

# PROCESSO DE INJEÇÃO DA BLENDAS PPO/PSAI ATRAVÉS DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA<sup>1</sup>

Luiz Veriano Oliveira Dalla Valentina<sup>2</sup>

Roberta Tomasi Pires Hinz<sup>3</sup>

Ana Cláudia Franco<sup>4</sup>

Jorge Luis Suzuki<sup>4</sup>

## Resumo

Este artigo apresenta o Inventário do Ciclo de Vida da Tampa de Relê EM injetada com uma blendas de poli (óxido de fenileno) e poliestireno de alto impacto (PPO/PSAI), para auxiliar uma posterior Avaliação do Ciclo de Vida completa. O inventário foi realizado considerando todas as entradas e saídas de cada etapa do sistema em análise e a partir dos dados obtidos, foram identificados os aspectos e impactos ambientais associados a ele. Diante dos resultados do inventário, obteve-se como principais impactos ambientais, o esgotamento de recursos naturais renováveis e não renováveis, contaminação do solo e poluição atmosférica.

**Palavras-chave:** Inventário do ciclo de vida; Blendas de PPO/PSAI; Polímeros.

## PROCESS OF INJECTION OF BLENDAS PPO/PSHI THROUGH THE INVENTORY OF LIVE CYCLE

### Abstract

This work presents of accomplish the Inventory of Life Cycle Assessment for the Tampa de Relê EM that it's injected with a blend of poly (phenylene oxide) and polystyrene of high impact (PPO/PSHI), to support in a subsequent Life Cycle Assessment studies. The inventory was accomplished considering all the inputs and outputs of each stage of the system in analysis and starting from the obtained data, they were identified the aspects and impacts environmental associates to it. The main environmental impacts obtained were the exhaustion of natural resources, contamination of the soil and atmospheric pollution.

**Key words:** Inventory of life cycle assessment; Blend of PPO/PSHI; Polymeric.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil

<sup>2</sup> Professor do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciências dos Materiais, Dept. Eng. Mecânica da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

<sup>3</sup> Coordenadora e professora do Curso de Tecnologia em Gestão da Qualidade e Produtividade do Instituto Superior Tupy - IST.

<sup>4</sup> Estudante de Engenharia da Produção da UDESC-Joinville e Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

# 1 INTRODUÇÃO

A utilização dos polímeros provenientes da extração e refino do petróleo, recurso natural não-renovável deve ser gerenciada, levando em consideração o uso adequado dos recursos empregados, incluindo a capacidade de recuperação dos mesmos. Assim, a conservação destes recursos e os impactos ambientais gerados, relacionados do processamento dos polímeros, devem ser avaliados, de tal forma que seja feita uma análise de adequação, vinculada às tecnologias empregadas e a qualidade necessária do produto final, incluindo ainda os custos associados, independente do processo ou do polímero em questão.

Sob este âmbito, faz-se necessário conciliar uma relação benéfica junto ao meio-ambiente, de forma a definir e aplicar estratégias para garantir o desenvolvimento sustentável das empresas envolvidas com a transformação de polímeros. Uma das formas de englobar esses aspectos é considerar os impactos ambientais durante a “vida” de um produto (do berço ao túmulo), da aquisição de matérias-primas à produção, uso e disposição, e é justamente isto que a Avaliação do Ciclo de Vida propõe.<sup>(1,2)</sup> A Avaliação do Ciclo de Vida fornece uma metodologia de projeto, produção, utilização, manutenção e reciclagem de materiais e produtos, tendo como objetivo a otimização dos recursos, e a minimização dos impactos ambientais, apropriada para as tecnologias que envolvem materiais poliméricos. A partir dessa metodologia pode-se verificar que a prevenção à poluição se torna mais racional, econômica e efetiva do que uma ação na direção dos efeitos gerados.<sup>(3)</sup>

Segundo a Norma ISO 14040,<sup>(4)</sup> o estudo da ACV está dividido em quatro etapas: definição do objetivo e escopo; análise do inventário; avaliação de impacto; e interpretação dos dados e resultados. Estas etapas foram estabelecidas a fim de se obter uma visão geral do processo. Chehebe<sup>(5)</sup> (Figura 1) faz a inter-relação entre estas fases, onde:

- a) a determinação do objetivo e do escopo: engloba a delimitação do sistema relacionado ao produto,
- b) a análise do inventário: estabelece as categorias dos dados, preparação, coleta e validação destes dados, quantificando as necessidades de energia e matérias-primas, resíduos sólidos, líquidos e gasosos, e outros danos ou perdas durante a vida de um produto,
- c) a avaliação do impacto: seleciona e define as categorias ambientais incluindo, classificação e caracterização dos impactos ambientais existentes;
- d) a interpretação: identifica e avalia a integridade, a sensibilidade e a consistência das informações.

