



Logística Reversa: Destinação dos Resíduos de Poliestireno Expandido (Isopor[®]) Pós-Consumo de uma Indústria Catarinense

F. H. C. Chagas^a, A. L. Berretta-Hurtado^b, C. A. K. Gouvêa^b

a. SOCIESC, Joinville, eng.fabiochagas@hotmail.com

b. SOCIESC, Joinville, segundo.autor@fcien.edu.uy

Resumo

O presente artigo teve como objetivo a análise das práticas de disposição dos resíduos de poliestireno expandido - EPS (isopor) em uma indústria localizada no município de Barra Velha – SC, enfocando o retorno econômico, os aspectos legal e ecológico obtidos com a aplicação dos conceitos da logística reversa. Para isto, foi realizado um estudo de caso, no qual se buscou quantificar o EPS utilizado pela empresa. Como resultado principal, verificou-se que todo resíduo de EPS possuía como destino o aterro industrial após sua utilização nos processos produtivos e buscou-se uma alternativa melhor para o descarte desse material, agregando assim, um maior valor econômico, legal e ambiental, tanto para a empresa quanto para a sociedade.

Palavras-chave: Logística reversa; EPS; Descarte.

1. Introdução

Nos últimos anos a população mundial vem crescendo cada vez mais e devido à grande evolução na medicina, a expectativa de vida aumentou em relação aos anos anteriores. Por este e outros motivos, o consumo em geral vem aumentando e, conseqüentemente, a quantidade de lixo depositado no meio ambiente, existindo assim, a preocupação da sociedade e das empresas quanto à destinação correta de todo resíduo gerado.

Segundo a legislação brasileira (Kraemer, 2005), o lixo gerado pelas atividades industriais é tecnicamente conhecido como resíduo e os geradores são obrigados a cuidar do gerenciamento, transporte, tratamento e destinação final de seus resíduos e essa responsabilidade é para sempre, sendo elas uma das maiores responsáveis pelas agressões fatais ao ambiente.

Gobbi & Brito (2005) destacam que os debates em torno da questão ambiental ganharam expressa legitimidade social a ponto de se tornar objeto de reflexão das organizações, que passaram a repensar suas práticas de produção e a formular políticas de gestão ambiental.

A responsabilidade social da empresa deveria voltar-se para a eliminação e/ou redução dos efeitos ambientais negativos do processo de produção e preservação dos recursos naturais, principalmente os não renováveis, através da adoção de

tecnologias eficientes, concomitantemente ao atendimento dos aspectos econômicos, afirma Ribeiro (1992).

Pode-se notar que há uma grande variedade de material que poderia ser reciclada, mas estão sendo jogados nos aterros sanitários e industriais sem que sejam pensadas melhores formas de aproveitamento. Esses resíduos são gerados tanto pelas residências quanto pelas indústrias. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo analisar a possibilidade de uma destinação dos resíduos utilizados em uma indústria do município de Barra Velha - SC, o poliestireno expandido (EPS). A fundamentação deste artigo é baseada nos conceitos da logística reversa e aborda a parte teórica sobre os EPSs (isopores) e a importância de sua reciclagem para o meio-ambiente e para sociedade. Por último, apresenta algumas conclusões do estudo de caso.

2. Logística Reversa

Quando se fala em Logística, geralmente se associa ao gerenciamento do fluxo de materiais, desde seu ponto de aquisição até seu ponto de consumo. Mas, existe também o fluxo reverso, que parte do ponto de consumo até o de origem, fluxo este que também precisa ser gerenciado. Surge assim, a necessidade de programar uma Logística Reversa, afirma Lacerda (2002).

De acordo com Leite (2003), a Logística Reversa é definida como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Para Rogers e Tibben-Lembke (1998), a Logística Reversa é o processo de planejamento, execução e controle eficiente e rentável do fluxo de matérias-primas e/ou bens acabados a partir do ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor e adequar seu destino.

Lacerda (2002) diz que as iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas, justificando os investimentos realizados e estimulando novas iniciativas, mas, a maior ou menor eficiência do processo de logística reversa dependerá do seu planejamento e controle. A **Fig. 1** demonstra algumas atividades que são executadas na Logística Reversa.

