

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO TRINDADE
DEPARTAMENTO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Alexandre Miranda Gomes

**UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS PARA A LOGÍSTICA REVERSA DE
POLIESTIRENO EXPANDIDO POR MEIO DO MÉTODO AHP EM UMA
RECICLADORA NO SUL DO BRASIL**

Florianópolis

2019

Alexandre Miranda Gomes

**UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS PARA A LOGÍSTICA REVERSA DE
POLIESTIRENO EXPANDIDO POR MEIO DO MÉTODO AHP EM UMA
RECICLADORA NO SUL DO BRASIL**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título em Engenharia, área Mecânica, habilitação Produção Mecânica.
Orientador: Prof^a. Marina Bouzon, Dra.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gomes, Alexandre Miranda

Uma análise das barreiras para a logística reversa de poliestireno expandido por meio do método AHP em uma recicladora no sul do Brasil / Alexandre Miranda Gomes ; orientador, Marina Bouzon, 2019.

74 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

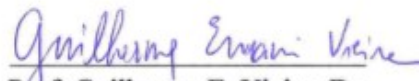
1. Engenharia de Produção Mecânica. 2. Logística Reversa. 3. Barreiras. 4. Poliestireno expandido. 5. Método AHP. I. Bouzon, Marina. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. III. Título.

Alexandre Miranda Gomes

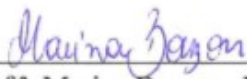
**UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS PARA A LOGÍSTICA REVERSA DE
POLIESTIRENO EXPANDIDO POR MEIO DO MÉTODO AHP EM UMA
RECICLADORA NO SUL DO BRASIL**


Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado e aprovado, em sua forma final, pelo Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

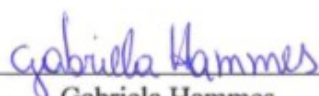
Florianópolis, 19 de novembro de 2019.


Prof. Guilherme E. Vieira, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:


Prof.ª. Marina Bouzon, Dra.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina


Gabriela Hammes
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais, aos familiares e aos meus amigos pelos incentivos recebidos e votos de confiança.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos familiares, principalmente aos meus pais, Ronaldo e Neide, que me apoiaram e proporcionaram todo o suporte necessário ao longo da graduação para tornar possível o sonho de estudar na Universidade Federal de Santa Catarina, uma universidade pública e de qualidade.

A minha orientadora, prof.^a Marina Bouzon, por ter despertado meu interesse em Logística Reversa, devido a seu conhecimento e relevância no tema. Obrigado pela orientação e pelos grandes aprendizados.

Agradeço a todos os verdadeiros amigos que compartilharam comigo experiências, noites de estudos e confraternizações, mas principalmente ao Bruno Valério que é um grande parceiro e me ajudou muito ao longo do curso. Também dedico esse trabalho aos meus amigos da vida inteira: Adriano Corrêa, Gabriel Amante, Guilherme Fin, Ian Vieira, Lucas Deschamps e Unirio Machado.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina e todo o corpo docente do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. O conhecimento adquirido ao longo dessa jornada foi incomparável.

RESUMO

O desenvolvimento sustentável está se tornando cada vez mais popular entre pesquisadores e gestores das cadeias de suprimentos devido às regulamentações do governo, como a outorga da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Portanto, investiga-se o tema da logística reversa no Brasil, com foco na vida do poliestireno expandido (EPS). O objetivo do presente trabalho é elaborar uma sistemática de análise e priorização de barreiras da logística reversa de EPS. Para tal, primeiramente as barreiras da logística reversa foram identificadas na literatura através de uma revisão sistemática. Em seguida, foi realizado um estudo de campo, onde foram identificadas as barreiras que realmente são impedimentos para essa recicladora de EPS. Com base no confronto dessas informações, as convergências e divergências da literatura foram encontradas. Posteriormente, levantou-se as ações que a recicladora realiza para contornar essas dificuldades, bem como foram propostas novas soluções. Por fim, utilizou-se um método de hierarquização dessas barreiras para definir uma ordem de prioridade e, portanto, servir de diretriz para futuras tomadas de decisão dessa empresa específica. Barreiras como falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil e falta de leis motivadoras obtiveram destaque no ranking de prioridade das barreiras.

Palavras-chave: Poliestireno expandido, barreiras, logística reversa, isopor, hierarquização.

ABSTRACT

The sustainable development is becoming increasingly popular among supply chain researchers and managers due to government regulations, such as an external law of the National Solid Waste Policy. Therefore, it has been investigated the reverse logistics topic in Brazil, focusing on expanded polystyrene (EPS). The goal for the present undergraduate thesis is to create an analysis and prioritization system related to EPS reverse logistics barriers. Initially, reverse logistics barriers have been identified in the literature through a systematic review. Second, a field study was carried out, making possible the recognition of the barriers that really hinder a specific EPS recycler. Based on the confrontation of this information, convergences and divergences of the literature were found. Later, actions that the EPS recycler takes to overcome these difficulties were identified and new actions were proposed to them as well. Finally, a prioritizing method was applied targeting to define a priority order for these barriers and thus serve as a guideline for future decisions for this specific company. Barriers such as lack of applications for recycled EPS in Brazil and lack of motivating laws were highlighted in the priority ranking of barriers.

Keywords: Expanded polystyrene, barriers, reverse logistics, Styrofoam, hierarchy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Venn da delimitação do tema.	18
Figura 2. A Logística Reversa e os ciclos de materiais e produto.....	19
Figura 3. Fornecimento e demanda de EPS do mercado mundial.....	21
Figura 4. Fornecimento e demanda de EPS da América do Sul.....	22
Figura 5. Mercado brasileiro de isopor.	23
Figura 6. Critérios e subcritérios de uma decisão fictícia.	33
Figura 7. Etapas de pesquisa.	36
Figura 8. Etapas de seleção de portfólio.....	39
Figura 9. Processo de reciclagem do EPS.	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Barreiras referente à Tecnologia e Infraestrutura (T&I).	25
Quadro 2. Barreiras referente à Governança e processos da cadeia de suprimentos. 26	
Quadro 3. Barreiras referente às questões econômicas.	27
Quadro 4. Barreiras referente às questões de conhecimento.	28
Quadro 5. Barreiras referente às questões políticas.	29
Quadro 6. Barreiras referente ao mercado e aos competidores.	30
Quadro 7. Barreiras referente à gestão.	30
Quadro 8. Escala fundamental dos números absolutos.	32
Quadro 9. Barreira complementares da LR.	46
Quadro 10. Lista completa de barreiras complementares.	47
Quadro 11. Barreiras práticas da recicladora.	52
Quadro 12. Barreiras da literatura que não foram confirmadas pela recicladora.	53
Quadro 13. Perspectiva dos <i>stakeholders</i> das barreiras práticas.	56
Quadro 14. Barreiras reais e relativas referentes à LR do isopor.	57
Quadro 15. Resumo das ações realizadas para cada barreira real.	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Matriz de comparação aos pares dos critérios.	33
Tabela 2. Matriz de comparação de um dos subcritérios.	33
Tabela 3. Tabela de índices de consistência aleatórias.	34
Tabela 4. Quantidade de artigos encontrados.	38
Tabela 5. Comparação par a par das barreiras práticas.	58
Tabela 6. Vetor de critérios das barreiras práticas e consistência das avaliações.	59
Tabela 7. Comparação par a par das barreiras relativas à escassez de novas aplicações para o EPS reciclado	59
Tabela 8. Vetor de critérios das barreiras relativas à escassez de novas aplicações para o EPS reciclado e consistência das avaliações	60
Tabela 9. Comparação par a par das barreiras relativas à elevada tributação.	60
Tabela 10. Vetor de critérios das barreiras relativas à elevada tributação e consistência das avaliações.....	60
Tabela 11. Comparação par a par das barreiras relativas ao descumprimento da responsabilidade compartilhada.	61
Tabela 12. Vetor de critérios das barreiras relativas ao descumprimento da responsabilidade compartilhada.	61
Tabela 13. Comparação par a par das barreiras relativas ao baixo preço de compra.	61
Tabela 14. Vetor de critérios das barreiras relativas ao baixo preço de compra.	62
Tabela 15. Comparação par a par das barreiras relativas à cubagem elevada.....	62
Tabela 16. Vetor de critérios das barreiras relativas à cubagem elevada.....	62
Tabela 17. Comparação par a par das barreiras relativas ao desconhecimento da população.....	63
Tabela 18. Vetor de critérios das barreiras relativas ao desconhecimento da população.....	63
Tabela 19. Comparação par a par das barreiras relativas ao despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	64
Tabela 20. Vetor de critérios das barreiras relativas ao despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	64
Tabela 21. Resultado de prioridades global das barreiras.	65
Tabela 22. Ranking das barreiras práticas.	66

Tabela 23. Tópicos de cumprimento de objetivos específicos.....	70
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPLAST Associação Brasileira de Indústria do Plástico

AGNU Assembleia Geral das Nações Unidas

AHP Analytic Hierarchy Process

BC Barreira Complementar

CAN Consumo Nacional Aparente

CI Índice de Consistência

CR Taxa de Consistência

EPS Poliestireno Expandido

LR Logística Reversa

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PEV Ponto de entrega voluntária

PNRS Política Nacional dos Resíduos Sólidos

RI Índice de Consistência aleatório

TI Tecnologia da informação

T&I Tecnologia e Infraestrutura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo Geral.....	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	17
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	LOGÍSTICA REVERSA	18
2.2	POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	20
2.3	CENÁRIO DA LR DO EPS	21
2.4	BARREIRAS DA LR	24
2.5	MÉTODO AHP	30
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	35
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	36
3.2.1	Delimitação do Tema.....	37
3.2.2	Seleção do Portfólio Bibliográfico	37
4	RESULTADO E DISCUSSÕES.....	39
4.1	A EMPRESA.....	39
4.2	BARREIRAS ENCONTRADAS NO CASO E SOLUÇÕES REALIZADAS	43
4.3	BARREIRAS COMPLEMENTARES DA LR	46
4.4	COMPILAÇÃO DAS BARREIRAS: LITERATURA E PRÁTICA.....	47
4.5	PRIORIZAÇÃO DAS BARREIRAS	55
4.6	DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	65

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a globalização, o avanço tecnológico, o consumo em massa e a diminuição do ciclo de vida dos produtos, a produção mundial cresceu. Sendo assim, cada vez mais as matérias primas são consumidas e, por consequência, mais aterros sanitários são preenchidos (VAN WASSENHOVE; BESIOU, 2013). Para amenizar esse problema, as empresas estão incorporando práticas sustentáveis em suas cadeias de suprimentos (TSENG; HUNG, 2014).

A sustentabilidade, no contexto empresarial, significa que as atividades do negócio devem proteger os recursos naturais e o meio ambiente, servir o bem comum para a sociedade e ser sustentáveis economicamente. Esta definição relaciona três dimensões: social, ambiental e econômica da estrutura com base tripla (*triple bottom line framework*) para a sustentabilidade (WU; PAGELL, 2011).

O desenvolvimento sustentável está se tornando cada vez mais popular entre pesquisadores e gestores das cadeias de suprimentos devido às regulamentações do governo, à expectativa dos consumidores e às pressões impostas pelos compradores de produtos verdes (MOKTADIR et al., 2018). As práticas sustentáveis são consideradas diferenciais competitivos e abrangem diversas ações como: adoção de tecnologias inovadoras, reengenharia de processos e gestão eficiente da cadeia de suprimento (SHARMA et al., 2011).

Esse contexto proporciona maior visibilidade ao tema logística reversa (LR), atraindo o interesse de empresas e pesquisadores na área. Impulsionando o crescimento econômico desvinculado do consumo de novos recursos e é promissor no sentido de amenizar a sua utilização.

A LR está gradativamente mais presente em diversos setores, como no setor de eletrônicos (PRAKASH; BARUA; PANDYA, 2015), de varejo de supermercados (MEYER et al., 2017), de construção civil (CHILESHE; RAMEEZDEEN; HOSSEINI, 2015) e de poliestireno expandido (EPS) (GOMES; ALVES; BOUZON, 2016).

O EPS, popularmente conhecido como isopor®, possui inúmeras funcionalidades, desde isolante térmico até proteção contra impactos, porém ele apresenta um elevado risco ao meio ambiente devido ao alto grau de consumo pela população, descarte indevido e tempo indeterminado de degradação. Diante desses problemas, existe uma grande motivação para fechar o ciclo produtivo do EPS, com o uso de práticas de reutilização e reciclagem.

Especificamente no Brasil, a logística reversa ganhou relevância por causa de alguns fatores, como: a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), questões econômicas como a recuperação de valor de produtos usados, melhoria de condições sociais e *marketing* verde (BOUZON et al., 2016).

Segundo Srivastava (2013), a implementação da LR na cadeia de suprimentos apresenta diversas barreiras, que podem ser internas ou externas à empresa. As barreiras internas são os obstáculos que existem dentro da empresa que impedem a adoção de práticas verdes, enquanto que as barreiras externas envolvem os obstáculos de fora da empresa, que dificultam a adoção de esforços em prol do meio ambiente (HILLARY, 2004).

As barreiras da LR já foram estudadas por diversos pesquisadores, como: Bouzon, Govindan e Rodriguez (2018), Thiagarajan e Ali (2016) e Willison e Buisman-Pijlman (2016). Conhecê-las torna-se relevante e necessário, a fim de viabilizar a realização da LR. Portanto, esse trabalho tem como propósito avançar no estudo das barreiras para a LR de EPS no contexto do Brasil, conforme é melhor detalhado na seção seguinte.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA

Estimou-se um consumo de 900 gramas de isopor per capita por ano com uma tendência de crescimento de 3% ao ano, ou seja, a expectativa de consumo mundial de isopor para 2019 se aproxima de 7 milhões de toneladas ao ano (IHS, 2014). A proporção desse valor demonstra a importância da destinação correta do EPS e a possibilidade de amenizar diversos problemas modernos, como as consequências do microplástico no meio ambiente (ANDRADY, 2011) ou a ocupação de aterros sanitários nas cidades (VAN WASSENHOVE; BESIOU, 2013).

Dadas as circunstâncias do mercado referente à sustentabilidade, citadas anteriormente, por parte das empresas, é bastante conveniente a adoção da LR na cadeia de suprimentos, devido aos potenciais benefícios e vantagens que podem ser obtidos, como a recuperação de valor dos produtos ao longo da cadeia (BOUZON et al., 2016) e o diferencial competitivo obtido pela questão sustentável (SHARMA et al., 2011).

