciclagem de papel e papelão em Portugal no ano de 2000.

#### **5.10.1 Considerações das ACV's referentes ao ano de 2005**

Para a realização dos estudos de ACV das embalagens de cerveja em 2005 foram considerados os dados enviados pelos fabricantes Unicer e Central Cervejas, cujos dados estão apresentados nos Anexos A e B, respectivamente.

Foram realizados os estudos com os dados de 2005 para as seguintes embalagens: garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, garrafas de vidro 0,33 l tara retornável, latas de alumínio 0,33 l, cujos dados de 2005 foram fornecidos pelos fabricantes.

Os demais tipos de embalagens de cervejas em Portugal cujos dados foram informados pelos fabricantes apresentam baixa representatividade no total vendido de embalagens de cerveja quando comparado às latas de alumínio 0,33l e às garrafas 0,33l tara perdida e retornável.

As embalagens de cerveja do tipo garrafas de vidro 0,33l tara perdida e retornável e as latas de alumínio 0,33l quando somadas em sua representatividade chegam a 79% do total de embalagens disponibilizadas anualmente no mercado português. A embalagem mais consumida é do tipo garrafas de vidro 0,33l tara perdida, representando 57% do mercado português.

A tabela 43 apresenta a produção total por tipos de embalagens de cervejas no ano de 2005, conforme dados dos principais fabricantes e sua representatividade no mercado português.

Tabela 43 - Tipos de embalagens e sua representatividade

<b>Tipo de embalagem</b>	<b>Unicer Quantidade/ano (milhões)</b>	<b>Central Quantidade/ano (milhões)</b>	<b>Total anual aproxima- do (milhões)</b>	<b>repre- sentati- vidade (%)</b>
Garrafas de vidro 0,33l tara perdida	179	150 a 180	359	57,10
Latas de alumínio 0,33 l	93	3 a 5	98	15,59
Garrafas de vidro 0,25l tara perdida	45	45 a 50	95	15,11
Garrafas de vidro 0,33l tara retornável	22	15 a 18	40	6,36
Garrafas de vidro 0,20l tara retornável	2	10 a 12	14	2,22
Latas de alumínio 0,50 l	12	-	12	1,90
Garrafas de vidro 1l tara perdida	1	7 a 9	10	1,59
Garrafas de vidro 1l tara retornável	0,5	0,150 a 0,200	0,7	0,11
		Total	628,7	100

Fonte: Tabela elaborada com base nas informações dos fabricantes Unicer e Central

### **5.11 Resultados obtidos - Inventário da ACV para as embalagens de cerveja em 2005.**

A tabela 44 apresenta os dados quanto aos pesos das embalagens utilizados para elaboração das ACV's no ano de 2000 e os dados dos pesos das embalagens utilizados para a realização das ACV's no ano de 2005, onde pode ser verificado uma redução no peso das embalagens, conforme as taxas apresentadas.

Tabela 44 - Dados utilizados nas ACV's do ano de 2000 e dados utilizados nas ACV's do ano de 2005

Tipo de Embalagem	Peso das embalagens ACV's 2000 (g)	Peso das embalagens (g)				Peso das embalagens ACV's 2005 (g)	% de redução do peso em 2005
		Unicer	Unidades vendidas /ano (Milh)-Unicer	Central	Unidades vendidas /ano (Milh) - Central		
Garrafas de vidro 0,33l tara perdida	225	205	179	210	150 a 180	207,5	7,8
Garrafas de vidro 0,33l tara retornável	280	270	22	260	15 a 18	265	5,4
Latas de alumínio	14,6	13,9	93	14,8	3 a 5	13,9	4,8

Fonte: baseado nas informações dos questionários Anexos A e B

Verifica-se que a venda anual de cerveja em garrafas de vidro 0,33l dos fabricantes "Unicer" e "Central" é praticamente igual; portanto, para análise de ACV's do ano de 2005 foi utilizada a média aritmética dos pesos das garrafas informadas pelos fabricantes, o que também foi adotado para as garrafas 0,33 l tara retornável, pois as quantidades são próximas em valor.

Para a realização das ACV's do ano de 2005 das latas de alumínio foi utilizado o peso das embalagens informado pelo fabricante "Unicer", devido a sua expressiva representatividade no mercado, 93 milhões de unidades contra 3 a 5 milhões da Central.

A tabela 45 apresenta as taxas de reciclagem consideradas nas ACV's realizadas com os dados do ano de 2000, as informadas pelos fabricantes para o ano de 2005 e as praticadas em Portugal no ano de 2005, conforme dados oficiais da Associação Ponto Verde.

Para a realização das ACV's referentes ao ano de 2005 foram consideradas as taxas de reciclagem atingidas em Portugal em 2005, pois é esta a real disposição dada às embalagens de cerveja disponibilizadas no mercado pelos fabricantes.

Esta taxa não se refere a % de material reciclado utilizado na fabricação do vidro utilizado nas garrafas ou no alumínio utilizado nas latas, mas refere-se à análise da redução do impacto ambiental causado pelas embalagens dispostas, quando recicladas.

Na análise de ACV pode ser verificado o ganho ambiental com a reciclagem, como um contra-ponto em relação aos impactos da fabricação das embalagens de envase da cerveja e distribuição, ou seja, na ACV realiza-se a adição dos impactos ambientais causados pelo uso dos recursos para fabricação do produto e a análise dos possíveis ganhos com a reciclagem destas embalagens, como uma redução deste “prejuízo” ambiental.

Para a fabricação do vidro foi considerada a mesma taxa de material reciclado para as ACV's referentes ao ano de 2000 e as ACV's referentes ao ano de 2005, tratando-se de um processo de fabricação de vidros produzido na Suíça com uma taxa de 61% de vidro reciclado, incluindo a avaliação de impactos relativos a: coleta, separação, transporte e processamento do vidro reciclado.

A base de dados adotada foi a Buwal 95, pois considerou-se a mesma base adotada para os estudos realizados referentes às ACV's do ano de 2000.

Como não existe base de dados referentes ao processo de fabricação de vidros em Portugal, foi adotada a base mais próxima ao processo de produção português e do material objeto de estudo, no caso do vidro, um vidro produzido na Suíça, sendo adotada a mesma base de dados de Ferrão (2005).

Para o alumínio não foram consideradas taxas de reciclagem na fabricação das latas, somente na disposição destas, pois o alumínio que é reciclado em Portugal não é utilizado na fabricação de latas de alumínio para indústria de bebidas ou alimentos, além do que o fornecedor das latas está localizado na França.

No caso do alumínio, a base de dados adotada foi a da Alemanha, por ser a única disponível para alumínio com 0% de material reciclado na composição, desta forma pode ser mantida a premissa adotada nos estudos de ACV's realizados no ano de 2000, conforme Ferrão (2005).

Tabela 45 - Taxas de reciclagem para disposição dos resíduos das embalagens em Portugal

Tipo de Embalagem	Taxa de Reciclagem ACV's (%) (2000)	Taxa de Reciclagem fabricantes(%)		Taxa de reciclagem Ponto Verde (%)	Taxa de Reciclagem ACV's (%) (2005)
		Unicer	Central		
Garrafas de vidro 0,33l tara perdida e retornável	38	27 a 30	45	45	45
Latas de alumínio	24	-	60	57	57
Packs das Garrafas	8	-	-	60	60

Fonte: Tabela elaborada com informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005), consulta ao site da Sociedade Ponto Verde e questionários dos fabricantes.

A taxa de reciclagem das embalagens de papel cartão (“pack’s”) das garrafas de cerveja adotada foi de 60% para as ACV’s de 2005, pois trata-se da taxa de reciclagem de papel cartão atingida por Portugal em 2005, contra os 8% descritos no “Disposal Scenario” dos “packs” considerados por Ferrão (2005), quando da realização dos estudos de ACV’s referentes ao ano de 2000.

Quanto às taxas de reuso das embalagens, para as ACV’s realizadas em 2000 foi considerado uma taxa de reutilização dos *pallets* de 95%, segundo Ferrão (2005) e a mesma taxa foi mantida para as ACV’s do ano de 2005, pois não foram alteradas as condições de uso ou o tipo de *pallet* e material destes.

Quanto à taxa de reutilização e perdas nas garrafas retornáveis, foi utilizado o valor de 4%, conforme informado pelo fabricante Unicer, e nas ACV’s realizadas no ano de 2000 foi utilizada a taxa de perda no retorno para envase de 10% conforme Ferrão (2005).

Para as ACV’s referentes ao ano de 2005, foram considerados os mesmos dados de logística das embalagens e logística de distribuição da cerveja, pois os fornecedores das embalagens e a localização das fábricas de cerveja não foram alterados.

A seguir estão apresentadas de forma resumida as principais alterações e os dados mantidos para os estudos de ACV’s 2005:

- Peso das garrafas 0,33l tara perdida em 2005 igual a 207,5g, peso das garrafas 0,33l tara perdida em 2000 igual a 225g;

- peso das garrafas 0,33l tara retornável em 2005 iguais a 265g, peso das garrafas 0,33l tara retornável em 2000 igual a 280g;

- peso das latas de alumínio 0,33l em 2005 igual a 13,9 g, peso das latas de alumínio 0,33l em 2000 igual a 14,6 g;

- taxa de reciclagem do vidro em 2005 foi de 45% e, no ano de 2000 foi de 38%;

- taxa de reciclagem do alumínio em 2005 foi de 57% e, no ano de 2000 foi de 25%;

- taxa de reciclagem dos “packs” em 2005 foi de 60% e, no ano de 2000 foi de 8%;

- taxa de reuso das garrafas retornáveis em 2005 foi de 96% e, no ano de 2000 foi de 90%.

Foram considerados inalterados em relação as ACV’s realizadas no ano de 2000 para as ACV’s realizadas referentes ao ano de 2005, os seguintes dados:

- A logística dos cenários de disposição;

- logística dos componentes das embalagens até a fábrica para envase;



- processos para fabricação das embalagens;
- consumo de energia e insumos para envase da cerveja;
- logística de distribuição da cerveja.

A seguir se apresenta o inventário para as ACV's das embalagens de cerveja em Portugal com dados do ano de 2005.

### 5.11.1 Inventário da ACV para as garrafas de vidro 0,33 l tara perdida em 2005.

A tabela 46 apresenta os valores de massas referentes ao transporte para distribuição da unidade funcional da cerveja em garrafas de vidro 0,33l tara perdida no ano de 2005.

Tabela 46 –Massa total para distribuição das garrafas tara perdida- ano 2005

Componente	Peso de 1 componente (g)	Quantidade para a unidade funcional (1000 l)	Peso total a ser transportado em kg
Garrafa 0,33 l	207,5	3030	628,73
Tampas metálicas	2,33	3030	7,06
Rotulo e gargantilha	0,7	3030	2,12
Pack	40	505	20,2
Tabuleiro	93	126	11,72
Filme retrátil	3061	2	6,12
Pallet	27700	2	55,4
Cerveja	330	1000	1000
		Total de peso a transportar	1731,34

Fonte: Cálculos realizados com base nas informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Nota: Considerado a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

### 5.11.2 Inventário da ACV para as garrafas de vidro 0,33 l tara retornável em 2005.

A tabela 47 apresenta os valores de massas referentes ao transporte para distribuição da unidade funcional da cerveja em garrafas de vidro 0,33l tara retornável no ano de 2005.

Tabela 47 – Massa total para distribuição das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável-ano 2005

<b>Componente</b>	<b>Peso de 1 componente (g)</b>	<b>Quantidade para a unidade funcional (1000 l)</b>	<b>Peso total a ser transportado (kg)</b>
Garrafa 0,33 l	265	3030	803,95
Tampas metálicas	2,33	3030	7,06
Rotulo e gargantilha	0,7	3030	2,12
Grade de Plástico	1750	127	222,25
Filme retrátil	3061	3	9,18
Pallet	35000	3	105
Cerveja	330	1000	1000
		Total de peso a transportar	2149,56

Fonte: Cálculos realizados com base nas informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Nota: Considerado a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

### 5.11.3 Inventário da ACV para as latas de alumínio 0,33 l em 2005.

A tabela 48 apresenta os valores de massas referentes ao transporte para distribuição da unidade funcional da cerveja em latas de alumínio 0,33l no ano de 2005.

Tabela 48 –Massa total para distribuição das latas de alumínio-ano 2005

<b>Componente</b>	<b>Peso de 1 componente (g)</b>	<b>Quantidade para a unidade funcional (1000 l)</b>	<b>Peso total a ser transportado (kg)</b>
Latas de alumínio 0,33 l	13,9	3030	42,12
Tabuleiro	93	127	11,8
Filme retrátil	3713,8	2	7,43
Pallet	27700	2	55,4
Cerveja	330	1000	1000
		Total de peso a transportar	1116,8

Fonte: Cálculos realizados com base nas informações das ACV's apresentadas em Ferrão (2005)

Nota: Considerado a densidade da cerveja = 1,00 g/ml

### **5.12 Fase 3 – Apresentação dos Resultados das ACV's - Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida Associado às Entradas e Saídas do Sistema**

A seguir estão apresentados os resultados encontrados nos estudos de ACV's realizados para as embalagens de cerveja no ano 2000 e 2005. Os resultados estão apresentados em forma de gráficos de colunas, representando os impactos ambientais por categorias de indicadores, conforme método de eco-indicadores 95.

Os resultados obtidos no Simapro 7.1, quanto a descrição do fluxo dos materiais, as massas e unidade de cada embalagem, estão apresentados de forma esquemática no anexo C.

Os resultados apresentados referem-se sempre à unidade funcional de 1000 l de bebida consumida para cada tipo de embalagem. Os resultados são apresentados em 4 gráficos por tipo de embalagem. O primeiro gráfico ilustra os impactos ambientais associados ao ciclo de vida das embalagens, onde pode ser verificado os impactos de cada fase do ciclo de vida da embalagem. O segundo gráfico mostra os impactos ambientais associados a fase de produção (apresentando as emissões devidas às diversas fases de produção dos componentes), o terceiro gráfico apresenta o resultado global dos impactos ambientais da embalagem após contabilizar as emissões evitadas na fase de destino final e o quarto gráfico apresenta os impactos ambientais por fase do ciclo de vida do produto, somados os indicadores por categoria.

As categorias de impacto ambiental consideradas, conforme método eco-indicadores 95 são: Efeito estufa, diminuição da camada de ozônio, acidificação, eutroficação, emissão de metais pesados, carcinogenicidade, *smog* de inverno, *smog* de verão, emissão de pesticidas, esgotamento de matérias-primas e recursos energéticos, e deposição de resíduos sólidos.

#### **5.12.1 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de vidro 0,33 l tara perdida ano de 2000.**

Os impactos ambientais mais importantes do ciclo de vida das garrafas de vidro tara perdida de cerveja podem ser observados na figura 20. A fase de produção das embalagens apresenta maiores impactos sendo as categorias mais afetadas: metais pesados, *smog* de verão e uso de recursos naturais.

A fase de distribuição é consideravelmente menos relevante que a fabricação das embalagens, contribuindo principalmente para os impactos associados à categoria de metais pesados.

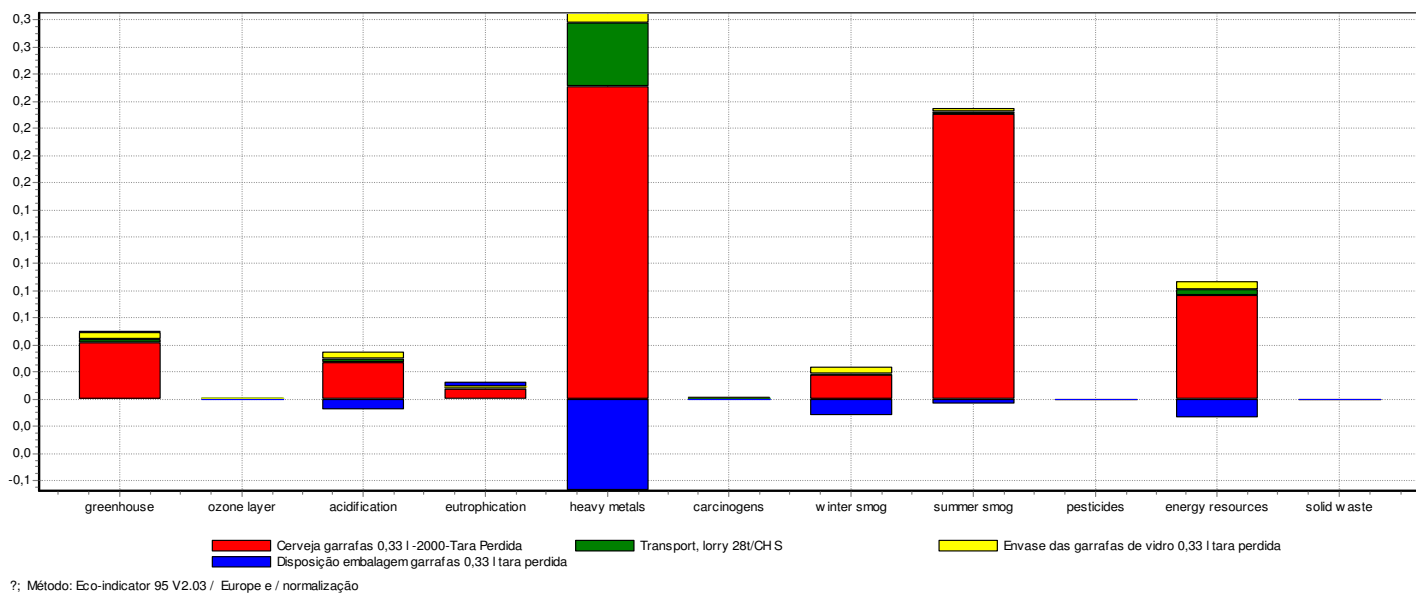


Figura 20 – Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida – ano 2000.

Na figura 21 pode ser observado que a produção da garrafa de vidro é a principal responsável pelos impactos verificados nas diversas categorias de indicadores, com exceção da categoria *smog* de verão, onde o processo de fabricação e principalmente a impressão dos “packs” se apresenta com maior impacto nesta categoria.