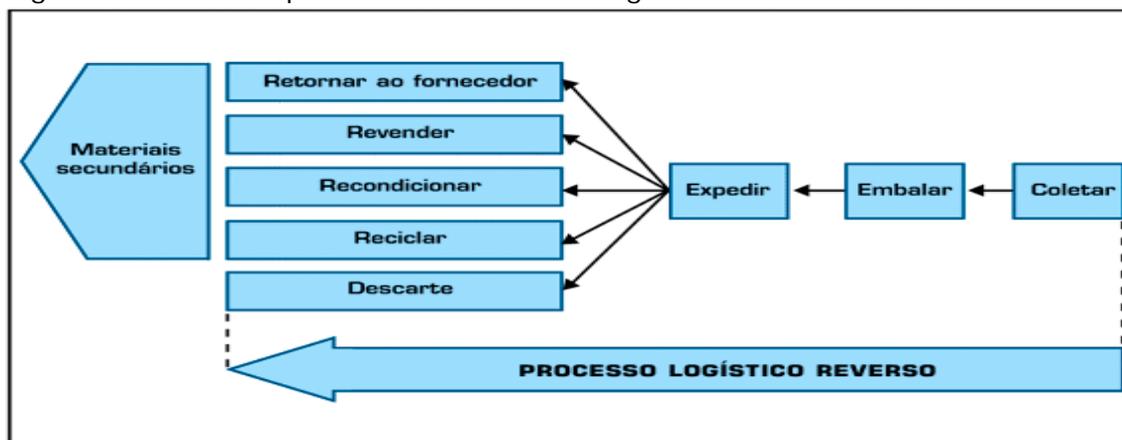


Fig. 1. Atividades do processo logístico reverso
Fonte: LACERDA (2003)

Deve-se frisar que a natureza do processo de Logística Reversa depende do tipo de material e o motivo pelo qual ele entrou no sistema. Geralmente, os produtos

retornam devido a uma necessidade de reparo, reciclagem, descarte ou simplesmente porque os clientes os devolveram.

O aumento da velocidade de descarte dos produtos de utilidade após seu primeiro uso, motivado pelo nítido aumento do descarte dos produtos em geral, não encontrando canais de distribuição reversos pós-consumo devidamente estruturados e organizados, provoca desequilíbrio entre as quantidades descartadas e as reaproveitadas, gerando um enorme crescimento de produtos pós-consumo. (LEITE, 2003)

Gomes e Ribeiro (2004), afirmam que a logística de fluxos de retorno, ou logística reversa, visa a eficiente execução da recuperação de produtos. A logística reversa tem como propósitos a redução, a disposição e o gerenciamento de resíduos tóxicos e não tóxicos. Alguns bons exemplos de materiais que possuem um sistema de logística reversa são: sucata de ferro, latas de alumínio, baterias, papel, papelão, garrafas PET, vidro e poliestireno expandido (isopor).

Para Ballou (2001), embora seja fácil pensar em logística como o gerenciamento do fluxo de produtos dos pontos de aquisição até os clientes, para muitas empresas há um canal logístico reverso que deve ser gerenciado também. A vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com a sua entrega ao cliente. Os produtos tornam-se obsoletos, danificam-se ou deterioram-se e são levados para seus pontos de origem para conserto ou descarte. Grandes empresas passaram a utilizar a logística reversa exatamente neste ponto, no pós-consumo, onde a recuperação dos materiais era inviável e/ou a destinação era desconhecida e inadequada, visando desta maneira uma melhor imagem perante a sociedade.

Uma visão moderna e contemporânea de marketing social, ambiental e principalmente de responsabilidade ética empresarial, segundo Leite (2003), se adotada por empresas dos diversos elos da cadeia produtiva de bens em geral e demais envolvidos na geração de problemas ecológicos, o que resultará em imagens corporativas cada vez mais comprometidas com questões de preservação ambiental e responsabilidade social. Mas, infelizmente, algumas empresas no Brasil, ainda não tratam as atividades relacionadas ao gerenciamento da Logística Reversa como um processo regular no âmbito das suas atividades. Não há um planejamento e nem controle desse retorno, o que dificulta melhorias para esse fluxo reverso. Tudo isso pelo fato de se demandar pessoas especializadas para executar o trabalho, estrutura física e, conseqüentemente, aumentar os custos fixos da empresa. Não consideram o retorno econômico, ecológico e de imagem corporativa que o gerenciamento do fluxo reverso de mercadorias pode proporcionar, ou seja, não percebem a oportunidade de negócios que a reintegração dos resíduos ao ciclo produtivo pode constituir.