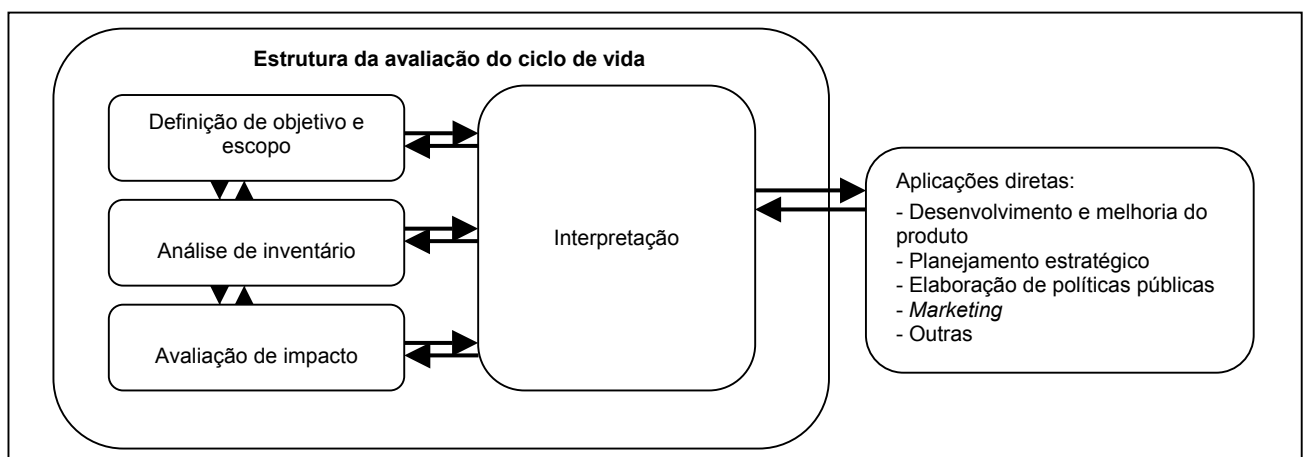


Figura 1 Fases de uma ACV.<sup>(4)</sup>

Este artigo apresenta a sistemática adotada para realizar o Inventário do Ciclo de Vida de componente injetado com uma Blenda de PPO/PS, o qual será posteriormente utilizado em compressores para refrigeração, para auxiliar num futuro estudo completo de Avaliação do Ciclo de Vida deste produto.

## 2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

Este artigo engloba o inventário do ciclo de vida de um produto específico, a Tampa de Relê EM, injetada com Noryl SE1-701.<sup>(6)</sup> Entretanto, outros materiais relacionados a este produto e seu processo também foram analisados, no caso, os que apresentam maior volume são as embalagens: caixas dobráveis de polipropileno (PP), *pallets* de madeira e sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD).

Para obtenção dos dados referente ao Inventário do Ciclo de Vida, da Tampa de Relê EM, foi necessário seguir algumas etapas: definir o objetivo e escopo do estudo; mapear os processos e identificar as variáveis de análise; realizar o Inventário do Ciclo de Vida e interpretar os resultados obtidos.<sup>(7)</sup>

### 2.1 Definição do Objetivo e Escopo do Estudo

No intuito de delimitar o sistema em questão e conduzir o estudo foi necessário definir os objetivos e escopo para aplicação consistente de uma metodologia, considerando a unidade funcional e as fronteiras do sistema.