Já por parte da sociedade, também é interessante que as empresas fechem o ciclo da cadeia de suprimentos, seja na reutilização ou na reciclagem, que é o foco desse trabalho. Dessa maneira, o meio ambiente é favorecido, pois os resíduos gerados são destinados

corretamente, aumenta-se a vida útil dos produtos e diminui-se a geração de lixo (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Apesar da LR apresentar inúmeros benefícios tanto para as empresas como para o meio ambiente, sua implementação é bastante complexa, pois é necessário enfrentar as diversas barreiras que impedem a sua adoção e manutenção (SRIVASTAVA, 2013).

Portanto, o problema de pesquisa consiste no seguinte: quais das barreiras a empresa deve dar prioridade para atenuar as dificuldades da implementação e manutenção da LR do isopor no Brasil?

1.3 OBJETIVOS

Com o intuito de responder ao problema de pesquisa, os objetivos a serem atingidos no trabalho são apresentados neste capítulo.

1.3.1 Objetivo Geral

Elaborar uma sistemática de análise e priorização das barreiras da logística reversa de EPS.

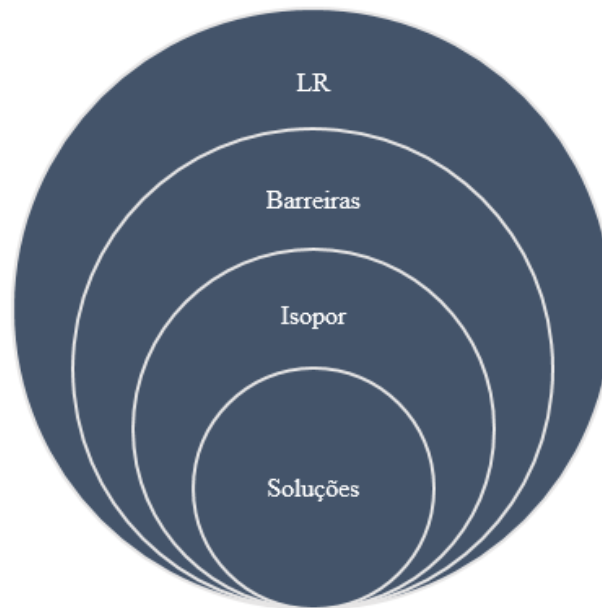
1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar na literatura as barreiras da LR;
- b) Validar as barreiras em uma indústria de reciclagem de EPS;
- c) Priorizar barreiras com especialista da empresa;
- d) Identificar ações corretivas ou preventivas para as barreiras encontradas;
- e) Propor novas ações para as barreiras encontradas.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho se restringiu nas barreiras que existem frente à implementação da LR do isopor no Brasil, conforme é ilustrado esquematicamente na Figura 1. Diagrama de Venn da delimitação do tema. Para esse estudo, foram priorizados artigos de relevância internacional e nacional, publicados em inglês e em português.

Figura 1. Diagrama de Venn da delimitação do tema.



Fonte: Elaboração própria

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em quatro capítulos. No capítulo inicial, é apresentado o tema, seu contexto e as justificativas para a sua escolha. Também são apresentados os objetivos, geral e específicos, as delimitações da pesquisa e sua estrutura.

No segundo capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica, que colabora na compreensão tema escolhido, abordando temas como sustentabilidade, LR, barreiras à implementação da LR e o método AHP.

Em seguida, no capítulo 3, apresentam-se os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, que compreende a caracterização da pesquisa e suas etapas. Por fim, o último capítulo apresenta as discussões e os resultados obtidos, além de direcionamento para pesquisas futuras.

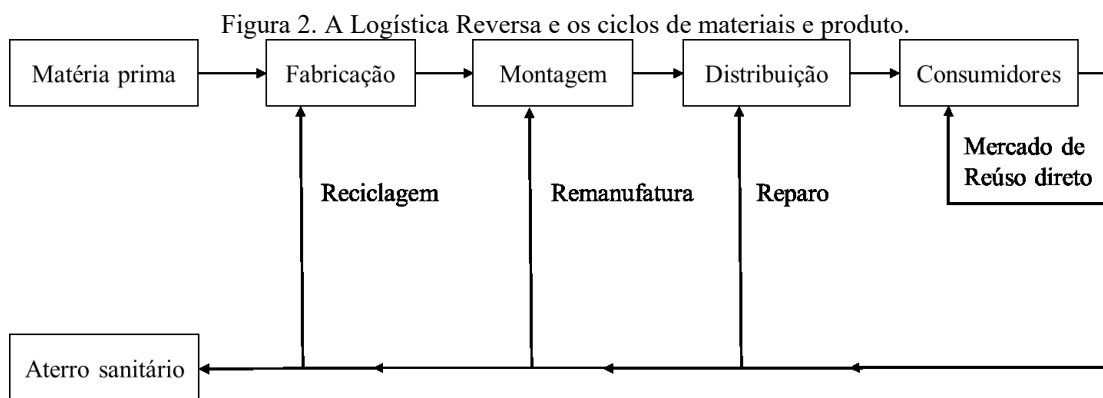
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

Rogers e Tibben-Lembke (1999) definem a LR como o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e eficácia e dos custos, dos fluxos de matérias primas, produtos em processo, produtos acabados e informação relacionada, desde o ponto de

consumo até ao ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar a disposição final adequada. Posteriormente, a mesma definição foi simplificada para a movimentação de produtos ou materiais na direção oposta com propósito de criar ou recapturar valor, ou descarte adequado (TIBBEN-LEMBKE; ROGERS, 2002).

É possível observar na Figura 2, que a remanufatura, o reuso e a reciclagem formam a base da LR nas cadeias de suprimento de ciclo fechado. Em algumas indústrias, a experiência mostrou que se há um mercado de reuso, então ele compete com o mercado original da manufatura. Conforme as manufactureiras competem por *market share*, elas devem coordenar sua cadeia de suprimentos e LR para manter sua fatia de mercado, facilitando o reparo, remanufatura ou reciclagem dos produtos. Esse fato ocorreu no mercado de automóveis, máquinas copiadoras e toners de impressoras e tende a oferecer benefícios ao meio ambiente (MAJUMDER; GROENEVELT, 2001)



Fonte: Kumar e Putnam (2008).

Fica evidente o papel essencial que a LR desempenha no processo de reintegração ao ciclo nas cadeias de suprimentos de ciclo fechado, ou seja, que possuem foco no retorno de produtos de consumidores e na recuperação do valor. Segundo Leite (2002), a LR planeja as redes reversas e as respectivas informações e operacionaliza o fluxo do início do ciclo até o seu final, portanto, percebe-se a importância da LR nessas cadeias de suprimentos.

Ainda conforme Leite (2002), a LR é dividida em duas grandes áreas: a primeira é a LR de pós-consumo, que engloba reciclagem industrial, desmanche industrial, reuso, consolidação e coletas, enquanto que a segunda é a LR de pós-venda, que compreende a seleção, consolidação e coletas. Devido à responsabilidade ambiental que as empresas vêm adotando através da LR, muitas vezes a LR é relacionada com questões ambientais.

2.2 POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido, ele é um plástico celular rígido que, de acordo com a Norma DIN ISSO-1043/78, é conhecido como isopor®. Ele está entre as maiores *commodities* poliméricas produzidas no mundo e é o segundo maior derivado do estireno, ficando atrás apenas do poliestireno (IHS, 2017).

Derivado de petróleo, o isopor oferece uma combinação única de características, como: boa resistência, leveza, ser inerte, fácil manuseio e ser totalmente reciclável. Diante dessas virtudes, ele se torna muito atraente para a indústria e sua aplicação é bem ampla, englobando áreas como: construção civil, isolamento térmico, embalagens e amortecimento de bens valiosos.

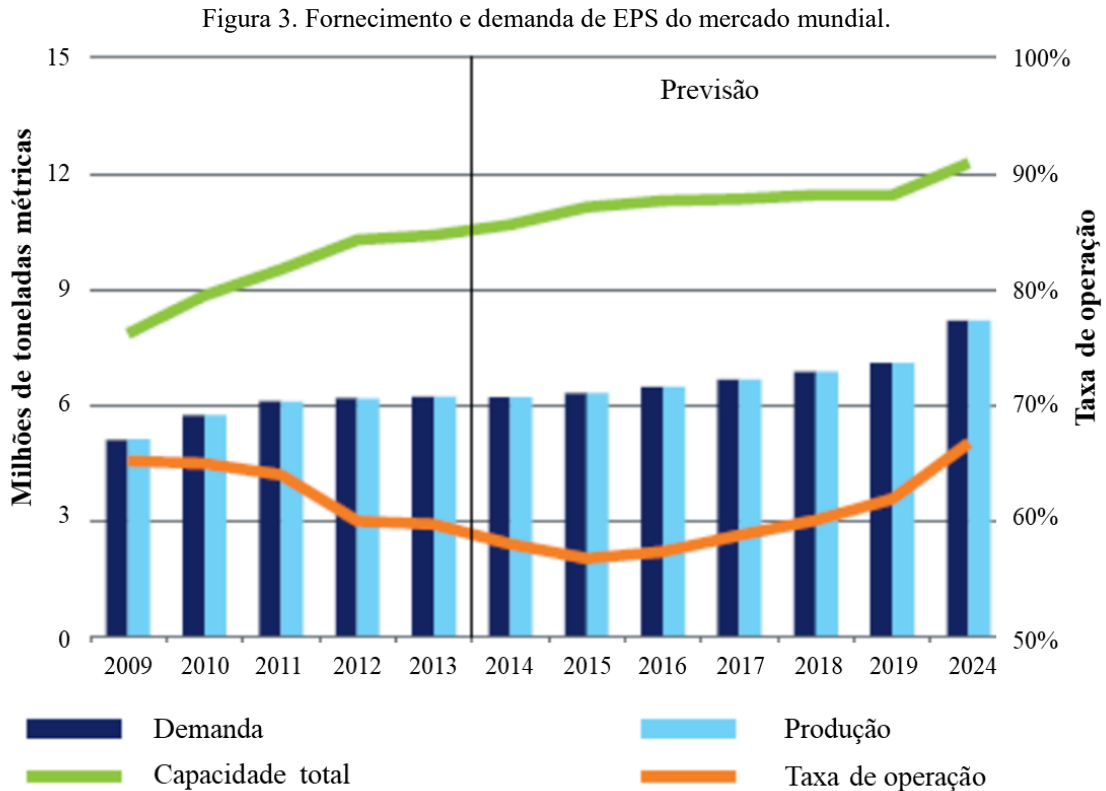
Apesar dessas características, um grande problema relacionado a esse produto, diz respeito a sua composição, 98% de ar e 2 % de plástico, então ele apresenta baixa densidade e ocupa muito espaço no meio ambiente. Por esse motivo, muitas cooperativas e empresas do setor de reciclagem apresentam desinteresse neste produto e não se dispõem a coletá-lo ou aceitam pequenas quantidades dele.

Outra ameaça que o isopor oferece ao meio ambiente é o seu tempo indeterminado de deterioração, ou seja, ele não é biodegradável. Portanto, se ele for descartado incorretamente no meio ambiente, o plástico tende a se quebrar dando origem ao microplástico, que oferece uma grande ameaça ao meio ambiente, pois possui a capacidade de absorver compostos químicos tóxicos, como agrotóxicos e metais pesados e a sua interação com a biota pode gerar a sua internalização, afetando os animais sistematicamente. (ANDRADY, 2011).

Diante dessas ameaças, é essencial preocupar-se com a destinação correta do isopor, para que o meio ambiente seja poupado. Uma das possibilidades de destinação, é encaminhá-lo para aterros sanitários, porém, dessa forma, ele tende a saturar o espaço destinado ao restante dos lixos, devido ao seu grande volume ocupado, exigindo mais investimentos públicos para a construção de novos aterros. Outra possibilidade, que é a mais adequada, é a reciclagem do EPS, esse é o caso mais interessante pelo viés da sustentabilidade e em alguns casos já é comprovado que é viável economicamente, entretanto existem diversas barreiras à sua implementação que são discutidas em sessões posteriores desse trabalho.

2.3 CENÁRIO DA LR DO EPS

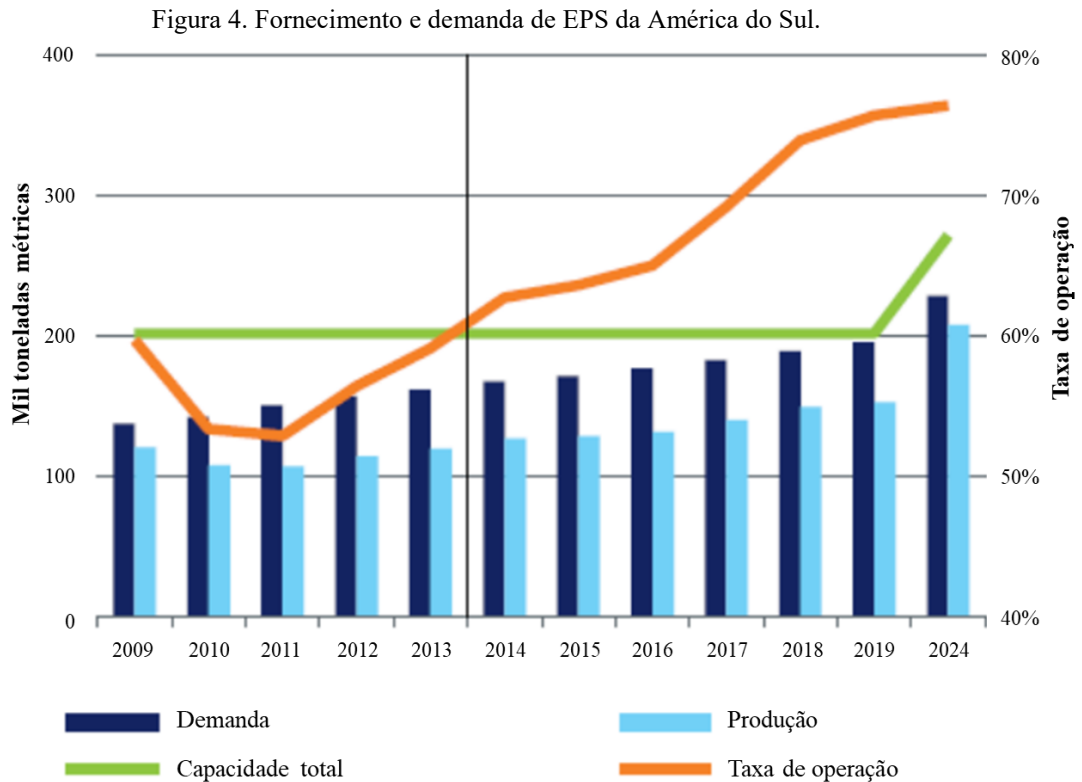
Em 2014, o consumo mundial de isopor foi estimado em 900 gramas por habitante por ano e estimou-se uma tendência de crescimento aproximadamente de 3% ao ano. Na Figura 3, é possível observar o fornecimento e demanda de EPS em nível mundial, bem como uma previsão desses fatores até 2024, sendo que a taxa de operação que é apresentada representa a porcentagem da capacidade total de produção.



