

## **Análise do ciclo de vida de embalagens de vidro versus embalagens de alumínio**

**BRUNA DAL BOSCO DOS SANTOS**

Universidade Feevale  
bruninhadalbosco@hotmail.com

**DUSAN SCHREIBER**

Universidade Feevale  
dusan@feevale.br

**VANUSCA DALOSTO JAHNO**

Universidade Feevale  
vanusca@feevale.br



## **ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE EMBALAGENS DE VIDRO *VERSUS* EMBALAGENS DE ALUMÍNIO**

### **Resumo**

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta de gestão utilizada na avaliação de entradas e saídas de processos industriais, visando identificar possíveis gargalos, desperdícios ou melhorias que possam ser aplicadas no sistema. A análise do ciclo de vida em embalagens de quaisquer materiais é de extrema importância, pois praticamente todos os produtos vêm embalados, seja do ramo de alimentos, bebidas, higiene, cosméticos, móveis, até os industriais, como produtos químicos, insumos e ferramentas. Sabendo que estas embalagens serão descartadas após o seu consumo, é necessário um estudo prévio de quais embalagens provocam menos agressões ao meio ambiente, desde a extração da matéria-prima até o descarte do material. Sendo assim, este artigo tem o objetivo de aplicar as metodologias da ACV na avaliação do uso de embalagens de alumínio *versus* as embalagens de vidro no envase de líquidos em geral, utilizando uma matriz de aspectos e impactos ambientais para cada material. O resultado da comparação entre as duas matrizes, descarte e reciclagem do alumínio e do vidro no país, levou a conclusão de que as duas formas de embalagens são impactantes ao meio ambiente e que aumentar os índices de reciclagem é a melhor maneira de minimizar esses impactos.

**Palavras-chave:** ACV. Alumínio. Embalagens. Impactos. Vidro.

### **Abstract**

Life Cycle Analysis (LCA) is a management tool used in the evaluation of industrial process inputs and outputs, aiming to identify possible bottlenecks, wastes or improvements that can be applied in the system. The analysis of the life cycle in packaging of any materials is of extreme importance, since practically all the products come packed, from the branch of food, beverages, hygiene, cosmetics, furniture, to the industrial ones, like chemicals, supplies and tools. Knowing that these packages will be discarded after their consumption, a previous study is necessary of which packaging causes less aggression to the environment from the extraction of the raw material until the discard of the material. Thus, this article aims to apply the LCA methodologies in the evaluation of the use of aluminum packaging versus glass containers in the liquid packaging in general, using a matrix of environmental aspects and impacts for each material. The result of the comparison between the two matrices, discarding and recycling of aluminum and glass in the country led to the conclusion that the two forms of packaging are impacting the environment and that increasing recycling rates is the best way to minimize these impacts .

**Keywords:** ACV. Aluminum. Packaging. Impacts. Glass.



## 1 Introdução

A análise do ciclo de vida (ACV) é uma ferramenta que avalia as entradas, as saídas e os impactos ambientais potenciais de um sistema ao longo do seu ciclo de vida (ABNT NBR 14040:2001).

A ACV é dividida em fases, a primeira fase é a definição do escopo e do objetivo do estudo, o escopo do estudo é “do berço ao túmulo”, ou seja, desde a extração da matéria-prima, passando pela produção, o envase, o consumo e o descarte ou reciclagem do produto. A segunda fase é a análise de inventário, o levantamento de dados relevantes para o cálculo dos impactos causados, como o consumo de energia, água, matéria-prima, transporte do produto e geração de emissões atmosféricas, efluentes e resíduos (ABNT NBR 14040:2001).

As embalagens são utilizadas para o armazenamento temporário de produtos, individualmente ou agrupando unidades, protegendo-o e aumentando o seu prazo de validade, facilitando o transporte e a distribuição. Portanto se tornou um item indispensável para a sociedade, possibilitando o acesso a produtos frágeis, perecíveis de alto ou baixo valor agregado (ABRE, 2017).

