



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048
Dezembro 2016

Análise de barreiras para a logística reversa do poliestireno expandido: uma investigação em uma empresa recicladora de EPS no Brasil

ALEXANDRE MIRANDA GOMES

alexandremirandagomes@gmail.com

BRUNO VALERIO ALVES

UFSC

bruno.valalves@gmail.com

MARINA BOUZON

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

marina.bouzon@ufsc.br

Análise de barreiras para a logística reversa do poliestireno expandido: uma investigação em uma empresa recicladora de EPS no Brasil

Resumo:

A logística reversa (LR) tem despertado um crescente interesse de empresas e do governo, influenciado especialmente pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos, outorgada em 2010. Nesse sentido, este artigo visa aprofundar-se no tema da LR no Brasil, com foco no fim de vida do poliestireno expandido (EPS). O objetivo do presente trabalho é analisar as barreiras para implementação da LR provenientes da literatura e compará-las com as enfrentadas por uma empresa recicladora de EPS. Para tal, primeiramente foi realizada uma revisão da literatura para angariar os impedimentos mais citados em trabalhos anteriores e, em seguida, foi realizado um estudo de campo a fim de buscar informações sobre as dificuldades da empresa recicladora. Com base nos resultados alcançados, verificaram-se algumas barreiras, tais quais: (i) incerteza do retorno financeiro; (ii) falta de conhecimento do consumidor final sobre a possibilidade de reciclagem do EPS; (iii) falta de responsabilidade compartilhada na cadeia reversa; dentre outras. Os resultados apresentados confirmam que, apesar de haver similaridades, cada produto em seu fim de vida deve ser tratado individualmente, a fim de traçar estratégias e políticas específicas para a efetivação da LR.

Palavras-chaves: Poliestireno expandido, barreiras, logística reversa, isopor.

Barrier analysis for the reverse logistics of expanded polystyrene: an investigation in an EPS recycler in Brazil

Abstract:

Reverse logistics (RL) has attracted increasing interest from business and government, influenced especially by the National Policy on Solid Waste in Brazil. Granted in 2010, this law encourages the involved supply chain to follow sustainable production and consumption patterns, reducing environmental impacts. This article aims to deepen the LR topic in Brazil, focusing on the end of life of expanded polystyrene (EPS). The purpose is to analyze and compare the barriers to RL implementation gathered from literature to those faced by a recycling EPS company. To this end, a literature review was firstly conducted to raise the impediments most frequently cited in previous works and then a field study was conducted in order to seek information on the difficulties of the recycling company. Based on the results, some barriers were confirmed, such as: (i) uncertainty of financial returns; (ii) lack of knowledge of the final consumer about the possibility of EPS recycling; (iii) lack of shared responsibility in the reverse chain; among others. The results confirm that, although there are similarities, each product in its end of life should be treated individually in order to map out specific strategies and policies for the effective implementation of RL.

Keywords: Expanded Polystyrene, Barriers, Reverse Logistics, Styrofoam.

1. Introdução

A elevada necessidade de lucratividade por parte das empresas a partir de uma maior produção de seus bens faz com que elas tenham que tomar ações visando o aumento do consumo por parte de seus clientes. Nesse sentido, uma medida comumente tomada é a diminuição da vida útil dos produtos, gerando, dessa forma, um crescente descarte dos mesmos, o que acarreta em inúmeros problemas ambientais (WASSENHOVE; BESIOU, 2013).

A fim de reduzir estes impactos no meio ambiente, instituições privadas e governos têm dado maior relevância para as questões ambientais que tangem o aumento de resíduos descartados (BOUZON et al., 2016), como é possível perceber com a criação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), outorgada em 2010, cujo intuito é o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços e também não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos.

Além disso, há um aumento, por parte das cadeias de suprimentos, de produtos que, ao final da vida útil, retornam para a cadeia a fim de serem reaproveitados ou terem outro destino adequado (BRITO; DEKKER, 2003). É nesse contexto de diminuir os efeitos nocivos da produção desenfreada a partir do retorno de bens e informações do consumidor ao produtor que a logística reversa (LR) está inserida (MANGLA; GOVINDAN; LUTHRAC, 2016).

A logística reversa pode estar vinculada a diversos segmentos da indústria e tipos de serviço, mas há materiais que merecem maior atenção devido ao alto consumo pela população e aos impactos ambientais negativos. Um desses materiais é o poliestireno expandido (EPS), mais comumente chamado pelo nome de um de seus fabricantes, o isopor®, cuja utilização é ampla, servindo desde isolante térmico até proteção contra impacto. Versátil, porém perigoso, o EPS acarreta em uma elevada consequência ambiental negativa ao fim de sua vida, fato esse que estimula ações para fechar seu ciclo produtivo como práticas de reutilização e reciclagem.

Infelizmente, certas dificuldades são inerentes à efetivação da LR no ciclo do EPS, por conta da baixa densidade do material, pela dificuldade por parte do governo em averiguar o cumprimento das leis que garantam o retorno do produto para a cadeia produtiva e, até mesmo, pela falta de conhecimento por parte da população sobre a reciclabilidade do material (CEMPRE, 2012).

Nesse contexto, a fim de se aprofundar no tema supracitado, o objetivo desta pesquisa é analisar as barreiras existentes para a implantação e desenvolvimento da logística reversa e reuso do EPS no âmbito brasileiro. Para tal, este trabalho realizou uma extensa pesquisa sobre barreiras para implementação da LR no paradigma internacional e um estudo de campo em uma recicladora de EPS no sul do Brasil para angariar informações da prática para confrontar com pesquisas anteriores realizadas neste tema.

A organização deste artigo está descrita na sequência. A seção 2 traz uma revisão da literatura existente acerca da logística reversa e de suas barreiras, bem como informações relevantes do EPS. No tópico 3, tem-se o procedimento metodológico da pesquisa, enquanto a seção 4 apresenta os resultados do trabalho. Por fim, estes resultados são discutidos na seção 5, e considerações finais são colocadas na seção 6, que ressalta as contribuições para a comunidade e sugestões futuras para pesquisas na área.