É importante ressaltar que a indústria de transformação de plásticos caracteriza-se pela transformação de resinas sintéticas (polímeros), produzidas no âmbito da indústria petroquímica, em artigos que serão destinados ao consumo final. Na cadeia produtiva que tem as resinas petroquímicas como insumos e bens de consumo final como produtos, outras atividades e agentes estão envolvidos, além da produtora de resina e a transformadora. A produtora de resina executa, em geral, as atividades de desenvolvimento de aplicação, bem como a de aditivação. As empresas de formulação e compostagem são especializadas nas atividades técnicas de desenvolvimento de aplicações para atender nichos de mercado bem delimitados. Em geral, além de desenvolver as formulações, executam as misturas físicas e, em alguns casos, transformações químicas de resinas, aditivos ou cargas, vendendo ao transformador soluções prontas para a obtenção de determinadas características técnicas dos produtos finais transformados.<sup>(8)</sup> Embora a cadeia produtiva da indústria de transformação engloba a indústria petroquímica e os fabricantes de resina, este artigo teve como fronteira uma Unidade Fabril responsável pela transformação através do processo de injeção deste componente.

A Figura 2 mostra a estrutura da cadeia produtiva da Tampa de Relê EM que compreende uma vasta gama de empresas:

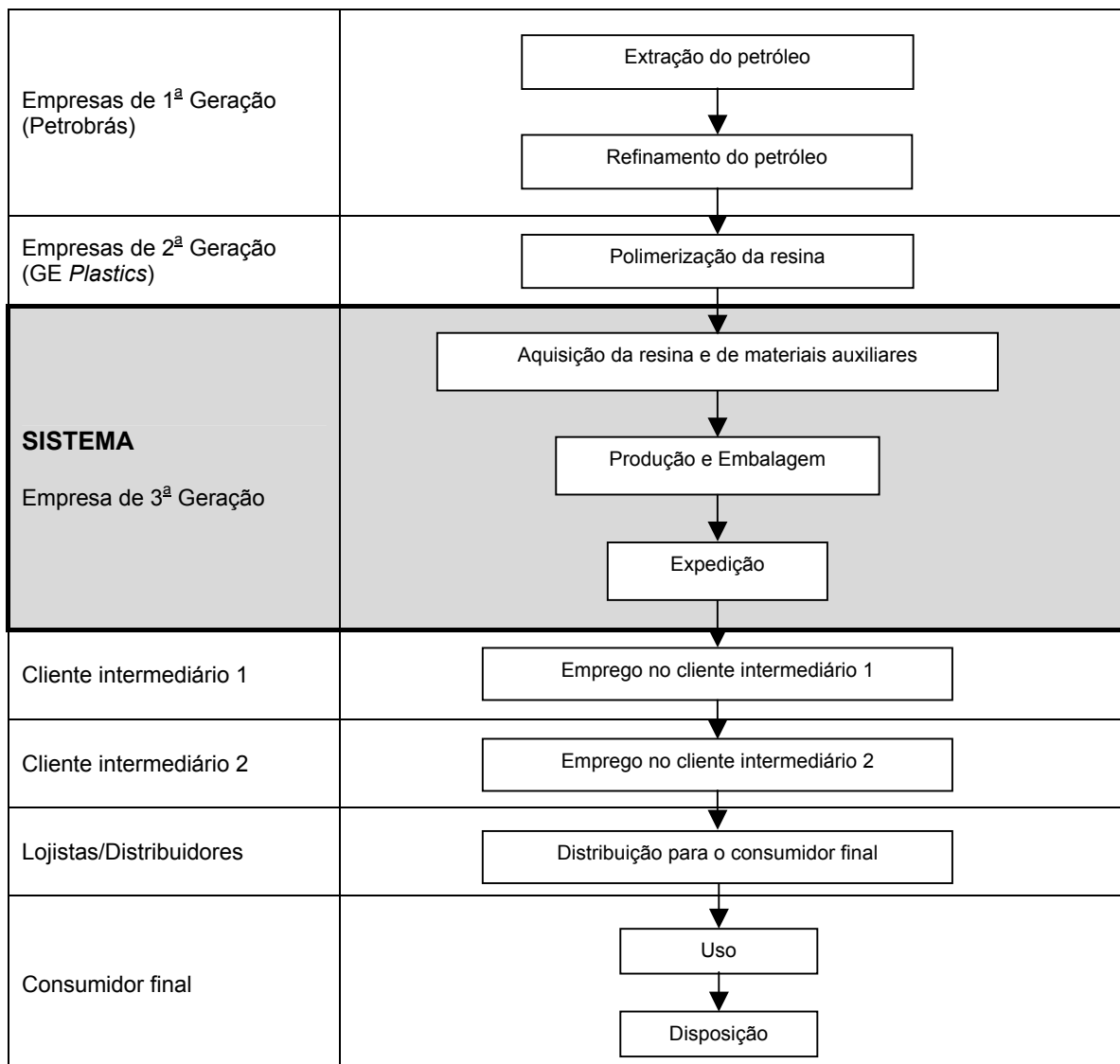
- Empresas de primeira geração: Fabricantes de matérias-primas, cuja principal é a nafta (produzida no Brasil basicamente por um único fornecedor, a Petrobrás).