Segundo a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2017), o plástico representava maior participação em valores de produção de embalagens em 2014, com 39% do total, seguido pelo papel com 34%, metálicas com 17%, vidro com 4,8% e madeira com quase 3%.

Todos os produtos, bens e serviços causam impactos ao meio ambiente, desde a aquisição da matéria-prima até a disposição final, estes impactos podem ser significativos ou não, de curta ou longa duração, assim como local, regional ou global (ABRE, 2006). Portanto é imprescindível que se busque maneiras de prevenir estes riscos ambientais antes que aconteçam ou ao menos minimizá-los quando não for possível evitar.

Este estudo se trata de uma análise teórica a partir de artigos científicos e dados estatísticos sobre a ACV de embalagens de alumínio comparada a ACV de embalagens de vidro com o objetivo de identificar qual é a embalagem mais impactante ao meio ambiente, considerando a sua utilização para o envase de refrigerantes e/ou líquidos em geral.

As embalagens, sendo de vidro ou de alumínio, após o consumo, se transformam em um resíduo e precisam de uma destinação adequada e ambientalmente correta. Atualmente a reciclagem representa a opção mais viável para os dois materiais citados.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Resíduos sólidos

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são identificados por resíduos domiciliares e de limpeza urbana, compreendendo uma grande variedade de questões sobre o assunto, como logística reversa, coleta seletiva, atuação dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, compostagem, recuperação energética, etc. (CHAVES, 2012).

A tabela 01 apresenta o diagnóstico sobre a situação dos resíduos sólidos no Brasil apresentado no Plano Nacional de Resíduos Sólidos, elaborado em 2012, com dados levantados em 2008.

**Tabela 01: Resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.**

<b>Resíduos</b>	<b>Participação (%)</b>	<b>Quantidade (t/dia)</b>
<b>Material reciclável</b>	<b>31,9</b>	<b>58.527,40</b>
Metais	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, papelão	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico filme	8,9	16.399,60
Plástico rígido	4,6	8.448,30
Vidro	2,4	4.388,60
<b>Matéria orgânica</b>	<b>51,4</b>	<b>94.335,10</b>
<b>Outros</b>	<b>16,7</b>	<b>30.618,90</b>
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>183.481,50</b>

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017 (adaptado de MMA, 2012).

A grande quantidade de alimentos necessários diariamente resulta em um alto volume de resíduos sólidos, que na maioria das vezes é descartado de maneira inadequada. Pensando nisso, as indústrias de embalagens vêm desenvolvendo produtos mais sustentáveis, como embalagens biodegradáveis, recicláveis e embalagens com menor peso, como por exemplo, a lata de alumínio que em 1997 pesava 13g e em 2013 reduziu seu peso para 10,06g, uma diminuição de 23% em metal utilizado na fabricação da lata (ECYCLE, 2017).

Com o crescimento populacional e tecnológico, o desperdício e a geração de lixo geraram uma crise ambiental que vem sendo discutida a fim de rever as formas de produção e consumo. Com o despertar da consciência ambiental, instalaram-se ONGs ambientais, normas e leis visando à melhoria na qualidade ambiental em todos os países, sendo assim as indústrias de embalagens vêm se aprimorando e desenvolvendo seus produtos através de processos mais limpos, utilizando matérias-primas menos impactantes com estrutura reciclável (BOMFIM E LIMA, 2012).

## 2.2 A ACV

De acordo com Fabi *Et. Al.* (2005), a análise do ciclo de vida tem o objetivo de obter uma visão global e completa de subsídios que definam os efeitos ambientais buscando maneiras de evitá-los.

A análise do ciclo de vida permite a identificação dos impactos ambientais causados pelo produto podendo optar por matérias-primas e processos menos impactantes para sua produção, assim como definir qual será seu impacto pós-consumo, buscando alternativas para o reaproveitamento e reciclagem quando possível (LUZ, 2011).