2. Revisão da literatura

Nesse tópico, são feitas as principais conceituações nos aspectos que tangem a logística reversa, ressaltando as principais dificuldades encontradas pelas empresas na implantação da mesma, bem como os aspectos relevantes do retorno de EPS no Brasil.

2.1 A logística reversa e os entraves de sua aplicação

A logística reversa (LR) é uma subárea da logística que lida com processos em um fluxo contrário do habitual. Enquanto que a logística direta engloba os esforços referentes ao fluxo do produtor ao consumidor, a LR é um termo bastante abrangente que envolve todas as operações de planejamento, operação e controle de fluxo de materiais e informações do consumidor ao produtor, a fim de que haja um retorno de bens pós-consumo e pós-venda ao ciclo produtivo e, com isso, assegurar uma recuperação sustentável (LEITE,2003).

Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1999), a LR diverge da definição da logística no que diz respeito ao fluxo de matéria-prima, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas. Enquanto que no caso da logística propriamente dita a sequência se dá a partir do ponto de origem até o ponto de consumo, com o intuito de se ater aos requisitos do cliente, a LR tem como fluxo a partir do ponto de consumo até o ponto de origem com o intuito de que haja uma diminuição de resíduos ou simplesmente um destino mais adequado aos produtos.

A Figura 1, adaptada de Kumar e Putman (2008), traz um esquema dos tipos de atuação da logística reversa em uma cadeia produtiva.

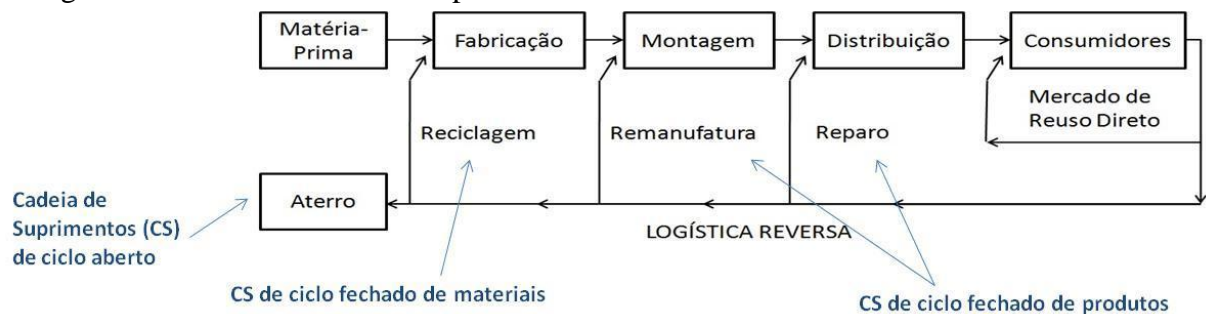


FIGURA 1 – Logística reversa na remanufatura, reciclagem e reparo. Fonte: extraído de Bouzon; Rodriguez (2012) e adaptado de Kumar e Putnam (2008).

Os materiais/produtos podem retornar ao consumidor a partir do mercado de reuso direto (de um consumidor para outro), bem como por diversas outras formas que compõem a LR, sendo elas: reparo, remanufatura e reciclagem, compondo um ciclo fechado de materiais da cadeia de suprimentos. Além disso, caso os materiais/produtos não sejam mais aproveitados, seu destino pode ser um aterro sanitário ou mesmo um descarte ilegal, caracterizando uma cadeia de suprimentos de ciclo aberto, o qual não é foco do estudo. O foco deste trabalho é na atuação da logística reversa para reciclagem de materiais.

Apesar da logística reversa também possuir processos de transporte, armazenagem e gerenciamento de estoques como a logística direta, ela não pode ser considerada como uma figura simétrica invertida da logística de distribuição (FLEISCHMANN et al., 1997; SRIVASTAVA, SAMIR K., 2008).

As diferenças entre logística direta e reversa são impactantes tanto no fluxo de materiais quanto no de informações. Diferenças essas que dificultam, de certa forma, o gerenciamento da LR dentro de uma cadeia produtiva, dado que a visibilidade do fluxo de informações e mercadorias é bem mais ofuscada (TIBBEN-LEMBKE; ROGERS, 2002). Para citar algumas

diferenças, Tibben-Lembke e Rogers (2002) argumentam que a previsão de demanda, devido ao fato da cadeia começar a partir do consumidor, é muito mais complexa. Além disso, afirma-se que há dificuldades causadas pelas diversas possíveis rotas a serem traçadas, pela não uniformidade na qualidade dos produtos retornados que acabam oscilando o preço dos mesmos. Esta incerteza na qualidade dos produtos usados gera uma difícil visibilidade de custos da LR, bem como do processo como um todo.

Devido a esta e outras diferenças, constata-se que a LR enfrenta diversas barreiras na sua implementação e desenvolvimento (CHILESHE et al., 2015). Nesse contexto, pode-se definir barreiras como obstáculos, tanto internos quanto externos, que dificultam o acontecimento de um fenômeno (BOUZON, GOVINDAN; RODRIGUEZ, 2015). Barreiras internas são obstáculos surgidos de dentro das instituições que impedem a adoção de alguma prática ou iniciativa, enquanto que as barreiras externas são definidas como obstáculos que surgem fora das instituições e que também impedem a adoção de uma dada prática (HILLARY, 2004).

Em uma revisão de literatura sistemática e abrangente sobre as barreiras na logística reversa, Bouzon (2015) extraiu de artigos internacionais de alto impacto e revisado por pares as barreiras mais citadas, tanto internas quanto externas. O Quadro 1 destaca as principais barreiras encontradas, sua definição e classificação quanto interna ou externa à empresa.