2.1 Áreas de atuação da Logística Reversa

A logística reversa pode ser dividida em duas áreas de atuação:

- Pós-venda, que trata do planejamento, controle e destinação dos bens sem uso ou com pouco uso, que retornam à cadeia de distribuição por diversos motivos: devoluções por problemas de garantia, avarias no transporte, excesso de estoques, prazo de validade expirado, entre outros.
- Pós-consumo, que trata dos bens no final de sua vida útil, dos bens usados com possibilidade de reutilização e dos resíduos industriais.

Segundo Leite (2003), essas áreas podem ser diferenciadas pelo estágio ou fase do ciclo de vida útil do produto retornado, apesar de inúmeras interdependências entre

elas. A **Fig. 2** mostra as áreas de atuação da Logística Reversa e suas etapas reversas:

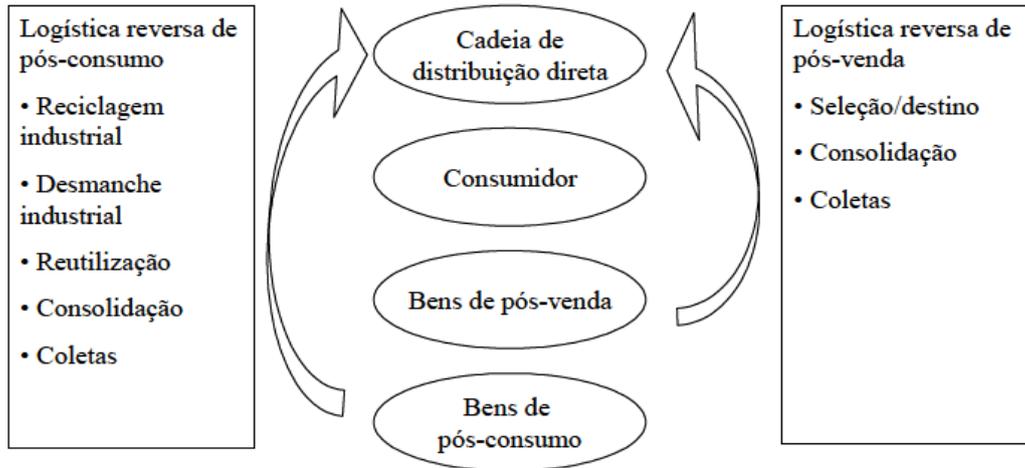


Fig. 2. Logística Reversa: Áreas de atuação e etapas reversas
Fonte: LEITE (2003)

Esta pesquisa terá uma abordagem sobre o fluxo reverso de pós-consumo, pois comentará sobre a destinação alternativa do poliestireno expandido (isopor) após utilização no processo logístico de uma empresa de vidros planos.

2.2 Logística reversa de pós-consumo

Leite (2003), afirma que esses bens ou materiais transformam-se em produtos denominados de pós-consumo e podem ser enviados a destinos finais tradicionais, como a incineração, aterros industriais ou os aterros sanitários, considerados meios seguros de estocagem e eliminação, ou retornar ao ciclo produtivo por meio de canais de desmanche, reciclagem ou reuso em uma extensão de sua vida útil. Essas alternativas de retorno ao ciclo produtivo constituem-se na principal preocupação do estudo da logística reversa e dos canais de distribuição reversos de pós-consumo, como ilustra a **Fig. 3**.