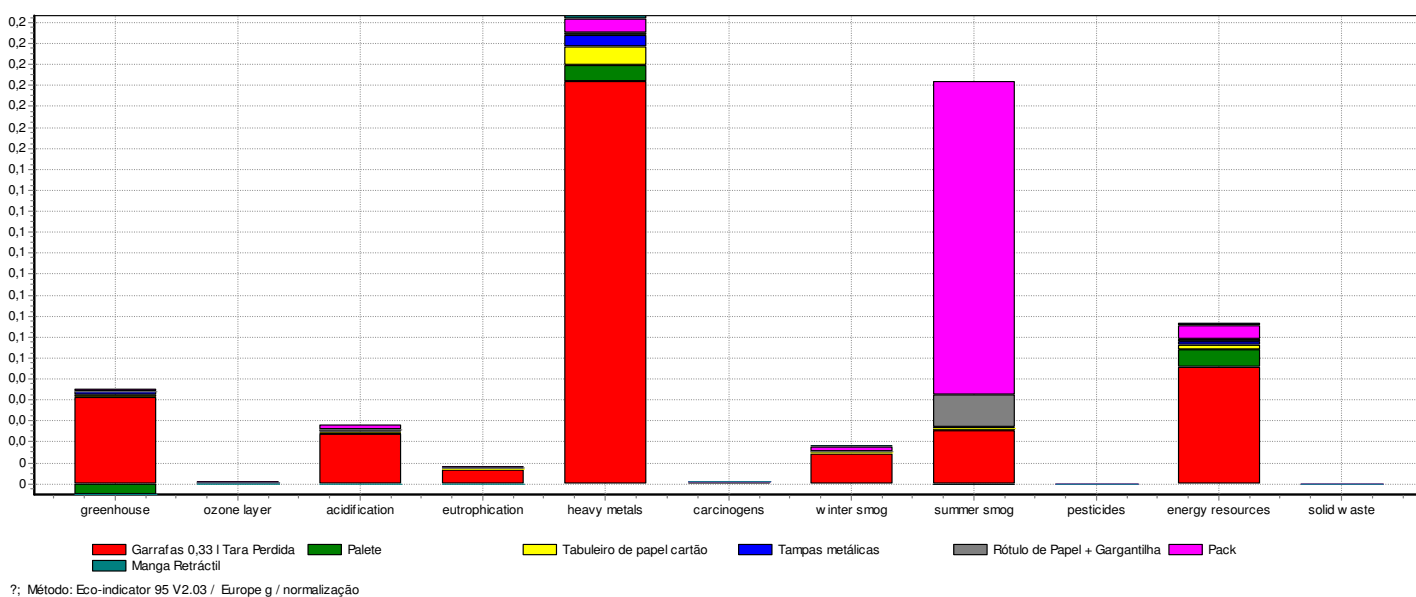


Figura 21 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro 0,33 l tara perdida –ano 2000

Os maiores impactos evitados na fase de destino final são nas categorias de metais pesados, *smog* de inverno e uso de recursos naturais, como pode ser observado na figura 22. Este fato é devido ao processo de reciclagem das garrafas de vidro, que apresenta maior contribuição para esta redução e também em escala menor de contribuição a reutilização dos pallets de madeira e a reciclagem do “pack” e do tabuleiro de papelão.

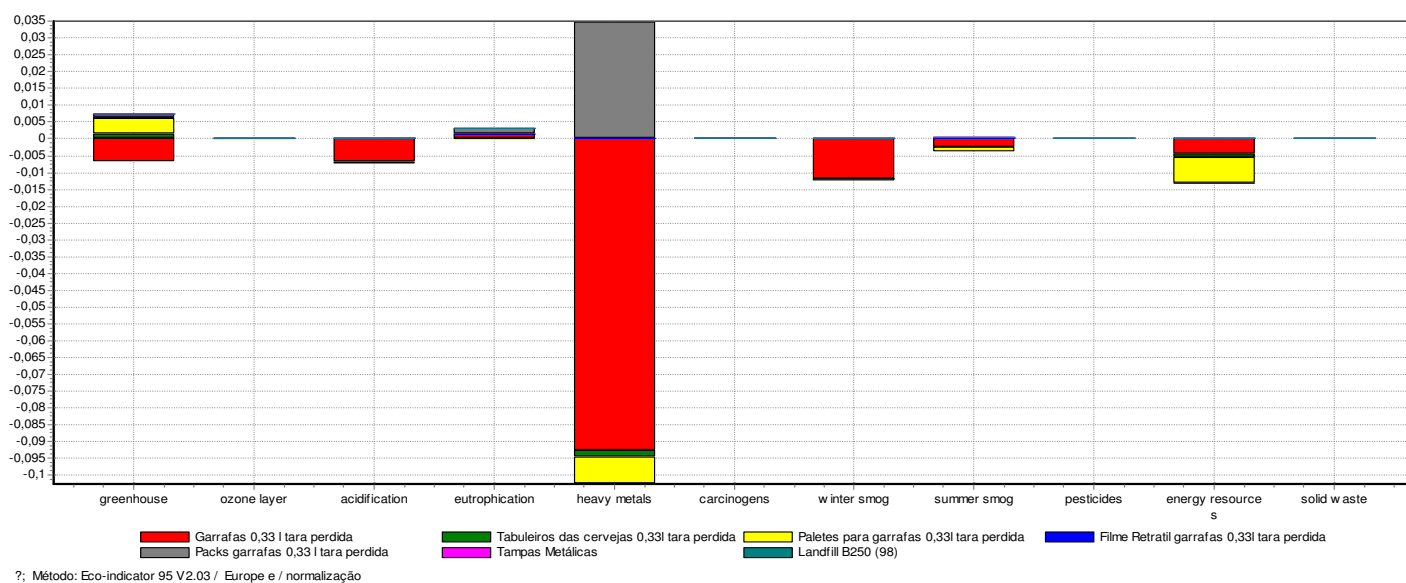


Figura 22 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final da garrafa de vidro 0,33 l tara perdida ano 2000

Na figura 23 pode ser verificado que a fase do ciclo de vida das garrafas 0,33 l tara perdida, com maior impacto ambiental é a produção das embalagens e a fase que mais contribui para a redução dos impactos é a destinação final, devido a reciclagem do vidro e reuso dos pallets.

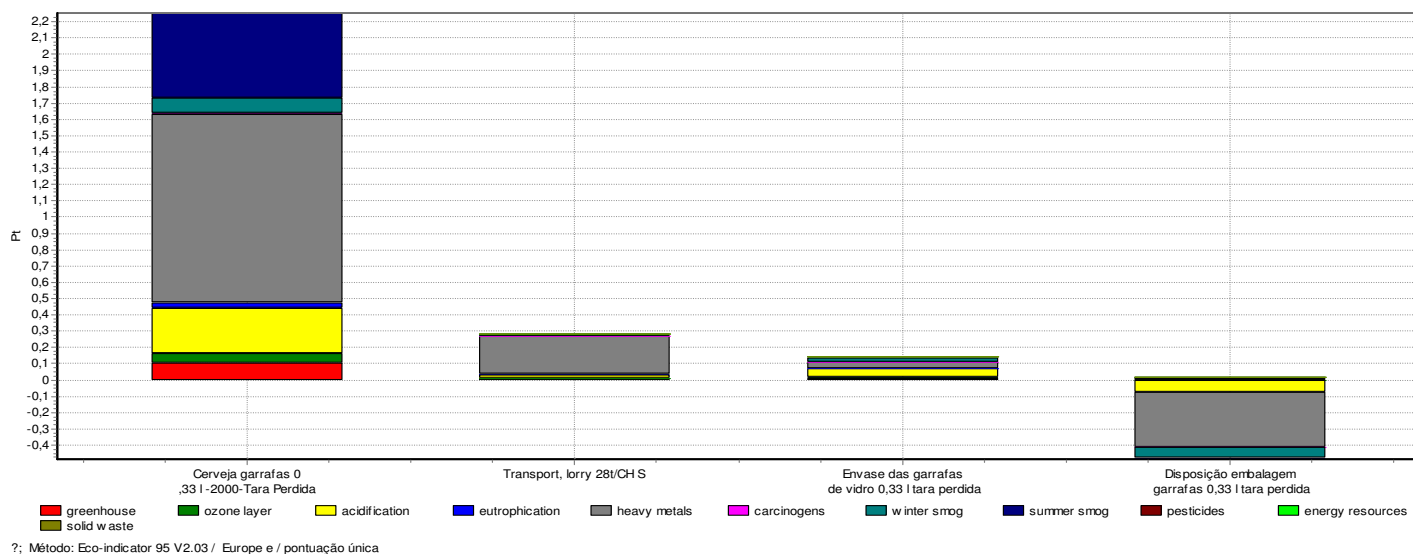


Figura 23 - Garrafas de vidro 0,33 l tara perdida impactos por fase do ciclo de vida-2000

### 5.12.2 Caracterização dos impactos ambientais das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável ano 2000

A figura 24 apresenta os impactos ambientais mais significativos do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável de cerveja.

As categorias com maior impacto são a de metais pesados, energia e smog de verão, seguidos pelo efeito estufa, acidificação e smog de inverno .

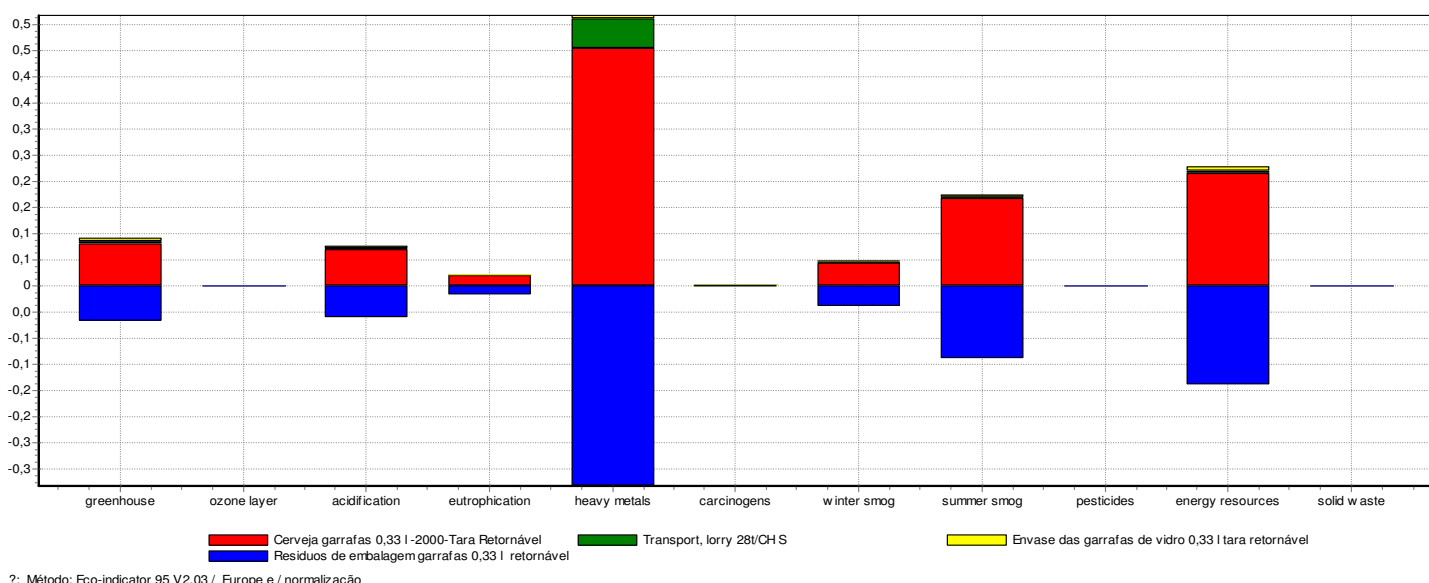


Figura 24 – Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável – ano 2000

A fase de produção das embalagens de cerveja é novamente responsável pela maioria dos impactos. Em relação a fase de envase pode ser verificado a mesma situação que nas garrafas de vidro 0,33 l tara perdida. A fase de distribuição apresenta valores menos relevantes.

Na figura 25 pode ser verificado que na fase de produção os processos que mais se destacam são a produção da garrafa de vidro-embalagem primária, isto devido ao peso das garrafas de vidro tara retornável, que é 24% maior que o da garrafa de vidro tara perdida; portanto, os impactos para a produção das garrafas são maiores, tendo maior representatividade no total dos impactos gerados por todos os componentes da embalagem e em segundo lugar a produção das grades plásticas.

Quando comparados os impactos ambientais da produção das garrafas tara retornável com as grades plásticas, verifica-se que as garrafas apresentam maior impacto e mais significativos, quando comparados com as categorias onde as grades plásticas apresentam maiores impactos, conforme apresentado na figura 26.

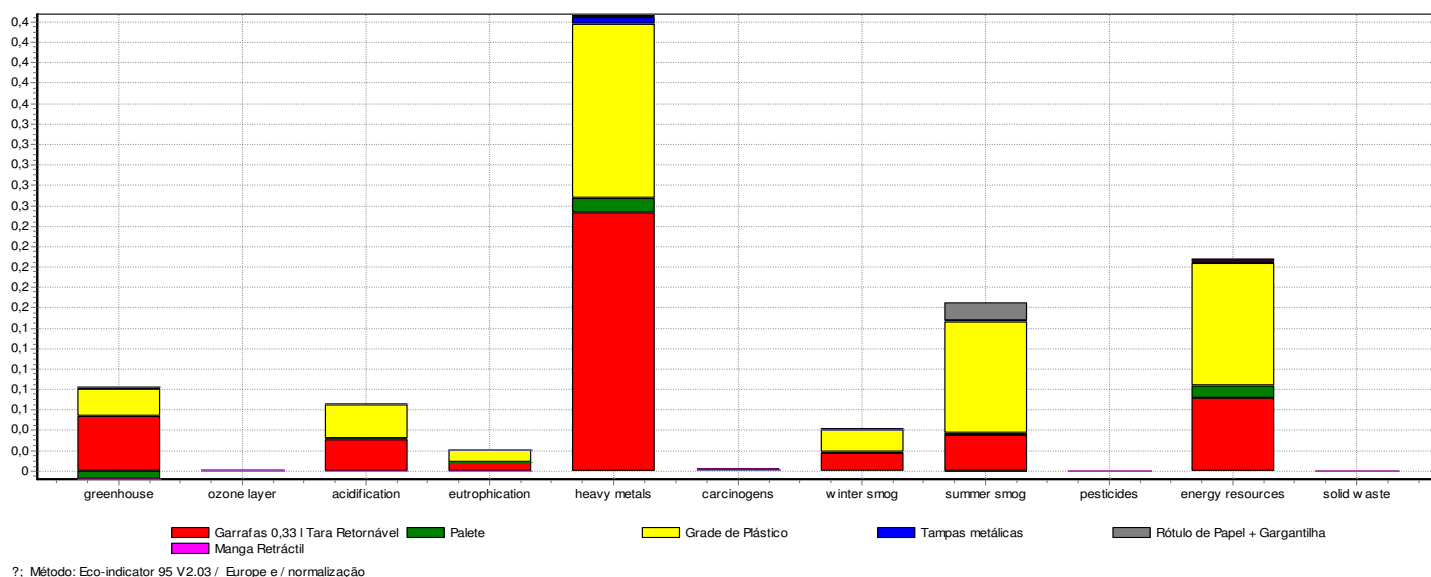


Figura 25 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro 0,33 l tara retornável

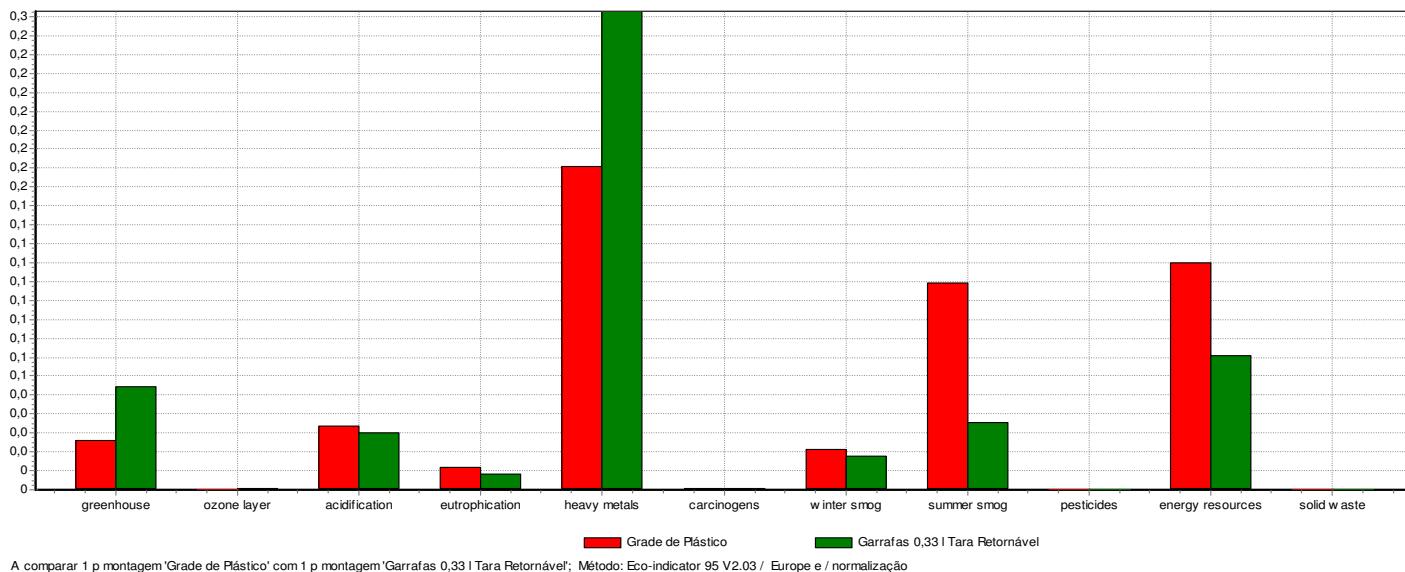


Figura 26 - Impactos ambientais da produção das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável e das grades plásticas – ano 2000.