Fonte: Adaptado de IHS (2014)

Ainda que a demanda total seja de milhões de toneladas métricas e tenda a crescer, percebe-se que a capacidade de produção total é sempre superior à demanda, proporcionando uma taxa de operação relativamente baixa. Esse potencial de crescimento só tende a potencializar os prejuízos gerados pelo isopor no meio ambiente.

Segundo IHS (2014), apesar do Nordeste da Ásia e da Europa ocidental serem as regiões que mais demandam EPS no mundo, a América do Sul também se destaca nesse mercado. É possível observar o comportamento do fornecimento e demanda de EPS nessa região na Figura 4.

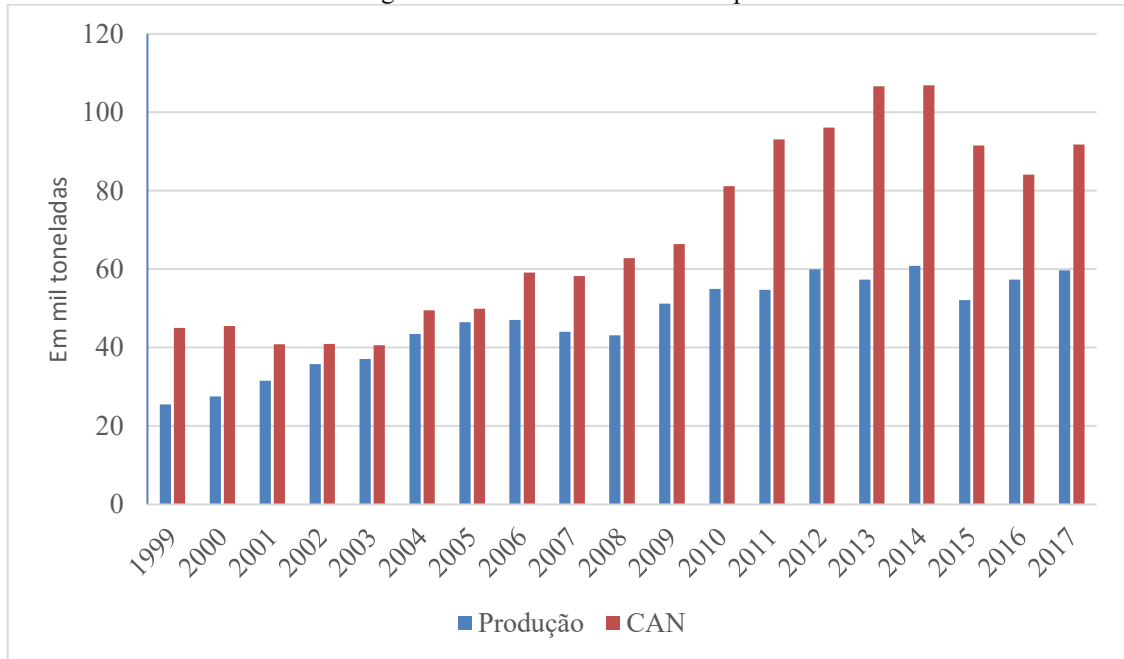


Fonte: Adaptado de IHS (2014).

A demanda e a capacidade de produção dessa região apresentam grande espaço para crescimento, devido aos países estarem em vias de desenvolvimento. Em relação ao consumo de toda a América do Sul, o Brasil é responsável por metade, possuindo uma média de 450 gramas per capita ao ano (IHS, 2014).

Um indicador que relaciona produção, importação e exportação é o Consumo Aparente Nacional (CAN), ele é calculado da seguinte maneira: a importação do produto é acrescentada ao que é produzido dele e subtraí-se a sua exportação. Na Figura 5, é possível observar que, de maneira geral, há uma tendência de crescimento do consumo de EPS no Brasil e que somente a produção do País não é suficiente para suprir a sua demanda, sendo necessário realizar a importação desse item.

Figura 5. Mercado brasileiro de isopor.



Fonte: (EPS BRASIL, 2018).

O CAN e a produção nacional de EPS cresceram, respectivamente, a uma taxa anual de 4% e 4,8%. Na mesma base de comparação, as exportações cresceram a 6,3% a.a. e as importações a 3,2% a.a. (EPS BRASIL, 2018). Diante da dimensão da demanda de EPS no Brasil e no mundo, fica enaltecida a importância da destinação correta do isopor. Para amenizar essa situação de alta demanda, percebe-se, no Brasil, que existem vários esforços no sentido de tornar possível e viável a reciclagem do isopor.

Um exemplo desse esforço foi a outorga, em 2010, da lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que contém diretrizes importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos. Essa lei prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e propicia o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos, bem como concede a destinação adequada dos rejeitos que não poderão ser reutilizados (BRASIL, 2010).

Ainda conforme Brasil (2010), a PNRS instituiu a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e criou metas importantes que contribuem para a eliminação dos lixões, além de instituir instrumentos de planejamento nos diversos níveis nacionais. Devido a esses fatores e outros, a PNRS coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que diz respeito ao marco legal.

Apesar dessa igualdade, infelizmente, o isopor não entrou na lista de produtos que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de LR, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Essa listagem inclui os seguintes itens: resíduos e embalagens de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos, lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos (BRASIL, 2010).

Ainda que o isopor não foi incluído nesse rol, percebe-se avanços no volume de reciclagem do EPS de pós-consumo por exemplo, que apresentou um crescimento de 25,3% ao ano no período de 2008 a 2012, onde a região Sudeste correspondeu a 41,9% do EPS reciclado, seguida da região Sul, com 37,1%. Esse resultado de reciclagem foi bastante expressivo e comparável ao de países desenvolvidos. Outra evolução observada a respeito desse tema é que 22 recicladoras de EPS no Brasil faturaram um total de 85,6 milhões e possuíam uma capacidade instalada de 30.473 toneladas ao ano (MAXIQUIM; PLASTIVIDA, 2012).

Por outro lado, também existem esforços para amenizar o consumo de EPS, substituindo o isopor em algumas aplicações por materiais alternativos, como é o caso da bioespuma, que é biodegradável. Segundo Ereno (2007), apesar desse material apresentar um tempo de deterioração muito menor que o do isopor, por volta de 2 a 3 anos, ele ainda assim representa uma ameaça ao meio ambiente, devido ao excesso de embalagens utilizadas. Logo, percebe-se que a alternativa mais conveniente para o meio ambiente é diminuir o consumo de embalagens descartáveis, ou fechar o ciclo de materiais, reciclando-os.

2.4 BARREIRAS DA LR

Bouzon, Govindan e Rodriguez (2015) definem barreiras como obstáculos que dificultam o acontecimento de um fenômeno. Essas barreiras foram estudadas previamente e, de maneira geral, são divididas em dois grupos: internas e externas. Abdulrahman, Gunasekaran, Subramanian (2014) e Hillary (2004) definem que as barreiras internas são os obstáculos que existem dentro empresa, enquanto que as barreiras externas são os obstáculos presentes fora da empresa.

Tratando-se especificamente da implementação da LR na cadeia de suprimentos, essas barreiras representam resistências tão grandes, que a prática da LR é considerada a

iniciativa mais difícil para se implementar quando comparada com outras práticas verdes (HSU et al.; 2013).

Para melhor compreensão, considerou-se necessária a listagem das principais barreiras à implementação da LR, agrupadas de acordo com sua categoria, que se encontram do Quadro 1 até o Quadro 7.

Quadro 1. Barreiras referente à Tecnologia e Infraestrutura (T&I).

Código	Barreiras	Descrição
B1	Falta de habilidades técnicas	Há falta de mão de obra qualificada e falta de capacidade para realizar atividades de LR
B2	Falta de padrões de sistemas de TI	Há falta de informações e sistemas de TI para LR, ou incompatibilidade de sistemas de TI e suporte inadequado à tecnologia da informação para canais reversos.
B3	Falta de tecnologias novas/recentes	Falta de tecnologias mais avançadas para realizar a reciclagem de produtos / materiais.
B4	Infraestrutura industrial deficiente.	Falta de infraestrutura, como armazenamento, equipamentos de manuseio e veículos para o movimento de produtos de fim de vida.
B5	Tecnologia, pesquisa e questões de desenvolvimento relacionadas à recuperação de produtos	Há uma complexidade de design para reciclar/reutilizar produtos usados e os fabricantes resistem a melhorar o <i>design</i> para a recuperação de produtos de fim de vida. As tecnologias de reciclagem ou o design para as técnicas "X" não são, na maioria das vezes, práticas, especialmente em países em desenvolvimento.
B6	Complexidade na operação	Os sistemas de LR são mais incertos e complexos quando comparados com a distribuição física de produtos, porque as opções e os processos de recuperação variam em função das características dos produtos e dos ciclos de vida, da capacidade das instalações e dos recursos necessários.

Fonte: Traduzido de Bouzon et al. (2016).

Quadro 2. Barreiras referente à Governança e processos da cadeia de suprimentos.

Código	Barreiras	Descrição
B7	Dificuldades com os membros da cadeia de suprimentos	Fraca coordenação e suporte na cadeia de suprimentos para a implementação e gestão da LR, como a falta de comprometimento do fornecedor; falta de disposição dos varejistas de compartilhar informações sobre custos; relutância dos revendedores, distribuidores e varejistas às atividades de LR.
B8	Previsão e planejamento limitados	Muitas empresas enfrentam dificuldades na previsão e no planejamento da cadeia reversa devido ao grau de diversidade de mercadorias e fluxos, que gera imprevisibilidade de oferta ou demanda e <i>mix</i> de produtos que retornam.
B9	Qualidade inconsistente	A qualidade do produto que retorna é incerta.
B10	Complexidade em encontrar terceiros para a LR	Encontrar terceiros para coletar bens usados não é fácil. Além disso, existem poucas empresas de consultoria para o campo da LR.
B11	Falta de um sistema de gerenciamento de desempenho adequado	Falta de métricas de desempenho apropriadas e um sistema de gerenciamento de desempenho para LR.
B12	Cooperação organizacional inadequada	Falta de cooperação interdepartamental, causando restrições no fluxo de informações.

Fonte: Traduzido de Bouzon et al. (2016).

Quadro 3. Barreiras referente às questões econômicas.

Código	Barreiras	Descrição
B13	Falta de capital inicial	As empresas não possuem capital para implementar a LR, pois existe um alto custo do processo de adaptação ambiental (novas máquinas, certificação).
B14	Fundos para treinamento	Falta de financiamento para treinamento de recursos humanos para operações de LR.
B15	Monitoramento do sistema/armazenamento de retorno e manuseio	Falta de suporte para investimentos em sistemas de monitoramento para operações de LR, armazenamento e manuseio. Investir em atividades de recuperação de produtos não é justificável em termos econômicos.
B16	Complexidade em impostos	Fluxos complexos de bens criam um alto grau de complexidade tributária e levam a custos fiscais inesperados.
B17	Incerteza relacionada a questões econômicas	Há uma demanda por lucro dos acionistas e o estabelecimento de atividades de recuperação de produtos constitui um investimento altamente incerto, no qual é difícil ver os benefícios econômicos.
B18	Falta de economia de escala	Em comparação aos os fluxos diretos, a LR pode ser incerta em relação ao volume de produtos devolvidos, criando uma dificuldade em atingir economia de escala.

Fonte: Traduzido de Bouzon et al. (2016).

Quadro 4. Barreiras referente às questões de conhecimento.

Código	Barreiras	Descrição
B19	Falta de conhecimento sobre práticas de LR	Dificuldade em obter informações sobre as melhores práticas em RL.
B20	Falta de informações sobre os canais de retorno	Não há disseminação adequada de informações sobre os canais de devolução disponíveis para os clientes devolverem seus produtos.
B21	Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios	Falta de publicidade e conhecimento sobre LR. Falta de consciência sobre os benefícios do retorno do produto.
B22	Falta de conhecimento tributário sobre produtos retornados	As empresas podem enfrentar uma carga de custos devido à falta de conhecimento dos procedimentos aduaneiros e apoio financeiro para pagamentos de impostos sobre valor agregado.
B23	Falta de consciência sobre leis ambientais	Falta de consciência da legislação ambiental e os benefícios da adoção da LR.

Fonte: Traduzido de Bouzon et al. (2016).

Quadro 5. Barreiras referente às questões políticas.

Código	Barreiras	Descrição
B24	Falta de leis específicas	Falta de políticas de apoio: a falta de legislação ou leis apropriadas é vista como uma grande barreira para as empresas se envolverem nos retornos.
B25	Falta de práticas de gestão de resíduos	Em muitos países, as práticas de gestão de resíduos não são implementadas devido à falta de políticas de devolução claras ou de uma gestão de resíduos não totalmente regulamentada.
B26	Falta de comunicação interministerial	A falta de comunicação interministerial poderia fornecer leis conflitantes.
B27	Falta de leis motivadoras	Falta de regulamentos ou leis para motivar os fabricantes a realizar a LR e manter um ambiente verde e também motivar os clientes a comprar produtos ecológicos.
B28	Uso indevido de leis ambientais	Algumas leis ambientais não estão bem implementadas, com lacunas, o que dá abertura para não implementação.
B29	Dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países	Complexidade criada pela globalização das cadeias de suprimentos, dificultando a implementação da responsabilidade ampliada do produtor.
B30	Política da empresa contra a LR	As empresas não querem ver seu “lixo” canibalizando as vendas do seu canal de primeira qualidade ou “A”, por isso, muitas vezes desenvolvem políticas que tornam muito difícil lidar com os retornos de maneira eficiente.

Fonte: Traduzido de Bouzon et al. (2016).

Quadro 6. Barreiras referente ao mercado e aos competidores.

Código	Barreiras	Descrição
B31	Percepção de um produto de qualidade inferior	Os clientes podem pensar que os produtos recuperados ou o uso de material reciclado são um padrão de qualidade inferior.
B32	Mercados de recuperação pouco desenvolvidos	Dificuldade em estabelecer mercados de materiais reciclados e em estabelecer mercados de produtos remanufaturados.
B33	Pouco reconhecimento da vantagem competitiva	Pouco reconhecimento da LR como fator na criação de vantagem competitiva

Fonte: Traduzido de Bouzon et al. (2016).