As embalagens geram impactos ambientais caracterizados pelas entradas e saídas de materiais e a energia utilizada em todos os estágios de seu ciclo de vida. Por isso quando uma embalagem é desenvolvida, deve-se pensar em sua funcionalidade, qual o seu propósito, usabilidade, aparência e vida útil (ABRE, 2006).

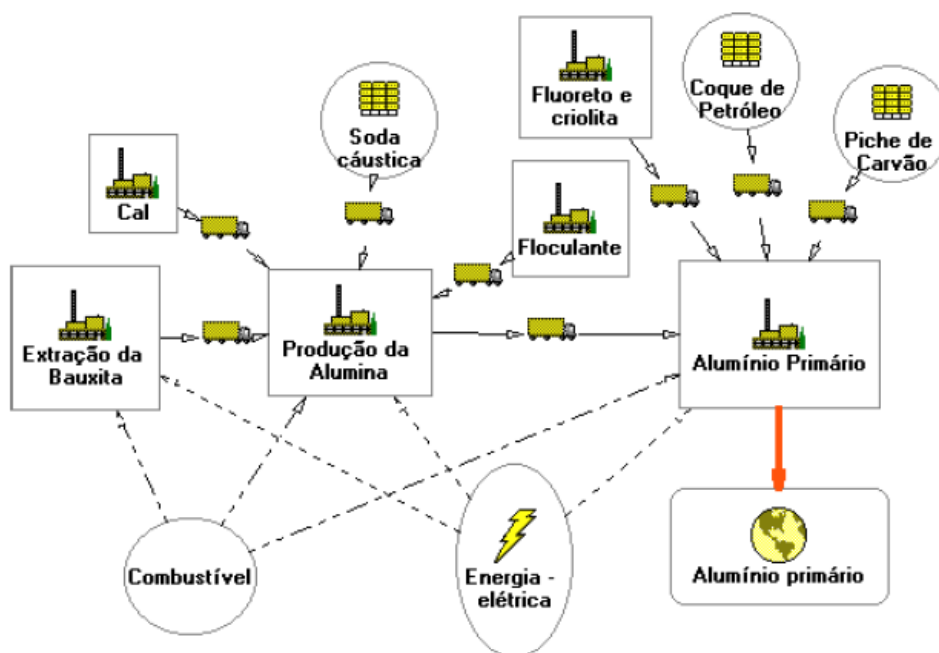
## 2.3 Embalagens de alumínio

As embalagens de alumínio para bebidas, como as latas, começaram a ser fabricadas no Brasil em 1989. Os fabricantes reconheceram suas vantagens quanto ao peso, à

produtividade, à redução de custos, ao transporte e à estocagem; e o consumidor identificou que a lata de alumínio era mais leve, prática e ocupava menos espaço (ABAL, 2017).

O alumínio é obtido através de reações químicas com a bauxita. O minério da bauxita é atacado com soda, precipitado para a eliminação das impurezas, lavado e calcinado. Depois ocorre a redução ou eletrólise da alumina. A alumina é um pó branco, que após uma série de processos químicos, chega-se ao alumínio, metal nobre, 100% e infinitamente reciclável (PRADO, 2007).

A figura 01 representa o fluxograma referente à extração da bauxita até a obtenção do alumínio primário, com suas respectivas entradas e saídas de insumos e poluentes. Os principais resíduos gerados nessas etapas são emissões atmosféricas na forma de material particulado,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{Cl}_2$  entre outros, assim como a escória de alumínio (GATTI, QUEIROZ & GARCIA, 2007).



**Figura 01: Fluxograma da produção de alumínio primário.**

Fonte: Gatti, Queiroz e Garcia, 2007.