Na fase de destino final, os impactos evitados nas diversas categorias podem ser observados na figura 27. Os maiores impactos evitados na fase de destino final são nas categorias de metais pesados, *smog* de verão e uso de recursos naturais. Este fato é devido ao processo de reuso das garrafas de vidro e das grades de plástico, que apresenta maior contribuição para esta redução e também em escala menor de contribuição a reutilização dos pallets de madeira e a reciclagem do “pack” e do tabuleiro de papelão.



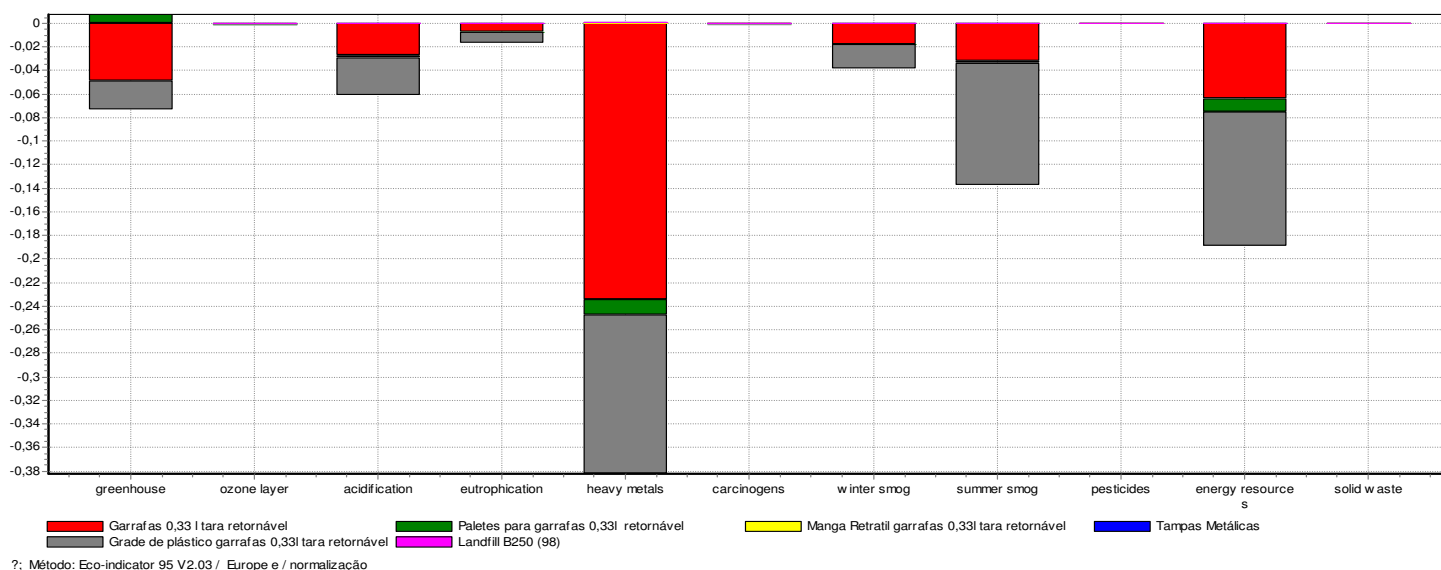


Figura 27 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável – ano 2000

Na figura 28 se verifica que a fase do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável assim como das garrafas tara perdida com maior impacto ambiental é a produção das embalagens e, a fase que mais contribui para a redução dos impactos é a destinação final, devido ao reuso dos *pallets* e principalmente reuso das garrafas que são retornáveis, o que reduz significativamente o impacto ambiental, quando comparado às garrafas 0,33 l tara perdida.

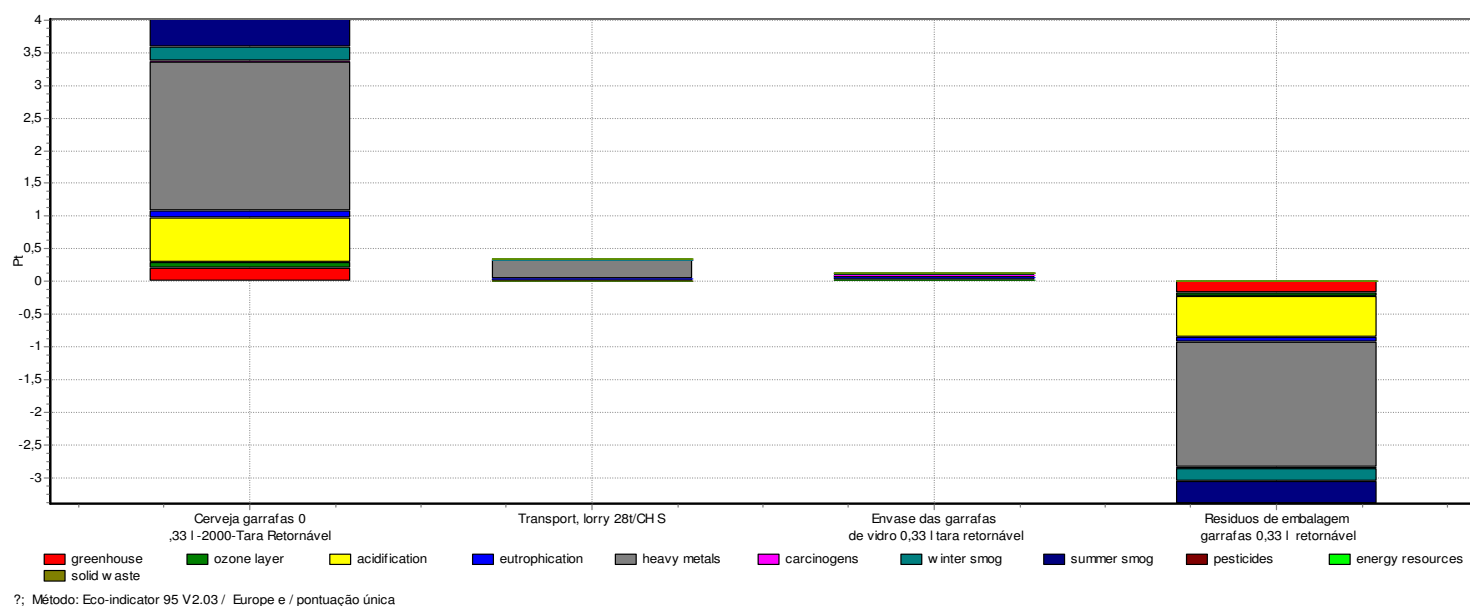


Figura 28 – Impactos do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara retornável - ano 2000.

### 5.12.3 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de latas de alumínio ano de 2000.

Os impactos ambientais mais relevantes do ciclo de vida das latas de alumínio verificam-se na categoria de metais pesados (como ilustrado na figura 29). As categorias de energia, carcinogenicidade, acidificação, *smog* de inverno, *smog* de verão e camada de ozônio, também apresentam valores significativos.

A fase de produção é a que mais contribui para as emissões. O envase apresenta alguns impactos ao nível das categorias de energia, metais pesados e *smog* de verão. A fase de distribuição é pouco relevante quando comparada com o envase, isto devido ao baixo peso das latas de alumínio, apresentando ainda assim alguns impactos nas categorias de *smog* de verão e acidificação e metais pesados.

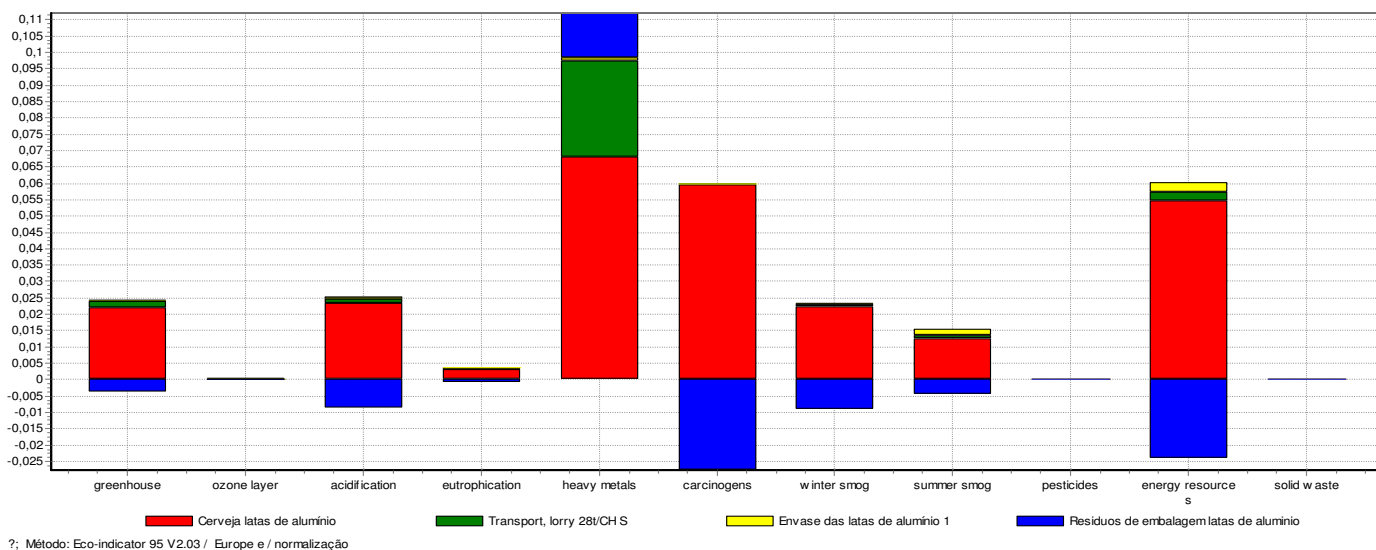


Figura 29 - Impactos ambientais do ciclo de vida das latas de alumínio.

Dentro da fase de produção, o processo mais importante é a produção da lata de alumínio, conforme verificado na figura 30. Este processo é o principal responsável pelos impactos das categorias de metais pesados, carcinogenicidade e energia (devido a produção de eletricidade a partir da cisão nuclear, todas as latas de alumínio vêm da França), seguidos por efeito estufa e acidificação.

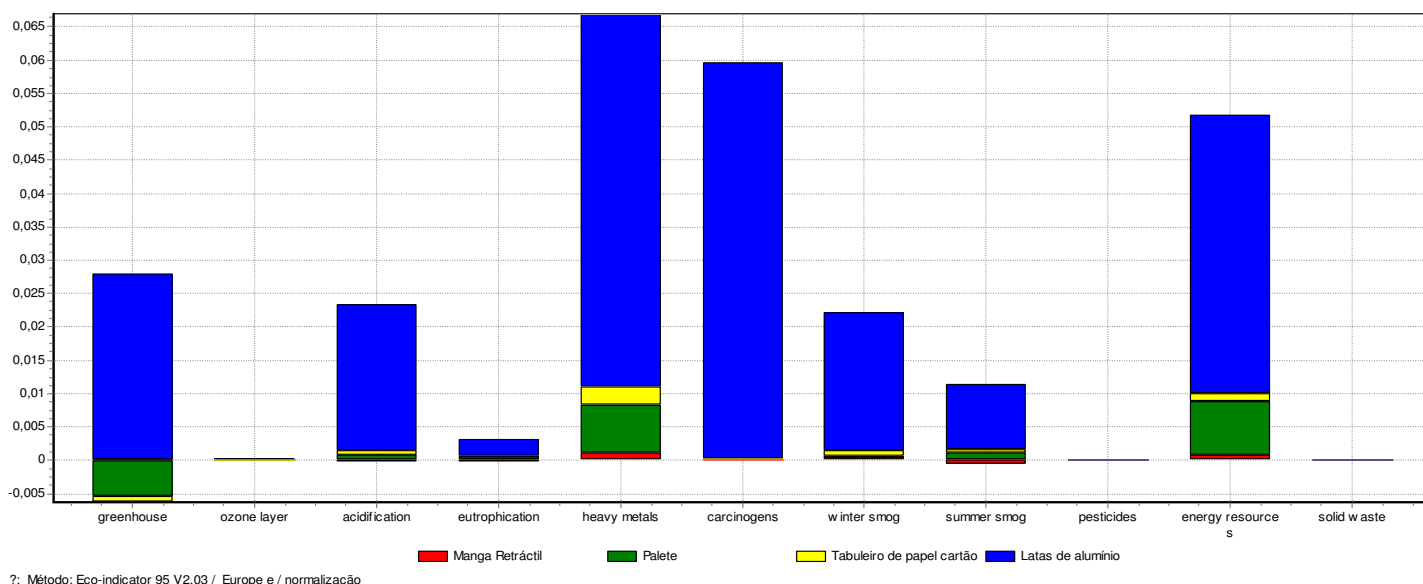


Figura 30 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens tipo latas de alumínio - ano 2000

Os impactos evitados na fase de destino final verificam-se nas categorias de energia, carcinogenicidade, camada de ozônio, acidificação, *smog* de inverno e *smog* de

verão devem-se quase exclusivamente ao processo de reciclagem das latas de alumínio, conforme apresentado na figura 31. Na categoria de Energia, os processos que mais contribuem são a reciclagem do alumínio, a reutilização dos *pallets* de madeira e a reciclagem do tabuleiro de papelão ondulado.

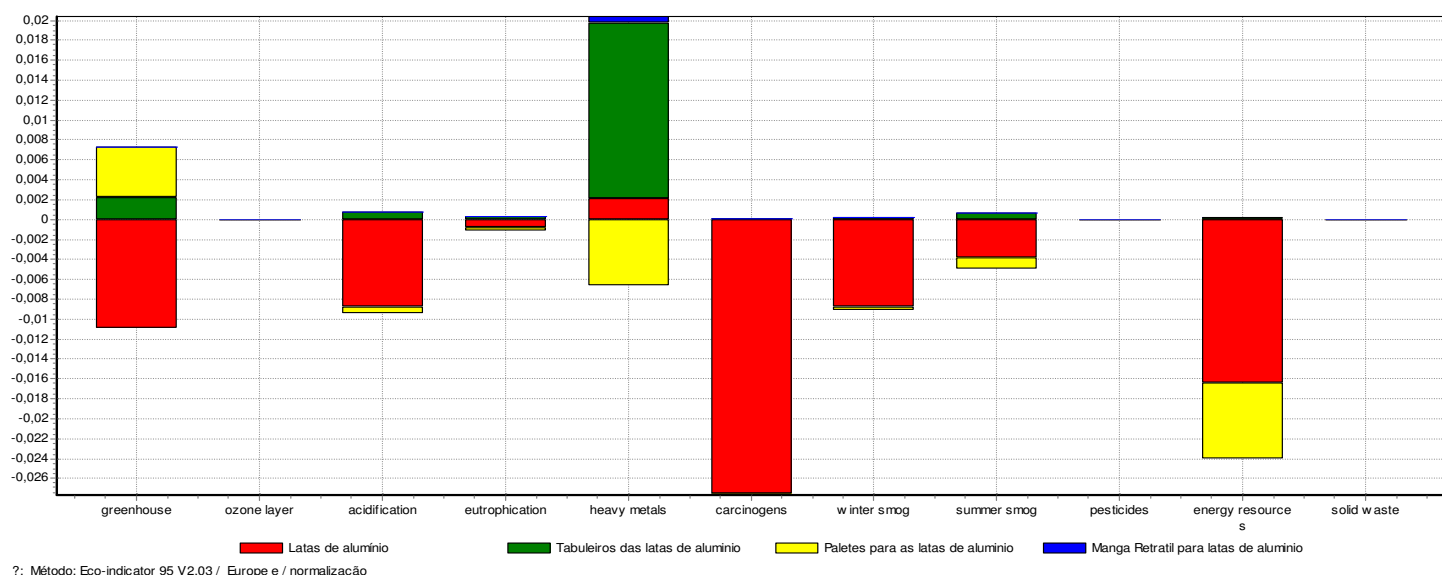


Figura 31 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das latas de alumínio – ano 2000

Na figura 32 pode ser verificado que a fase do ciclo de vida das latas de alumínio com maior impacto ambiental é a produção das embalagens e a fase que mais contribui para a redução dos impactos é a destinação final, devido a reciclagem das latas de alumínio e reuso dos *pallets*.

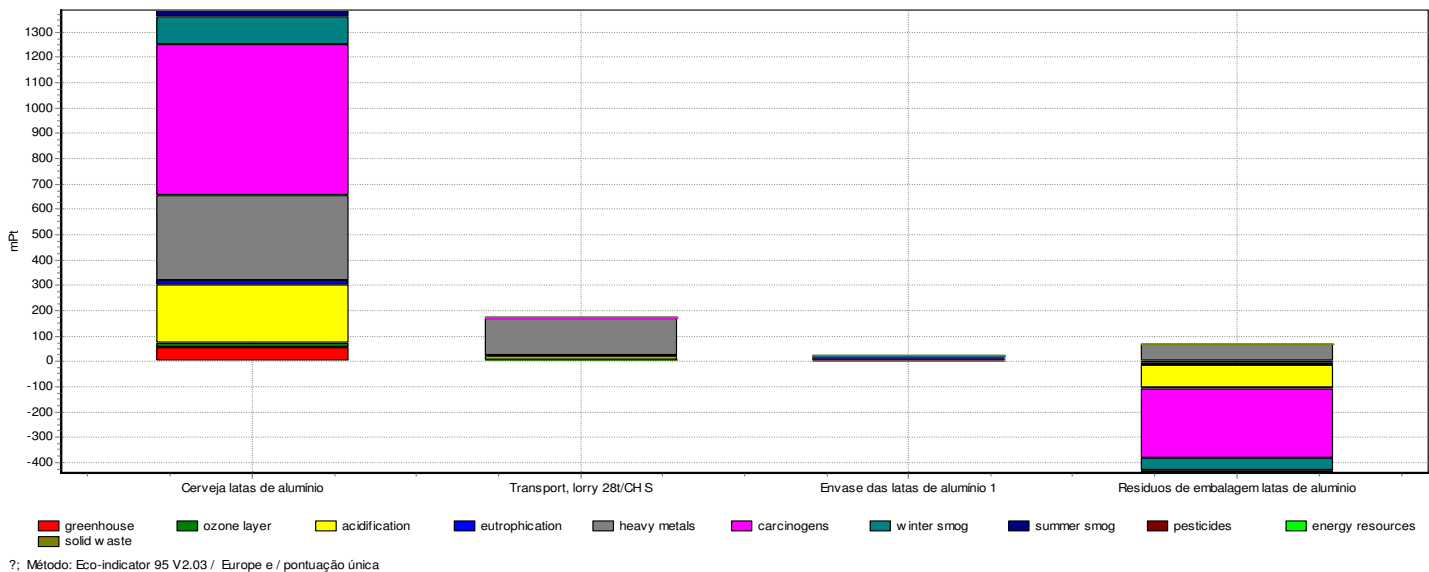


Figura 32 - Impactos por fase do ciclo de vida das latas de alumínio - ano 2000

#### 5.12.4 Impactos ambientais das embalagens dos barris de inox de 30 l ano - 2000.

Os maiores impactos ambientais relativos ao ciclo de vida dos barris de inox de 30 l estão apresentados na figura 33. Pode ser observado que a categoria onde se verificam os maiores impactos é a metais pesados, seguida por *smog* de inverno, acidificação, esgotamento de recursos naturais e energia, efeito estufa e *smog* de verão.