- Empresas de segunda geração: Fabricantes de resinas plásticas, ocupam uma posição intermediária entre as indústrias da primeira geração e o segmento de terceira geração. A partir da nafta, são gerados produtos básicos como eteno, butadieno, propeno, benzeno e paraxileno, os quais constituem as principais matérias-primas da segunda geração da cadeia produtiva dos polímeros que,

através de processos de purificação e adição de outros materiais, produz as resinas poliméricas tais como polietileno, polipropileno, PVC, poliestireno, etc.

- Empresas de terceira geração: Indústrias que transformam a resina em um componente por meio de conformação térmica seja através do processo de injeção, extrusão ou outro. São bastante heterogêneas no que diz respeito ao tamanho, à qualificação técnica e aos mercados atendidos.

Neste caso, a resina é injetada pela empresa de terceira geração, que fornece o componente nas condições dimensionais e de acordo com as especificações técnicas do material ao seu cliente, considerado aqui como “Cliente intermediário 1”, que por sua vez incorpora em seu produto este componente e fornece ao “Cliente intermediário 2”, que também irá adicioná-lo em seu produto para só depois disponibilizar ao mercado através de lojistas ou distribuidores, que serão responsável pelo fornecimento ao consumidor final.



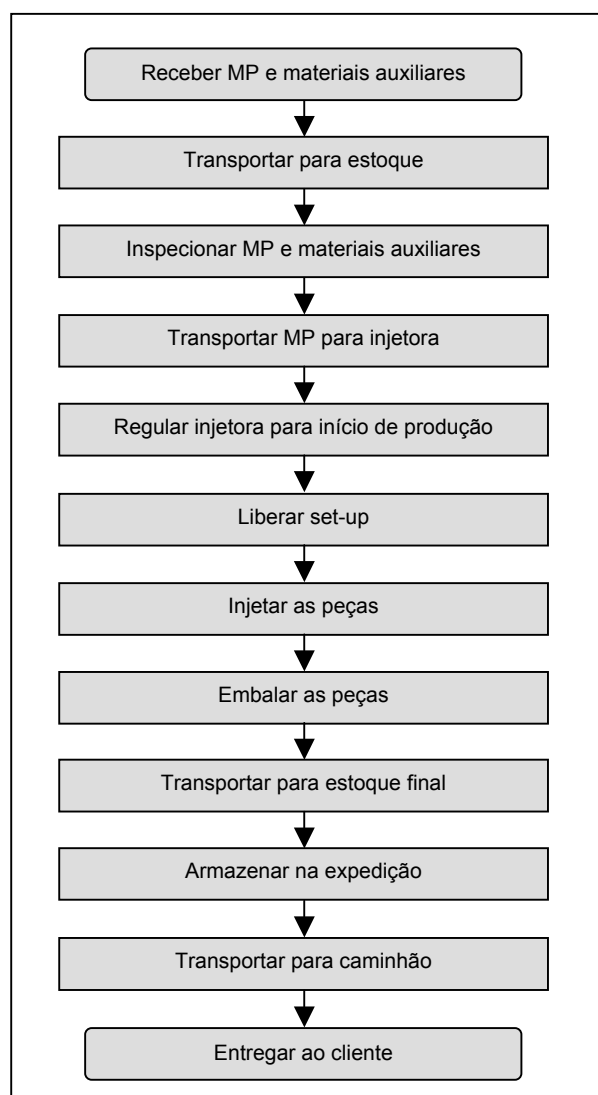
**Figura 2.** Mapeamento da cadeia produtiva da Tamba de Relê EM