Quadro 7. Barreiras referente à gestão.

Código	Barreiras	Descrição
B34	Baixa importância da LR em relação a outras questões	As atividades de recuperação de produtos são consideradas inconsistentes com as principais operações da empresa (prioridade extremamente baixa em comparação com outras atividades).
B35	Baixo envolvimento da alta administração e planejamento estratégico	Resistência da alta administração para LR devido à cultura organizacional. Resistência à mudança e falta de planejamento estratégico e estrutura para LR.
B36	Aprovação limitada de licenças de eliminação	Um sistema não permite que uma empresa tenha permissões de descarte de muitos produtos ao mesmo tempo.

Fonte: Traduzido de Bouzon et al. (2016).

2.5 MÉTODO AHP

O método *Analytic Hierarchy Process*(AHP) fornece uma estrutura e metodologia para a determinação de um número de decisões importantes, subdividindo um problema de decisão complexa nos seus componentes ou níveis, e organizando esses níveis em uma ordem hierárquica. Em cada nível de hierarquia, os componentes são comparados relativos aos

outros usando um esquema de comparação em pares. O resultado desse processo sistemático pode ser um conjunto de prioridades, um composto de importâncias relativas ou um método de escalonamento entre as várias ações ou alternativas (SAATY, 2014).

O autor cita que não existe uma estrutura hierárquica única para usar em todos os problemas, porém ressalta que estruturar hierarquicamente um problema de decisão é uma maneira eficiente de lidar e identificar os seus principais componentes (SAATY, 2014).

Subramanian e Ramanathan (2012) afirmam que o AHP tem sido amplamente aplicado a problemas complexos reais, sendo que a gestão da cadeia de suprimentos é considerada como um dos temas de decisão mais abordados. Bouzon et al. (2016) complementam que dentro desse tema, a seleção de fornecedores é o assunto mais recorrente.

Na prática, Saaty (2008) explicita o procedimento do método AHP nas seguintes etapas:

- 1) Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado.
- 2) Estruturar a hierarquia de decisão do topo com o objetivo da decisão, depois os objetivos de uma perspectiva ampla, passando pelos níveis intermediários (critérios dos quais os elementos subsequentes dependem) até o nível mais baixo (que geralmente é um conjunto de alternativas).
- 3) Construir um conjunto de matrizes de comparação entre pares. Cada elemento em um nível superior é usado para comparar os elementos no nível imediatamente abaixo com relação a ele.
- 4) Usar as prioridades obtidas nas comparações para ponderar as prioridades no nível imediatamente abaixo. Fazer isso para cada elemento. Em seguida, para cada elemento no nível abaixo, adicionar seus valores ponderados e obter sua prioridade geral ou global. Continuar esse processo de pesagem até que as prioridades finais das alternativas no nível mais baixo sejam obtidas.

Saaty (2008) define que para realizar as comparações da etapa 3, utiliza-se a escala fundamental dos números absolutos, que indica quantas vezes mais importante ou dominante é um elemento em relação a outro elemento, tendo em vista o critério ou propriedade que eles estão sendo comparados. Essa escala é exibida Quadro 8.

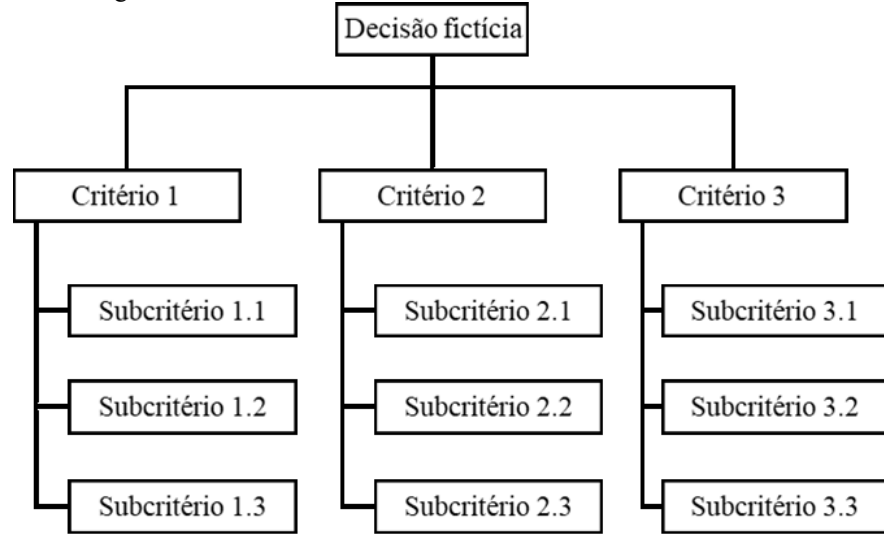
Quadro 8. Escala fundamental dos números absolutos.

Intensidade da importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
2	Fraca ou leve	
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade em detrimento de outra
4	Moderada mais	
5	Importância forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre outra
6	Forte mais	
7	Muito forte ou importância demonstrada	Uma atividade é favorecida muito fortemente em detrimento de outra; seu domínio demonstrado na prática
8	Muito, muito forte	
9	Extremamente forte	A evidência que favorece uma atividade em detrimento de outra é da mais alta ordem possível de afirmação

Fonte: Adaptado de (SAATY, 2008).

Para auxiliar na compreensão do método, será tomado como exemplo uma decisão fictícia de uma empresa, que foi hierarquizada de acordo com critérios e subcritérios relevantes, eles são apresentados na Figura 6.

Figura 6. Critérios e subcritérios de uma decisão fictícia.



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 6 já engloba as etapas 1 e 2 do procedimento descrito por Saaty(2008), citado anteriormente. A partir dessa estrutura, os critérios e subcritérios precisam ser avaliados aos pares seguindo as diretrizes do Quadro 8, para serem obtidas as suas importâncias relativas e os seus pesos relativos à meta global. Essa avaliação é realizada entre os critérios, Tabela 1, e também em relação aos subcritérios, Tabela 2.

Tabela 1. Matriz de comparação aos pares dos critérios.

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	5	1
Critério 2	1/5	1	1/6
Critério 3	1	6	1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2. Matriz de comparação de um dos subcritérios.

	Subcritério 1.1	Subcritério 1.2	Subcritério 1.3
Subcritério 1.1	1	7	3
Subcritério 1.2	1/7	1	5
Subcritério 1.3	1/3	1/5	1

Fonte: Elaboração própria.

Exemplificando a interpretação da Tabela 2, a linha “Subcritério 1.1” e a coluna “Subcritério 1.2” possui o valor de 7, ou seja, isso significa que a primeira variável possui

importância relativa muito forte se comparada com a segunda. É automático que 1/7 é necessário na linha “Subcritério 1.2”, e coluna “Subcritério 1.1” e que a diagonal principal se limite ao valor unitário. Após construir a matriz que compara os critérios e também as matrizes que comparam os subcritérios entre si, a etapa 3 do procedimento de Saaty(2008) está concluída.

Por fim, para concluir o método AHP, deve-se obter o vetor de critérios (vetor Eigen) e, em seguida, validá-lo verificando sua consistência. Portanto, é necessário normalizar a matriz de comparação, dividindo-se cada valor da matriz pelo total da própria coluna. A seguir, deve-se obter a média aritmética de cada linha na matriz normalizada, para então obter o vetor Eigen. É importante ressaltar que o somatório dos valores obtidos deve totalizar 1(VARGAS, 2010).

O valor encontrado para o vetor de Eigen tem significado físico direto no AHP. Ele determina a participação ou o peso daquele critério no resultado total da meta e torna-se possível uma comparação direta entre 2 variáveis, por exemplo, se, no vetor Eigen, o primeiro critério possui o valor de 50% e a outro 10%, então o primeiro é 5 vezes mais relevante se comparado com o segundo (VARGAS, 2010).

Conforme citado, antes de utilizar como referência o vetor Eigen, necessita-se verificar a inconsistência dos dados, através do índice de consistência (CI) e para obtê-lo, é necessário calcular, preliminarmente, o número principal de Eigen (λ_{\max}), que é dado pelo somatório do produto de cada elemento do vetor Eigen pelo total da respectiva coluna da matriz comparativa original.

A seguir, é possível utilizar a Equação (1) para calcular o CI, sendo que “n” representa o número de critérios analisados.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Além do CI, verifica-se o índice de consistência aleatório (RI), que varia conforme o número de critérios analisados e deve ser obtido conforme a Tabela 3. Tabela de índices de consistência aleatórias.

Tabela 3. Tabela de índices de consistência aleatórias.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: (SAATY, 2005)

Finalmente, obtém-se a taxa de consistência (CR), conforme a Equação (2), sendo que o limite para os dados serem consistentes é possuir CR inferior a 10%, ou seja, caso esse limite seja respeitado, os valores do vetor Eigen são considerados válidos (SAATY, 2005).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Da mesma forma que foi realizado o procedimento de obtenção do vetor Eigen e validação da consistência de dados dos critérios, é necessário repetir o processo de modo idêntico com os subcritérios, para obter todas as importâncias relativas e, assim, calcular a importância global dos critérios.

Por fim, a prioridade global é obtida através da multiplicação de cada prioridade do primeiro nível, por sua respectiva do segundo nível, sendo que o somatório desses valores deve corresponder ao valor 1.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa em questão se caracteriza como qualitativa, pois observa-se a ênfase na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado. Entende-se o indivíduo desde trabalhadores até diretores e também outros profissionais que não são empregados da organização, como por exemplo os fornecedores. A abordagem qualitativa se preocupa na obtenção de informações sobre a perspectiva de cada um desses indivíduos, sendo que a realidade subjetiva deles é relevante para o desenvolvimento da pesquisa (CAUCHICK, 2012).

Segundo Cauchick (2012), dentro da engenharia de produção, a abordagem qualitativa significa o pesquisador visitar a organização pesquisada fazendo observações e, sempre que possível, coletar evidências. Isso demonstra que a interpretação do ambiente em que a problemática acontece é de suma importância.

Ainda conforme Cauchick (2012), na engenharia de produção, os métodos de pesquisa mais apropriados para conduzir uma pesquisa qualitativa são o estudo de caso e a pesquisa-ação, sendo que o presente trabalho caracteriza-se como estudo de caso, visto que há baixo grau de envolvimento com os indivíduos e a organização pesquisada, além de não haver ações para mudança organizacional durante a pesquisa.

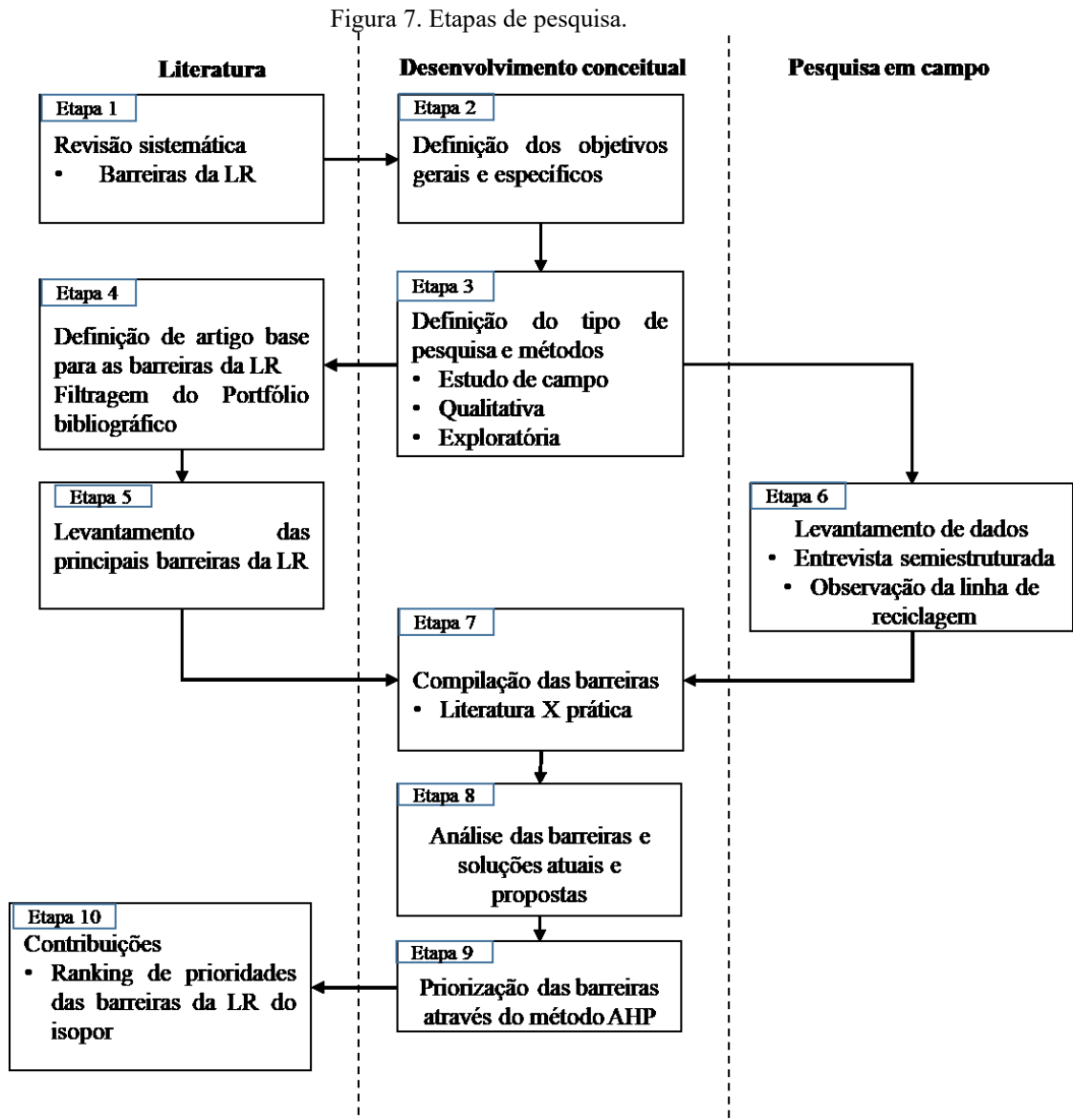
Conforme Provdanov e Freitas (2013), do ponto de vista do objetivo da pesquisa, o presente trabalho é caracterizado como exploratório pois visa proporcionar maior

familiaridade com o problema, tornando-o explícito e construindo hipóteses sobre ele. Por conta disso, a intuição do autor a respeito do tema em questão é enaltecida.