O processo de produção de latas de alumínio inicia-se a partir de bobinas de alumínio laminado que entram em prensas de estampagem. O equipamento corta as chapas em vários discos dando-lhe o formato de um copo. Após as latas estarem formadas na espessura ideal, estas vão para a lavagem e depois de secas recebem o revestimento interno e a estampa externa. A última etapa da fabricação é a moldagem dos “pescoços” e do perfil da borda da lata, para que a tampa possa ser encaixada. As tampas são estampadas e depois colocadas em prensa de alta pressão para sua fixação. A lata pronta é lavada e depois segue para o envase (PRADO, 2007).

As latas de alumínio possuem alto valor agregado na reciclagem, cerca de R\$3,00/kg. As latas chegam prensadas, são descompactadas e limpas. Os pedaços limpos de alumínio passam para um forno de fusão onde são submetidos a um banho de metal líquido para derreter, depois é colocado em formas e os lingotes resultantes voltam à produção das latinhas (PRADO, 2007). Este processo gera emissões de compostos orgânicos voláteis, material particulado,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , cloretos, óleos e gorduras e resíduos sólidos, mas normalmente as indústrias possuem sistemas de tratamento de emissões que minimizam os impactos ambientais (GATTI, QUEIROZ & GARCIA, 2007).



Em 2014, o Brasil reciclou 22,9 bilhões de embalagens de alumínio, 98% do total produzido foram reciclados e voltou para produção de latas como matéria-prima, alumínio primário. A produção de uma lata com 98% de alumínio reciclado e 2% de metal primário reduz 70% às emissões de CO<sub>2</sub> e 71% o consumo de energia, além da redução da extração e do consumo de água (REVISTA ALUMÍNIO, 2016).

#### 2.4 Embalagens de vidro

O Brasil produz em média 980 mil toneladas de vidro durante o ano, utilizando 45% de matéria-prima na forma de cacos de vidro. As garrafas, potes e frascos correspondem a mais da metade da produção de vidro no país (CEMPRE, 2017).

A embalagem de vidro possui características ainda não encontradas em outros materiais, como ser totalmente inerte e impermeável, mesmo em condições desfavoráveis. Sua principal característica é ser moldável em uma determinada temperatura, sem se degradar (JAIME, 2007).

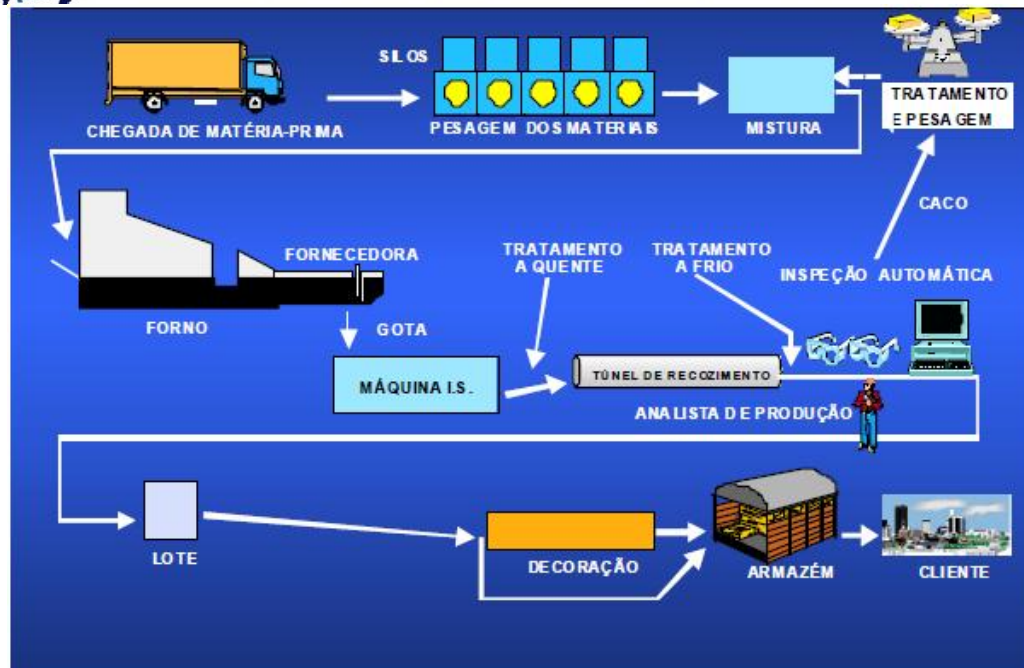
O material mais empregado para a produção do vidro é a sílica ou óxido de silício (SiO<sub>2</sub>), muito abundante na natureza na forma de areia. A sílica produz um excelente vidro, porém seu ponto de fusão é muito alto, exigindo muita energia em seu processo de produção. Sendo assim, para a produção do vidro são adicionados à sílica elementos fundentes que abaixam a temperatura de elaboração. Esses elementos são: óxido de sódio e óxido de cálcio (AKERMAN, 2013).