## 2.2 Mapeamento dos Processos e Identificação das Variáveis de Análise

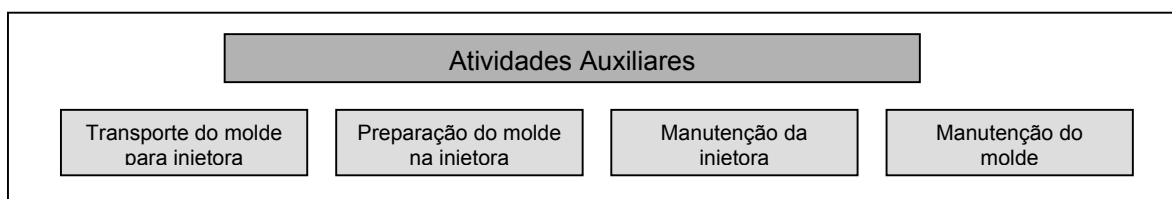
Os processos foram mapeados para se conhecer todas as entradas e saídas e suas variáveis de análise, para posterior realização do Inventário do Ciclo de Vida.

Para o mapeamento dos processos, inicialmente foi elaborado o macro-fluxo do processo de produção da Tampa de Relê EM (Figura 3) e identificadas as atividades auxiliares (Figura 4) que compõem este sistema.

Simultaneamente ao mapeamento do processo de produção da Tampa de Relê EM, foi empregada a técnica de Análise do Modo e Efeito de Falhas-FMEA de processo) deste componente para verificar se todos os parâmetros haviam sido considerados (Figura 5). A FMEA é uma técnica que procura listar todas as possíveis falhas (do produto ou do processo) e suas causas para que sejam analisadas e providenciadas ações preventivas necessárias complementares ao processo de desenvolvimento.<sup>(9)</sup>



**Figura 3.** Mapeamento do processo de produção da Tampa de Relê EM



**Figura 4.** Mapeamento das Atividades auxiliares do processo de produção da Tampa de Relê EM

Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial															
Descrição: Tampa Relê								Data rev. desenho							
Equipe: Engenharia/Qualidade/Processo/Produção/Comercial								Data emissão		1/12/2004					
FMEA Projeto				FMEA Processo				Rev. data		3 28/8/2006					
Fluxo e Função	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is) da Falha	S E V E R I D A D E	Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha	O C O R R Ê N C I A	Controles Atuais do Processo	D E T E C Ç Ã O	Ações Recomendadas	Responsável e prazo	Resultados das ações tomadas	Resultado				
											S E V E R	O C O R R	D E T E C	N P R	
Recebimento da matéria prima	aprovação de material não conforme	produtos c/ propriedades mecânicas inadequadas	8	falta definição quanto as características críticas do produto	3	Instrução de Operação e Controle do produto	3	72	não requer	---	---	---	---	---	---
	aprovação de material não conforme	dificuldade de processamento	6	falta definição quanto as características críticas do produto	3	Instrução de Operação e Controle do produto	3	54	não requer	---	---	---	---	---	---
	reprovação de material conforme	atrasos na produção	6	falta definição quanto as características críticas do produto	3	Instrução de Operação e Controle do produto	3	54	não requer	---	---	---	---	---	---
Armazenamento	armazenamento em local incorreto	mistura de materiais	5	falta de identificação	3	prateleiras identificadas no almoxarifado	2	30	não requer	---	---	---	---	---	---
Abastecimento	abastecimento c/ material incorreto	produtos c/ propriedades mecânicas inadequadas	8	falta de identificação	3	matéria prima identificada c/ etiqueta de rastreabilidade, indicada na OP	2	48	não requer	---	---	---	---	---	---
Injeção	Peças com dimensional não conforme	Retrabalho/ inutilização do produto	8	parâmetros de processo inadequados	4	regulagem de acordo c/ a ficha técnica do produto	3	96	elaborar Instrução de Operação e Controle do produto para Set up.	Qualidade 08/08/06	Instrução de Operação e Controle elaborada	8	4	2	64
	peças c/ aspecto visual inadequado, manchas, falhas, rebarbas e deformações	seleção/ retrabalho	7	parametros de processo inadequados	4	regulagem de acordo c/ a ficha técnica do produto	3	84	elaborar Instrução de Operação e Controle do produto para o processo contendo a verificação destes itens	Processo 22/11/03	Instrução de Operação e Controle elaborada	7	4	2	56
	peças falhadas	inutilização do produto	8	parada de máquina	4	visual - acompanhamento conforme Instrução de Operação e Controle do produto	5	160	incluir observação na Instrução de Operação e Controle do produto de como proceder com as paradas de máquina	Qualidade 01/03/04	Instrução de Operação e Controle elaborada	8	4	2	64
Embalagem	embalagem inadequada	pode danificar o produto	5	falta de definição de embalagem	4	Instrução de Operação e Controle do produto	4	80	não requer	---	---	---	---	---	---