No que diz respeito à coleta de dados, foram realizadas presencialmente entrevistas semiestruturadas com especialista da empresa e também observação direta da linha de reciclagem. E no que se refere à pesquisa na literatura, o procedimento adotado envolve etapas que se pertencem a três esferas principais: a literatura, o desenvolvimento conceitual e a pesquisa em campo. Essas etapas serão melhor descritas no tópico a seguir.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

As etapas de pesquisa estão descritas na Figura 7.



Fonte: Elaboração própria.

Primeiramente na Etapa 1, realiza-se uma revisão sistemática do tema barreiras da LR, com o objetivo de angariar informações a respeito do assunto e definir objetivos que estejam alinhados com pesquisas da atualidade. Em seguida, na Etapa 2, definiu-se os objetivos gerais e específicos da pesquisa. Já na Etapa 3, determinou-se que a pesquisa é um estudo de caso de cunho qualitativo e exploratório. Depois, na Etapa 4, decidiu-se utilizar como referência um artigo que compilou as principais barreiras da LR. Posteriormente, na Etapa 5, identificou-se as principais barreiras da LR do isopor na literatura, que abrangeu tanto as barreiras do artigo referência como também as barreiras complementares, concomitantemente a essa etapa, na Etapa 6, levantou-se as principais barreiras enfrentadas pela empresa na prática, através de uma entrevista semiestruturada com especialistas da área, para que deste modo, seja possível realizar o confronto das informações da literatura com a realidade na Etapa 7. Em seguida, na Etapa 8, foram analisadas tanto as soluções que a empresa já realiza para evitar essas dificuldades, como também foram propostas outras. Já na Etapa 9, foram priorizadas as barreiras conforme método AHP e, por fim, na Etapa 10, foi obtido um *ranking* das barreiras ordenadas de acordo com seu grau de importância.

3.2.1 Delimitação do Tema

O interesse dessa revisão sistemática é levantar as principais barreiras encontradas na implementação e realização da LR. Portanto, o ponto de início é utilizar como base o estudo, que analisou por completo um portfólio de 54 *double-blind peer-review papers*, classificando um total de 36 barreiras e 37 drivers da LR conforme as dimensões e as categorias (GOVINDAN; BOUZON, 2018).

Com o objetivo de uma possível complementação da lista de barreiras utilizada como base, foi realizada uma revisão sistemática de estudos que apresentam de maneira explícita os termos “Reverse Logistics” e “Barriers”, escritos entre 2015 e 2018 e de *journals* relevantes para a área.

3.2.2 Seleção do Portfólio Bibliográfico

O levantamento do Portfólio foi realizado com o seguinte comando de busca: “Reverse Logistics” and “Barriers” e foram consultadas as seguintes bases de dados: *Scopus*,

Emerald Insight, Wiley, Science Direct, Research Gate, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES/MEC.

Em alguns casos, foi necessária uma adaptação nas ferramentas avançadas de busca para compatibilizar a quantidade de artigos encontrada com o objetivo, dessa maneira a Tabela 4 foi obtida, totalizando 403 artigos, sendo que não foram contabilizados os artigos que possuem restrição de acesso.

Tabela 4. Quantidade de artigos encontrados.

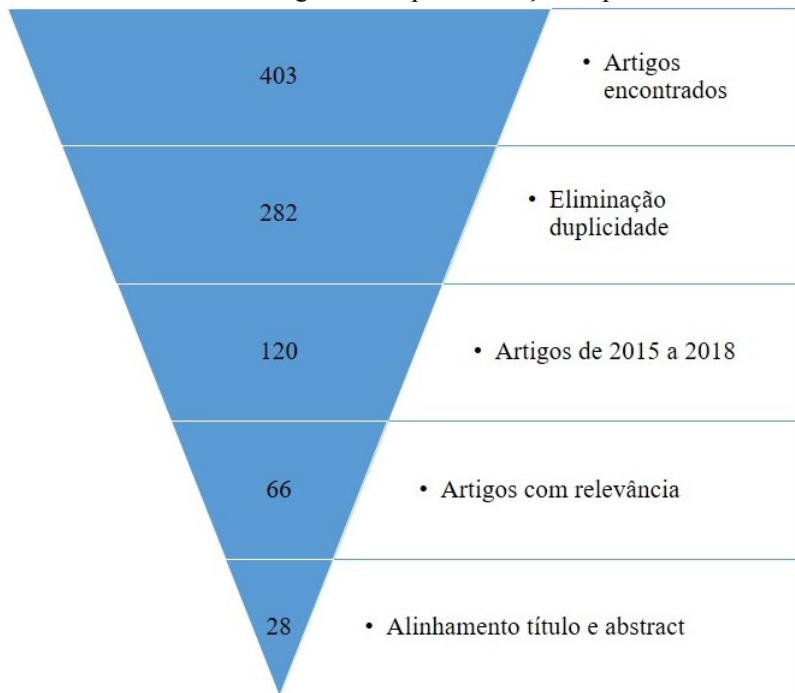
Scopus	72
Emerald Insight	8
Wiley	106
Science Direct	21
Research Gate	81
Google Acadêmico	94
Portal de periódicos da CAPES/MEC	21

Fonte: Elaboração própria.

Após obtenção do Portfólio bibliográfico bruto com o auxílio do Software de gestão de portfólio bibliográfico, *Mendeley*, é realizada uma filtragem em três etapas.

Primeiramente, elimina-se as duplicidades encontradas, em seguida, são retirados os artigos que foram escritos até 2014, pois os autores Govidan e Bouzon (2018) já incluíram os artigos mais relevantes anteriores a esse ano. Em seguida, retira-se os artigos, simpósios e capítulos de livros, restando apenas *journals* mais relevantes, por fim, analisa-se os títulos e resumos dos artigos restantes para remover os que estão desalinhados com o escopo do estudo. Ao final dessa filtragem, encontrou-se um total de 28 artigos. Na Figura 8. Etapas de seleção de portfólio., é possível observar as etapas descritas acima, sendo que os números que estão dentro do filtro correspondem a quantidade de artigos após a referente etapa.

Figura 8. Etapas de seleção de portfólio.



Fonte: Elaboração própria.

A partir disto, realizou-se a leitura integral de todos os 28 artigos de modo a levantar barreiras da LR com o objetivo de complementação das barreiras do artigo base, conforme citado na delimitação do tema.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Neste tópico, são apresentados as discussões e os resultados obtidos com o presente trabalho.

4.1 A EMPRESA

Por razões de confidencialidade de dados, a empresa estudada será chamada de Empresa X. A empresa conta com uma operação verticalizada, que abrange desde fabricação da matéria-prima, desenvolvimento de produtos até reciclagem do EPS, fortalecendo a autonomia e o compromisso no desenvolvimento de soluções que agregam tecnologia, inovação e sustentabilidade.

A filial dessa grande empresa do setor plástico está localizada no sul do Brasil e é especializada em reciclagem de isopor, contando com mais de 1.100 pontos de coleta e mais

de 370 cooperativas parceiras. Desde 2007, a empresa recolheu e reciclou mais de 40 mil toneladas de EPS de pós-consumo, número bastante expressivo diante da realidade do setor.

A empresa está alinhada com questões ambientais e com a sustentabilidade, inclusive, inclui no seu planejamento estratégico, ações que visam cumprir, no que tange ao seu alcance, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais estão presentes na Agenda de 2030, que aborda a questão do desenvolvimento social e econômico a nível global e foi proposta pela Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU). Além desse propósito, a empresa X também possui diversas iniciativas para encontrar soluções sustentáveis para seus produtos, como, ser integrante do Global Packaging Alliance, que estabelece uma parceria entre os principais fabricantes de EPS do mundo para troca de tecnologias e soluções.

A empresa possui compromisso, junto a ministérios do meio ambiente, para ampliação da reciclagem de embalagens, também possui o Selo Nacional de Plásticos Reciclados, certificado da Associação Brasileira da Indústria de Plástico (ABIPLAST), para empresas adequadas aos conceitos de reciclagem, sustentabilidade e proteção ambiental. Frequentemente, ela desenvolve projetos e parcerias com prefeituras e cooperativas, como por exemplo, ela atuou como protagonista na criação de um projeto referência na reciclagem de isopor no País.

A motivação de realizar a LR do EPS surgiu da solicitação de seu principal cliente de EPS virgem, já que ele não queria atrelar a marca de sua empresa com possíveis problemas ambientais decorrentes do fim de vida útil do EPS. Outro fator que impulsionou a implementação desse processo reverso, foi a PNRS, conforme citado anteriormente, essa lei contém diretrizes importantes para mitigar diversos problemas ambientais, sociais e econômicos do País, e apesar do EPS não estar inserido nos seis setores englobados na lei, o processo de reciclagem coincide com os princípios e objetivos da lei.

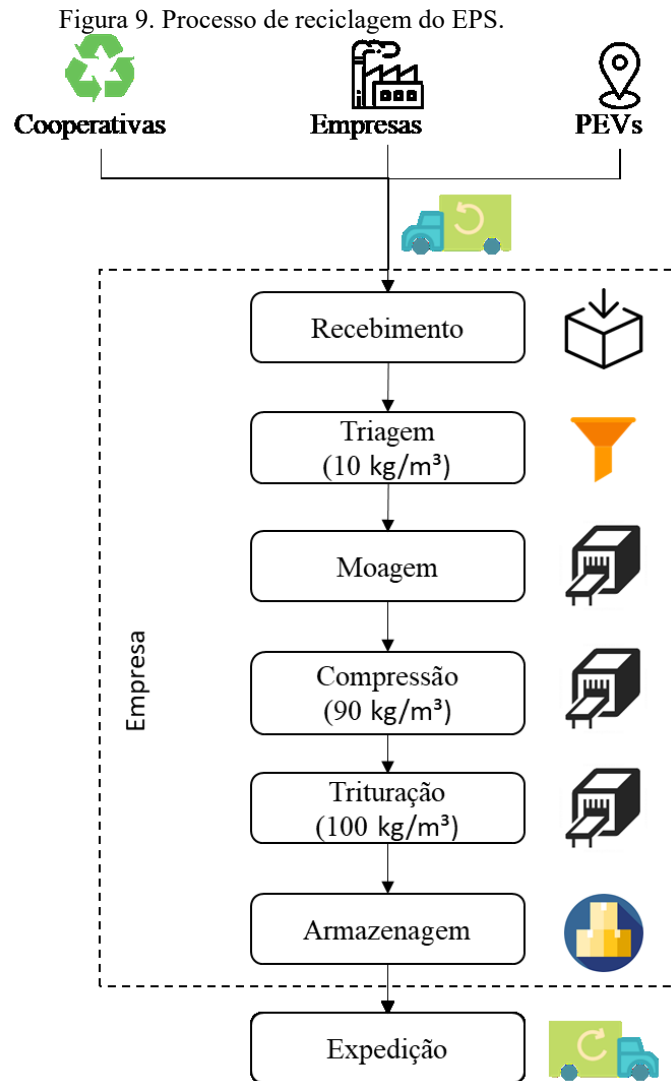
No que diz respeito ao processo de reciclagem em si, o material chega à empresa, principalmente, por três meios principais: as empresas que utilizam o EPS em larga escala, representando cerca de 60% do total do isopor reciclado pela empresa, as cooperativas, que são instituições que desenvolvem o processo de tratamento de materiais recicláveis e os enviam às empresas recicladoras, correspondendo a 30% do total de EPS reciclado e, por fim, os últimos 10% são originados dos pontos de entrega voluntária (PEVs), que são locais, estrategicamente distribuídos pela cidade, para entrega direta dos consumidores.

O transporte do material, externo à empresa, é realizado através de duas formas principais: frota de caminhões própria, que representa em torno de 20% do material

transportado, enquanto que o restante é realizado por caminhoneiros autônomos, contratados através de um aplicativo de fretes. Segundo o especialista consultado, essa ferramenta tecnológica é bastante conveniente e proporciona economia, visto que facilita a comunicação e aproveita caminhoneiros mais próximos dos pontos de coleta do material.

No processo de reciclagem do EPS, são compreendidas 7 etapas fundamentais: recebimento, triagem, moagem, compressão, trituração, armazenagem e expedição. Primeiramente, o material proveniente das cooperativas, das empresas e dos PEVs é recebido e, então, realiza-se uma triagem inicial, que seleciona o material de maior qualidade, com o intuito de destiná-lo para aplicações mais nobres, como réguas e cabides. O restante é destinado para aplicações que não exijam tais propriedades, como rodapés por exemplo. Nessa etapa, a densidade do EPS está conforme o utilizado no dia a dia e se aproxima de 10 kg/m³.

Então, o material segue para o processo de moagem, e em seguida, procede para a compressão, onde adquire uma densidade equivalente à 90 kg/m³. Depois, o material é destinado para a trituração, atingindo uma densidade ainda maior, com o valor de 100 kg/m³. Por fim, o EPS triturado é acondicionado em *big bags* para ser vendido para empresas de diversos ramos, como construção civil e calçados. A Figura 9 resume o processo de reciclagem do EPS.



Fonte: Elaboração própria.

Em 2019, a empresa reciclou em média 240 toneladas de EPS por mês, sendo que a capacidade de reciclagem da planta é de, aproximadamente, 550 toneladas por mês. Comparando esses valores, percebe-se que a taxa de operação oferece uma grande oportunidade de melhoria, no entanto existem diversos empecilhos que atrapalham nessa melhoria de performance.

No próximo tópico, as barreiras que limitam o crescimento da quantidade de EPS reciclado serão descritas, para esclarecer os motivos da existência da grande disparidade entre o consumo de EPS no Brasil com a sua reciclagem.

4.2 BARREIRAS ENCONTRADAS NO CASO E SOLUÇÕES REALIZADAS

Apesar da empresa possuir uma filial especializada em LR e apresentar total domínio do processo de reciclagem do EPS, ainda assim, ela enfrenta diversas barreiras que impedem o crescimento e a expansão da reciclagem de isopor no País, essas barreiras são caracterizadas tanto internas como externas à empresa e são inerentes à realidade do processo de LR do EPS. Abaixo, seguem as principais barreiras levantadas na visita técnica, sendo que elas foram obtidas através de uma entrevista semiestruturada com o especialista da empresa.

Escassez de aplicações para o EPS reciclado

Segundo o especialista consultado, o grande problema da empresa é encontrar novas aplicações para o EPS reciclado que sejam simples e demandem alta escala desse produto, pois enxerga-se um grande potencial de aumento na taxa de EPS reciclado, devido a dois fatores principais: a grande disparidade entre o EPS consumido e o efetivamente reciclado e a existência de inúmeros clientes inexplorados ao longo do País. Mas, por outro lado, a demanda de produtos que utilizam esse material como insumo é relativamente escassa, pois, as aplicações atuais estão restritas a uma gama pouco variada de produtos e enfrentam diversas limitações quanto a sua utilização, referentes a uma suposta qualidade inferior ou a questões de higiene.