Código da Barreira	Nome da barreira	Descrição	Interno/ Externo	Número de citações anteriores
B1	Falta de pessoas com competência em LR	Há uma falta de pessoas com competência e aptidões necessárias para realizar as atividades da LR.	Interno	20
B2	Falta de capital inicial para investimento	Empresas necessitam alocar recursos para implementação da LR.	Interno	19
B3	Falta de envolvimento da alta gerência	Resistência da alta gerência para mudar para mudar investimentos existentes, sistemas de informação e hábitos.	Interno	19
B4	Falta de padrões de sistemas de Tecnologia de Informação (TI)	Incompatibilidade dos sistemas de TI e inadequado suporte de tecnologia da informação é um empecilho no desenvolvimento da LR.	Interno	13
B5	Falta de conhecimento dos impostos sobre produtos retornados	Empresas podem enfrentar elevados custos devido a falta de consciência dos procedimentos aduaneiros e desconhecimento de impostos sobre produtos retornados.	Interno	12
B6	Planejamento e previsão limitados	As empresas apresentam dificuldades em prever e planejar a cadeia reversa	Interno	10

		devido ao elevado grau de diversidade de mercadorias e fluxos.		
B7	Falta de leis específicas que regulem a LR	Falta de leis apropriadas são vistas como uma grave barreira para que as empresas estejam envolvidas com o retorno de produtos em fim de vida.	Externo	10
B8	Dificuldades com o envolvimento dos membros da cadeia de suprimentos no processo reverso	Existe uma fraca coordenação e suporte dos membros da cadeia de suprimentos para a implantação e gerenciamento da LR.	Externo	9
B9	Políticas da empresa contra a LR	Empresas não querem ver seu produto reciclado concorrendo com seu próprio produto não reciclado, então eles desenvolvem políticas que dificultam a efetivação da LR.	Interno	8
B10	Baixa importância da LR em relação a outras atividades	Atividades de recuperação dos produtos são vistas como inconsistentes com as operações principais das empresas.	Interno	8
B11	Falta de medição de desempenho apropriado	Falta de um sistema de medição de desempenho apropriado para a LR.	Interno	7
B12	Falta de leis motivadoras	Falta de leis que motivem os produtores a aplicar a LR e os clientes a comprar "produtos verdes".	Externo	7
B13	Falta de tecnologias	Falta de tecnologias recentes disponíveis para realizar a reciclagem dos produtos.	Externo	5
B14	Falta de inclusão do fim de vida no desenvolvimento do produto	Há uma complexidade de projeto para reutilizar/reciclar produtos usados e os produtores resistem em melhorar esse projeto para recuperação de materiais.	Interno	5
B15	Qualidade dos produtos não uniforme	A qualidade dos produtos retornados não é uniforme comparado com a logística direta.	Externo	5
B16	Falta de informações sobre	A disseminação de informações a respeito da disponibilidade de canais	Externo	3

	canais de retorno	de retorno do produto para clientes não é apropriada.		
B17	Incerteza relacionada a questões econômicas	Muitas empresas ainda veem a prática da LR como incerta para geração de benefícios financeiros.	Interno	5
Total de aparições barreiras internas				126
Total de aparições barreiras externas				39

QUADRO 1 - Principais Barreiras citadas em literaturas. Fonte: Adaptado de Bouzon (2015) e Bouzon et al. (2016).

A partir das informações do Quadro 1, pode-se inferir que as barreiras mais citadas na literatura são referentes às barreiras internas, com um total de 126 aparições, contra somente 39 citações das barreiras externas. Com este levantamento prévio, pode-se realizar um confronto do relatado em literaturas anteriores com o estudo de campo em LR de EPS proposto neste trabalho. Entretanto, antes de avançar neste aspecto, julga-se necessário aprofundar-se na situação atual do mercado de venda e recuperação de EPS no Brasil.

2.2 O poliestireno expandido (EPS) e sua reciclagem

Segundo a Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (ABRAPEX), o EPS é a sigla internacional do poliestireno expandido, de acordo com a Norma DIN ISO-1043/78. Apesar disso, no Brasil, ele é popularmente conhecido como Isopor®. Suas aplicações são inúmeras, desde artigos de consumo (caixas térmicas e pranchas) até na construção civil, como uma das matérias primas para concreto leve, por exemplo. No ano de 2012, o Brasil consumiu 96 mil toneladas de EPS (BNDS, 2014).

Os produtos finais de EPS são inodoros e, em princípio, não contaminam o solo, água e ar, sendo 100% recicláveis. Algumas das principais vantagens que esse produto apresenta são: baixa condutividade térmica, baixo peso, resistência mecânica, baixa absorção de água, facilidade de manuseio, absorção de choques, entre outros. Apesar de ser reciclável, o EPS não é biodegradável, pois é feito também de um derivado de petróleo conhecido como estireno (ABRAPEX, 2011).

Entretanto, quando na natureza, o EPS se quebra em microplástico, que possui a capacidade de absorver compostos químicos tóxicos, como agrotóxicos e metais pesados. Muitos animais como peixes, tartarugas, baleias e golfinhos ingerem este microplástico confundindo com organismos marinhos. Essa poluição por plásticos, sintéticos e outros materiais não biodegradáveis (detritos marinhos) é um fenômeno que aumentou na última década. As consequências ambientais são diversas e variadas. Algumas delas são: emaranhamento, ingestão, asfixia e debilitação geral dos animais marinhos (GREGORY, 2009).

Devido aos riscos ambientais associados ao EPS em fim de vida, iniciativas para fechar o ciclo da cadeia deste material vêm sendo tomadas, como a aplicação de práticas para a reutilização e a reciclagem, viabilizadas pela logística reversa. Na sequência, alguns dados sobre a reciclagem do EPS no Brasil são apresentados.

A razão entre a quantidade de plástico reciclado no país por programas de coleta seletiva formal e a quantidade total de plástico produzida no Brasil resulta em 10,60% (IPEA,

2012). Esse valor demonstra o quanto esse setor ainda pode e deve ser explorado, uma vez que aproximadamente 8.107 mil toneladas por ano não são recicladas e, portanto, tem como destino final os aterros sanitários ou lixões.

Atualmente, existem algumas ações a respeito da destinação correta do EPS, como, por exemplo, o intuito de mobilizar a população por parte da câmara municipal de São Paulo, onde foi inaugurado o PEV-M (Ponto de Entrega Voluntária Monitorada). Todo EPS recolhido é encaminhado para uma cooperativa, onde este material é comercializado e destinado para ser transformado em novos produtos.