**Figura 5.** FMEA de Processo da Tampa de Relê

### 2.3 Realização do Inventário do Ciclo de Vida

Nesta etapa, os dados foram coletados para quantificar as contribuições do sistema à produção como um todo. Os dados do inventário incluíram o consumo de: matérias-primas, água e energia, e a emissão de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas.

O Inventário do Ciclo de Vida foi obtido através de uma análise de balanço de massa, considerando entradas e saídas para cada etapa/atividade do processo. Para cada uma das atividades descritas nas Figuras 2 e 3 foi preenchido individualmente um formulário, exemplificado na Figura 6.

O balanço total de massa, considerando todas atividades que envolvem o processo de produção da Tampa de Relê EM está apresentado na Figura 7.

### 2.4 Interpretação dos Resultados Obtidos

A partir dos dados coletados e dos resultados obtidos, tem-se condição de fazer uma análise detalhada do inventário realizado, ou seja, avaliar os aspectos e impactos ambientais associados ao inventário do ciclo de vida da Tampa de Relê EM.

A partir dos dados obtidos no inventário realizado, convertendo para um consumo anual da resina Noryl SE1-1701 especificadamente para injeção da Tampa de Relê EM chega a 96 toneladas/ano, considerando apenas a unidade fabril analisada e apenas um componente (Tampa de Relê EM). Outro volume considerável são as embalagens plásticas de PEBD, totalizando um consumo de 1236 kg/ano. Nestes dois casos, os materiais não são reaproveitados, sendo descartados independente da integridade de suas características mecânicas e/ou físico-químicas.

<b>Atividade (s):</b>	<b>Regular injetora para início de produção Liberar set-up Injetar as peças</b>		
<b>Balanco de Massa</b>			
Entradas (recursos naturais, materiais de insumo e materiais auxiliares)		Saídas (produto, resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas)	
<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>
Energia	15.804 kW/mês	Emissões gasosas	Desprezível (Vide obs. abaixo)
Água	72 l/mês	Efluentes líquidos	(vide obs abaixo)
Matéria-prima	08 ton/mês	Resíduos sólidos	5 kg MP/mês (borra)
Desmoldante	2 latas/mês (600 ml/mês)	Emissão de calor	7°C
		Peças não conformes	300 peças/mês
		Peças injetadas	180.000 peças/mês
<b>Combustível para transporte</b>			
Não há	---	---	---
<b>Comentários:</b>			
<u>Emissões gasosas:</u> Provenientes de vapores d'água, do desmoldante e da matéria-prima aquecida ou queimada.			
<u>Efluentes líquidos:</u> A água utilizada no processo retorna a máquina em operação.			
<u>Resíduos sólidos:</u> Peças não-conforme e o galheto de injeção retornam ao processo sob forma de reciclagem primária. A borra gerada no processo é segredada e encaminhada para empresa de reciclagem de polímeros diversos.			
Energia consumida = 22 kW/h (Potência nominal da bomba) e 13 kW/h (Potência de aquecimento)			
Volume de produção: 180.000 peças/mês (08 ton/mês de matéria-prima)			
Obs. O desmoldante é a base de água e aplicado em spray, logo não se tem resíduo sólido deste material, neste processo.			