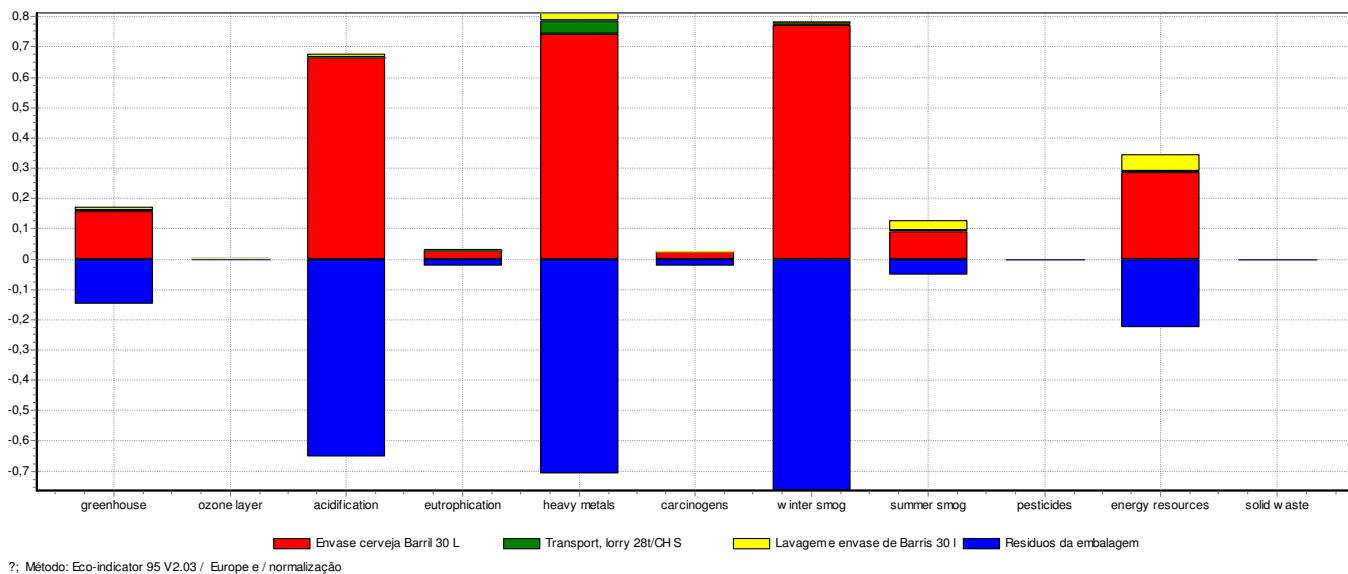
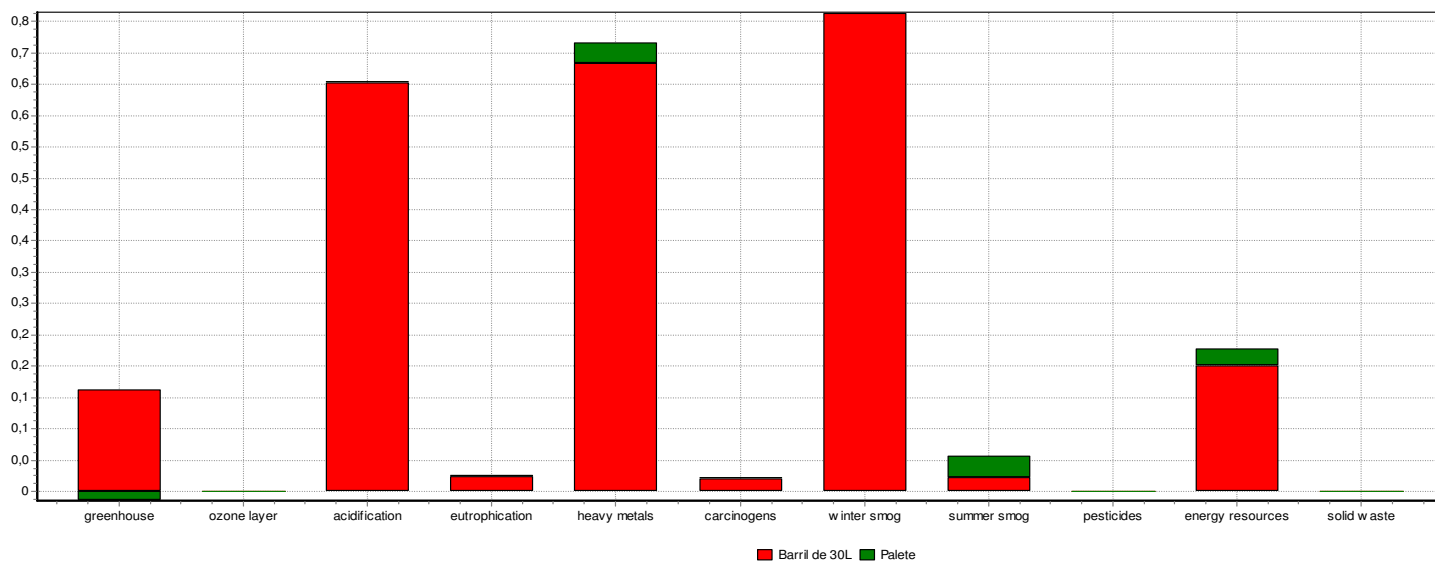


Figura 33 - Impactos ambientais do ciclo de vida dos Barris de Inox de 30 l - 2000.

A fase de produção dos barris de inox é a que mais contribui para os impactos nas diversas categorias, principalmente metais pesados, *smog* de inverno, e acidificação. Relativamente à fase de envase, os valores mais elevados verificam-se nas categorias de *smog* de verão, consumo de recursos naturais e energia e metais pesados, enquanto que na fase de distribuição os resultados apresentados são pouco significativos (figura 33).

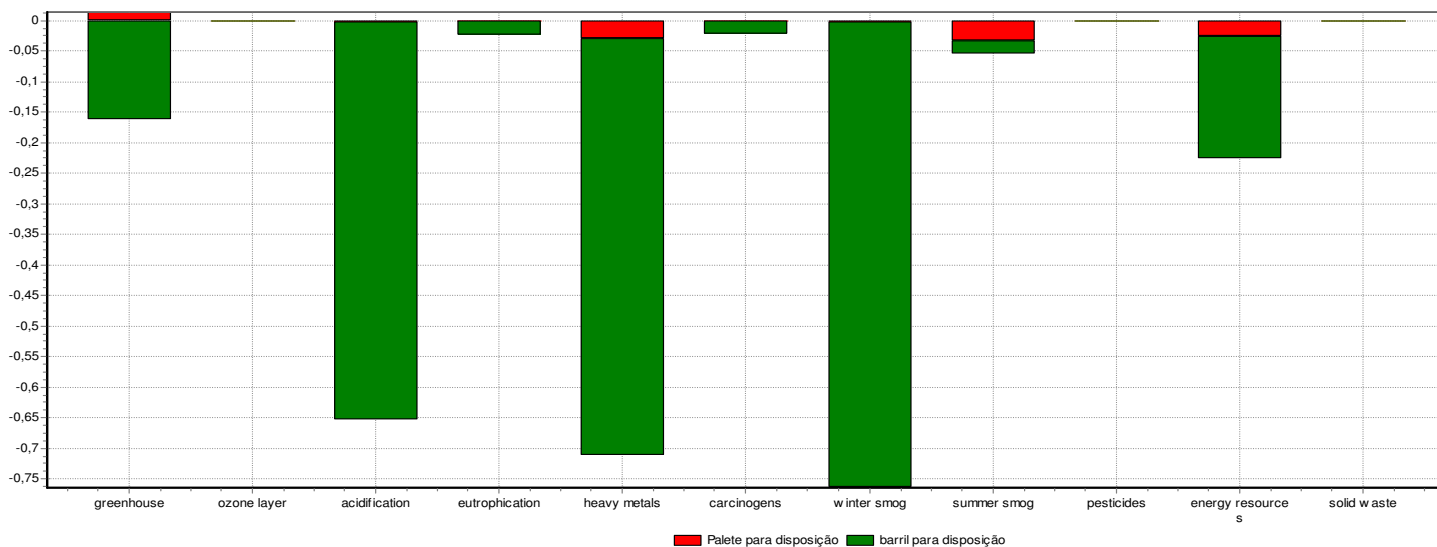
O processo de produção do inox é o principal responsável pela maioria dos impactos verificados conforme apresentado na figura 34. Nas categorias de *smog* de inverno, acidificação, metais pesados, é exclusivamente este processo o mais relevante, enquanto que nas categorias de *smog* de verão, energia, recursos naturais e metais pesados existe ainda a contribuição do processo de produção dos *pallets*.



?: Método: Eco-indicator 95 V2.03 / Europe e / normalização

Figura 34 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens tipo barris de inox de 30 l – ano 2000.

Os impactos evitados durante a fase final de disposição das embalagens devem-se quase exclusivamente ao processo de reutilização do barril de inox, como pode ser observado na figura 35. Nas categorias de energia, *smog* de verão e metais pesados existe ainda uma pequena contribuição do processo de reutilização dos *pallets* de madeira.



?: Método: Eco-indicator 95 V2.03 / Europe e / normalização

Figura 35 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final dos barris de inox de 30 l – ano 2000

Na figura 36 pode ser verificado que a fase do ciclo de vida dos barris de inox de 30 l, com maior impacto ambiental é a produção das embalagens e, a fase que mais contribui para a redução dos impactos é a destinação final, devido ao reuso dos barris de inox e dos *pallets*.

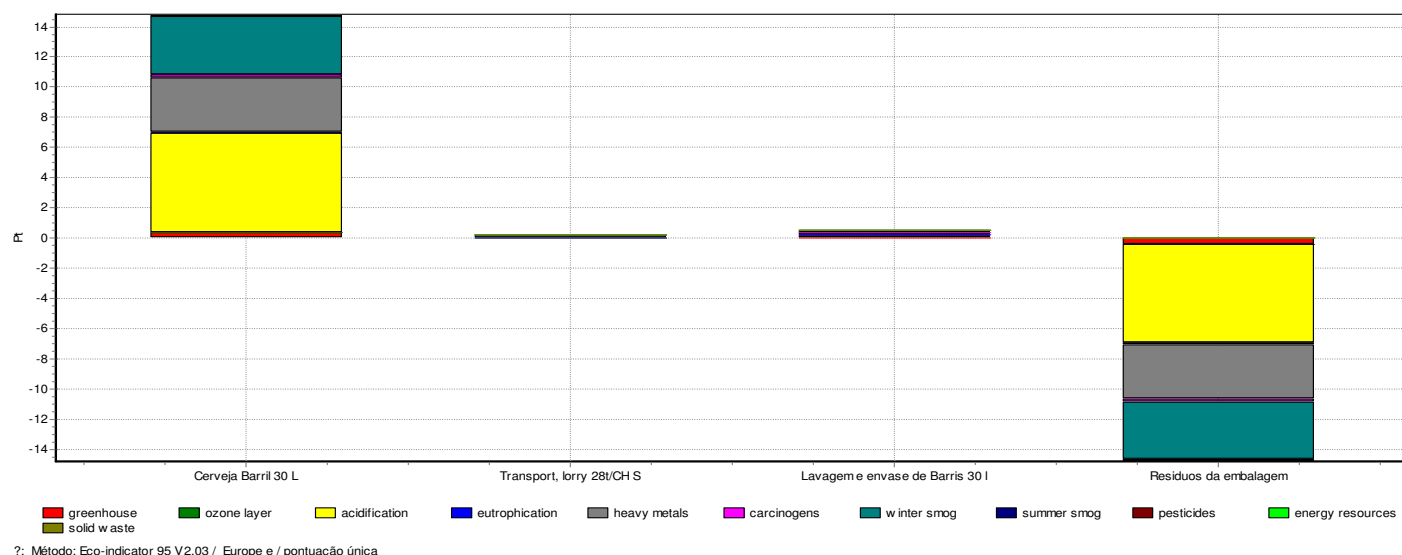


Figura 36 - Impactos por fase do ciclo de vida dos barris de inox de 30 l – ano 2000.

### 5.12.5 Impactos ambientais das embalagens dos barris de inox de 50 l ano - 2000.

Os resultados das ACV's para os barris de inox 50 l quanto aos impactos ambientais são muito semelhantes aos resultados das ACV's dos barris de inox 30 l, incluindo as considerações quanto as categorias mais afetadas e as grandezas nos gráficos, portanto não existe a necessidade de apresentação dos gráficos, pois são os mesmos resultados das ACV's dos barris de inox 30 l.

### 5.12.6 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de vidro tara perdida ano 2005.

Os impactos ambientais mais importantes do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33 l tara perdida de cerveja com dados atualizados do ano 2005, podem ser observados na figura 37. Similarmente a ACV do ano 2000, na fase de produção das embalagens as categorias mais afetadas são: metais pesados, *smog* de verão e consumo de recursos naturais e energia.

A fase de envase apresenta o maior impacto na categoria de metais pesados e esgotamento de recursos naturais e energia.

A fase de distribuição contribui principalmente para os impactos associados às categorias de metais pesados e esgotamento de recursos naturais e energia.



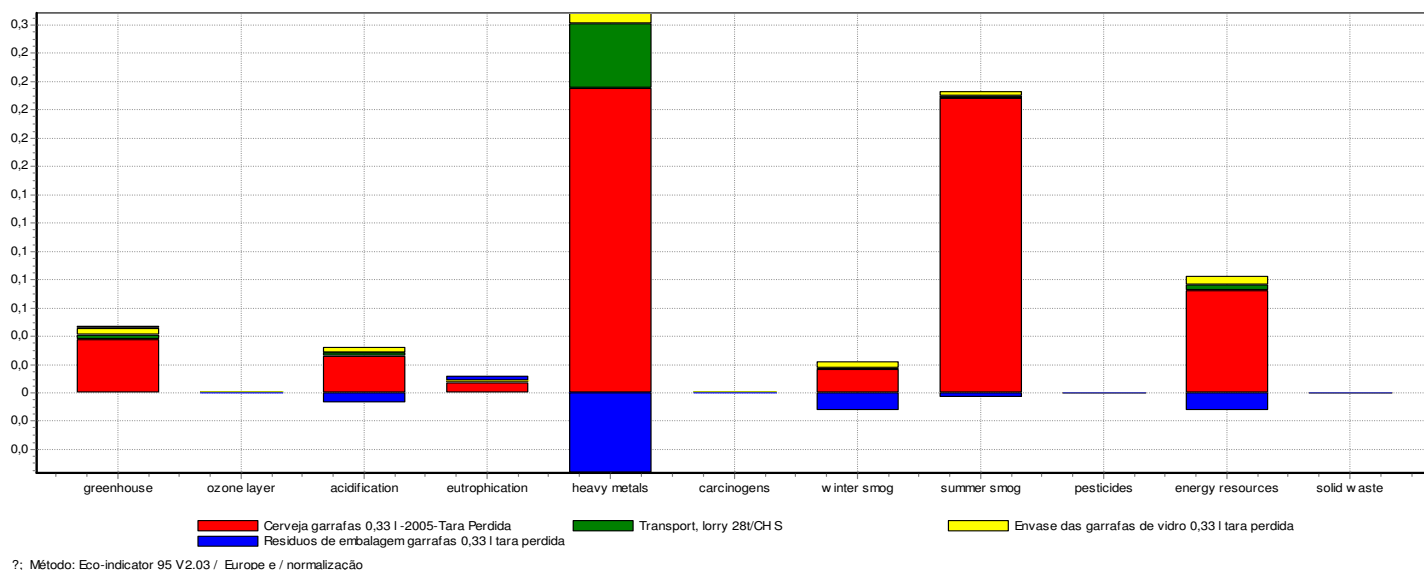


Figura 37 - Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0,33l tara perdida 2005.

Similarmente a ACV do ano 2000, (figura 21), a figura 38 mostra que a produção da garrafa de vidro é a principal responsável pelos impactos verificados nas diversas categorias de indicadores, com exceção da categoria *smog* de verão, onde o processo de fabricação e principalmente impressão dos “packs” se apresenta com maior impacto nesta categoria.