No ano de 2012, as 22 recicladoras de EPS do país faturaram juntas R\$ 85,6 milhões e empregaram 1413 pessoas (ECYCLE, 2016). Apesar disso, ao analisar o comportamento do consumidor final em relação ao EPS, uma pesquisa realizada na cidade de Campinas (SP) constatou que a maioria das pessoas colocaria o isopor® no lixo comum e não como plásticos passíveis de reciclagem (BALBO; TOSTA, 2012). Isto ressalta que, além da necessidade de infraestrutura e investimentos para operacionalizar a LR de EPS, a população em geral, enquanto consumidores finais, precisa também ser conscientizada sobre as opções de recuperação deste material.

3. Procedimentos Metodológicos

Uma pesquisa exploratória é caracterizada por: proporcionar mais informações sobre o assunto investigado, possibilitar seu delineamento e descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013). Portanto a presente pesquisa, do tipo exploratória de cunho qualitativo, tem por objetivo analisar as barreiras para a implantação da logística reversa de EPS no Brasil, fornecendo um panorama atual desta iniciativa no país.

A Figura 2 ilustra o procedimento metodológico utilizado para esse estudo.

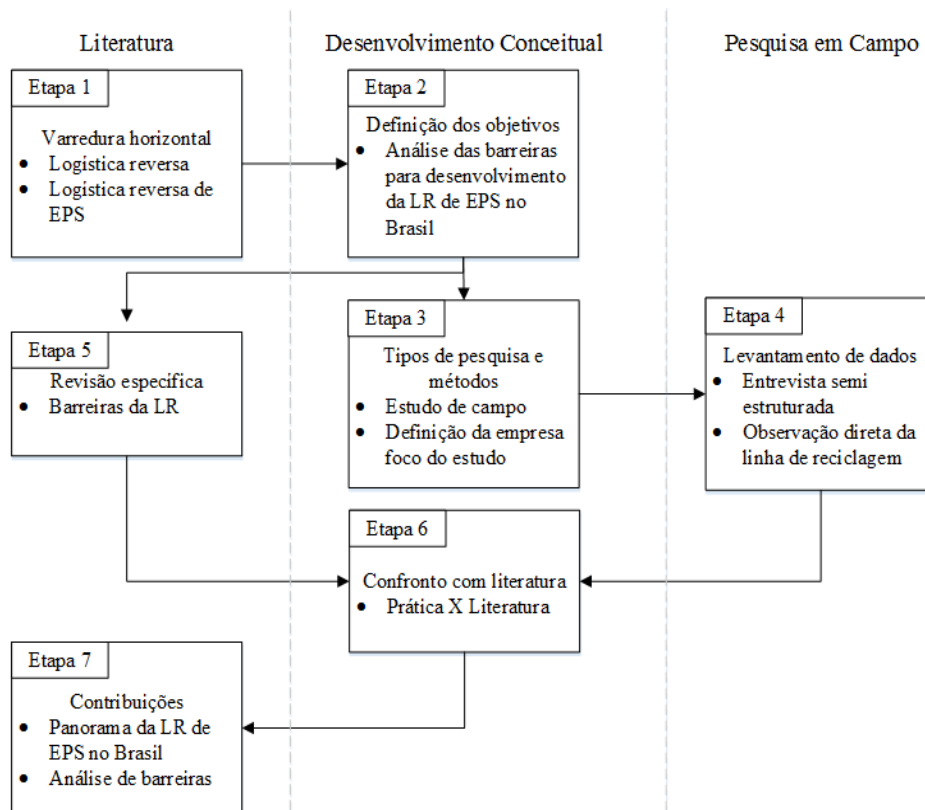


FIGURA 2 - Procedimento metodológico.

Primeiramente, foi feito um levantamento bibliográfico nos temas: LR e LR de EPS (Etapa 1), a fim de angariar conhecimentos gerais no assunto e melhor definir a lacuna de pesquisa. Em seguida, foi refinado o objetivo da pesquisa (Etapa 2), com base na literatura encontrada. Então, definiu-se que o método de coleta de dados seria por meio de uma pesquisa de campo exploratória (Etapa 3). Esta pesquisa foi realizada em duas visitas a uma empresa recicladora de EPS (Etapa 4), a ser melhor detalhada no próximo tópico. A primeira visita consistiu no entendimento dos processos e do problema de pesquisa. Já a segunda visita teve como foco levantar informações acerca das barreiras encontradas para o desenvolvimento da LR de EPS. Para tal, foi realizada uma entrevista semiestruturada com o responsável pela planta de reciclagem, com duração de duas horas e meia, em abril de 2016. Neste segundo momento da investigação de campo, também foram coletados dados acerca do processo de reciclagem do EPS na empresa (observação direta). Com o objetivo de confrontar as informações coletadas com as já relatadas em outras pesquisas, foi realizada uma nova busca teórica com o foco de levantar as barreiras já encontradas para implantação e desenvolvimento da LR (Etapa 5). Desta forma, foi realizado um confronto das barreiras da literatura com as da realidade da empresa estudada (Etapa 6). Por fim, foram obtidas algumas contribuições no que diz respeito ao panorama da LR de EPS no Brasil (Etapa 7).

4. Resultados e discussões

Este tópico traz a descrição da empresa foco deste estudo, os resultados extraídos da pesquisa de campo e um comparativo do caso prático com a literatura relevante no assunto.

4.1. A empresa e o processo de reciclagem de EPS

Por razões de confidencialidade de dados, a empresa estudada será chamada de Empresa X. A sede da Empresa X está localizada no sul do Brasil e trabalha somente com a reciclagem do EPS, objetivando a reintrodução do mesmo na cadeia de suprimentos. Esta sede, foco do estudo, é uma filial de uma grande empresa que produz EPS virgem para indústrias.