O vidro possui inúmeras propriedades que o diferencia dos demais materiais, dentre as quais está a viscosidade. O vidro tem que apresentar alta viscosidade para impedir a cristalização das moléculas, caso contrário não se forma o vidro. No início da conformação do vidro ele deve ter viscosidade suficientemente alta para formar uma gota (AKERMAN, 2013).

O vidro é ideal para reciclagem, podendo ser reciclado infinitamente em alguns casos. Porém a logística reversa do vidro não é suficientemente efetiva, com uma taxa de reciclagem de apenas 30 a 40%, muito inferior a outros materiais, possivelmente pelo baixo valor agregado ao caco de vidro, cerca de R\$0,03/kg. Para cada tonelada de vidro reciclado há a redução de 480kWh de energia, 0,53ton de CO<sub>2</sub> e 1,2ton de matéria-prima virgem (RICCHINI, 2017).

Outro fator que diminui a utilização dos cacos de vidro é a necessidade de separá-los por cor, pois a produção de vidro incolor só é possível através de cacos incolores também. A figura 02 demonstra o processo de fabricação do vidro desde a chegada da matéria-prima até a distribuição para o cliente (JAIME, 2007).





**Figura 02: Fluxograma de produção do vidro.**

Fonte: Jaime, 2007.



### 3 Metodologia

Para análise do inventário foi elaborada uma planilha de aspectos e impactos ambientais conforme a 2ª fase da ACV para a produção dos materiais. A matriz foi elaborada de acordo com os seguintes itens de avaliação descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Matriz da ACV

TEMPORALIDADE	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
Passado (P)	Impacto identificado no presente, porém decorrente de atividades desenvolvidas no passado.	
Atual (A)	Impacto decorrente de atividade atual.	Geração de resíduos sólidos, efluentes, etc.
Futuro (F)	Impactos previstos decorrente de alterações nas atividades do futuro.	Doença ocupacional, provocada pela execução de serviços.

INCIDÊNCIA	DESCRIÇÃO
Direto (D)	Está associado a relação de causa e efeito decorrente da atividade.
Indireto (I)	Está associado aos desdobramentos da relação de causa e efeito e/ou efeitos secundários da atividade.

SITUAÇÃO	DESCRIÇÃO
Normal (N)	Relativos a rotina operacional. Inclusive partida, parada e manutenção.
Risco (R)	Associado a situações de risco (acidentes, equipamentos ou instalações, falha operacional) que possam causar danos ao meio ambiente, segurança e saúde.

CLASSE	DESCRIÇÃO
Benéfico (B)	Quando a atividade resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.
Adverso (A)	Quando a atividade resulta na redução da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.