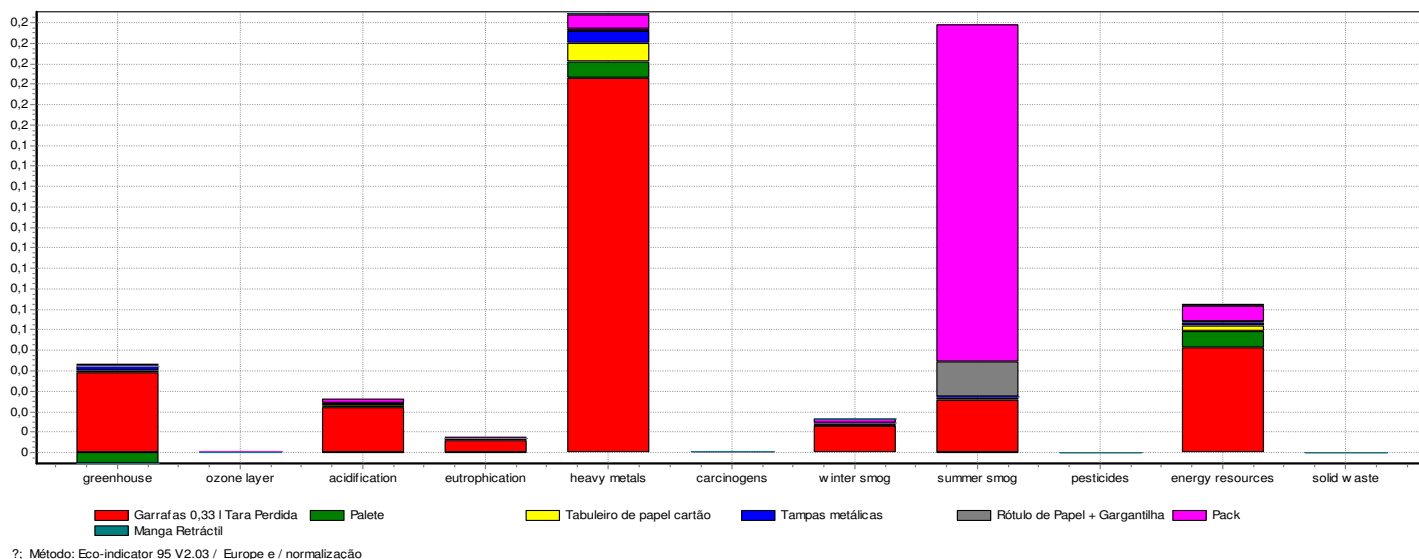


Figura 38 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro tara perdida 0,33 l- 2005.



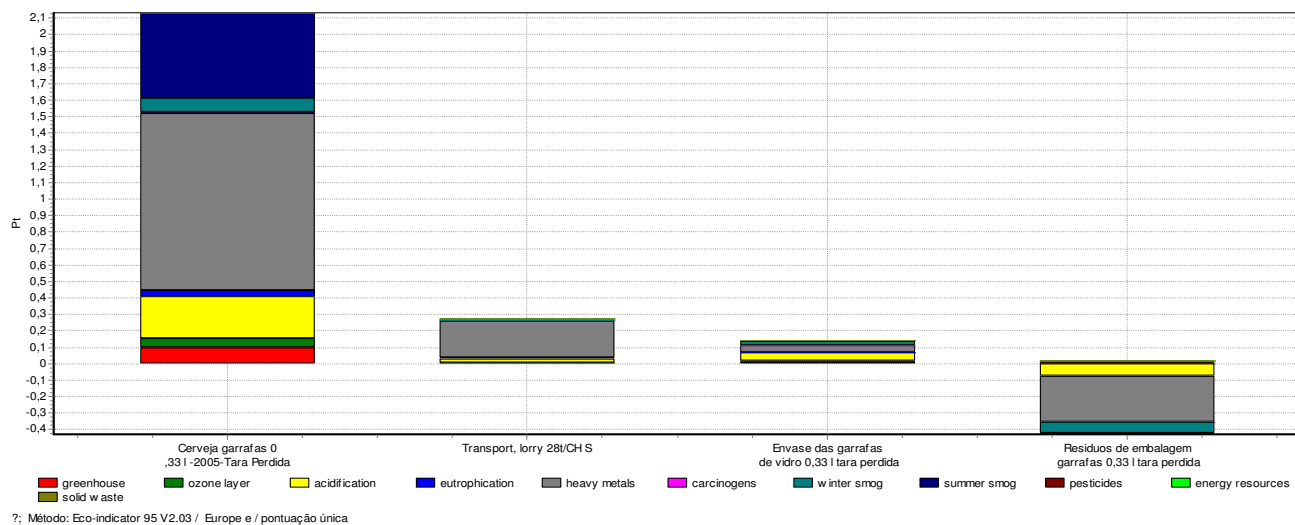


Figura 40 - Impactos por fase do ciclo de vida das garrafas 0,33 l tara perdida- ano 2005

### 5.12.7 Caracterização dos impactos ambientais das embalagens de vidro tara retornável ano de 2005.

Os impactos ambientais das garrafas de vidro tara retornável para o ano 2005, quando classificados por ciclo de vida, fase de produção das embalagens e fase de destino final, conforme figuras 41, 42 e 43, apresentam os mesmos resultados dos impactos ambientais das garrafas tara retornável para o ano 2000, apresentados e comentados anteriormente.

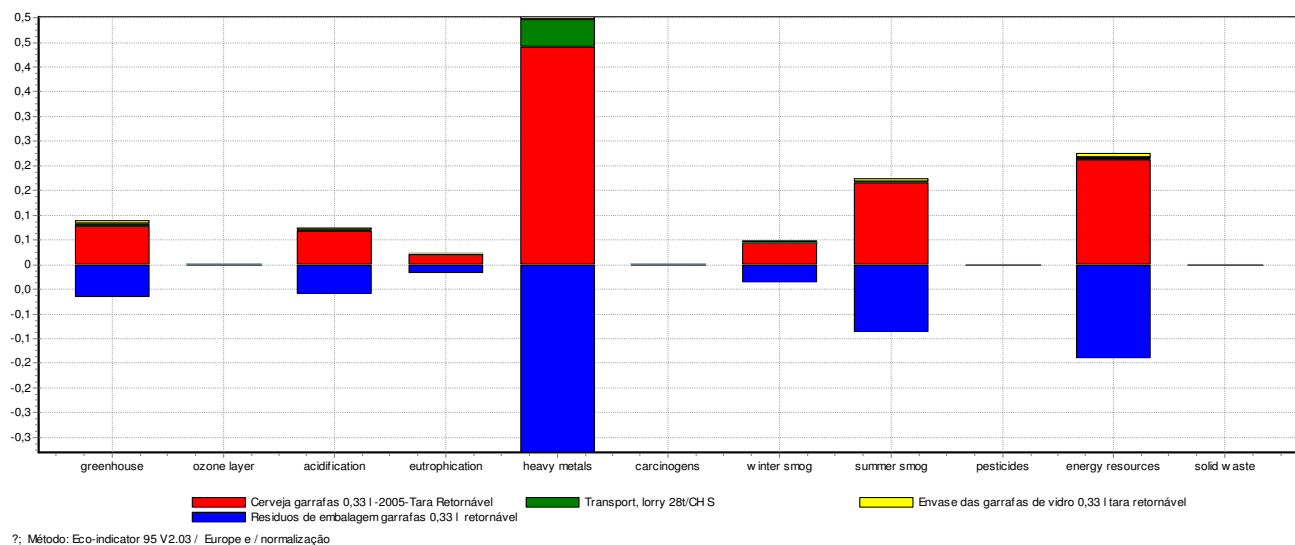


Figura 41 – Impactos ambientais do ciclo de vida das garrafas de vidro 0, 33l tara retornável 2005.

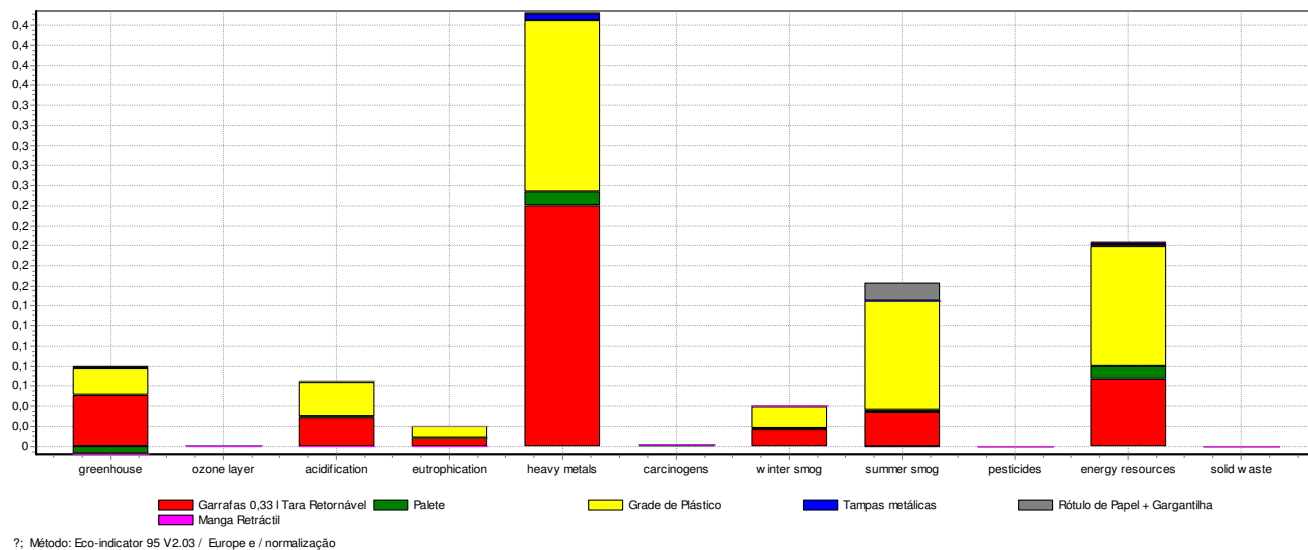


Figura 42 - Impactos ambientais relativos a fase de produção das embalagens para garrafa de vidro tara retornável 0,33 l - 2005

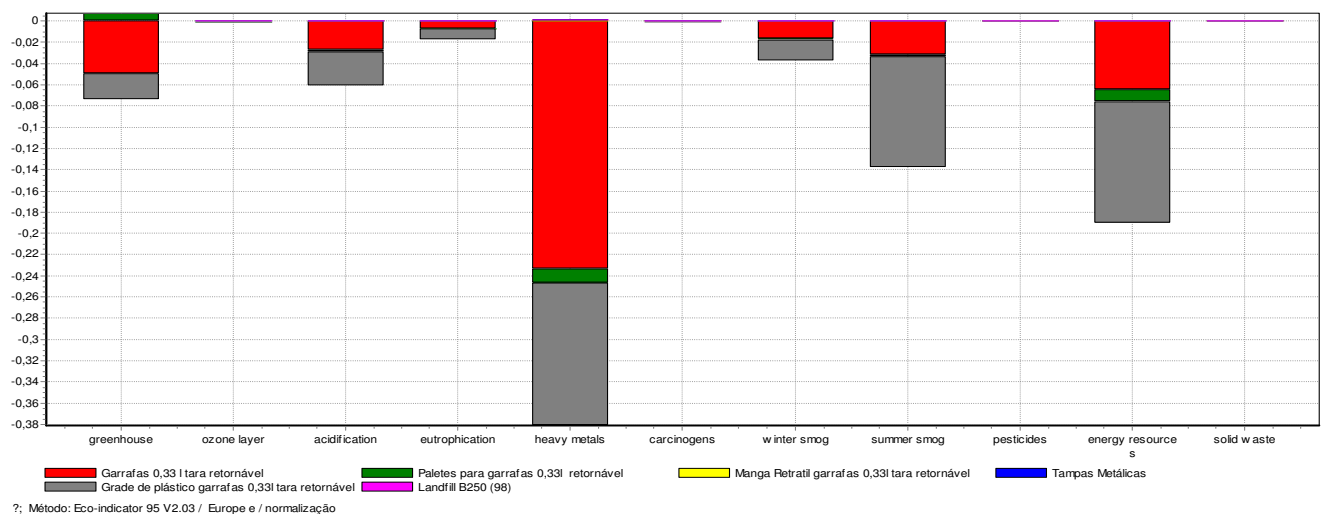


Figura 43 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das garrafas tara retornável 0,33 l – 2005.

Nas figuras 41, 42 e 43 não é possível a verificação de diferenças nos impactos ambientais apresentados por categorias em relação ao ano 2000, porém, na figura 44, onde está apresentado os impactos ambientais referentes as fases do ciclo de vida das garrafas tara retornável no ano 2005, verifica-se redução nos impactos referentes a produção das embalagens, o que pode ser verificado comparando-se as figuras 28 e 44, onde se verifica a redução de 0,5 ponto em 2005. Esta redução se deve a redução do peso da garrafa de 280 para 265g.

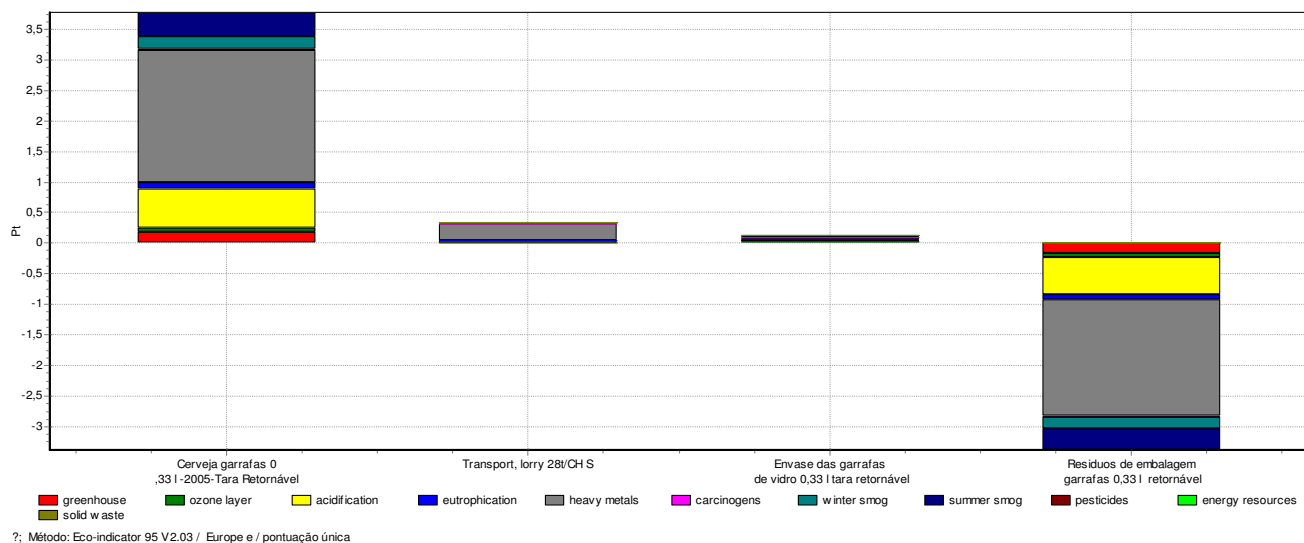


Figura 44 Impactos por fase do ciclo de vida das garrafas 0,33l tara retornável - ano 2005

### 5.12.8 Caracterização dos impactos ambientais das latas de alumínio - ano 2005.

Nas figuras 45 e 47 pode ser verificado um ganho ambiental nos resíduos da embalagens das latas de alumínio no ano 2005, com redução dos impactos praticamente em todas as categorias, com maior ganho na categoria de carcinogenicidade, seguida de, metais pesados, este fato se deve a aumento da taxa de reciclagem do alumínio de 25% no ano 2000 para 57% no ano 2005.

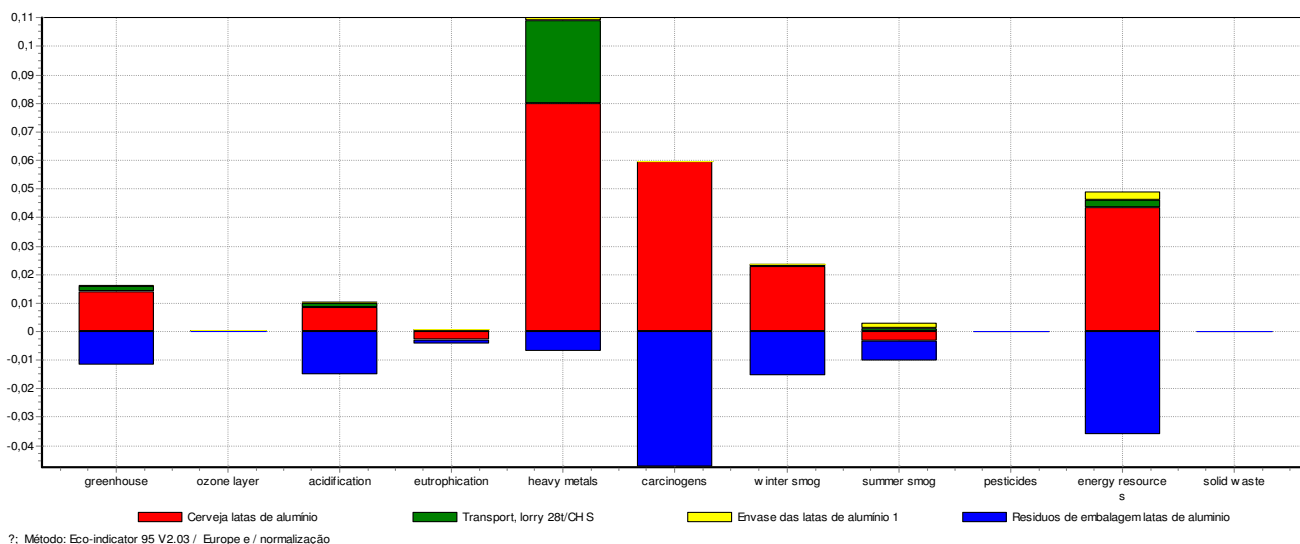


Figura 45 - Impactos ambientais relativos ao ciclo de vida das latas de alumínio 0,33 l – 2005.