A principal motivação do embarque da Empresa X nas práticas reversas surgiu de uma demanda de seu principal cliente de EPS virgem, que utiliza o material como embalagem de produtos acabados. Este referido cliente, há cerca de 10 anos, solicitou uma iniciativa da Empresa X para reutilização do EPS das embalagens pois não queria ver sua marca associada a problemas ambientais de fim de vida de embalagens. Uma segunda motivação da Empresa X para o desenvolvimento da LR de EPS surgiu mais tardiamente: a PNRS. Mesmo não sendo incluída em nenhum dos seis setores englobados em tal lei, o objetivo de reciclar EPS vai totalmente ao encontro de alguns dos objetivos e princípios da PNRS, que reconhece o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

Com relação ao processo reverso, o material a ser reciclado chega à empresa de diversas formas. A primeira é por meio de cooperativas (representam 30% do total que a Empresa X recebe), que são instituições que separam o EPS dos demais materiais recicláveis e enviam para empresa recicladora. O EPS usado chega nas cooperativas por meio da coleta seletiva existente nas cidades. O segundo modo de recolhimento se dá por entrega de empresas que utilizam isopor® em alta escala, como uma das maiores fabricantes de eletrodomésticos no Brasil, sediada na grande Curitiba, que utiliza o material para proteção de seus produtos e representa 60% do que a empresa recebe. O terceiro modo é por meio da entrega direta de consumidores em pontos de entrega voluntária existentes na frente de cada sede da empresa recicladora, representando os outros 10%.

O transporte de todo esse material é feito através de caminhões próprios e também por frete retorno, providos por caminhoneiros autônomos que aproveitam o retorno da viagem para transportar o isopor®. O primeiro representa um total de 40% da movimentação de materiais da empresa, enquanto que o segundo representa 60%. Esse último valor contribui para tornar o processo de logística reversa do EPS viável economicamente, pois o frete retorno representa, em geral, uma redução de 30% no custo de transporte se comparado ao frete tradicional.

O EPS coletado chega à planta de reciclagem e é, então, separado de acordo com a sua qualidade e coloração. Essa triagem inicial é necessária para que o material reciclado de melhor qualidade seja destinado a aplicações mais nobres, assim como o de inferior qualidade para aplicações que não exijam determinadas propriedades.

Após a triagem, quando o EPS possui uma densidade de aproximadamente 10 kg/m^3 , o material passa por uma etapa de moagem inicial, para então seguir para o processo de compressão, onde atinge uma densidade de 90 kg/m^3 . Posteriormente, o EPS já comprimido segue para a etapa de trituração, quando atinge a densidade de 100 kg/m^3 . O EPS triturado é acondicionado em *big bags*, sendo vendido para empresas que fabricam rodapés, vistas de portas e janelas, molduras de quadros, solas de sapatos, dentre outras formas de reutilização de material.

A Empresa X costumava reciclar cerca de 500 toneladas de EPS por mês trabalhando em três turnos, porém, no ano de 2016, esta taxa de reciclagem caiu para 340 toneladas por mês. Segundo o responsável pela planta de reciclagem, isto se deve à crise econômica e política que o Brasil vive, que ocasionou a redução da produção e do consumo de eletrodomésticos, principais produtos que usam o EPS na sua embalagem. Segundo este mesmo entrevistado, a planta da Empresa X tem capacidade para reciclar de 800 a 900 toneladas por mês.

Para melhor expor as etapas do processamento de EPS pela Empresa X, estas estão resumidas na Figura 3, bem como a densidade aproximada em cada processo e a porcentagem do material proveniente de cada canal de retorno.

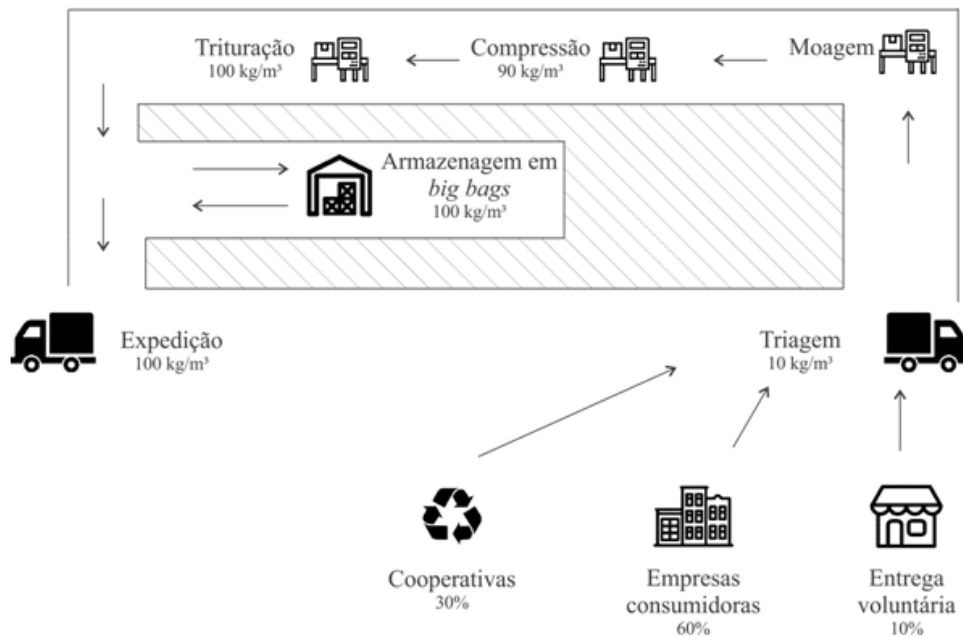


FIGURA 3 - Fluxo do EPS na Empresa X.

4.2. Barreiras para LR de EPS na Empresa X

Mesmo que a Empresa X apresente certa especialização na LR do EPS, ainda assim ela enfrenta dificuldades quanto à efetividade da mesma, sendo em maioria causadas por fatores externos. Na segunda visita à recicladora, foram levantadas as principais barreiras (externa ou interna), conforme descrito a seguir:

Preço de compra (externa): a Empresa X paga R\$0,60/kg na compra de EPS a ser reciclado, seja proveniente de empresas que utilizam o isopor®, seja das cooperativas que fazem a separação dos materiais recicláveis ou das pessoas físicas que coletam o material e vendem por conta. O preço de compra do alumínio pelas empresas, por outro lado, é de aproximadamente R\$5,59/kg, segundo dados da Latasa Reciclagem (2016), quase 9,5 vezes maior do que o preço do EPS. Pelo fato do EPS possuir pequeno valor agregado e baixa densidade, esse produto não é tão atrativo financeiramente. Por este motivo, muitas cooperativas deixam o EPS em segundo plano, já que existem produtos mais rentáveis. Esta barreira encontrada pode ser entendida como semelhante à barreira citada na literatura B17 (Incerteza relacionada a questões econômicas), já que muitas empresas ainda veem a prática da LR como incerta para geração de benefícios financeiros (SHAHARUDIN et al., 2014).