**Figura 6.** Balanço de massa – Regulagem da injetora para início de produção, liberação para set-up e injeção de peças

<b>Balanco Total de Massa</b>			
Entradas (recursos naturais, materiais de insumo e materiais auxiliares)		Saídas (produto, resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas)	
<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>
Resina Noryl SE1 701	08 ton/mês (02 entregas/mês)	Peças injetadas	180.000 peças/mês
		Resíduos sólidos	5 kg MP/mês (borra)
		Emissões gasosas	Desprezível T <sub>máx</sub> de proc.=275°C T <sub>i</sub> = 317°C
Pallets de madeira	64 pallets/mês (8 entregas/mês)	Pallets de madeira Retornam ao processo	64 pallets/mês
Caixas dobráveis (PP)	1.024 caixas/mês (8 entregas/mês)	Caixas dobráveis (PP) Retornam ao processo	1.024 caixas/mês
Água	72 l/mês	Água Retorna ao processo	72 l/mês
Energia	15.804 kW/mês	Emissão de calor	7°C
Sacos poli e divisórias (embalagem de PEBD)	103 kg/mês (02 entregas/mês)	Resíduos sólidos Embalagens descartadas	103 kg/mês
Etiquetas/Fitas adesivas	40 rolos/mês (02 entregas/mês)	Resíduos sólidos Material descartado	40 rolos/mês
Desmoldante (base: água)	600 ml/mês (01 entrega/mês)	Vapor d'água	Aprox. 600 ml
Molde	01 molde (08 cavidades)	Vida útil	10 milhões de batidas (mais de 10 anos)
<b>Combustível para transporte</b>			
Consumo de óleo diesel	1.836 l/mês	A queima de óleo diesel emite fumaça preta, monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e dióxido de enxofre.	
Consumo de Gás GLP	5 kg/mês	A queima de um kg de GLP consome mais de 20 litros de ar do ambiente.	

**Figura 7.** Balanço total de massa

Em relação aos *pallets* e as caixas dobráveis, por retornarem ao processo o maior impacto envolvido está associado ao transporte, representando um consumo médio de 2.304 l/ano de óleo diesel.

Ao considerar o volume total do consumo de combustível fóssil utilizado pelo sistema analisado tem-se 22.032 l/ano de óleo diesel e 120 kg/ano de gás GLP, o que deve gerar uma preocupação não somente quanto a uma possível escassez dos recursos naturais não renováveis, mas também aos impactos ambientais provenientes deste sistema e as conseqüências geradas, como a contribuição para degradação da camada de ozônio devido a emissão de CO<sub>2</sub>, por exemplo.

A partir do levantamento feito sobre as entradas e saídas dos recursos envolvidos nas atividades referentes ao processo de injeção da Tampa de Relê EM, foi elaborada uma matriz (Figura 8) onde consta o Levantamento e Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais associados a este produto.

A matriz foi estruturada considerando o processo de injeção da Tampa de Relê EM com os aspectos e impactos ambientais a partir de certos critérios.



Levantamento e Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais																			
Setor/ Processo	Atividade/ Operação	Temporalidade	Aspecto Ambiental	Situação	Incidência	Freq./Prob. (1)	Impacto Ambiental	Referência	Classe	Abrangência	Freq./Prob. (2)	Severidade	P. Interessadas	Legislação Pertinente	Importância	Significância	Controles Disponíveis	Ações Pendentes	Prazos
Manufatura	Injeção da Tampa de Relê EM	A	Consumo de recursos naturais renováveis (energia elétrica)	N	D	3	Esgotamento de recursos naturais renováveis (energia elétrica)	MA	A	3	3	2	N	Lei 6938/81	5	S			
		A	Consumo de recursos naturais renováveis (água)	N	D	3	Esgotamento de recursos naturais renováveis (água)	MA	A	3	3	2	N	Lei 6938/81	5	S			
		A	Consumo de recursos naturais não renováveis (matéria-prima, gás empilhadeira e óleo diesel)	N	D	3	Esgotamento de recursos naturais não renováveis (petróleo)	MA	A	3	3	2	N	Lei 6938/81	5	S			
		A	Resíduos sólidos contaminados (embalagens plásticas e de papel, baterias, etc)	N	D	2	Contaminação do solo	MA	A	2	1	2	N	Decreto 14250/81	3	NS			
Transporte	Manobra de veículos	A	Emissão de fumaça preta, monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e dióxido de enxofre	N	D	1	Poluição atmosférica	MA	A	3	2	2	N	Decreto 14250/81	4	NS			
		A	Vazamento de óleo	N	D	1	Contaminação do solo	MA	A	1	1	2	N	Decreto 14250/81	3	NS			