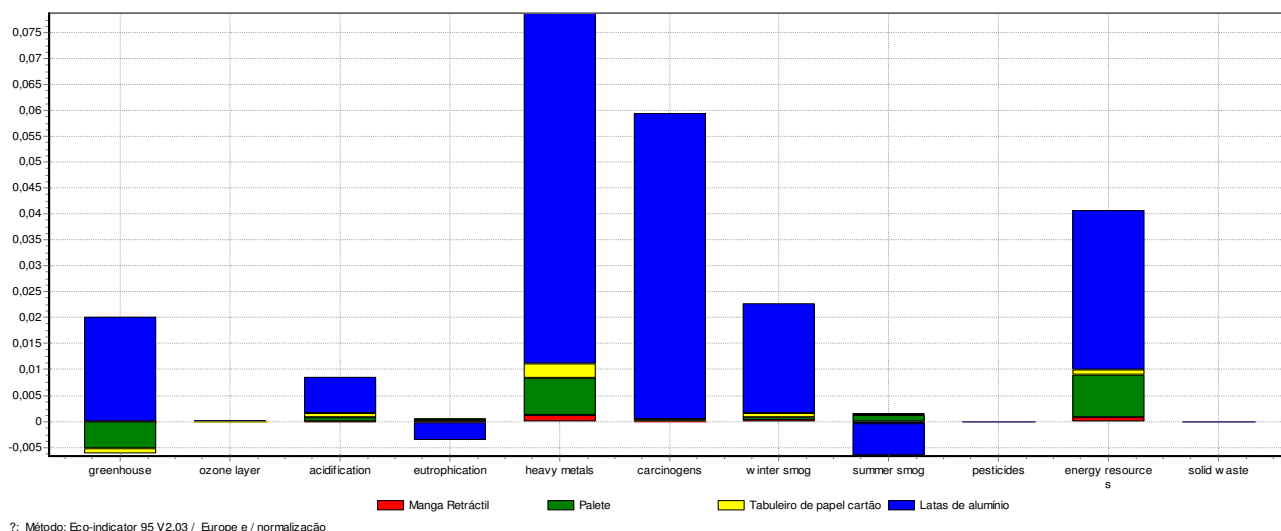


Figura 46 - Impactos ambientais relativos a fase de produ o das embalagens para latas de alum nio 0,33 l - 2005

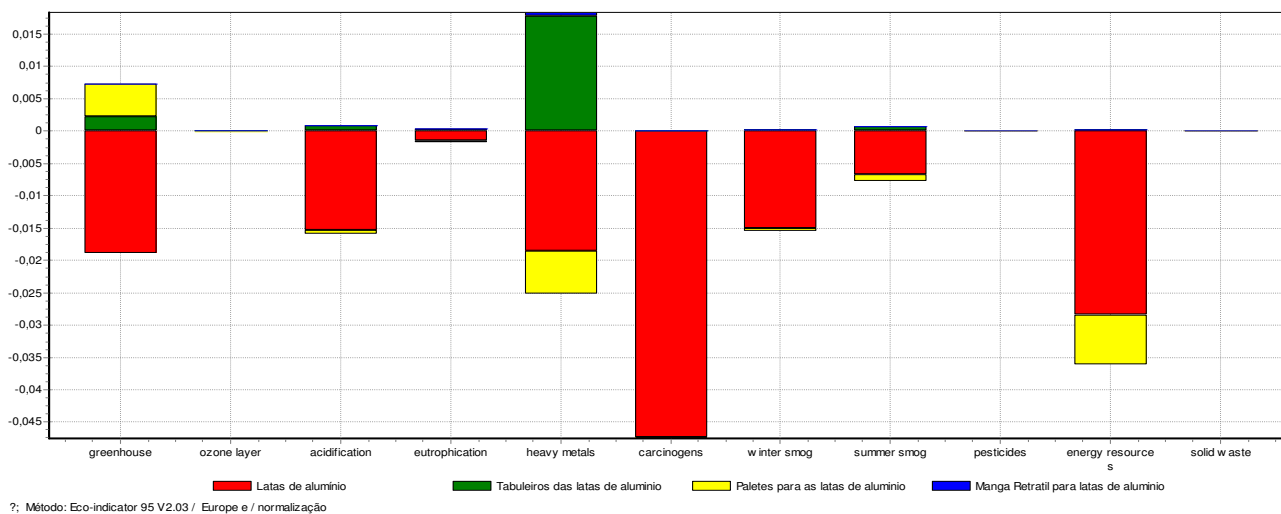


Figura 47 - Impactos ambientais relativos a fase de destino final das latas de alum nio 0,33 l - 2005

Na figura 48 verifica-se redu o nos impactos referentes a produ o das embalagens, o que pode ser verificado comparando-se as figuras 32 e 48, onde se verifica a redu o de 0,1 ponto em 2005. Esta redu o se deve ao fato da redu o do peso das latas de alum nio no ano 2005 em 0,7 g.

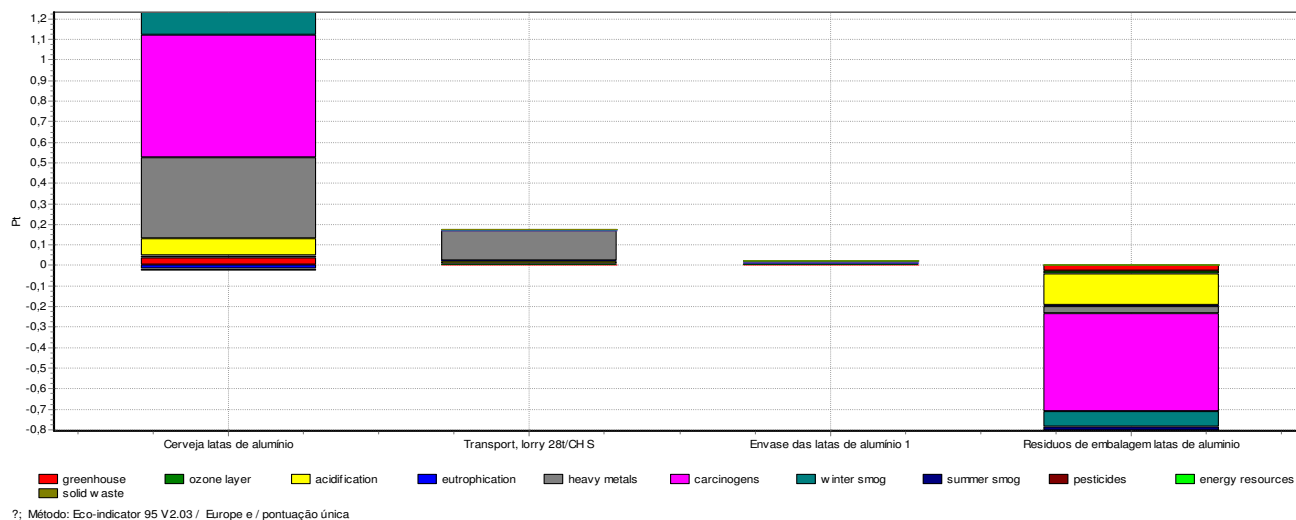


Figura 48 - Impactos por fase do ciclo de vida das latas de alumínio- ano 2005

### 5.12.9 Resultados de estudos comparativos.

A seguir estão apresentados os resultados da análise do ciclo de vida de todas as embalagens estudadas de forma comparativa.

A figura 49 apresenta o resultado das ACV's quanto aos impactos ambientais gerados, para a fabricação das embalagens: Garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, garrafas de vidro 0,33 l tara retornável, latas de alumínio e barris de inox.

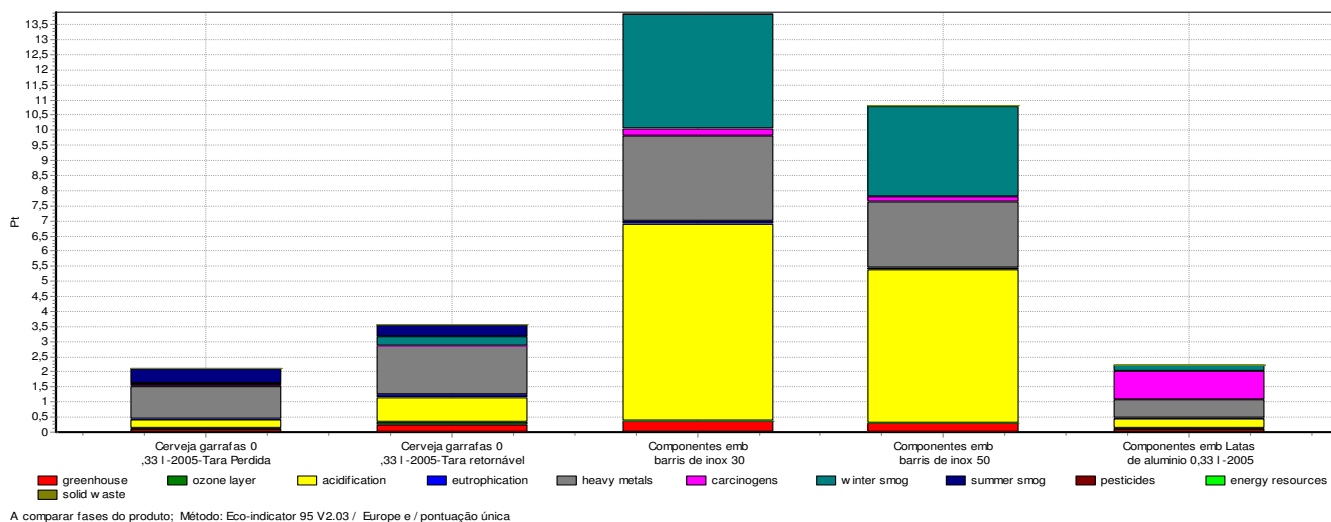


Figura 49 - Impactos ambientais para fabricação das embalagens

A figura 50 apresenta os impactos ambientais das embalagens, considerando-se todo o ciclo de vida, ou seja, desde a fabricação das embalagens até a disposição final destas.

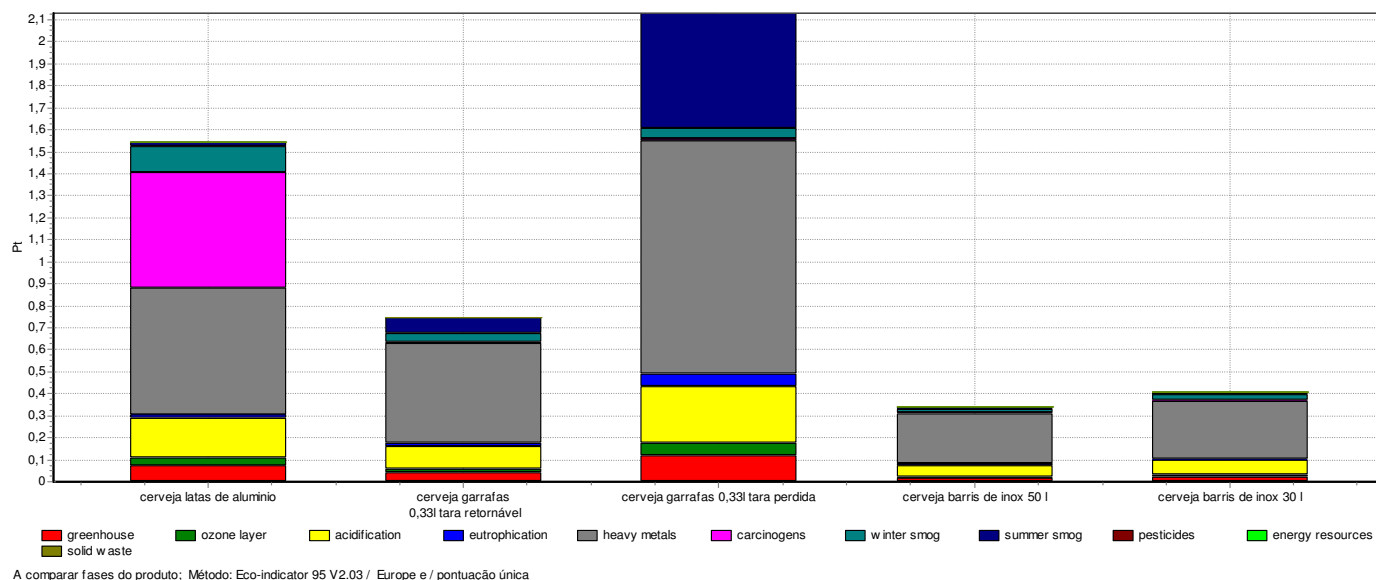


Figura 50 - Impactos ambientais do ciclo de vida das embalagens



## 6 CONCLUSÕES

### 6.1 Fase 4- Interpretação dos Resultados do Impacto do Ciclo de Vida, Considerando os Objetivos do Estudo

As análises realizadas identificam as fases do ciclo de vida das embalagens de cerveja que mais contribuem para a degradação do meio ambiente. As interações entre as embalagens e o meio ambiente ocorrem durante todas as fases do seu ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas, a partir das quais são produzidos os componentes dos sistemas de embalagens, passando pela fase de envase e distribuição, até ao seu processamento no fim de vida, quando a embalagem deixa de ter condições para cumprir as funções a que se destina.

No caso das embalagens, a fase de utilização adquire uma importância nula, uma vez que é entendido como utilização da embalagem o consumo do líquido que ela contém (cerveja no objeto em estudo), o que não apresenta nenhum impacto ambiental. Desta forma, e como referido anteriormente, consideram-se quatro fases distintas que compõem o ciclo de vida das embalagens de cerveja: fase de produção das embalagens, fase de envase, fase de distribuição, e fase de destino final.

A fase de produção revelou-se como a principal responsável pela maior parte dos impactos verificados e dentro da fase de produção, o processo de fabricação das embalagens primárias é o que mais contribui para os impactos verificados.

A fase de envase tem seus maiores impactos nas categorias Energia e Metais Pesados (devido ao consumo de eletricidade e *fuel*) e também no Smog de Verão, isto se deve essencialmente aos elevados consumos de combustível para produzir vapor, conforme dados informados pela Unicer. Existem algumas hipóteses que permitem justificar estes valores, tais como: tecnologia dos equipamentos das linhas de envase mais antiga ou uma grande diversificação dos sistemas de embalagem para uma mesma embalagem primária.

Na fase de distribuição, a categoria de impacto ambiental mais elevada é a de metais pesados (devido exclusivamente ao consumo de combustível), verifica-se que as embalagens que tem maior peso, apresentam maior impacto para a mesma logística de distribuição. Este fato pode ser comprovado avaliando-se os impactos ambientais das garrafas de vidro tara perdida referente ao ano 2000 e referente ao ano 2005, quando houve uma redução no peso das garrafas de 225 g para 207,5 g (7,8%).

As embalagens retornáveis apresentam grande vantagem em relação as embalagens não retornáveis, pois os impactos ambientais dos cenários de disposição das embalagens compensam os impactos causados pela produção e distribuição do produto.

Quando comparados os gráficos que representam os impactos evitados na fase de destino final das garrafas tara perdida e tara retornável (figura 22 e figura 27

respectivamente) pode ser verificado que em todas as categorias os impactos evitados nas garrafas tara retornáveis são maiores e na categoria metais pesados os impactos evitados com o sistema de embalagens que utiliza as garrafas tara retornável, são 38 vezes maiores em escala do que os impactos evitados no sistema de embalagens que utiliza as garrafas tara perdida.

Verifica-se também a geração do impacto da disposição dos “packs” nas garrafas tara perdida, em 0,035 pontos, sendo que este impacto não existe nas garrafas tara retornável.

Em análise a figura 28, pode ser verificado que no ciclo de vida das embalagens tara retornável, os impactos causados na produção das embalagens são praticamente anulados, evitados na fase de disposição, em termos de escala, isto corresponde a 4 pontos de impactos causados e 3,5 pontos de impactos evitados, compensando desta forma os impactos causados na produção das garrafas de vidro tara retornável que têm maior peso do que as garrafas tara perdida.

Em análise as figuras 23 e 28, pode ser verificado que no ciclo de vida das embalagens tara perdida, embora os impactos causados na produção das embalagens seja menor em escala 2,2 pontos, contra 4 pontos nas embalagens retornáveis, na fase de disposição das embalagens os impactos evitados também são menores do que os impactos evitados com as garrafas tara retornável, -0,45 pontos contra 3,5 pontos nas garrafas tara retornável, portanto no balanço geral dos impactos causados e evitados no ciclo de vida das garrafas de vidro, as embalagens de vidro retornável apresentam grande vantagem em termos ambientais, quando comparadas com as embalagens de vidro tara perdida.

Comparando-se os impactos ambientais dos barris de inox aos impactos ambientais das latas de alumínio, conforme figuras 32 e 36. Nos gráficos onde estão apresentados os impactos do ciclo de vida dos barris de inox (figura 36), os ganhos ambientais, com os resíduos de embalagem são significativamente maiores que os ganhos ambientais verificados nas latas de alumínio (figura 32).

Mesmo apresentando peso maior da embalagem e portanto maior consumo de material e maior impacto na produção da embalagem e na distribuição desta; as embalagens retornáveis apresentam ganhos e vantagens ambientais, quando comparadas com embalagens descartáveis tipo “one way”, como pode ser verificado pelos gráficos que representam os impactos ambientais das garrafas de cerveja 0,33 l tara perdida e os impactos ambientais das garrafas tara retornável.

Verifica-se que nas embalagens tipo barris de inox os impactos causados na fase de produção das embalagens pode ser considerado como “zerado” em termos de escala de impactos, na fase de disposição das embalagens, pode ser concluído que as embalagens tipo barris de inox são a melhor opção em termos ambientais para distribuição de cerveja.

Na figura 49 são apresentados os impactos para fabricação de todas as embalagens e embora os barris de inox apresentem grande impacto para fabricação devido a necessidade de grande massa de material para compor o barril, seguido

das garrafas tara retornável, que também utilizam maior massa na sua composição, em comparação com as garrafas tara perdida e as latas de alumínio.

Na avaliação do ciclo de vida da embalagem, ou seja, com a avaliação dos impactos durante o uso e disposição dos resíduos, os barris e as garrafas tara retornável apresentam compensação ambiental e menor impacto que as embalagens tara perdida. Os barris de inox 50 l apresentam menor impacto que os barris de inox 30 l conforme figura 50, pois é utilizado menos massa de aço inox para transportar o mesmo volume total de 1000 l de cerveja.