Cubagem e valor da carga de retorno (externa): levando em consideração que a densidade padrão do EPS é baixa, aproximadamente 10 kg/m³, pode-se inferir o valor de uma carreta carregada de EPS. Tendo como referência um caminhão com carroceria tipo baú para capacidade de seis toneladas e volume interno de 47,75m³, ao preenchê-lo com isopor® se conseguiria uma massa de 477,75 kg. Isso equivale para a empresa transportadora um valor de carga de R\$ 2.866,50 e uma capacidade aproximada de 5,5 toneladas não utilizada. Para fins de comparação, este mesmo caminhão comportaria uma carga de R\$33.540,00 de alumínio para reciclagem. Toda essa dificuldade referente à densidade do material e seu transporte também corrobora a Barreira B17 (Incerteza relacionada a questões econômicas).

Conscientização da população (externa): Grande parte dos brasileiros não sabe que o EPS pode ser reciclado, conforme já citado na revisão de literatura deste artigo. Um fator que potencializa esse problema é que muitas cidades brasileiras não possuem um programa de coleta seletiva. Além disso, mesmo os municípios que possuem o programa acabam por não coletar o EPS devido ao seu baixo valor de mercado por quilograma. Essa dificuldade é encarada pela recicladora, que tenta contorná-la de diversas formas, difundindo o conhecimento da reciclagem do EPS pelo Brasil, com a realização de palestras em escolas, o recebimento de escolas e instituições na própria empresa, a elaboração de cartilhas instrutivas, a participação em feiras e eventos, dentre outras atividades. Essa falta de consciência sobre a reciclagem cria um enorme obstáculo para a atividade, pois percebe-se uma distância muito grande na quantidade de EPS reciclado e na quantidade de EPS que poderia ser reciclado. Essa barreira encontrada na Empresa X já foi levantada anteriormente (Barreira 16), que se refere à disseminação inapropriada ou falta de informação a respeito dos canais de retorno (ABDULRAHMAN et al., 2014).

Responsabilidade compartilhada (externa): a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) inclui, dentre outras atribuições, a responsabilidade compartilhada, que visa atribuir responsabilidades a todos os *players* da cadeia de suprimentos na viabilização da LR. No geral, não existe grande atuação dos *players* da cadeia de suprimentos do EPS com relação a sua reciclagem, muitas vezes pela falta de controle e impunidade ao descumprir leis ambientais. Além disso, a PNRS não inclui expressamente diretrizes para o retorno de embalagens de EPS. Desta maneira, os custos da LR de EPS concentram-se para a empresa recicladora, sendo que esse mesmo custo deveria ser pulverizado entre os diversos *players*. O envolvimento dos *players* é um requisito fundamental para o êxito da LR de qualquer produto.

Tendo essa dificuldade encontrada em vista, é possível relacioná-la com a barreira B7 (Falta de leis específicas que regulem a LR). Caso houvesse uma pressão legislativa para o reuso de 100% do EPS produzido, ganhos em escala poderiam ser atingidos, facilitando a viabilidade econômica da LR. Certos autores (MATHIYAZHAGAN; HAQ, 2013; RAHIMIFARD et al., 2009; SRIVASTAVA, 2013) sustentam essa barreira exemplificando com o fato de empresas que tenham o certificado da ISO 14001 poderem ser isentas de certas taxas governamentais.

Imposto sobre produto retornado (externa): infelizmente, o governo ainda falha no incentivo à reciclagem ao não isentar os produtos reciclados de impostos como o ICMS. Isso contribui para o encarecimento do produto, desencorajando a circulação dos mesmos. Nessa mesma linha, verificou-se também que não há incentivos governamentais a fim de elevar as vendas de produtos reciclados em detrimento dos virgens. Isso pode ser explicado pelo fato de o comprador não ter vantagem financeira alguma ao adquirir produtos reciclados, já que o imposto pago pelos dois é, na maioria dos casos, o mesmo. Esta dificuldade confirma a barreira encontrada na literatura B12 (Falta de leis motivadoras). Alguns autores (SHAHARUDIN; ZAILANI; TAN, 2014) confirmam que a falta de leis para motivar fabricantes para executar a LR, manter um ambiente verde e também motivar os clientes a comprar produtos verdes é um impedimento relevante.

Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR (interna): As cooperativas de coleta de resíduos são instituições com viés também social. Como consequência, no geral, a administração dessas entidades é ineficiente se comparada com a de uma empresa. Problemas decorrentes da má gestão desses fluxos de retorno e triagem de material nas cooperativas podem causar custos extras nas atividades reversas envolvendo o EPS. Além disso, a Empresa X sugere que os colaboradores não são tão bem qualificados no que diz respeito ao conhecimento da LR. Essa dificuldade confirma a barreira B1 (Falta de pessoas com competência em LR), uma das mais citadas na literatura. Este entrave diz respeito ao baixo nível de compromisso dos trabalhadores, baixo nível de conhecimento técnico e a falta de formação e qualificação (ABDULRAHMAN; GUNASEKARAN; SUBRAMANIAN, 2014).

4.3. Demais considerações e discussões

Para o caso da Empresa X, as barreiras “Falta de capital inicial para investimento” (B2) e “Falta de envolvimento da alta gerência” (B3) não foram identificadas, visto que a empresa é especializada na reintrodução do EPS no mercado, tendo filiais preparadas somente para esse tipo de serviço. Em relação à falta de conhecimento sobre produtos retornados (B5), foi levantado na literatura que as empresas podem enfrentar uma carga de custos devido à sua ignorância dos procedimentos aduaneiros e de planejamento (GONZÁLEZ-TORRE et al., 2010). Para a Empresa X, essa barreira não foi considerada um problema, já que a alta gestão da recicladora do EPS tem conhecimento sobre tal. O mesmo ocorreu com relação à barreira B9 (Políticas da empresa contra a LR), que não foi identificada na Empresa X, visto que seu foco principal é a operacionalização da LR.