Por exemplo, em diversos países da Europa, o EPS reciclado é utilizado como isolante térmico em ambientes, entretanto existem grandes diferenças relacionadas ao clima e à cultura que viabilizam essa utilização, enquanto que, no Brasil, a utilização de EPS reciclado para fins de isolamento não convém. As aplicações que mais demandam o EPS reciclado, no Brasil, são, principalmente, da área de construção civil, com rodapés e preenchimento de lajes por exemplo, mas também se utiliza no setor de calçados, com o auxílio no preenchimento de solados.

Apesar desses destinos já estabelecidos, a empresa X busca, incessantemente, novas utilidades para o EPS reciclado para poder expandir o seu negócio. Portanto, baseado na entrevista realizada com o especialista da empresa, julgou-se conveniente considerar essa barreira como complementar, referente à falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil (BC1), que é bastante específica, porém tem grande impacto para a empresa.

Baixo preço de compra

No que diz respeito ao valor pago por quilo, o EPS é muito desvalorizado se comparado com outros materiais reciclados, como o alumínio por exemplo. A maior

atratividade econômica de outros produtos, em relação ao isopor, representa uma grande barreira para alavancar a reciclagem do EPS.

A maioria das cooperativas empenha seus esforços na reciclagem dos produtos que possuem maior valor agregado. Tomando como base de comparação, o quilo de alumínio vale, aproximadamente, 9,5 vezes mais do que o quilo de isopor, isso demonstra o porquê da omissão por parte de diversas cooperativas em relação ao EPS. Tendo em vista esse baixo valor agregado, exige-se um alto giro para poder compensar essa baixa cotação, atrapalhando o processo de reciclagem do isopor. Além desse fator, outra característica bastante vinculada com a barreira de preço de compra é a cubagem elevada do EPS, melhor descrita a seguir.

Cubagem elevada

Visto a baixa densidade do EPS, o seu transporte e a sua armazenagem são verdadeiras objeções para a viabilidade da LR, já que é um material leve e que ocupa muito espaço, características fornecidas, expressivamente, pela grande presença de ar na composição do material. Assim sendo, torna-se pouco vantajoso se trabalhar com esse produto, já que seu transporte é oneroso e seu valor agregado é baixo, proporcionando incerteza econômica para esse processo.

Para fins de comparação, a média de densidade do isopor equivale a 10 kg/m^3 , enquanto que a do alumínio, gira em torno de 2700 kg/m^3 , ou seja, 1 metro cúbico de alumínio pesa 270 vezes mais do que o de isopor, dessa forma, o alumínio apresenta um potencial de valor econômico muito superior e, portanto, é muito mais atrativo.

Desconhecimento da população

A maioria dos brasileiros não sabe onde ou como descartar o isopor, um plástico que pode ser 100% reaproveitado a partir de sua reciclagem. Isso faz parte da rotina da empresa X e representa uma grande dificuldade para a recicladora de EPS, visto que o seu insumo depende da destinação correta do isopor pela população, sendo que esse é um fato desconhecido da mesma.

Além do desconhecimento geral, outro agravante é o fato de muitas cidades não possuírem o sistema de coleta seletiva, sendo que dentre elas, não são todas as instituições que separam o isopor para reciclagem, visto seu baixo valor agregado e elevada cubagem, conforme citado anteriormente. Desta forma, o destino desse material acaba sendo, na maioria das vezes, o aterro sanitário, que é uma alternativa barata, porém não indicada, pois esse espaço acaba se tornando saturado rapidamente, devido ao grande volume ocupado pelo EPS.

Dessa forma, gera-se a necessidade de mais investimentos em aterros sanitários por parte das prefeituras.

Descumprimento da responsabilidade compartilhada

A responsabilidade compartilhada atribui responsabilidades a todos os *players* da cadeia de suprimentos no manejo dos resíduos. Essas atribuições fazem parte da PNRS, em vigor desde 2010, porém observa-se que elas não são realidade no Brasil. Esse fato decorre de diversos fatores, entretanto os principais são a falta de controle por parte das fiscalizações, a impunidade por descumprir as leis ambientais e desconhecimento dos benefícios proporcionados pela LR do EPS. Além disso, conforme citado anteriormente, as embalagens de EPS não entraram na lista de produtos que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de LR.

Dessa forma, os custos da operação concentram-se principalmente na recicladora de EPS, sendo que essas despesas deveriam ser distribuídas nos *players* ao longo da cadeia de suprimentos. Portanto, é fundamental que exista a cooperação de todos os *players* para obter êxito no processo.

Elevada tributação sobre produto retornado

Infelizmente, o Brasil não possui incentivos fiscais para aumentar a venda de produtos reciclados no mercado, ou seja, não há incentivo governamental para o desenvolvimento sustentável no que diz respeito aos impostos, o que desencoraja a entrada no setor de reciclagem. Além de pagar igualmente os impostos como IPI, ICMS, PIS e COFINS, os produtos reciclados, muitas vezes, são bitributados, já que esses impostos são cobrados uma vez quando o produto virgem é comercializado e outra quando o produto reciclado é novamente negociado, tornando o processo reverso muito oneroso e praticamente inviável.

Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR

As cooperativas e coletas seletivas são instituições com viés também social, por esse motivo, muitas vezes, existe despreparo, no quesito técnico da LR, não só por parte dos colaboradores, como também da gestão dessas entidades, que é ineficiente. Além disso, problemas com alta taxa de *turnover* fazem parte do cotidiano dessas organizações, agravando ainda mais a questão de possuir mão de obra desqualificada para a LR. Esses entraves se apresentam como grandes barreiras para a expansão da reciclagem no País.

4.3 BARREIRAS COMPLEMENTARES DA LR

A partir da leitura integral do artigo base, dos artigos citados e da visita realizada na recicladora, foi possível ter uma melhor compreensão acerca dos principais desafios e dificuldades enfrentados por empresas que empenham esforços na implementação e manutenção da LR, independente do setor ou país. Identificou-se a necessidade de citar a falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil como uma barreira complementar, visto que esse é um grande impedimento atual da empresa e não havia uma barreira anterior que represente exatamente esse problema, portanto ela foi considerada como a barreira complementar número 1 (BC1). Em seguida, conforme Seleção do Portfólio Bibliográfico, foram identificadas mais quatro barreiras complementares ao artigo base, conforme o Quadro 9.

Quadro 9. Barreira complementares da LR.

Código	Barreiras	Referências
BC2	Eliminação em aterros sanitários	(PRAKASH; BARUA, 2015)
BC3	Baixa segurança de dados e informações dentro da cadeia de suprimentos	(PRAKASH; BARUA, 2015)
BC4	Medo de falhar	(KAUR; AWASTHI, 2018)
BC5	Há uma noção de que os retornos são desperdícios.	(THIYAGARAJAN; ALI, 2016)

Fonte: Elaboração própria.

A eliminação em aterros sanitários (BC2) é bastante recorrente em diversos setores, visto que os baixos custos de descarte de materiais combinados com a impunidade frente à PNRS, por exemplo, não justificam os custos incorridos com a realização da LR. A terceira barreira trata sobre a baixa segurança de dados e informações dentro da cadeia de suprimentos (BC3) e, atualmente, exerce papel de grande dificuldade na implementação da indústria 4.0. Portanto, a segurança de dados torna-se essencial para a sobrevivência das empresas que estão inseridas nessa nova modalidade.

A quarta e a quinta barreiras foram caracterizadas como complementares, apesar de apresentarem bastante similaridade com as já presentes no artigo base. O medo de falhar (BC4), é uma barreira fortemente associada com, por exemplo, as incertezas envolvidas no processo, a falta de conhecimento e a resistência à mudança. Enquanto que a noção que retornos são desperdícios (BC5) é uma percepção concebida da falta de conhecimento da

população a respeito do assunto. Portanto, a lista completa de barreiras complementares se encontra no Quadro 10.

Quadro 10. Lista completa de barreiras complementares.

Código	Barreiras
BC1	Falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil
BC2	Eliminação em aterros sanitários
BC3	Baixa segurança de dados e informações dentro da cadeia de suprimentos
BC4	Medo de falhar
BC5	Há uma noção de que os retornos são desperdícios.

Fonte: Elaboração própria.

4.4 COMPILAÇÃO DAS BARREIRAS: LITERATURA E PRÁTICA

Neste tópico, realiza-se a comparação entre as barreiras encontradas na literatura, conforme capítulo 2.4, e as barreiras realmente enfrentadas pela empresa, citadas no capítulo 4.2, com o objetivo de encontrar as convergências e divergências da prática e da teoria.

Referente à categoria de Tecnologia e Infraestrutura (T&I) a complexidade na operação (B6) representa uma barreira comum para empresas que estão inseridas no processo reverso, devido às incertezas inerentes e a maior complexidade, decorrente das inúmeras variáveis envolvidas no processo de recuperação do produto, considera-se que essa barreira é intrínseca ao processo reverso. Outra dificuldade encontrada, de uma maneira externa à empresa, é a falta de habilidades técnicas (B1) nas cooperativas por exemplo, onde os colaboradores não dispõem, de maneira geral, de qualidade técnica suficiente para realizar a LR, visto que essas instituições têm viés social e, para agravar essa situação, a taxa de *turnover* tende a ser elevada nessas instituições. Por outro lado, internamente à empresa, há qualidade técnica, devido aos investimentos realizados e treinamentos fornecidos aos colaboradores.

Apesar de não ser tão sofisticada no que diz respeito à tecnologia, utiliza-se de aplicativos de comunicação, para alinhar informações com os fornecedores, e de aplicativos de frete terceirizado, adotados recentemente e que tem impacto bastante significativo na redução do custo do serviço e, conseqüentemente, colabora com a viabilização do negócio.

Entretanto, a empresa não usufrui de um *software* específico de gerenciamento que tenha a capacidade de conciliar informações estratégicas próprias com as dos fornecedores, como consequência desse fato, apresenta-se uma forte dependência desses *players* e, também, denota-se fragilidade nesse ponto. Então, esse fator é um limitante e foi identificado na literatura como a falta de padrões de sistemas TI (B2).

Enquanto que a barreira complementar baixa segurança de dados dentro da cadeia de suprimentos (BC3) não é uma dificuldade real da empresa, visto que a empresa não está inserida em um setor da indústria 4.0, por exemplo, não há automação total do processo conforme essa modalidade ou compartilhamento de dados ao longo da cadeia de suprimentos.

Por estar alinhada com as estratégias da empresa e ser reconhecida como uma vantagem competitiva, destinam-se muitos esforços e investimentos para a operacionalização da reciclagem do isopor. Por esse motivo a infraestrutura conta com equipamentos adequados, modernos e que suprem a demanda atual, são eles: máquina de moagem, de trituração e de compressão, tubulações que transportam o isopor em processo de reciclagem e, também, empilhadeiras para transporte interno. Diante desses fatos, a falta de tecnologias novas/recentes (B3) não condiz com a realidade da empresa.

Tendo em vista a estratégia da empresa e o grande direcionamento de capital realizado, excluem-se diversas barreiras que citam um possível descompromisso com o meio ambiente ou com a LR, como infraestrutura industrial deficiente (B4), cooperação organizacional inadequada (B12), falta de capital inicial (B13), fundos para treinamento (B14), monitoramento do sistema/armazenamento de retorno e manuseio (B15), política da empresa contra a LR (B30), pouco reconhecimento da vantagem competitiva (B33), baixo envolvimento da alta administração, planejamento estratégico (B35), medo de falhar (BC4) e a noção de que os retornos são desperdícios (BC5).

Ao mesmo tempo que a empresa não se confronta com as barreiras citadas previamente, existem outras que representam grandes impedimentos para a viabilidade do processo, como por exemplo o desafio de viabilizar o retorno do isopor do cliente final até a recicladora, pois, conforme já citado, a baixa atratividade econômica do isopor em conjunto com a falta de interesse por terceiros na reciclagem do isopor e com a fraca coordenação e comunicação entre os poucos *players* da cadeia de suprimentos confirmam as barreiras: dificuldades com os membros da cadeia de suprimentos (B7), previsão e planejamento limitados (B8) e complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10).

Em relação às métricas e aos indicadores utilizados, existem dois problemas principais: não há grande controle dos produtos recebidos, dificultando o acompanhamento do desempenho e, também, faltam indicadores para um melhor monitoramento de performance, pois a empresa se restringe aos seguintes: tonelagem reciclada por horizonte de tempo, quantidade de máquinas por hora e peso de isopor por quilo de sucata. É evidente que falta um controle com maior rigidez na entrada dos produtos e, também, o desenvolvimento de outras métricas adequadas que auxiliem no direcionamento dos esforços como a rastreabilidade da origem do material, seja por fornecedor ou por região. Com essas afirmações, confirma-se a falta de um sistema de gerenciamento de desempenho adequado (B11).

A variedade de fornecedores de isopor para reciclagem e a falta de mão de obra qualificada são aspectos bastante relevantes, e tornam a qualidade do produto retornado não padronizada e, muitas vezes, inadequada, sendo necessária uma triagem inicial ou a remoção de rótulos das embalagens de isopor para dar sequência no procedimento, perturbando a fluidez do processo. Esse fato é traduzido na literatura como qualidade inconsistente (B9) e, também, faz parte da realidade da empresa.

O investimento na LR do isopor traz consigo muitas incertezas e riscos relativo às questões econômicas (B17), pois, avaliam-se os fatores de complexidade do processo reverso, devido a diversos obstáculos, o baixo valor agregado ao isopor, o alto volume ocupado em consequência da sua baixa densidade, a falta de conscientização da população e a falta de economia de escala (B18), decorrente da escassez de demanda para novas aplicações. Esses são alguns conceitos levados em consideração para concluir que é um setor bastante arriscado referente ao risco versus benefício, então, ponderando esses fatores, os potenciais investidores e *players* da cadeia são desencorajados a participar desse mercado.

Conforme diretrizes estratégicas da empresa, a sustentabilidade compõe um de seus pilares de sustentação e, portanto, considera-se que a reciclagem do isopor garante um diferencial competitivo há anos, e nesse período, a instituição conseguiu consolidar sua *expertise* nesse processo, se tornando não só altamente competente no processo em si, como também nas suas particularidades, como as leis e os impostos relacionados. Por esse motivo, a empresa não possui custos fiscais inesperados, excluindo a barreira B22, que cita a respeito do discernimento tributário, entretanto, enfrenta, como qualquer outra empresa brasileira, a complexidade do sistema tributário B16 do País. Do mesmo modo, possui plena consciência

sobre as leis ambientais vigentes, eliminando a barreira B23, que cita a falta de consciência da legislação ambiental e os benefícios da adoção da LR.