Figura 8. Levantamento e avaliação dos aspectos ambientais do processo de injeção

### 3 CONCLUSÃO

Os polímeros convencionais e em especial os polímeros de engenharia, oriundos da transformação do petróleo, podem causar ao ambiente impactos cujas principais formas estão nos extremos de sua cadeia produtiva: o esgotamento de matéria-prima não renovável e o acúmulo de resíduos de difícil degradação. A visão tradicional e linear de preservação ambiental, baseada apenas no controle da poluição, através de tecnologias “fim de tubo”, utilizadas para o tratamento, minimização e inertização de resíduos, atuando de forma a remediar os efeitos da produção, onde os resíduos gerados são posteriormente tratados, não garante a ecoeficiência e a sustentabilidade ambiental, sendo esta uma tratativa ecologicamente ineficiente.

Após a realização do Inventário do Ciclo de Vida foi possível identificar e avaliar os aspectos e impactos ambientais associados ao sistema pesquisado, sendo que os maiores impactos ambientais relativos à injeção da Tampa de Relê EM podem ocasionar esgotamento dos recursos naturais, contaminação do solo e poluição atmosférica. Os impactos ambientais mais significativos detectados foram: consumo de recursos naturais renováveis (energia elétrica e água); consumo de recursos naturais não renováveis (matéria-prima e combustíveis fósseis – gás GLP e óleo diesel) e geração de resíduos sólidos (embalagens plásticas e borra da matéria-prima).

A partir destas análises, foi possível identificar oportunidades de utilização mais eficiente dos recursos e redução dos resíduos através de informações confiáveis que poderão servir de base para um planejamento ambiental. Assim, através do Inventário do Ciclo de Vida as indústrias transformadoras poderão sistematicamente considerar as questões ambientais associadas aos sistemas de produção, pois através dela, a empresa conseguirá trabalhar com objetividade suas questões ambientais através de um ciclo industrial ecológico que inclui:

- A quantidade de recursos naturais renováveis que são utilizados em relação a capacidade destes em se regenerarem,

- A utilização de forma racional dos recursos não-renováveis a fim de minimizar ou otimizar esta utilização;
- O desenvolvimento de novos produtos e processos de forma que gerem menos impactos ambientais e
- A reutilização ou reciclagem dos mesmos, incluindo uma disposição final segura dos resíduos industriais inevitáveis, assim como do próprio produto após o uso.

## REFERÊNCIAS

- 1 ANDRADE, H. Avaliação do ciclo de vida de produtos: transparência na gestão ambiental das empresas. Editoria: Paula Sarcinella, 2003.
- 2 BOUSTEAD-CONSULTING. Life Cycle Assessment — Goal and Scope Definition and Inventory Analysis - Última modificação: 10/05/2005 Disponível em: <http://www.boustead-consulting.co.uk/goaland.htm> Acessado em: 24 de novembro de 2005
- 3 HINZ, R. T.P.; DALLA VALENTINA, L., FRANCO, Ana C. Sustentabilidade Ambiental das Organizações através da Produção mais Limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. Revista Estudos Tecnológicos. 2006.
- 4 ISO 14040 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Second edition. Switzerland. 2006.
- 5 CHEHEBE, J. R. B. O Ciclo de Vida dos Produtos. Revista da Confederação Nacional da Indústria, p. 22-27, fev. 1998.
- 6 GE Plastics - NORYL - Blenda de Polióxido de fenileno (PPO) e Poliestireno. Disponível em: <http://www.geplastics.com.br/resinsbr/resins/materials/noryl.html> Acessado em: 19 de fevereiro de 2007.
- 7 HINZ, R. T. P. Aspectos e impactos ambientais associados ao processo de injeção da blenda PPO/PSAI através do inventário do ciclo de vida. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PGCEM. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC. Joinville. 2006
- 8 TEIXEIRA, F. L. C. Indústria de transformação de plásticos: Mudanças estruturais e tecnológicas e impactos na qualificação profissional. Série Estudos Tecnológicos e Organizacionais. N<sup>o</sup> 01. Brasília, 2005.
- 9 IQA - INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA. Análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA); Manual de referência. São Paulo. 2001.