No que diz respeito à barreira B10 (Baixa importância da LR em relação a outras atividades), a empresa estudada não indica sinais de que esses pontos venham a ser efetivamente barreiras, já que ela concorre no mercado com seu produto virgem e apresenta filiais espalhadas pelo país focadas apenas na reintrodução do EPS no mercado.

A Barreira B13 (Falta de tecnologias) diz respeito à falta de tecnologias mais recentes e seus impedimentos à implementação da LR (LAU; WANG, 2009). A Empresa X apresenta equipamentos desenvolvidos e específicos para a reciclagem do EPS, como as máquinas de moagem, compressão e trituração. Entretanto, faltam tecnologias mais baratas para serem

usadas em outros *players* da cadeia reversa de EPS para aumentar a densidade do material desde o início do fluxo reverso, assim viabilizando economicamente a LR do EPS.

A barreira B14 infere sobre a falta de inclusão dos processos de fim de vida na fase de desenvolvimento do produto e a dificuldade de uma implementação apropriada (RAHIMIFARD et al., 2009). Esta barreira não se aplica diretamente ao caso do EPS visto que, neste trabalho, o foco está no seu uso em embalagens e não no produto final. Por sua vez, a barreira B15 (Qualidade dos produtos não uniforme) pode trazer incertezas para o sistema de reciclagem (SHAHARUDIN et al., 2014). Apesar de os materiais retornados não possuírem qualidade uniforme, esta barreira não foi salientada no caso estudado.

No que diz respeito à barreira B4 (Falta de padrões em sistemas de TI), que é um dos maiores impedimentos da LR (GONZÁLEZ-TORRE et al., 2010), a Empresa X apresenta, de fato, defasagem nessa área, corroborando trabalhos anteriores. Apesar de se saber quem são os fornecedores de EPS usado, não existe um sistema de tecnologia de controle sobre a produção de EPS de cada um deles. Esse fato demonstra uma dependência importante da Empresa X nos seus fornecedores. Com relação à barreira B11 (Falta de medição de desempenho apropriado), constatou-se na visita que a Empresa estudada não apresenta um sistema preciso de medição de indicadores da LR, com uma medição clara, confirmando este entrave previamente relatado.

Pode-se também ressaltar a barreira B6 (Planejamento e previsão limitados), que possui provavelmente uma ligação com a barreira B11 (Falta de medição de desempenho apropriado). Isso representa uma dificuldade para a LR, devido ao fato dos clientes exercerem a função de fornecedores, tornando o planejamento muito mais limitado e complexo (SHAHARUDIN; ZAILANI; TAN, 2014). Essas barreiras (B6 e B11) são grandes obstáculos para a Empresa X, que geram instabilidade no fluxo reverso.

A análise e confronto com barreiras já relatadas em trabalhos anteriores resulta no Quadro 2. As barreiras marcadas com fundo verde são enfrentadas pela empresa, enquanto que as com fundo vermelho não foram confirmadas no estudo de campo para a LR de EPS na Empresa X. Pode-se perceber que barreiras bastante citadas na literatura, como B2 e B3, não são enfrentadas pela empresa. Por outro lado, barreiras menos citadas apareceram, como a B12 e B13. A confirmação de algumas barreiras para o caso do EPS demonstra que cada produto tem suas peculiaridades e dificuldades, tornando o problema da logística reversa complexo e único. Nesse ensejo, vale destacar que, a fim de solucionar os problemas encontrados no caminho de implantação da LR, uma análise prévia das barreiras e suas influências deve ser realizada, visando à criação de um plano de ação que mitigue estes entraves.

Número da barreira	Nome da barreira	Realidade da empresa
B1	Falta de pessoas com competência em LR	
B4	Falta de padrões de sistemas de TI	
B6	Planejamento e previsão limitados	
B7	Falta de leis específicas que regulem a logística reversa	
B8	Dificuldades com o envolvimento dos membros da cadeia de suprimentos no processo reverso	
B11	Falta de um sistema de medição de desempenho apropriado	
B12	Falta de leis motivadoras	
B13	Falta de tecnologias mais recentes	
B16	Falta de informações sobre canais de retorno	
B17	Incerteza relacionada a questões econômicas	
B2	Falta de capital inicial para investimento	
B3	Falta de envolvimento da alta gerência	
B5	Falta de conhecimento de imposto sobre produtos retornados	
B9	Políticas da empresa contra a LR	
B10	Baixa importância da LR relativo a outras atividades	
B14	Falta de inclusão dos processos de fim de vida na fase de desenvolvimento do produto	
B15	Qualidade dos produtos não uniforme	

QUADRO 2 - Comparação das barreiras com realidade da empresa. Fonte: Autores

5. Considerações finais

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos tem grande importância no que diz respeito à reciclagem no Brasil, pois estimula a prevenção e a redução na geração de resíduos, além da responsabilidade compartilhada na cadeia reversa. Essa lei foi um importante passo para o país nesse sentido, porém não há relação direta da mesma com o problema de fim de vida das embalagens de EPS.

A realidade da reciclagem do isopor® está longe do ideal, o que decorre das diversas barreiras a respeito da operacionalização da logística reversa, que foram apresentadas e discutidas nesse trabalho. O objetivo do trabalho foi analisar as barreiras existentes para a LR e reuso do EPS em uma empresa recicladora do material e confrontá-las com a literatura existente na área. Tal análise se deu por meio de um estudo de campo em uma grande recicladora de poliestireno expandido no sul do país, de forma que os resultados de tal comparação puderam ser observados, mostrando que das 17 barreiras encontradas na literatura, 10 são enfrentadas pela empresa.