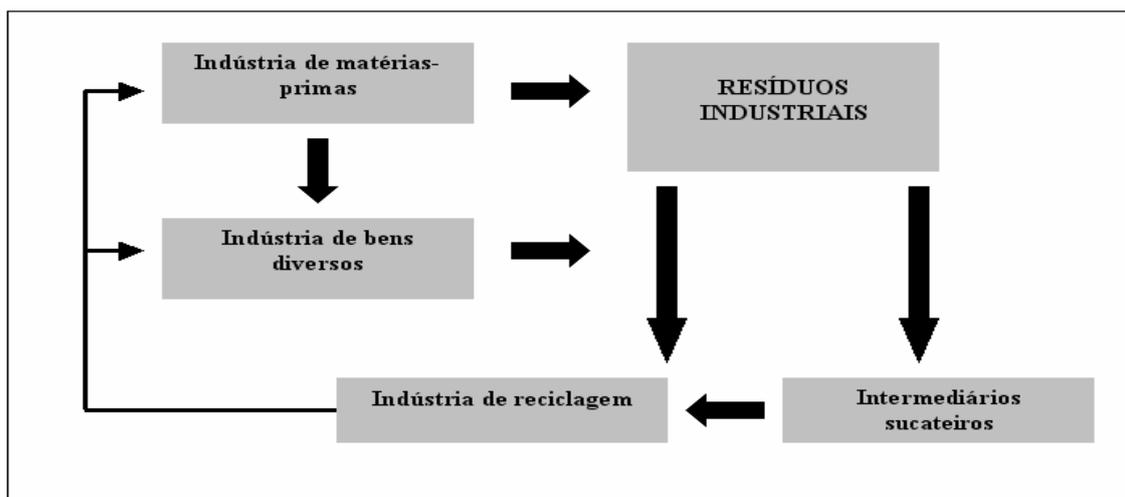


Fig. 3. Fluxo para o canal reverso
Fonte: LEITE (2003)

A Logística Reversa, para Carter & Ellram (1998), deve obedecer a uma hierarquia em que a redução de matéria-prima deve ser o principal objetivo. Esta redução refere-se à minimização dos resíduos e energia. Através da redução de matéria-prima, o fluxo normal e o reverso de materiais seriam minimizados. Uma vez esgotada a opção de redução de matéria-prima, deve-se tentar a maximização da reutilização, seguida da reciclagem. A disposição final em aterros sanitários, sem qualquer forma de recuperação, deve ser a última opção. Esta hierarquia é resumida na **Fig. 4** abaixo:



Fig. 4. Hierarquia da Logística Reversa
Fonte: CARTER e ELLRAM (1998)

Esta hierarquia de redução de recursos é muito importante para o planejamento estratégico das empresas, pois podem administrar de maneira mais adequada os resíduos gerados internamente, proporcionando, desta maneira, uma melhoria no canal reverso e, conseqüentemente, os impactos destes materiais no meio ambiente.

3. Poliestireno Expandido (EPS)

O poliestireno expandido tem como sigla internacional EPS, sendo nome ISOPOR uma marca registrada. Ele é composto de 98% de ar e 2% de matéria-prima (em volume) e desde a sua criação, aproximadamente há 50 anos atrás, tem sido amplamente aplicado de diversas formas como embalagens industriais (tanto para conservação de produtos alimentícios como para proteção de equipamentos), artigos de consumo, materiais para construção civil, isolante térmico, aplicação em processos de fundição de blocos de motores na indústria automobilística, entre outros.

A produção mundial de poliestireno expandido, de acordo com Franca *et al* (1997), era de aproximadamente 2 milhões de toneladas anuais e no Brasil, onde o segmento que mais consome é o de embalagens, com 50% da produção total, seguido da construção civil com 35% e utilidades domésticas com 15%. Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Isopor – ABRAPEX a produção mundial é de 2,95 milhões de toneladas anuais, sendo 3% desta na América do Sul (ABRAPEX, 2010)

Conforme o Grupo Polimex (1997), o EPS é um material inerte quimicamente, não é biodegradável, não se desintegra, não desaparece no ambiente e não contém gás CFC. Com isso não contamina quimicamente o solo, a água ou o ar, mas constitui um problema ambiental se não reciclado, pois é um material considerado eterno e

ocupa muito espaço devido a sua baixa densidade, causando problemas nos aterros sanitários municipais ou industriais.

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou no dia 31 de maio de 2004 a versão atualizada da norma NBR 10.004 – Classificação de Resíduos Sólidos. Esta norma técnica brasileira classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. No item 3.1 da referida norma está a definição de resíduo sólido, na qual incluem-se certos líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso técnicas economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos podem apresentar periculosidades em função de suas características físicas, químicas ou infecto-contagiosas. A NBR 10.004/04 classifica os resíduos sólidos visando orientar sua disposição final e ao conhecimento em si de sua periculosidade. Assim, os resíduos sólidos se classificam em Classe 1 – Perigosos e Classe 2 – Não Perigosos. Os resíduos Classe 2 dividem-se em Classe 2 A – Reativos e Classe 2 B – Não reativos. O processo de classificação tem como base a origem dos resíduos e a sua constituição química. Quando não pode ser realizada a classificação do resíduo através da identificação da origem e sua comparação com as tabelas da referida norma, faz-se necessária a realização de análises químicas dos extratos lixiviado e extrato solubilizado do resíduo, segundo os ditames das normas NBR 10.005 e NBR 10.006, respectivamente. Os resíduos de EPS são classificados como Classe 2 B – Não Reativos.