Ainda sobre a legislação de produtos retornados, salienta-se que essa questão é uma grande limitante e inibidora para o setor, já que a carga tributária já é bastante elevada e, para acentuar a situação, tributa-se o isopor reciclado duas vezes, uma quando é comercializado virgem e a segunda quando reciclado. Para complicar ainda mais, não existem leis em vigência motivadora de incentivo à reciclagem no Brasil ou consumo de produtos sustentáveis, entretanto, está em discussão o Projeto de Lei (PL) 7535 C que dispõe sobre incentivos para fomentar essa indústria, já que ele se fundamenta em três eixos principais: incentivos a projetos de reciclagem, a criação de um fundo para apoio e a emissão de títulos que financiem projetos de reciclagem. Portanto, constata-se não existem leis em vigor que impulsionem os fabricantes a aderirem à sustentabilidade na sua produção ou incentivem o consumo de produtos ecológicos, confirmando a barreira de falta de leis motivadoras (B27).

Para piorar o cenário, o desconhecimento é generalizado pela população sobre a possibilidade de reciclagem do isopor e dos problemas ocasionados caso o ciclo não seja fechado. Existem diversas causas que colaboram com esse fato, como a inexistência de coletas seletivas em muitas cidades brasileiras, a negligência perante a PNRS e a pouca disseminação adequada de informações sobre os canais de devolução disponíveis. Por esses motivos, confirma-se que há falta de consciência, por parte da população, a respeito da LR e seus benefícios (B21), bem como falta de informações sobre os canais de retorno (B20).

Conforme citado anteriormente, a PNRS tem como um dos seus objetivos a prevenção e a redução na geração de resíduos, bem como o incentivo da reutilização e reciclagem de resíduos sólidos. Essa lei é bem elaborada e atual, inclusive ela instituiu a responsabilidade compartilhada com um de seus preceitos, porém o grande problema é que, apesar disso, ela não é respeitada devido à falta de fiscalização e à impunidade, então, percebe-se que a lei não é eficaz. Desse modo, prejudica-se as empresas que honram com as obrigações previstas pela legislação e, portanto, excluem-se as barreiras: falta de leis específica (B24) e falta de comunicação interministerial (B26), enquanto que são confirmadas as dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países (B29), pois a empresa eventualmente exporta isopor reciclado, a falta de práticas de gestão de resíduos (B25), o uso indevido de leis ambientais (B28) e a barreira complementar eliminação em aterros sanitários (BC1), principalmente por causa da má implementação da PNRS.

Com relação às melhores práticas da LR, frequentemente, a empresa se atualiza. Por esse motivo, comparece em congresso nacionais e internacionais, tem contato com diversas empresas do ramo para realização de *benchmarking* e, também, sempre busca otimizar seu processo de reciclagem, assim sendo, a empresa está ciente das práticas atuais da LR e, portanto, a barreira, que infere sobre a falta de conhecimento sobre as melhores práticas da LR (B19), não faz parte da de sua realidade.

Ainda assim, existe uma percepção equivocada, por parte dos clientes, que o isopor reciclado possui uma qualidade inferior em relação ao material virgem, essa afirmação é falsa, pois, de acordo com diversos laudos e testes realizadas pela própria recicladora, as características do produto se mantêm e não são prejudicadas com a reciclagem do material. É importante ressaltar que existem restrições plausíveis quanto a utilização de isopor reciclado para fins de alimentação e de saúde, mas fora isso, a possibilidade de utilização do isopor reciclado para outras utilizações é viável. Essa barreira consta na literatura como percepção de um produto com qualidade inferior (B31) e é um grande entrave para a empresa, pois por conta dessa falsa impressão, constrói-se um cenário de dificuldade de desenvolvimento do mercado produtos remanufaturados ou reciclados (B32).

A barreira aprovação limitada de licenças de eliminação (B36) não faz parte da realidade da empresa pois diz respeito à limitação que empresas enfrentam de possuir permissões de descarte de muitos produtos ao mesmo tempo e como a empresa em questão trabalha exclusivamente com a reciclagem do isopor, essa dificuldade não faz parte do cotidiano da empresa. Da mesma maneira, a barreira B5, tecnologia, pesquisa e questões de desenvolvimento relacionadas à recuperação de produtos, não se aplica no caso da LR do isopor, pois o foco está no seu uso em embalagens e não no produto final.

A confirmação dessas barreiras para o caso do EPS demonstra suas peculiaridades e dificuldades, tornando o problema da LR complexo e único. O confronto das barreiras relatadas em trabalhos anteriores com a prática é resumido a seguir. Sendo que, no Quadro 11 são as barreiras da literatura que foram confirmadas pela recicladora, as barreiras práticas, enquanto que no Quadro 12 são que as que não fazem parte da realidade da empresa.

Quadro 11. Barreiras práticas da recicladora.

Código	Barreiras
B1	Falta de habilidades técnicas
B2	Falta de padrões de sistemas de TI
B6	Complexidade na operação
B7	Dificuldades com os membros da cadeia de suprimentos
B8	Previsão e planejamento limitados
B9	Qualidade inconsistente
B10	Complexidade em encontrar terceiros para a LR
B11	Falta de um sistema de gerenciamento de desempenho adequado
B16	Complexidade em impostos
B17	Incerteza relacionada a questões econômicas
B18	Falta de economia de escala
B20	Falta de informações sobre os canais de retorno
B21	Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios
B25	Falta de práticas de gestão de resíduos
B27	Falta de leis motivadoras
B28	Uso indevido de leis ambientais
B29	Dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países
B31	Percepção de um produto de qualidade inferior
B32	Mercados de recuperação pouco desenvolvidos
BC1*	Falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil
BC2*	Eliminação em aterros sanitários

Fonte: Elaboração própria.

*Barreiras complementares

Quadro 12. Barreiras da literatura que não foram confirmadas pela recicladora.

Código	Barreiras
B3	Falta de tecnologias novas/recentes
B4	Infraestrutura industrial deficiente.
B5	Tecnologia, pesquisa e questões de desenvolvimento relacionadas à recuperação de produtos
B12	Cooperação organizacional inadequada
B13	Falta de capital inicial
B14	Fundos para treinamento
B15	Monitoramento do sistema/armazenamento de retorno e manuseio
B19	Falta de conhecimento sobre práticas de LR
B22	Falta de conhecimento tributário sobre produtos retornados
B23	Falta de consciência sobre leis ambientais
B24	Falta de leis específicas
B26	Falta de comunicação interministerial
B30	Política da empresa contra a LR
B33	Pouco reconhecimento da vantagem competitiva
B34	Baixa importância da LR em relação a outras questões
B35	Baixo envolvimento da alta administração e planejamento estratégico
B36	Aprovação limitada de licenças de eliminação
BC3*	Baixa segurança de dados dentro da cadeia de suprimentos
BC4*	Medo de falhar
BC5*	Há uma noção de que os retornos são desperdícios

Fonte: Elaboração própria.

*Barreiras complementares

Apesar desses empecilhos, a empresa em questão consegue garantir a viabilidade do negócio através ações que contornam os problemas comentados, as quais são citadas a seguir.

Conforme citado, as aplicações para o EPS reciclado ainda são limitadas e necessitam de novas possibilidades. Então, procura-se incessantemente encontrar novas aplicações, através de inúmeros testes, pesquisas e laudos, realizados na própria empresa, com o objetivo de comprovação da equivalência da qualidade, bem como de outras propriedades que tornariam o EPS reciclado apto para aplicações alternativas às atuais, como por exemplo, nas embalagens de eletrodomésticos.

No mercado, o preço de compra do EPS é inferior ao de outros materiais comumente reciclados, como consequência, ele é deixado em segundo plano por parte das cooperativas. Para amenizar esse fator, a recicladora estabelece um compromisso de compra, tanto na prospecção de novos fornecedores como também na manutenção de antigas parcerias, incentivando à adesão da separação do EPS para reciclagem. Essa atitude, apesar de não resolver o problema do baixo valor econômico, proporciona, pelo menos, segurança para o fornecedor do produto.

A cubagem elevada, decorrente da presença de ar na sua estrutura do EPS, influencia fortemente o processo e para tentar contornar isso, a empresa já realizou inúmeras tentativas de implementar uma máquina de moagem nos principais fornecedores para aumentar o peso de isopor por quilo de sucata. Entretanto essa tentativa não obteve sucesso, devido a fatores como: resistência de incorporação desse processo, não haver grande controle referente a triagem inicial realizada ou com a retirada dos rótulos existentes no material, entre outros.

Apesar disso, recentemente, a empresa estabeleceu parceria com uma rede de supermercados, a qual está realizando o enfardamento do EPS, otimizando o processo, já que se obtém 60 kg/m³, representando uma grande otimização do processo.

Por causa do desconhecimento a respeito da reciclagem do isopor ser generalizado, a empresa empenha muitos esforços na divulgação dessa informação. Ela produz e dissemina conteúdo em seu site e *Blog*, dá palestras em diversas escolas, frequentando congressos e eventos nacionais e internacionais do setor do plástico e de reciclagem e distribui cartilhas instrutivas a respeito do assunto. Ressalta-se que a conscientização da população é ponto chave no êxito do programa de reciclagem do EPS, pois, com conhecimento dos benefícios proporcionados, a adesão da população seria maior e, por reflexo da responsabilidade compartilhada, princípio da PNRS, cada parte da cadeia de suprimentos corresponderia com seu dever e, portanto, o processo seria facilitado.

Por não depender da recicladora e dizer respeito a uma questão externa, a resolução dos incentivos fiscais não cabe à empresa. Sobre esse ponto, a empresa é dependente do governo, seja estadual ou federal. Apesar disso, a empresa faz parte de associações que possuem voz com o governo, por exemplo a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST), atuando de forma colaborativa e fornecendo informações a respeito das necessidades e demandas mercado do plástico e da sociedade.

Levando em consideração a rotatividade e a desqualificação técnica da mão de obra das cooperativas, a empresa vê a necessidade de manter-se próxima dessas instituições, para

isso, atua frequentemente fornecendo orientações constantes e, também, realizando treinamentos para que o processo ocorra conforme e o material seja separado corretamente, sendo assim, os laços entre esses *players* são fortalecidos.

4.5 PRIORIZAÇÃO DAS BARREIRAS

Nesta etapa, são relacionadas as barreiras relativas com as barreiras práticas, para essas barreiras classificadas como relativas, elas precisam atender a dois critérios principais: ser uma dificuldade real para a empresa e possuir equivalência na perspectiva considerada por Bouzon (2015).

Bouzon (2015) avaliou a inter-relação entre os direcionadores e as barreiras da LR sob a perspectiva dos mais importantes *stakeholders* da RL no contexto brasileiro. Portanto, pretende-se, primeiramente, identificar qual é a principal perspectiva de *stakeholder* de cada barreira prática, para em seguida, comparar com as perspectivas do trabalho citado, caso seja a mesma perspectiva, o critério é atendido.

Então, foi identificada a perspectiva organizacional para a escassez de novas aplicações para o EPS reciclado, pois entende-se que é de responsabilidade da empresa criar os produtos e incitar as necessidades do cliente. Já o baixo preço de compra foi identificado com uma perspectiva do mercado, visto que o preço do produto é regulado pelo mesmo.

A cubagem elevada, por sua vez, foi considerada como perspectiva do fornecedor, uma vez que é, principalmente, uma questão referente aos fornecedores do EPS reciclado. No que diz respeito ao desconhecimento da população da LR, a perspectiva foi classificada como do público em geral (comunidade e de outros elos da cadeia de suprimento). Enquanto que a perspectiva governamental foi atribuída para a elevada tributação sobre produtos retornados. Já a barreira despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com LR possui perspectiva do mercado e também da comunidade e, por fim, foi atribuída a perspectiva comunidade e outros elos da cadeia para a barreira descumprimento da responsabilidade compartilhada, que ocorre principalmente, por falta de fiscalização governamental e de conhecimento da comunidade.

O Quadro 13 resume tanto as informações referentes às perspectivas dos *stakeholders* de cada barreira prática.

Quadro 13. Perspectiva dos *stakeholders* das barreiras práticas.

Barreiras práticas	Perspectiva
Escassez de novas aplicações para o EPS reciclado	Organizacional
Imposto sobre produto retornado	Governamental
Baixo preço de compra	Mercado
Cubagem elevada	Fornecedor
Desconhecimento da população	Comunidade e outros elos da cadeia
Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	Mercado/Comunidade
Descumprimento da responsabilidade compartilhada	Comunidade e outros elos da cadeia

Fonte: Elaboração própria.

Depois de realizar a convergência dessas perspectivas identificadas com as de Bouzon (2015). Ainda existiam muitas barreiras que não atendiam completamente os dois requisitos, principalmente divergindo na perspectiva, entretanto possuíam relação com a barreira prática. Portanto, elas foram caracterizadas como contribuição desse trabalho e acrescentadas como barreiras relativas às barreiras práticas, o resultado se encontra no Quadro 14, onde essas contribuições realizadas foram devidamente sinalizadas na coluna “Contribuição”.

Quadro 14. Barreiras reais e relativas referentes à LR do isopor

Barreira práticas e relativas	Contribuição
Escassez de Novas aplicações para o EPS reciclado	
Falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil	Sim
Incerteza relacionada a questões econômicas	
Percepção de um produto de qualidade inferior	Sim
Elevada tributação sobre produto retornado	
Complexidade em impostos	Sim
Dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países	
Falta de leis motivadoras	
Falta de práticas de gestão de resíduos	
Uso indevido de leis ambientais	
Baixo preço de compra	
Complexidade em encontrar terceiros para a LR	Sim
Eliminação em aterros sanitários	Sim
Falta de economia de escala	Sim
Mercados de recuperação pouco desenvolvidos	
Cubagem elevada	
Complexidade em encontrar terceiros para a LR	Sim
Complexidade na operação	Sim
Eliminação em aterros sanitários	Sim
Falta de economia de escala	Sim
Desconhecimento da população	
Complexidade em encontrar terceiros para a LR	Sim
Eliminação em aterros sanitários	Sim
Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios	Sim
Falta de informações sobre os canais de retorno	Sim
Mercados de recuperação pouco desenvolvidos	Sim
Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	
Complexidade em encontrar terceiros para a LR	Sim
Dificuldade com os membros da cadeia	Sim
Falta de habilidades técnicas	Sim
Previsão e planejamento limitados	Sim
Descumprimento da responsabilidade compartilhada	
Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios	Sim
Falta de práticas de gestão de resíduos	
Falta de leis motivadoras	
Uso indevido de leis ambientais	

Fonte: Elaboração própria.