Os ganhos ambientais com a utilização das embalagens retornáveis pode ser verificado em análise da figura 50 onde são apresentados os impactos no ciclo de vida de todas as embalagens, comprovando-se que os barris de inox apresentam menor impacto ambiental que todas as outras embalagens e em segundo lugar com menor impacto apresentam-se as garrafas de vidro 0,33l tara retornável.

A embalagem que apresenta maior impacto ambiental no seu ciclo de vida são as garrafas de vidro 0,33 l tara perdida, pois as mesmas apresentam peso elevado em comparação às latas de alumínio que também são tara perdida, devido ao maior peso das garrafas, durante o transporte das garrafas tara perdida os impactos são maiores que a lata de alumínio, além dos impactos para fabricação e disposição das garrafas do vidro.

Em análise aos resultados das ACV's do ano 2005, em comparação aos resultados das ACV's 2000 pode ser comprovado os ganhos ambientais com o aumento das taxas de reciclagem dos produtos e redução dos pesos das embalagens, a redução dos impactos ambientais é verificada principalmente nas categorias de uso dos recursos naturais e energia e metais pesados.

Foram atingidos os objetivos iniciais propostos nas ACV's, bem como os objetivos propostos nesta dissertação, ou seja, foram obtidos os dados atuais (2005) referentes as embalagens de cerveja em Portugal, estes dados foram tratados e avaliados utilizando a ferramenta informática SIMAPRO e os resultados obtidos e apresentados, possibilitam a avaliação e comparação das embalagens utilizadas quanto ao seu perfil ambiental e pontos críticos de cada embalagem.

Foram levantados os dados quanto às quantidades produzidas e as taxas de valorização praticadas em Portugal no ano de 2005, possibilitando a realização de estudos atualizados dos perfis ambientais das embalagens de cerveja, e do comportamento deste segmento quanto as suas embalagens nos últimos 5 anos.

## **6.2 Considerações finais sobre a gestão de resíduos e ACV's**

O modelo de gestão de resíduos sólidos em Portugal, no qual as empresas são responsabilizadas pelos resíduos de embalagens que disponibilizam no mercado, levam as mesmas a utilização de “eco-design” no desenvolvimento das embalagens dos seus produtos e incentiva à utilização de ferramentas como a ACV para a definição da embalagem mais apropriada em termos ambientais e não somente a preocupação com a disponibilização do produto. Neste modelo a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos gerados, não só de embalagens, bem como todos os resíduos urbanos é compartilhada entre governo, indústrias e consumidores.

O conceito de coleta seletiva adotado é de disponibilização ao cidadão português de locais adequados para que o mesmo separe os materiais recicláveis e possa dispor os mesmos adequadamente para a reciclagem, sendo necessário maior conscientização e participação da sociedade.

As autarquias (prefeituras) são responsáveis pela coleta dos materiais recicláveis nos pontos de disposição, e o gerenciamento deste sistema, incluindo campanhas de conscientização é da Associação Ponto Verde. Portanto, neste modelo de gestão de resíduos verifica-se o compartilhamento de responsabilidades, tendo as indústrias grande responsabilidade pelos materiais que dispõem no mercado e que compõem os futuros resíduos.

Desta forma os problemas e soluções são compartilhados e cada vez mais os países como Alemanha e Portugal, adotaram este sistema, que inclui a cobrança de valores por cada embalagem que a empresa disponibiliza no mercado, fato que leva a uma otimização de embalagens e ao desenvolvimento de opções, como embalagens retornáveis, embalagens com menor uso de materiais, embalagens tamanho família, etc..

Neste sistema utilizado em Portugal, mais do que nunca a ferramenta da ACV é útil e necessária, pois pode contribuir para a comparação e decisão entre as diversas possibilidades, a embalagem mais adequada para o produto em desenvolvimento e lançamento com otimização de recursos naturais, obtenção de ganhos ambientais e econômicos com o uso da embalagem mais adequada ao produto, porém nos demais sistemas para retorno de embalagens pós-consumo e disposição de resíduos sólidos, a ferramenta ACV é igualmente aplicável, pois o primeiro e fundamental passo para melhoria de qualquer processo é a definição de um método de medição e comparação entre as possibilidades existentes e a ferramenta ACV é ganhos ambientais e econômicos com o uso da ferramenta são inquestionáveis.

### 6.3 Propostas para Trabalhos Futuros

O Brasil possui área territorial de 8.514.876 km<sup>2</sup>, população de 169.779.170 habitantes segundo censo do IBGE realizado em 2000, as dimensões e população brasileiras são gigantescas, quando comparadas as de Portugal, com área territorial de 91.947 km<sup>2</sup> e 10.544.200 habitantes.

No mercado de cerveja, o Brasil está na quarta colocação em número de litros de cerveja produzidos mundialmente, contra a décima quarta colocação de Portugal. Portanto, é de suma importância a realização de estudos para avaliar o impacto das embalagens e dos hábitos dos brasileiros em relação a este mercado, devido a grande diferença de área territorial e consequentemente com maiores impactos ambientais quando comparados ao mercado português.

Com a realização destes estudos de ACV no Brasil, seria possível avaliar se os resultados e conclusões obtidos com esta pesquisa realizada em Portugal são válidos e aplicáveis ao Brasil, principalmente considerando- a grande diferença de escala produtiva e da logística dos componentes das embalagens e da distribuição da cerveja, pois a área territorial de Portugal se assemelha ao estado brasileiro de Santa Catarina.

Para a realização de estudos comparativos de ACV's no Brasil é necessário e fundamental a elaboração de uma base de dados quanto ao consumo de insumos e energia para a obtenção dos materiais de embalagens, bem como base de dados da matriz energética brasileira, pois o software SIMAPRO não apresenta base de dados do Brasil.

Os indicadores ambientais foram definidos e aprimorados, quanto a forma de cálculo e definição de parâmetros de medição ao longo dos anos de desenvolvimento da ACV com a realização de estudo para comparação entre o método de indicadores 95 e o método de indicadores 99 é possível a avaliação de toda a estrutura de cálculos e considerações adotadas, possibilitando comparações e avaliação das melhorias e possíveis divergências entre os dois métodos, bem como avaliar onde atuar nos sistemas estudados para reduzir o impacto ambiental em cada categoria de indicador.

Devido aos fatores expostos acima, para complementação e ampliação desta pesquisa, são sugeridos os seguintes trabalhos:

- Comparação dos dados e estudos de ACV de Portugal com estudos de ACV e números do mercado brasileiro, para a verificação da aplicação das conclusões de Portugal são válidas para o Brasil.
- Criação de banco de dados brasileiros quanto a fabricação dos materiais, como por exemplo vidro e alumínio, o que possibilitaria estudos com dados brasileiros e portanto reais, pois as bases de dados existentes são européias.
- Realização de estudos de ACV com os indicadores método 95 e método 99 para definir e avaliar as alterações nos indicadores e justificativas destas alterações.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 14040: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida; princípios e estrutura Rio de Janeiro: ABNT, 2001. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 14041: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida; definição de objetivo e escopo e análise de inventário Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 25p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 14042: gestão ambiental; avaliação do impacto do ciclo de vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 17p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 14043 gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida; interpretação do ciclo de vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 19p.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS FABRICANTES DE CERVEJA – APCV. **Consulta geral a homepage oficial.** Disponível em: [http://www.apcv.pt/asp/documentos.asp?id\\_categoria=1&id\\_sub\\_categoria=2](http://www.apcv.pt/asp/documentos.asp?id_categoria=1&id_sub_categoria=2)  
Acesso em: 23 junho 2006

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial.** São Paulo: Saraiva, 2004. 328 p.

CERVEJAS DO MUNDO. **Consulta geral a homepage oficial.** Disponível em: [http://www.cervejasdomundo.com/Na\\_antiguidade.htm](http://www.cervejasdomundo.com/Na_antiguidade.htm) Acesso em: 15 abril 2007

CERVESIA CONSULTORIA EMPRESARIA. **Consulta geral a homepage oficial.** Disponível em: [http://www.cervesia.com.br/dados\\_estatisticos.asp](http://www.cervesia.com.br/dados_estatisticos.asp) >. Acesso em: 17 março 2007

CHEREBE, J.R. B. **Análise do ciclo de vida de produtos.** Rio de Janeiro: Qualymark, 1998, 104 p.

COMUNIDADE ACV. **Consulta geral a homepage oficial.** Disponível em: <<http://acv.ibict.br/fases> >. Acesso em: 22 jun 2006

ERICKSON, P. A. **A practical guide to environmental impact assessment.** San Diego: Academic Press, Inc., 1994. 266 p.

Ernest &Young Netherlands. **The contribution made by beer to the european economy.** Amsterdam, 2006. 236 p.

FERRÃO, P.C. **Introdução a gestão ambiental .** Lisboa: IST Press, 1998. 214 p.

FERRÃO, P.; RIBEIRO, P.; SILVA, P. **A ecologia industrial e as embalagens de bebidas e bens alimentares em Portugal.** Oeiras: Celta, 2005, 441 p.

GARCIA, R.L. **Coleta seletiva e reciclagem de excedentes industriais.** São

Paulo: Fiesp, [s.d.].

GOEDKOOOP, M.; SCHRYVER, A.; OELE, M. **SigmaPro 7, Tutorial**. Pré product ecology consultants, 2006, 71 p.

GOEDKOOOP, M.; SPRIENSMA, R. **The eco-indicator 99 a damage oriented method for life cycle impact assessment**. Pré product ecology consultants, 2001, 132 p. Eletronic version downloaded from [www.pre.nl](http://www.pre.nl)

GRIMBERG, E.; PIRES, J.; CAMPANI, D. **Informe - encontro política nacional de resíduos sólidos e a responsabilidade pós consumo fórum mundial – 2005**. 2005/Xerocopiado/

IBGE – INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm> Acesso em 23 junho 2007

ICEP PORTUGAL. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <http://www.icep.pt/portugal/portugal.asp#topo> Acesso em: 23 junho 2006

INSTITUTO EKOS BRASIL. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <<http://www.ekosbrasil.org/>>. Acesso em: 12 jul. 2006

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS – INPEV. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br>>. Acesso em: 21 fev. 2005

JARDIM, N.S.; VILHENA, A. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: CEMPRE – IPT, 2000, 370 p. (IPT. Publicação 2622)

LPM COM – MARKETING INSTITUCIONAL **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: [www.lpmcom.pt](http://www.lpmcom.pt). Acesso em: 23 junho 2006

OLIVEIRA, S. L. de **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira, 2001. 320p.

PENNA, C. G. **O Estado do planeta**. Rio de Janeiro: Record, 1999. 252p.

PEREZ, J.A.C. **Avaliação de Ciclo de Vida e Ecoeficiência** . São Paulo: Material de curso, 2006. 110p.

PLÁSTICO INDUSTRIAL. São Paulo: Ananda Editora Técnica Cultural Ltda., 2005-2006(mensal)

PLÁSTICOS EM REVISTA. São Paulo: Editora Definição Ltda., 2005-2006(mensal)

QUÍMICA E DERIVADOS. São Paulo: Editora QD Ltda., 2005-2006(mensal)

RECICLÁVEIS. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <<http://www.reciclaveis.com.br>>. Acesso em: 10 maio 2005.

REVISTA ÚNICA, Semanário O Expresso, n.1590, abr., 2003.

RIBEIRO, P.J.T. **Embalagens de bens alimentares: contributos para a definição de política eco-eficientes em Portugal**. 2002, 152p . dissertação de mestrado

SECCO, P.E. **Cadernos de reciclagem: Condomínios 7**. São Paulo: CEMPRE, 2004. 40p.

SILVA, S. G. P. **Inovação ambiental na gestão de embalagens de bebidas em Portugal**. 2002. 159p . dissertação de mestrado

SINDICATO DOS FABRICANTES DE CERVEJA – SINDCERV, **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <http://www.sindicerv.com.br/mercado>>. Acesso em: 17 março 2007

SOCIEDADE PONTO VERDE – SPV. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: [www.pontoverde.pt](http://www.pontoverde.pt). Acesso em: 23 junho 2006

VILHENA, A. **Análise do ciclo de vida de produtos**. São Paulo: CEMPRE, 2003, 162 p.

VILHENA, A. **Guia da coleta seletiva de lixo**. São Paulo: CEMPRE, 1999, 84 p.

VILHENA, A.; LUSTOSA, D.R. **Guia da cooperativa de catadores**. São Paulo: CEMPRE- SEBRAE - RJ, 2002. 32 p.

VILHENA, A.; POLITI, E. **Reduzindo, reutilizando, reciclando: a Indústria Ecoeficiente**. São Paulo: CEMPRE, 2000.

WELLS, C. **Cadernos de reciclagem: coleta de papel em escritório 1**. São Paulo: CEMPRE, 1997. 31p.

WIKIPEDIA. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <http://www.wikipedia.org/w/index.php?title=Chope&action=edit>. Acesso em: 15 abril 2007



**ANEXOS**

## Anexo A- Dados de resposta ao questionário aplicado ao fabricante “Unicer”-ano 2005

### 1. Embalagem de vidro tara perdida

#### Garrafa de vidro tara perdida 0,25 l

<b>Peso da garrafa</b>	170,0 g
<b>Material</b>	Vidro âmbar
<b>% Reciclado</b>	27 a 30 %
<b>Fornecedores</b>	BA Vidro, Saint-Gobain Mondego
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   20.020 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>Quantidade comprada por ano</b>	45 Milhões de gfs (garrafas)

#### Garrafa de vidro tara perdida 0,33 l

<b>Peso da garrafa</b>	205,0 g
<b>Material</b>	Vidro âmbar
<b>% Reciclado</b>	27 a 30 %
<b>Fornecedores</b>	BA Vidro, Saint-Gobain Mondego
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   20.176 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>Quantidade comprada por ano</b>	179 Milhões gfs

#### Garrafa de vidro tara perdida 1 l

<b>Peso da garrafa</b>	450,0 g
<b>Material</b>	Vidro âmbar
<b>% Reciclado</b>	27 a 30 %
<b>Fornecedores</b>	BA Vidro
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   17.628 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>Quantidade comprada por ano</b>	1 Milhão gfs

## 2. Embalagem de vidro tara retornável

### Garrafa de vidro tara retornável 0,20 l

<b>Peso da garrafa</b>	195,0 g
<b>Material</b>	Vidro âmbar
<b>% Reciclado</b>	27 a 30 %
<b>Fornecedores</b>	BA Vidro, Saint-Gobain Mondego
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   23.828 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>% quebras</b>	4 %
<b>Compras/ano</b>	2 Milhões gfs

### Garrafa de vidro tara retornável 0,33 l

<b>Peso da garrafa</b>	270,0 g
<b>Material</b>	Vidro âmbar
<b>% Reciclado</b>	27 a 30 %
<b>Fornecedores</b>	BA Vidro, Saint-Gobain Mondego
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   24.350 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>% quebras</b>	4 %
<b>Compras/ano</b>	22 Milhões gfs

### Garrafa de vidro tara retornável 1 l

<b>Peso da garrafa</b>	725,0 g
<b>Material</b>	Vidro âmbar
<b>% Reciclado</b>	27 a 30 %
<b>Fornecedores</b>	BA Vidro, Saint-Gobain Mondego
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   21.736 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>% quebras</b>	4 %
<b>Compras/ano</b>	0,5 Milhões gfs

### 3. Embalagem de alumínio

#### Lata de alumínio 0,33 l

<b>Peso da lata</b>	11 g (alumínio)
<b>Material</b>	Alumínio
<b>% Reciclado</b>	% peso   origem do reciclado
<b>Fornecedores</b>	Rexam, Ball Packaging Europe
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   5.540 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>Compras/ano</b>	93 Milhões latas

#### Lata de alumínio 0,50 l

<b>Peso da lata</b>	14,5 g
<b>Material</b>	Alumínio
<b>% Reciclado</b>	% peso   origem do reciclado
<b>Fornecedores</b>	Rexam, Ball Packaging Europe
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   2.750 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>Compras/ano</b>	12 Milhões latas

#### Tampa da lata de alumínio

<b>Peso da tampa</b>	2,9 g
<b>Material</b>	Alumínio
<b>% Reciclado</b>	% peso   origem do reciclado
<b>Fornecedores</b>	Rexam, Ball Packaging Europe
<b>Transporte</b>	Caminhão   40 ton   19.170 kg   regresso cheio/vazio: responsabilidade do fornecedor
<b>Compras/ano</b>	104 Milhões tampas

## Anexo B- Dados de resposta ao questionário aplicado ao fabricante “Central Cervejas” -ano 2005

### 1. Embalagem de vidro tara perdida

#### Garrafa de vidro tara perdida 0,25 l

<b>Peso da garrafa</b>	155 g
<b>Material</b>	vidro sódio – cálcico tipo industrial cor - âmbar
<b>% Reciclado</b>	Valor Médio: 45 % peso
<b>Fornecedores</b>	
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: 20/21 ton   caminhão sai vazio n/ instalações
<b>Quantidade comprada por ano</b>	+/- 45/50 mlh (milhões)

#### Garrafa de vidro tara perdida 0,33 l

<b>Peso da garrafa</b>	210 g
<b>Material</b>	vidro sódio – cálcico tipo industrial cor - âmbar
<b>% Reciclado</b>	Valor Médio: 45 % peso
<b>Fornecedores</b>	
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: 20/21 ton   caminhão sai vazio n/ instalações
<b>Quantidade comprada por ano</b>	+/- 150/180 mlh

#### Garrafa de vidro tara perdida 1 l

<b>Peso da garrafa</b>	500 g
<b>Material</b>	vidro sódio – cálcico tipo industrial cor - âmbar
<b>% Reciclado</b>	Valor Médio: 45 % peso
<b>Fornecedores</b>	
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: 20/21 ton   caminhão sai vazio n/ instalações
<b>Quantidade comprada por ano</b>	+/- 7/9 mlh