Uma limitação encontrada no estudo foi decorrente a especificidade do caso, pois, conforme já mencionado, a logística reversa do isopor® é diferente de qualquer outro produto, sendo obtidas conclusões específicas para o caso estudado, não passível, portanto, de generalizações. Logo, as recomendações para trabalhos futuros são as seguintes: (i) realizar um estudo multicase da LR de EPS a fim de obter dados passíveis de generalização para melhor traduzir a situação do tema no Brasil; (ii) analisar o relacionamento entre as barreiras para implementação da LR, uma vez que pode haver barreiras que atuam como agente causador neste sistema, enaltecendo assim a relação de causa-efeito entre elas; e, por fim, (iii) traçar um plano para mitigar os efeitos das barreiras para uma implementação efetiva da LR de EPS no Brasil.

6. Referências bibliográficas

ABDULRAHMAN, M. D.; GUNASEKARAN, A.; SUBRAMANIAN, N. Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. **International Journal of Production Economics**, v. 147, n. Part B, p. 460-471, 2014.

Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **O que é EPS**. Disponível em : <<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>> Acesso em: 19/05/2016.

Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **Reciclagem**. Disponível em : <<http://www.abrapex.com.br/06Reciclagem.html>> Acesso em: 19/05/2016.

BALBO, T. D.; TOSTA, Y. F. **Análise da opinião do consumidor em relação ao descarte de EPS e seus impactos ambientais**. Revista Ciências do Ambiente On-Line, v. 8, n. 1. Campinas, 2012.

Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDS). (2014). **Relatório 4 - Derivados de aromáticos: Potencial de diversificação da indústria química Brasileira**. Rio de Janeiro: Bain & Company.

BOUZON, M.; RODRIGUEZ, C. M. T. **Desmistificando os conceitos de logística e cadeia de suprimentos sustentáveis**. Mundo Logística. Paraná, 2012.

BOUZON, M. **Evaluating drivers and barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey-dematel approach**. 2015. 207 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T. **Reducing the extraction of materials: Reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach**. Resources Policy Journal, 2015.

BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T.; CAMPOS, L. M. S. **Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP**. Resources, Conservation and Recycling 108 (2016): 182-197.

BRASIL. **Lei n. 12305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 23/06/2016.

BRITO, M.; DEKKER, R. **A Framework for Reverse Logistics**, 2003. Disponível em: <repub.eur.nl/pub/354/ERS-2003-045-LIS.pdf>. Acesso em: 22 de agosto de 2016.

CEMPRE. **Avanço da reciclagem de EPS no Brasil demanda visão sistêmica**. 2012. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/informamais_detalhe.php?id=MjM=>. Acesso em: 27 de Agosto de 2016.

CHILHESHE, N.; RAUFDEEN, R.; HOSSEINI, M.R.; LEHMANN, S. **Barriers to implementing reverse logistics in South Australian construction organisations**. Supply Chain Management: An International Journal 20, no. 2 (2015): 179-204.

ECYCLE. **Câmara Municipal de São Paulo ganha Ponto de Entrega Voluntária para coleta de isopor**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/4439-camara-municipal-de-sao-paulo-ganha-ponto-de-entrega-voluntaria-para-coleta-de-isopor.html>>. Acesso em: 06 de junho de 2016.

FLEISCHMANN, M.; BLOEMHOF-RUWAARD, J. M.; VAN DER LAAN, E.; VAN NUNEN, J.; VAN WASSENHOVE, L. Quantitative models for reverse logistics: a review. **European Journal of Operational Research**, v. 103, n. 1, p. 1-17, 1997.

GONZÁLEZ-TORRE, P.; ÁLVAREZ, M.; SARKIS, J.; ADENSO-DÍAZ, B. Barriers to the Implementation of Environmentally Oriented Reverse Logistics: Evidence from the Automotive Industry Sector. **British Journal of Management**, v. 21, n. 4, p. 889-904, 2010.

GREGORY, M.R.. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2009.

- HILLARY, R. **Environmental management systems and the smaller enterprise**. Journal of Cleaner Production, v. 12, n. 6, p. 561-569, 2004.
- IPEA. Comunicado do IPEA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**, 2012.
- LATASA RECICLAGEM. **London Metal Exchange - Alumínio**. São Paulo, 2016. Disponível em <<http://www.latasa.ind.br/pt/>>. Acesso em: 03/06/2016
- LAU, K. H.; WANG, Y. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 6, p. 447-465, 2009.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa - Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2003.
- MANGLA, S. K.; KANNAN, G.; LUTHRA, S. **Critical success factors for reverse logistics in Indian industries: a structural model**. Journal of Cleaner Productio, 2016.
- MATHIYAZHAGAN, K.; HAQ, A. N. **Analysis of the influential pressures for green supply chain management adoption—an Indian perspective using interpretive structural modeling**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 68, n. 1-4, p. 817-833, 2013.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Feevale, 2013.
- RAHIMIFARD, S.; COATES, G.; STAIKOS, T.; EDWARDS, C.; ABU-BAKAR, M. **Barriers, drivers and challenges for sustainable product recovery and recycling**. International Journal of Sustainable Engineering, v. 2, n. 2, p. 80-90, 2009.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards: reverse logistics trends and practices**. Reverse Logistics Executive Council. Reno, 1999.
- SHAHARUDIN, M. R.; ZAILANI, S.; TAN, K. C. **Barriers to product returns and recovery management in a developing country: investigation using multiple methods**. Journal of Cleaner Production. Malaysia, 2014.
- SRIVASTAVA, S. K. **Network design for reverse logistics**. Omega, v. 36, n. 4, p. 535-548, 2008.
- SRIVASTAVA, S. K. **Issues and Challenges in Reverse Logistics**. In: GUPTA, S. M. (Ed.). Reverse Supply Chains: Issues and Analysis. Boca Raton, FL: Taylor & Francis. cap. 2, p.61-82, 2013.
- TIBBEN-LEMBKE, R. S.; ROGERS, D. S. **Differences between forward and reverse logistics**. Supply Chain Management: An International Journal, v.7, n.5, p.271-282, 2002.
- WASSENHOVE, L.; BESIOU, M. **Complex problems with multiple stakeholders: how to bridge the gap between reality and OR/MS?** Journal of Business Economics, v. 83, n. 1, p. 87-97, 2013/02/01 2013.