3.1 Reciclagem de EPS

O poliestireno expandido (EPS) pode ser aproveitado em diversos produtos após o processo de reciclagem. Segundo Grote e Silveira (2001), os rejeitos de EPS podem ser processados para serem novamente moldados em forma de blocos, injetados para formar peças para embalagens, usados como substratos para melhoramento de solo, reutilizados na construção civil ou até gerar energia elétrica ou calorífica por combustão direta, além de serem aplicados como complemento em moldes de peças injetadas ou na indústria da fundição. A **Fig. 5** ilustra os processos de transformação dos resíduos de EPS em seus usos finais:

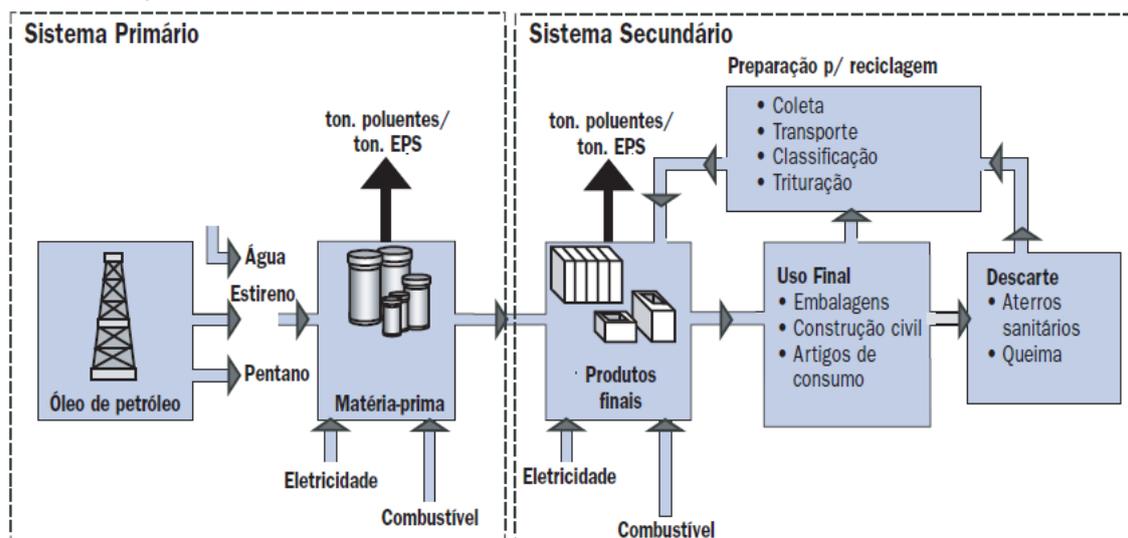


Fig. 5. Processos de reciclagem de resíduos à base de poliestireno expandido
Fonte: GROTE e SILVEIRA (2001)

O processo de reciclagem tem como objetivo a economia na manufatura de um determinado produto, porém, deve estar diretamente relacionado com a preservação do meio ambiente, ou seja, pode-se reutilizar um material como

matéria-prima e conservar energia utilizada no processo reduzindo assim, respectivamente, os custos diretos e a quantidade de poluição gerada no processo de produção. Do contrário, este material poderá ter a destinação inadequada no meio ambiente (aterros sanitários, rios, mares etc.).

A **Fig. 6** esquematiza o ciclo de vida do EPS (isopor) considerando a sua reciclagem:

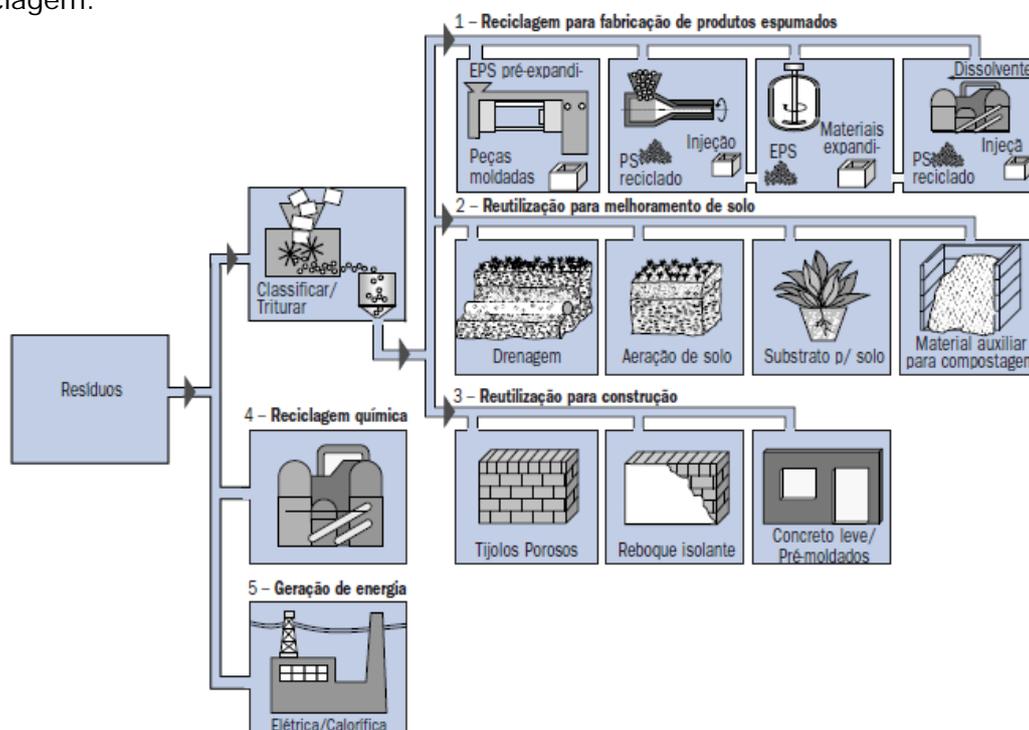


Fig. 6. Esquema do ciclo de vida do EPS (Isopor), considerando sua reciclagem
Fonte: GROTE e SILVEIRA (2001)

No processo de fabricação, deve-se considerar que com os produtos reciclados haverá uma etapa no sistema primário, com os devidos custos, para a preparação da reciclagem, em que estão incluídos a coleta dos resíduos de isopor, a classificação ou seleção, o transporte ao local de despejo ou de utilização, até o local de processamento do produto e a trituração, quando necessária (Grote e Silveira, 2001).

4. Estudo de caso

O presente estudo de caso, realizado em uma indústria catarinense, com atividade concentrada na produção de vidros planos destinados, principalmente, à construção civil. Possui uma produção média de 600t/dia e grande geração de resíduos, sendo o EPS um destes resíduos, material que é utilizado para evitar impactos no produto durante o transporte.

Nesse contexto, a empresa preocupou-se em verificar se os materiais descartados poderiam ter outro destino, reduzindo, assim, a quantidade destinada aos aterros industrial e sanitário, além do custo com o seu descarte, que é aproximadamente de R\$200/kg de material rejeitado. Desse modo, através de vistorias nas caçambas de resíduos observou-se que o EPS era um dos materiais em maior quantidade, o que se deve ao fato do EPS ser um material expandido, ocupando muito espaço por ter uma baixa densidade. As **Fig. 7, 8, 9 e 10** mostram os locais para destinação dos resíduos de EPS e suas condições atuais.

Foram realizados levantamentos sobre os tipos de EPS que eram utilizados na empresa através do sistema de compras, obtendo-se três tipos de materiais que se diferem por suas dimensões e granulometria, chamados aqui por A, B e C. Pode ser observado na Tabela 1 o consumo e o gasto mensal com descarte de cada um destes materiais.

	
Fig. 7. Caçamba de EPS.	Fig. 8. Interior da caçamba contendo mistura de EPS com madeira, pó, plástico).
	