## 2. Embalagem de vidro tara retornável

### Garrafa de vidro tara retornável 0,20 l

<b>Peso da garrafa</b>	195 g
<b>Material</b>	vidro sódio – cálcico tipo industrial cor - âmbar
<b>% Reciclado</b>	Valor Médio: 45 % peso
<b>Fornecedores</b>	-
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: 20/21 ton   caminhão sai vazio n/ instalações
<b>% quebras</b>	garrafas novas/ garrafas em circulação
<b>Compras/ano</b>	+/- 10/12 mlh

### Garrafa de vidro tara retornável 0,33 l

<b>Peso da garrafa</b>	260 g
<b>Material</b>	vidro sódio – cálcico tipo industrial cor - âmbar
<b>% Reciclado</b>	Valor Médio: 45 % peso
<b>Fornecedores</b>	-
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: 20/21 ton   caminhão sai vazio n/ instalações
<b>% quebras</b>	garrafas novas/ garrafas em circulação
<b>Compras/ano</b>	+/- 15/18 mlh

### Garrafa de vidro tara retornável 1 l

<b>Peso da garrafa</b>	725 g
<b>Material</b>	vidro sódio – cálcico tipo industrial cor - âmbar
<b>% Reciclado</b>	Valor Médio: 45 % peso
<b>Fornecedores</b>	-
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: 20/21 ton   caminhão sai vazio n/ instalações
<b>% quebras</b>	garrafas novas/ garrafas em circulação
<b>Compras/ano</b>	+/- 150/200 mil

### 3. Embalagem de alumínio

#### Lata de alumínio 0,33 l

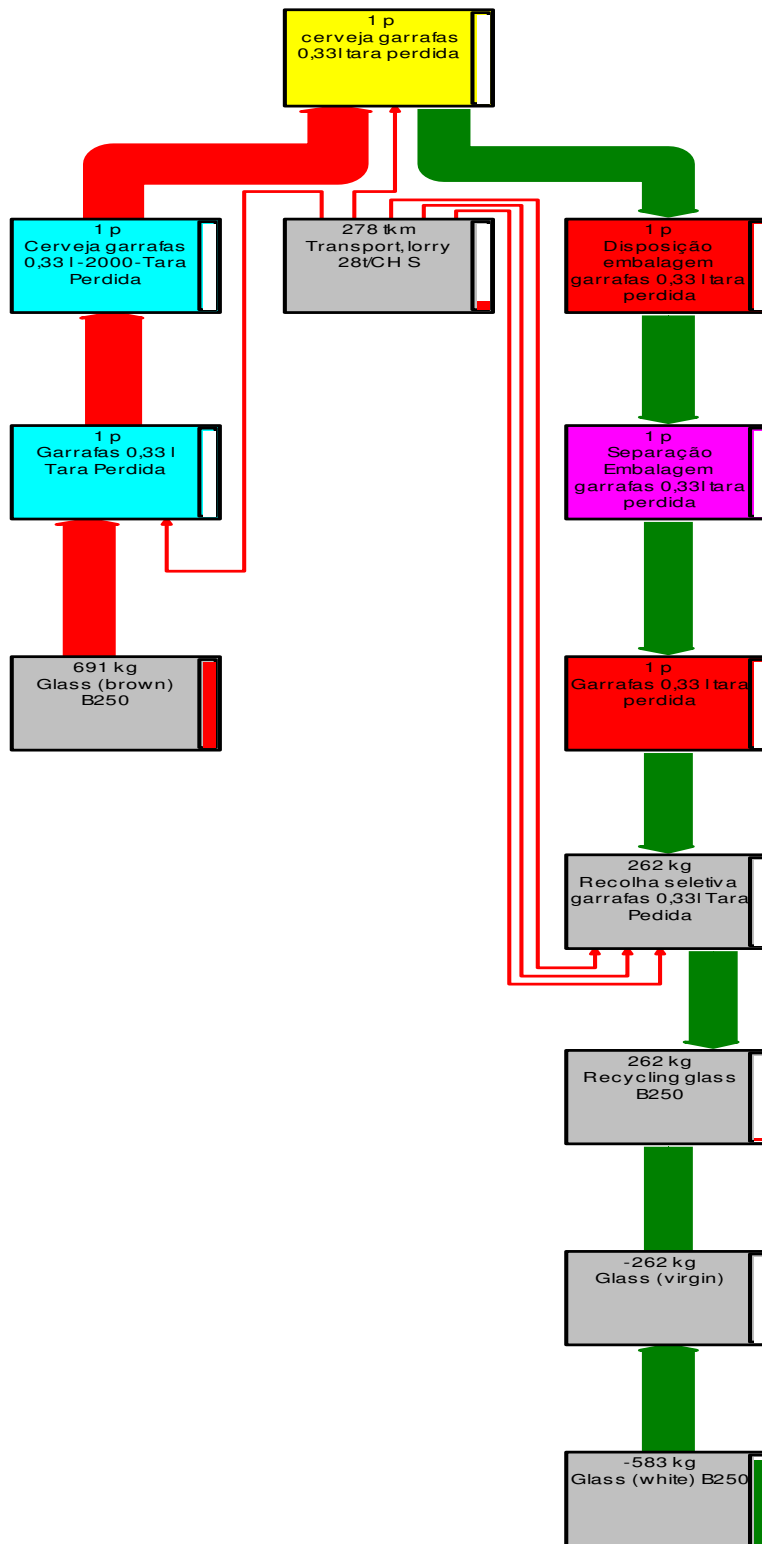
<b>Peso da lata</b>	12 g
<b>Material</b>	alumínio AA – 3004 / 3104
<b>% Reciclado</b>	<p>É difícil prever a % de reciclado em cada lata, assim como, a sua origem, dado que, no processo de reciclagem o metal proveniente das latas poderá ser utilizado para outros fins, como também, se poderá aplicar metal reciclado de outras proveniências na fabricação de latas.</p> <p>Contudo, pensamos que existirá (aproximadamente) 60 % de metal reciclado (em cada lata).</p>
<b>Fornecedores</b>	
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: +/- 5 ton
<b>Compras/ano</b>	+/- 3/5 mlh

#### Tampa da lata de alumínio

<b>Peso da tampa</b>	2,8 g
<b>Material</b>	Alumínio – AA 3004
<b>% Reciclado</b>	Idem, dado que se trata do mesmo metal (das latas)
<b>Fornecedores</b>	
<b>Transporte</b>	caminhão   carga: +/- 5 ton
<b>Compras/ano</b>	+/- 3/5 mlh

**Anexo C- Representação esquemática do fluxo dos materiais e contribuição para os impactos ambientais**

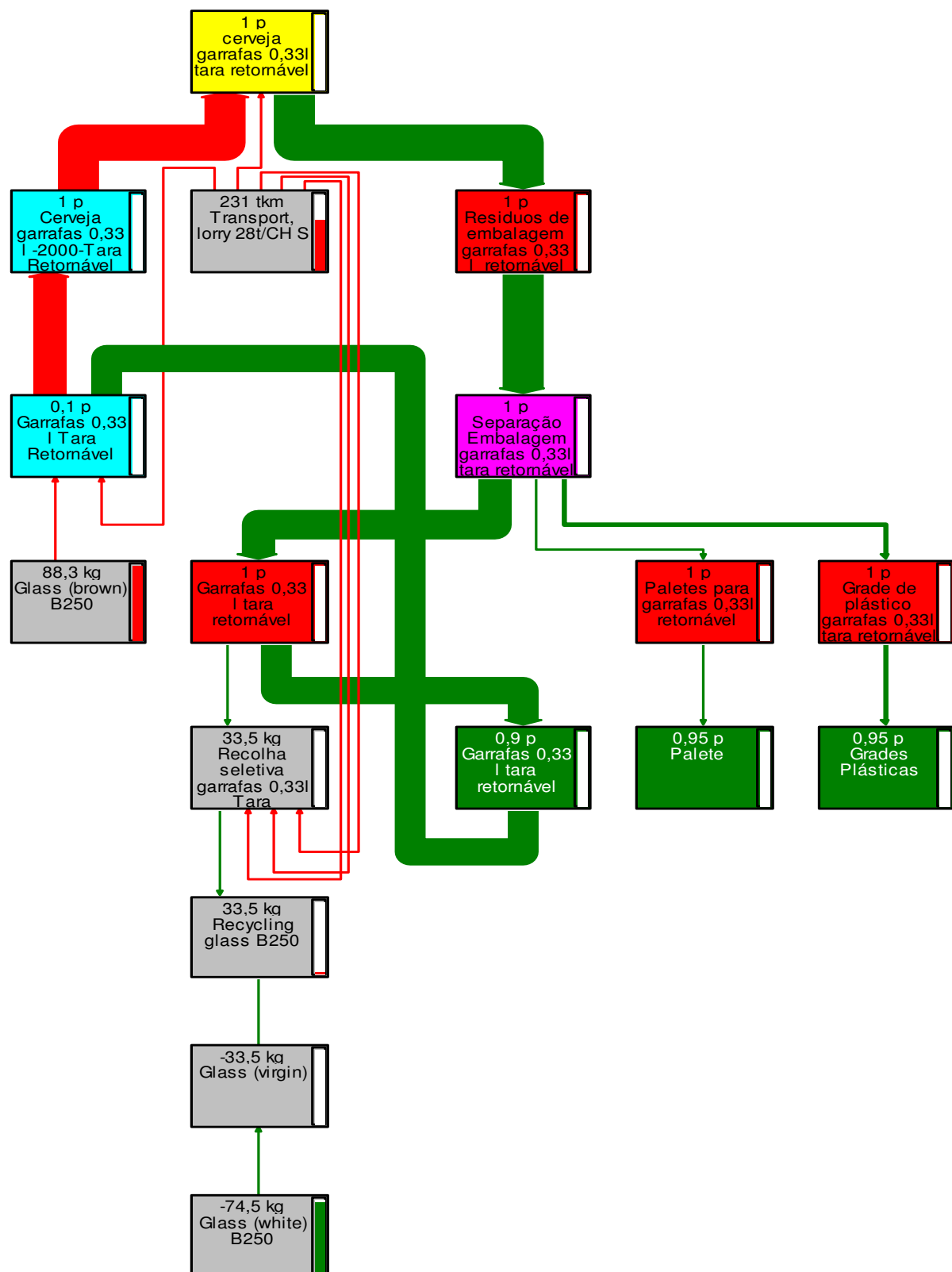
**Representação esquemática das garrafas tara perdida**



Fonte: Estudos de ACV realizados no software Simapro

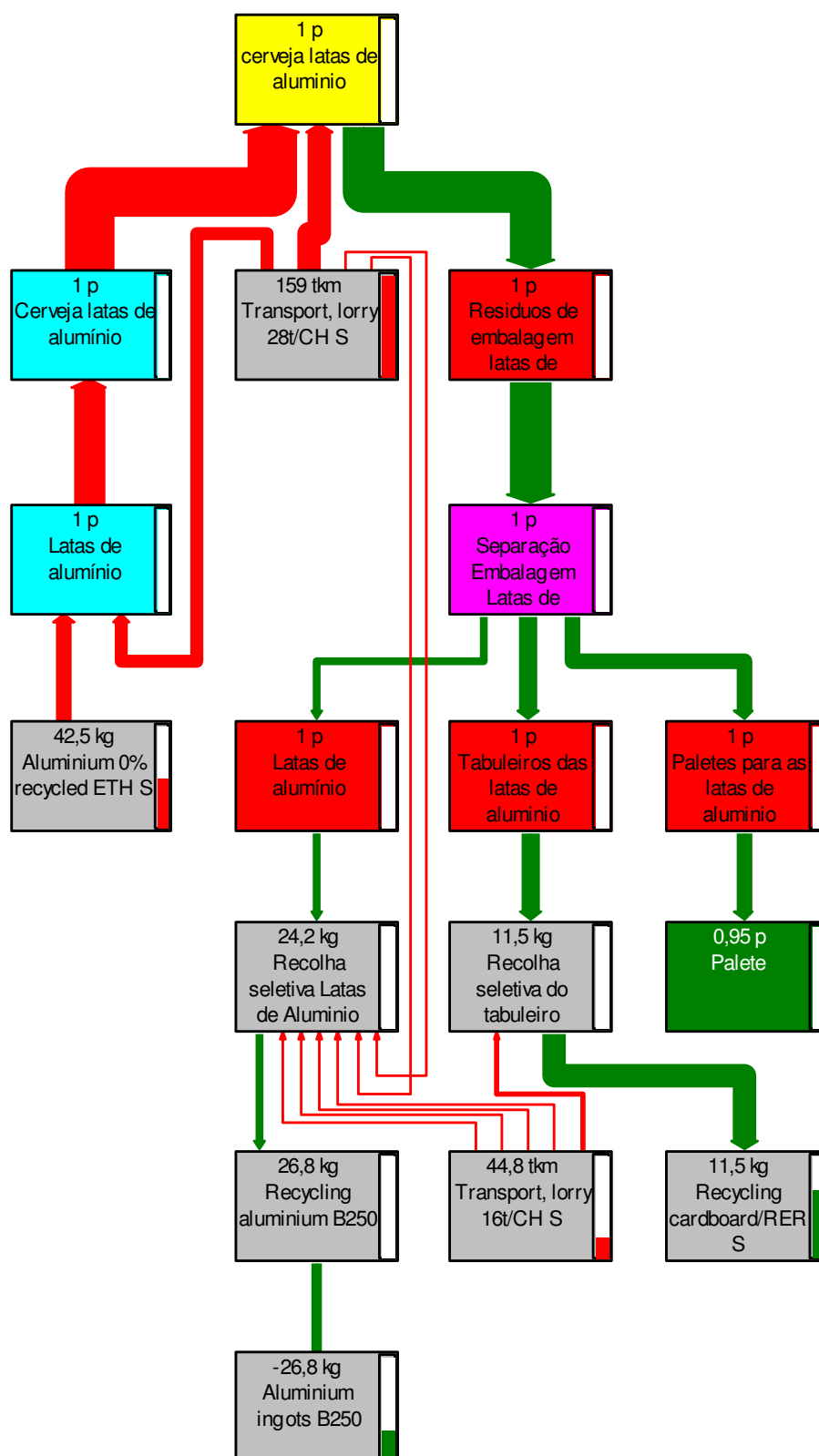


## Representação esquemática das garrafas tara retornável



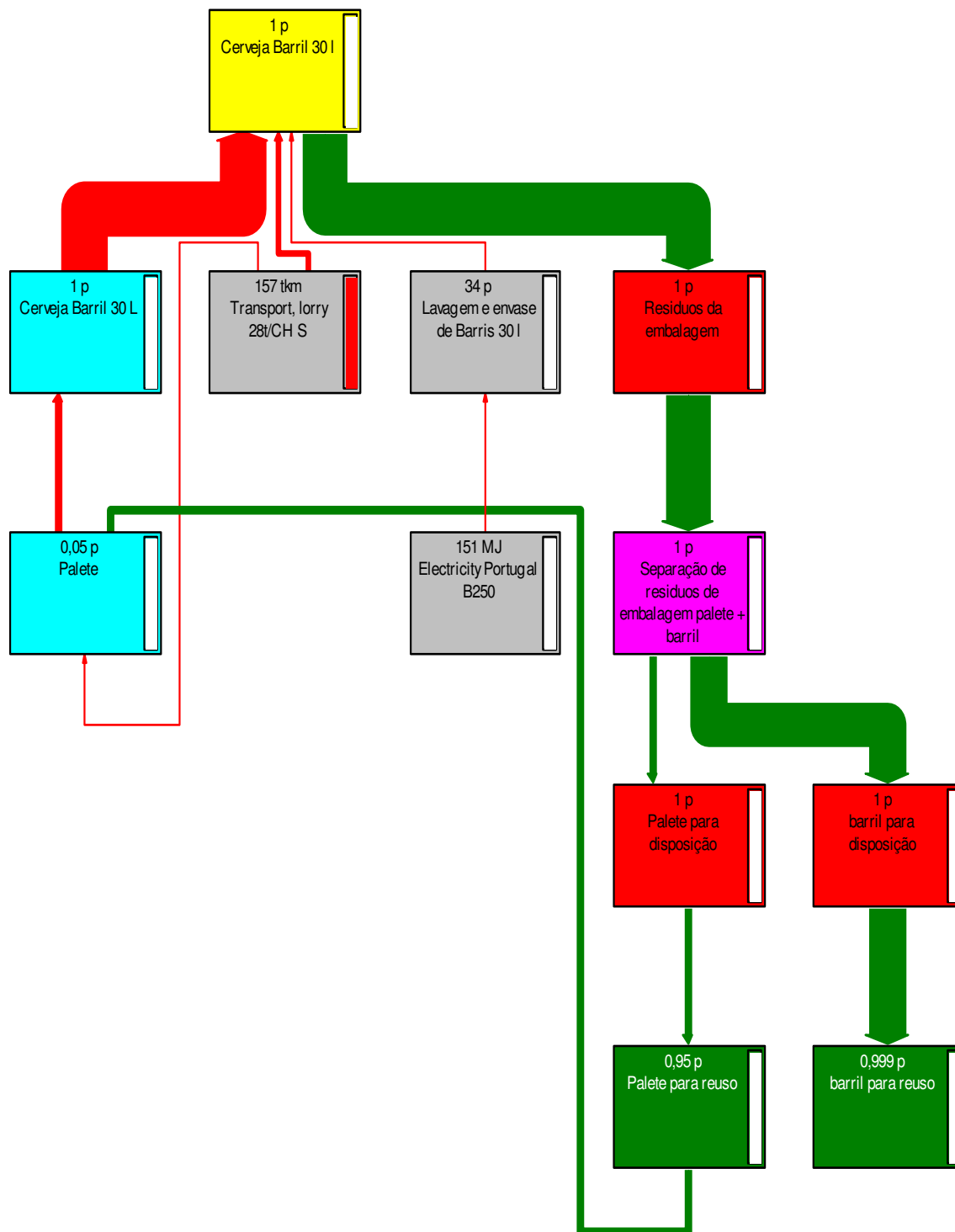
Fonte: Estudos de ACV realizados no software Simapro

## Representação esquemática das latas de alumínio



Fonte: Estudos de ACV realizados no software Simapro

## Representação esquemática dos barris de inox



Fonte: Estudos de ACV realizados no software Simapro