SEVERIDADE	CRITÉRIO	PONTUAÇÃO
Desprezível	Impacto de magnitude desprezível/restrito ao local de ocorrência/totalmente reversível com ações imediatas.	1
Regular	Impacto de magnitude considerável/restrito à área de influência direta/reversível com ações mitigadoras em curto prazo.	2
Crítica	Impacto de magnitude considerável/restrito à área de influência indireta/reversível com ações mitigadoras em médio prazo.	3

FREQUÊNCIA	CRITÉRIO	PONTUAÇÃO
Rara	Impactos que não são esperados que ocorram durante a atividade.	1
Baixa	Impactos que são esperados a ocorrer uma única vez durante a atividade.	2
Média	Impactos que são esperados a ocorrer esporadicamente (ocasionalmente) ao longo da atividade.	3
Alta	Impactos que são esperados a ocorrer continuamente (sucessivamente) ao longo da atividade.	4

SIGNIFICÂNCIA	SOMA DA PONTUAÇÃO	NECESSITA PLANO DE AÇÃO
Risco (R)/Importante (I)	Severidade + Frequência/Probabilidade > 5	SIM
Normal (N)/Desprezível (D)	Severidade + Frequência/Probabilidade < 5	NÃO





## 4 Resultados

O quadro 02 apresenta a matriz dos aspectos e impactos ambientais causados pela produção das garrafas de vidro e o quadro 03 é referente à produção de latas de alumínio.

Quadro 02: Aspectos e impactos ambientais da produção de garrafas de vidro.

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Características				Classificação			Grau de significância do aspecto Ambiental
	Descrição	Descrição	Temporalidade	Incidência	Situação	Classe	Severidade	Frequência/Probabilidade	Total de pontos	
Extração da matéria-prima	Consumo de recursos naturais - Areia, calcário, feldspato, barrilha.	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração do solo.	A	D	N	A	3	4	7	Risco/ Importante
Misturador	Uso de energia elétrica	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais	A	D	N	A	3	4	7	Risco/ Importante
Forno de fusão	Uso de energia combustível (óleo, Lenha)	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea / Emissões atmosféricas.	A	D	N	A	2	4	6	Risco/ Importante
Conformação do vidro	Uso de energia combustível (óleo, GLP)	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea.	A	D	N	A	2	4	6	Risco/ Importante
Lavagem das garrafas	Uso de recursos naturais - água	Geração de efluentes líquidos.	A	D	N	A	2	4	6	Risco/ Importante
Centro consumidor	Consumo do produto	Geração de resíduos sólidos.	A	D	N	A	1	3	4	Normal/ Desprezível
Reciclagem	Uso dos resíduos como matéria-prima novamente	Diminuição dos resíduos sólidos.	A	I	N	B	1	4	5	Importante

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.



**Quadro 03: Aspectos e impactos ambientais da produção de latas de alumínio.**

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Características				Classificação			Grau de significância do aspecto Ambiental
	Descrição	Descrição	Temporalidade	Incidência	Situação	Classe	Severidade	Frequência/Probabilidade	Total de pontos	
Extração da matéria-prima	Consumo de recursos naturais - Bauxita	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração do solo.	A	D	N	A	3	4	7	Risco/ Importante
Lavagem da bauxita	Uso de recursos naturais - água	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea / Emissões atmosféricas/ Geração de efluentes líquidos.	A	D	N	A	3	4	7	Risco/ Importante
Produção da alumina	Uso de recursos naturais - energia e produtos químicos	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea / Emissões atmosféricas.	A	D	N	A	3	4	7	Risco/ Importante
Eletrolise	Uso de recursos naturais - energia e água	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea / Emissões atmosféricas/ Geração de efluentes líquidos.	A	D	N	A	3	4	7	Risco/ Importante
Fundição do alumínio	Uso de energia combustível (óleo, Lenha)	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea / Emissões atmosféricas.	A	D	N	A	2	4	6	Risco/ Importante
Laminação	Uso de recursos naturais - energia e água	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea / Emissões atmosféricas/ Geração de efluentes líquidos.	A	D	N	A	3	4	7	Risco/ Importante
Produção das latas	Uso de recursos naturais - energia e produtos químicos	Redução da Disponibilidade de Recursos Naturais / Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea / Emissões atmosféricas.	A	I	N	B	3	4	7	Risco/ Importante
Lavagem das latas	Uso de recursos naturais - água	Geração de efluentes líquidos.	A	D	N	A	2	4	6	Risco/ Importante
Centro consumidor	Consumo do produto	Geração de resíduos sólidos.	A	D	N	A	1	3	4	Normal/ Desprezível
Reciclagem	Uso dos resíduos como matéria-prima novamente	Diminuição dos resíduos sólidos.	A	I	N	B	1	4	5	Importante

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.