Fig. 9. Área para armazenamento de resíduos.	Fig. 10. Interior das caçambas com mistura de materiais

Fonte: AUTOR (2010)

Tabela 1. Custo do EPS por diferentes tamanhos (A, B e C)

Material	Custo Unitário (R\$)	Consumo Médio (R\$/mês)	Custo Total (R\$/mês)
A	3.35	723.50	2423.73
B	3.04	258.30	785.23
C	0.41	4921.30	2017.73

Fonte: AUTOR (2010)

Portanto, verifica-se que a quantidade de resíduo de EPS gerada era suficiente para que a logística reversa pudesse ser aplicada na gestão deste material, chegando a um total de aproximadamente 5.900 peças de EPS utilizadas por mês. Esta massa perfaz um volume de aproximadamente 25m³/mês e um gasto acima de R\$5.000,00 com aquisição e destinação do produto. Com esse volume, seria necessário armazenar por 3 meses os resíduos para preencher uma caçamba completa para que fosse enviada diretamente à empresa de reciclagem de EPS.

Houve, então, a necessidade da análise do fluxo que o EPS faz dentro da empresa para que os gastos pudessem ser minimizados, evitando contratação ou relocação de funcionários, além de utilizar o menor espaço possível para distribuição dos materiais em espaços distintos. A **Fig. 11** mostra o fluxograma de distribuição dos resíduos como uma possível solução, utilizando a coloração azul para mostrar o processo de distribuição de resíduos utilizado pela empresa atualmente e, em verde, uma sugestão para armazenamento do EPS em local diferente do lixo

denominado como “CLASSE 2 – Não Inerte”. Como citado, na figura acima, o lixo classe 2 inclui outros tipos material como papel, madeira, papelão e plástico.

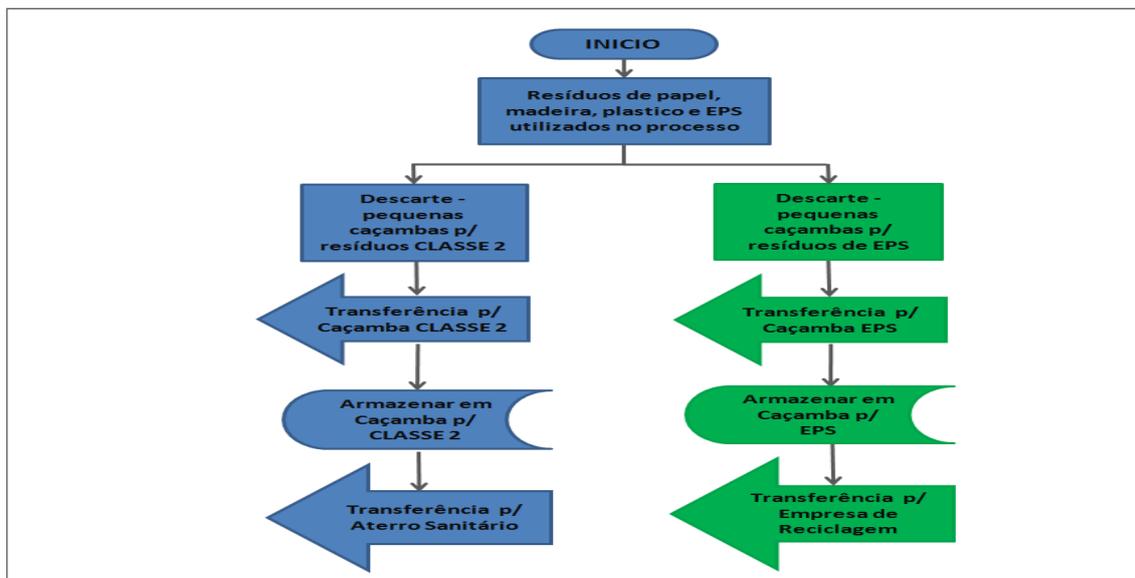


Fig. 11 – Distribuição dos resíduos
Fonte: AUTOR (2010)

Primeiramente, foi necessário identificar as caçambas de resíduos de EPS e conscientizar os colaboradores sobre a destinação correta de todos os materiais logo após seu uso no processo. Esta conscientização evita mais uma etapa no processo da logística reversa, que seria a separação dos materiais após descarte. Isto poderia ocasionar um aumento significativo no custo da logística reversa, tornando-a inviável. Então, somente depois do armazenamento de EPS em caçamba específica e de ser atingido um volume de 60m³ de EPS, é que torna-se viável comunicar à empresa responsável pela reciclagem para retirada do material.

5. Considerações finais

Este estudo mostrou as vantagens da realização de uma correta separação dos resíduos industriais para uma destinação mais adequada, tendo como principais vantagens os aspectos econômicos, ambientais e de *marketing* para a empresa. Os dados e resultados foram obtidos através de pesquisas feitas dentro da empresa, com auxílio de informações de fabricantes de poliestireno expandido (EPS) da região.

Deve-se destacar neste estudo, a importância das condições dos resíduos de EPS, ou seja, o EPS deve estar em condições apropriadas para o processo de reciclagem, separado de outros tipos de materiais e de impurezas, tornando-o 100% reciclável. Portanto, este tipo de informação é fundamental para iniciar o processo de logística reversa em qualquer empresa, independentemente do material.

Em relação à parte econômica, a empresa pode evitar gastos com aterro sanitário, que chegam a aproximadamente R\$ 140,00/mês e passar a obter um valor de R\$ 0,35 a R\$ 0,40 por kg de EPS vendido à empresa de reciclagem, ou seja, cerca de R\$ 236,00/mês. Essa diferença, entre o valor pago e o montante recebido, não garante a empresa grandes lucros, mas evita desperdícios.

O processo de logística reversa passa a ser viável a partir do momento em que se acumula uma grande quantidade de material, para que, então, o custo do transporte seja otimizado, ou seja, após um período de 3 meses é possível armazenar os resíduos de EPS e atingir um volume suficiente para que a empresa

de reciclagem venha buscá-lo. Deve-se lembrar que a densidade do EPS é baixa e necessita de um grande espaço para armazená-lo, principalmente se comparado a outros materiais que também podem ser reciclados. Contudo, é fundamental implantar coleta seletiva para o EPS através de as caçambas próprias, de forma a utilizar o menor espaço possível e, também, conseguir realizar esta operação com a quantidade de funcionários que se tinha antes de implementar os procedimentos para segregação dos resíduos de EPS.

Como sugestão propõe-se a realização de uma campanha de conscientização da sociedade sobre a importância da reciclagem e, por fim, estabelecer uma parceria com as empresas do município, de forma a ter ambos empenhados na criação e manutenção de um centro de coleta de resíduos de EPS gerados pela comunidade, visando ganhos com a imagem das empresas perante a sociedade, viabilizando cada vez mais a Logística Reversa e obtendo ganhos ambientais cada vez maiores.

6. Referências

ABRAPEX, Associação Brasileira dos Fabricantes de Isopor, <http://www.abarpep.com.br>, acesso em 17 de fevereiro de 2010.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.004:04.

BALLOU, R.H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CARTER, Craig R., ELLRAM, Lisa M. Reverse Logistics: A Review of the Literature and Framework for Future Investigation. *Journal of Business Logistics*, Vol 19, No 1, 1998.

FRANCA, A. B. M.; VIANA, M. F. A.; RODRIGUES, M. F. Estudo Comparativo entre Laje Convencional e Lajes com Blocos de EPS nas Modernas Construções de Concreto Armado. João Pessoa: UFP – Universidade Federal da Paraíba, 1997.

GOMES, C.F.S. & RIBEIRO, P.C.C. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GROTE, Z. V; SILVEIRA, J. L. Análise energética e exergética de um processo de reciclagem de poliestireno expandido (isopor). *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*, 2001.

GOBBI, B.C. & BRITO, M.J. Gestão ambiental como prática social em uma organização produtora de celulose: uma análise interpretativa. In: ENANPAD, 29., 2005, Curitiba. Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2005. CD-ROM.

GRUPO POLIMEX. Reciclabilidade y ecologia. México: Grupo Polimex. Disponível em: <<http://www.polimex.com.mx/new/ecologi.htm> >. Acesso em: 20 mai. 2010.

KRAEMER, M. E. P. A questão ambiental e os resíduos industriais. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos/residuos-industriais/residuos-industriais.shtml>>. Acesso em: 17 jul. 2010.

LACERDA, L. (2002). Logística reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. *Revista Tecnológica*, Janeiro/2002.

LACERDA, L. Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. In: FIGUEIREDO, Kleber F., FLEURY, Paulo F. & WANKE, Peter. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, P. R. Logística Reversa. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

RIBEIRO, M.S. Contabilidade e meio ambiente. 1992. 141 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Curso de Pós-Graduação em Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

ROGERS, D. S. e TIBBEN-LEMBKE, R. S. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. University of Nevada, Reno. Reverse Logistics Executive Council, 1998. Disponível em <http://www.ogerente.com.br/img_artigos/logistica/docs/Going_Backwards.pdf>. Acesso em 20 mai. 2010.