## 5 Discussão

Segundo Coltro (2007) a avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV) é a fase da ACV onde os dados são interpretados e a análise será encerrada. Na AIVC somam-se os dados obtidos na primeira fase da ACV onde os dados são coletados com os dados da segunda fase da ACV onde são caracterizados os impactos causados pelas etapas do processo do “berço ao túmulo”.

De acordo com a matriz de impacto da produção das garrafas de vidro, as etapas de extração e de mistura das matérias primas são as que podem causar maior risco ao meio ambiente. Por esse motivo nestas duas etapas exige-se a adoção de procedimentos que reduzem o referido risco. A título de exemplo vale citar o caso da etapa de extração, cujas consequências ambientais demandam um longo período de recuperação da área física utilizada. E a etapa de mistura dos componentes deve ser rigorosamente controlada, pois é nesse momento que se formará o vidro, não podendo haver vazamentos ou interferentes.

Nas demais etapas os impactos também são relevantes, pois há riscos de contaminação do solo, emissões atmosféricas, geração de resíduos sólidos e de efluentes líquidos, assim como consumo de recursos naturais. Porém estes impactos podem ser compensados pela reciclagem dos cacos de vidro, que evitam a extração da matéria-prima ou na utilização de garrafas retornáveis.

Estima-se que uma garrafa retornável é reutilizada em torno de 25 vezes, como consequência, esta embalagem utiliza 95% menos vidro e 90% menos energia do que se fossem produzidas essas 25 embalagens (JAIME, 2007).

A matriz de impacto da produção das latas de alumínio demonstra que o consumo de recursos naturais representa um risco, assim como as emissões atmosféricas presente em quase todas as etapas da produção. Porém as etapas de extração até a eletrólise podem ser evitadas quando o alumínio reciclado for utilizado, entrando diretamente na fundição. No Brasil a taxa de reciclagem de latas de alumínio é muito alta, em torno de 98%, estima-se que a cada 1000kg de alumínio reciclado equivale a 5000kg de minério de bauxita que não é extraído.

O consumo de recursos naturais como a bauxita e calcário diminui com o aumento das taxas de reciclagem, porém o consumo de água mantém-se o mesmo, pois está presente em praticamente todas as etapas do processo de produção de latas de alumínio (GATTI, QUEIROZ & GARCIA, 2007).

## 6 Considerações finais

Considerando as matrizes de impactos ambientais e as análises quantitativas pode-se concluir que tanto a fabricação do vidro quanto a do alumínio revelam impactos significantes ao meio ambiente, principalmente a respeito da extração e utilização de recursos naturais. Porém os dois materiais representam a mesma vantagem quanto à reciclagem, por serem 100% recicláveis, diminuindo muito seus impactos referentes à extração de matéria-prima, consumo de energia, consumo de água e emissões de CO<sub>2</sub>. Entretanto o vidro é pouco explorado comparando-se com a taxa de reciclagem do alumínio.

De acordo com os dados analisados a partir da ACV, conclui-se que a reciclagem das embalagens de vidro e alumínio é um caminho a ser cada vez mais explorado e pesquisado, de modo que aumentem as taxas de reciclagem e diminuam os impactos causados pelas suas utilizações.

A reciclagem além de diminuir as taxas de extração e uso de recursos naturais, ainda evita a emissão de poluentes atmosféricos em altos níveis. Também auxilia na distribuição de



renda para aqueles que dependem da reciclagem de resíduos sólidos, assim como evita que esses materiais que possuem valor agregado sejam destinados a lixões ou aterros sanitários.

Segundo Jaime (2007) por meio de estudos da ACV é possível identificar as vantagens ou desvantagens de um determinado sistema de produção, distribuição e comercialização de produtos, evidenciando pontos críticos entre um ou outro sistema.

## 7 Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura – NBR ISO 14040**. Rio de Janeiro – RJ. ABNT. 10 p., 2001.

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS. **Estudo macroeconômico da embalagem ABRE/FGV**. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/>> Acesso em 11/07/2017.

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS. **Embalagem**. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/>> Acesso em 11/07/2017.  
AKERMAN, M. **Introdução ao vidro e sua produção**. ABI Vidro – Escola do Vidro. São Paulo, 2013.

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS. **Adequação da ABNT ISO/TR 14.602:2004 para as embalagens**. Disponível em: < [http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2012/07/cartilha\\_iso.pdf](http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2012/07/cartilha_iso.pdf)>. Acesso em: 17/08/2017.

BOMFIM, E. C. S., LIMA, R. F.. **Embalagens sustentáveis no Brasil: análise preliminar de seus fatores determinantes**. 2012. Disponível em: <<http://claudioraza.com.br/embalagens-sustentaveis-no-brasil-analise-preliminar-de-seus-fatores-determinantes-elaine-c-s-bomfim-e-raquel-f-de-lima.html>>. Acesso em: 17/08/2017.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Vidro. Disponível em: < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>> Acesso em 11/07/2017.

CHAVES, I. R.. **Benefícios sociais, econômicos e ambientais a partir da gestão de resíduos sólidos urbanos: uma estimação para o Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

COLTRO, L. **Avaliação do ciclo de vida – ACV**. Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. CETEA/ITAL, Campinas, 2007.

ECYCLE. **Embalagens de alimentos e o desafio de reduzir a geração de resíduos**. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/68-embalagens/3716-embalagem-alimento-metalicas-pet-vidro-aluminio-plastico-cartonada-papel-beneficios-reciclaveis-consumidor-industria-responsabilidade-social-funcoes-embalagem-ecologico-eco-desenvolvimento-tendencia-futuro-embalagens-alimenticias.html>>. Acesso em: 17/08/2017.



FABI, A. R., ENSINAS, A. V., MACHADO, I. P., BIZZO, W. A. **Uso da avaliação de ciclo de vida (ACV) em embalagens de plástico e de vidro a indústria de bebidas no Brasil.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais. Número 1 p. 47 à 54. Campinas, 2005.

GATTI, J. B., QUEIROZ, G.C., GARCIA, E. E. C. **Reciclagem de embalagem em termos de ACV – Estudo de caso.** Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. CETEA/ITAL, Campinas, 2007.

JAIME, S. B. M. **ACV de embalagem de vidro para sistemas retornável e descartável.** Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. CETEA/ITAL, Campinas, 2007.

LUZ, L. M. **Proposta de modelo para avaliar a contribuição dos indicadores obtidos na análise do ciclo de vida sobre a geração de inovação na indústria.** 2011. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federam do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/253/\\_publicacao/253\\_publicacao02022012041757.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf)>. Acesso em: 25/07/2017.

PRADO, M. R. **Análise do inventário do ciclo de vida de embalagens de vidro, alumínio e PET utilizadas em uma indústria de refrigerantes do Brasil.** 2007. 288 f. Tese (Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

REVISTA ALUMÍNIO. Inovação e sustentabilidade Alumínio. **Mais uma vez.** Disponível em: <<http://www.revistaaluminio.com.br/mercado/sustentabilidade-mercado/mais-uma-vez/>> Acesso em 27/06/2017.

RICCHINI, R. **Vidro: história e reciclagem.** Setor de reciclagem. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-vidro/vidro-historia-reciclagem/>> Acesso em 27/06/2017.