A falta de padrões de sistemas de TI (B2) e a falta de um sistema de gerenciamento de desempenho adequado (B11) não entraram nessa listagem, devido a não estarem relacionadas diretamente com as barreiras práticas confrontadas pela empresa. Outro fato relevante é que essa relação entre as barreiras práticas e relativas é complexa e não linear, já que diversas barreiras apresentam forte dependência entre si, portanto, como é possível observar no Quadro 14, a maior parte das barreiras relativas foi contribuição desse estudo e, portanto, dá margem à interpretação.

Finalizada essa etapa de hierarquização das barreiras práticas e relativas, o próximo passo do método AHP é realizar as comparações par a par, que foram realizadas com o especialista da empresa. Além disso, os vetores de prioridade e os dados necessários para validação de consistência dos resultados também são apresentados a seguir.

Tabela 5. Comparação par a par das barreiras práticas.

	EN	ET	DR	B	C	DPO	DPR
Escassez de Novas aplicações para o EPS reciclado (EN)	1	2	2	3	3	6	4
Elevada tributação sobre produto retornado (ET)		1	1	3	3	6	4
Descumprimento da responsabilidade compartilhada (DR)			1	3	3	6	4
Baixo preço de compra (B)				1	2	5	3
Cubagem elevada (C)					1	5	3
Desconhecimento da população (DPO)						1	1
Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR (DPR)							1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6. Vetor de critérios das barreiras práticas e consistência das avaliações.

Barreira Prática	Vetor de prioridades
Escassez de Novas aplicações para o EPS reciclado	0,289
Elevada tributação sobre produto retornado	0,210
Descumprimento da responsabilidade compartilhada	0,210
Baixo preço de compra	0,115
Cubagem elevada	0,097
Desconhecimento da população	0,034
Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	0,046
n	7
λ_{\max}	7,440
IC	0,073
RC	0,056

Fonte: Elaboração própria.

Depois dessa comparação das barreiras práticas, realiza-se, então, as comparações par a par de todas as barreiras relativas.

Tabela 7. Comparação par a par das barreiras relativas à escassez de novas aplicações para o EPS reciclado

	BC1	B17	B31
Falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil (BC1)	1	5	7
Incerteza relacionada a questões econômicas (B17)		1	3
Percepção de um produto de qualidade inferior (B31)			1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8. Vetor de critérios das barreiras relativas à escassez de novas aplicações para o EPS reciclado e consistência das avaliações

Barreiras relativas	Vetor de critérios
Falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil (BC1)	0,724
Incerteza relacionada a questões econômicas (B17)	0,193
Percepção de um produto de qualidade inferior (B31)	0,083
n	3
λ_{\max}	3,111
IC	0,056
CR	0,096

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9. Comparação par a par das barreiras relativas à elevada tributação.

	B27	B16	B28	B25	B29
Falta de leis motivadoras (B27)	1	3	5	5	5
Complexidade em impostos (B16)		1	4	4	5
Uso indevido de leis ambientais (B28)			1	1	3
Falta de práticas de gestão de resíduos (B25)				1	3
Dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países (B29)					1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 10. Vetor de critérios das barreiras relativas à elevada tributação e consistência das avaliações

Barreiras relativas	Vetor de critérios
Falta de leis motivadoras (B27)	0,466
Complexidade em impostos (B16)	0,277
Uso indevido de leis ambientais (B28)	0,102
Falta de práticas de gestão de resíduos (B25)	0,102
Dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países (B29)	0,053
n	5
λ_{\max}	5,410
IC	0,103
CR	0,092

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11. Comparação par a par das barreiras relativas ao descumprimento da responsabilidade compartilhada.

	B27	B25	B28	B21
Falta de leis motivadoras (B27)	1	2	1	4
Falta de práticas de gestão de resíduos (B25)		1	1	4
Uso indevido de leis ambientais (B28)			1	3
Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21)				1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12. Vetor de critérios das barreiras relativas ao descumprimento da responsabilidade compartilhada.

Barreiras relativas	Vetor de critérios
Falta de leis motivadoras (B27)	0,367
Falta de práticas de gestão de resíduos (B25)	0,263
Uso indevido de leis ambientais (B28)	0,287
Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21)	0,083
n	4
λ_{\max}	4,082
IC	0,027
RC	0,030

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 13. Comparação par a par das barreiras relativas ao baixo preço de compra.

	B10	B32	B18	BC2
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	1	3	3	4
Mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32)		1	1	4
Falta de economia de escala (B18)			1	3
Eliminação em aterros sanitários (BC2)				1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 14. Vetor de critérios das barreiras relativas ao baixo preço de compra.

Barreiras relativas	Vetor de critérios
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,497
Mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32)	0,221
Falta de economia de escala (B18)	0,200
Eliminação em aterros sanitários (BC2)	0,081
n	4
λ_{\max}	4,156
IC	0,052
CR	0,058

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 15. Comparação par a par das barreiras relativas à cubagem elevada.

	B6	B10	B18	BC2
Complexidade na operação (B6)	1	3	5	7
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)		1	2	3
Falta de economia de escala (B18)			1	2
Eliminação em aterros sanitários (BC2)				1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 16. Vetor de critérios das barreiras relativas à cubagem elevada.

Barreiras relativas	Vetor de critérios
Complexidade na operação (B6)	0,586
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,218
Falta de economia de escala (B18)	0,124
Eliminação em aterros sanitários (BC2)	0,072
n	4
λ_{\max}	4,028
IC	0,009
CR	0,010

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 17. Comparação par a par das barreiras relativas ao desconhecimento da população.

	B20	B21	B10	B32	BC2
Falta de informações sobre os canais de retorno (B20)	1	1	2	4	4
Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21)		1	2	4	4
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)			1	2	4
Mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32)				1	4
Eliminação em aterros sanitários (BC2)					1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 18. Vetor de critérios das barreiras relativas ao desconhecimento da população.

Barreiras relativas	Vetor de critérios
Falta de informações sobre os canais de retorno (B20)	0,321
Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21)	0,321
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,184
Mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32)	0,116
Eliminação em aterros sanitários (BC2)	0,058
n	5
λ_{\max}	5,275
IC	0,069
CR	0,061

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 19. Comparação par a par das barreiras relativas ao despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR

	B7	B1	B8	B10
Dificuldade com os membros da cadeia (B7)	1	2	2	4
Falta de habilidades técnicas (B1)		1	2	3
Previsão e planejamento limitados (B8)			1	2
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)				1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 20. Vetor de critérios das barreiras relativas ao despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR

Barreiras relativas	Vetor de critérios
Dificuldade com os membros da cadeia (B7)	0,432
Falta de habilidades técnicas (B1)	0,287
Previsão e planejamento limitados (B8)	0,184
Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,097
n	4
λ_{\max}	4,054
IC	0,018
CR	0,020

Fonte: Elaboração própria.

Finalmente, a Tabela 21 resume os vetores de critérios, e também traz o produto entre os vetores de critério relativo, obtendo a prioridade global das barreiras e, por consequência, o seu *ranking* de importância.

Tabela 21. Resultado de prioridades global das barreiras.

Barreira Prática	Vetor de critérios	Barreira Relativa	Vetor de critérios	Prioridade Global	Ranking
Escassez de novas aplicações para o EPS reciclado	0,289	Falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil (BC1)	0,724	0,209	1
		Incerteza relacionada a questões econômicas (B17)	0,193	0,056	8
		Percepção de um produto de qualidade inferior (B31)	0,083	0,024	11
Elevada tributação sobre produto retornado	0,210	Falta de leis motivadoras (B27)	0,466	0,098	2
		Complexidade em impostos (B16)	0,277	0,058	5
		Uso indevido de leis ambientais (B28)	0,102	0,021	13
		Falta de práticas de gestão de resíduos (B25)	0,102	0,021	13
		Dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países (B29)	0,053	0,011	20
Descumprimento da responsabilidade compartilhada	0,210	Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21)	0,367	0,077	3
		Falta de práticas de gestão de resíduos (B25)	0,263	0,055	9
		Falta de leis motivadoras (B27)	0,287	0,060	4
		Uso indevido de leis ambientais (B28)	0,083	0,017	17
Baixo preço de compra	0,115	Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,497	0,057	6
		Mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32)	0,221	0,025	10
		Falta de economia de escala (B18)	0,200	0,023	12
		Eliminação em aterros sanitários (BC2)	0,081	0,009	23
Cubagem elevada	0,097	Complexidade na operação (B6)	0,586	0,057	7
		Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,218	0,021	15
		Falta de economia de escala (B18)	0,124	0,012	19
Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	0,046	Eliminação em aterros sanitários (BC2)	0,072	0,007	25
		Dificuldade com os membros da cadeia (B7)	0,432	0,020	16
		Falta de habilidades técnicas (B1)	0,287	0,013	18
		Previsão e planejamento limitados (B8)	0,184	0,008	24
		Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,097	0,004	27
Desconhecimento da população	0,034	Falta de informações sobre os canais de retorno (B20)	0,321	0,011	21
		Falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21)	0,321	0,011	21
		Complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10)	0,184	0,006	26
		Mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32)	0,116	0,004	28
		Eliminação em aterros sanitários (BC2)	0,058	0,002	29

Fonte: Elaboração própria.

4.6 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

O resultado da ordenação das barreiras práticas foi bastante interessante, com destaque para a importância da barreira escassez de novas aplicações para o EPS reciclado, conforme é possível observar na Tabela 22.

Tabela 22. Ranking das barreiras práticas.

Barreiras Práticas	Vetor de critérios	Ranking
Escassez de Novas aplicações para o EPS reciclado	0,289	1
Elevada tributação sobre produto retornado	0,210	2
Descumprimento da responsabilidade compartilhada	0,210	3
Baixo preço de compra	0,115	4
Cubagem elevada	0,097	5
Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	0,046	6
Desconhecimento da população	0,034	7

Fonte: Elaboração própria.

Já era esperado que a barreira escassez de novas aplicações obtivesse o primeiro lugar, conforme ressaltada a sua importância pelo especialista, que é a principal dificuldade da empresa atualmente. O segundo lugar de importância foi ocupado pela elevada tributação sobre produtos retornados, o Brasil possui grandes problemas nesse quesito, uma vez que na reciclagem do isopor, não há incentivo fiscal e a bitributação do produto reciclado representa um grande impedimento na competitividade do produto e no desenvolvimento do setor.

Na terceira posição do *ranking*, o descumprimento da responsabilidade compartilhada, instituído pela PNRS, é uma barreira bastante relevante, que é agravada, principalmente, pela falta de fiscalização e, também, pela falta de conhecimento a respeito do assunto.

O baixo preço de compra e a elevada cubagem são problemas intrínsecos ao processo da reciclagem do EPS e estão intimamente relacionados. Portanto, conforme resultado demonstrou, a importância deles ficou bastante próxima e eles ocuparam a quarta e quinta posição, respectivamente. Já o despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR ocupou a penúltima posição do *ranking*. Este é realmente um problema, mas não da mesma magnitude dos citados anteriormente, por fim, na última colocação está o desconhecimento da população, atualmente essa barreira não deve ser prioridade da empresa, visto sua importância se comparada com as outras.

Em se tratando do *ranking* global, observa-se que o *ranking* compreendeu um total de 29 posições. Conforme citado, a primeira barreira prática, escassez de novas aplicações para o EPS reciclado, foi confirmada como o maior impedimento para o aumento da reciclagem de EPS na empresa. Em se tratando das suas barreiras relativas, a própria falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil (BC1) ocupou a posição de maior prioridade. A incerteza relacionada a questões econômicas (B17) recebeu a oitava maior prioridade,

enquanto que a percepção de um produto de qualidade inferior (B31) a décima primeira posição.

Conforme citado, a empresa emprega muitos recursos e dedicação para encontrar novas aplicações para o EPS reciclado através da realização de laudos e testes em laboratórios internos à empresa. Esse esforço é essencial para mitigar a barreira com maior prioridade da listagem obtida, já que ela englobou barreiras com prioridade 1, 8 e 11 no *ranking*. É importante citar que não se exige, necessariamente, que essa nova aplicação seja um produto inovador, basta encontrar uma aplicação que tenha a possibilidade de utilizar o EPS reciclado e ter escala, como em embalagens por exemplo. Como contribuição deste trabalho, sugere-se um incentivo ainda maior na procura por novas aplicações, através do estabelecimento de parcerias com universidades para pesquisar sobre o assunto, visto que atualmente as pesquisas da empresa se restringem somente aos laboratórios pertencentes a mesma.

A segunda barreira prática, elevada tributação sobre o produto retornado, apresentou as seguintes barreiras e *rankings*: falta de leis motivadoras (B27) na segunda posição, complexidade em impostos (B16) na quinta posição, já a décima terceira posição foi compartilhada por duas barreiras, uso indevido de leis ambientais (B28) e falta de práticas de gestão de resíduos (B25), por fim, as dificuldades na responsabilidade estendida do produtor entre os países (B29) na vigésima posição de prioridade.

Com relação à tributação, realizar ações que impactam diretamente nesse sentido não é fácil, entretanto a empresa participa de associações relacionadas ao meio ambiente e à indústria do plástico, como por exemplo a ABIPLAST. Associações como essa e seus associados têm influência nessa questão, pois tem contato direto com o governo e estão, constantemente, pleiteando atenuação da tributação.

Já a terceira barreira prática, descumprimento da responsabilidade compartilhada, que está principalmente relacionada com a falta de fiscalização nas empresas em conjunto com a falta de conhecimento do mercado no geral. Essa barreira compreendeu as seguintes barreiras relativas: falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21) na terceira posição, falta de leis motivadoras (B27) na quarta, falta de práticas de gestão de resíduos (B25) na nona posição e uso indevido de leis ambientais (B28) na décima sétima posição do ordenamento. Percebe-se que é difícil a empresa realizar ações que amenizem diretamente essas dificuldades, visto que é responsabilidade do governo o cumprimento da PNRS, entretanto como medida que ameniza esses fatores, são realizadas palestras e divulgações com

o objetivo de conscientizar da importância da reciclagem do isopor e seus benefícios por exemplo.

A quarta barreira prática, baixo preço de compra, compreendeu as barreiras complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10) no sexto lugar de prioridade, mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32) no décimo lugar, falta de economia de escala (B18) na décima segunda posição e, por fim, a eliminação em aterros sanitários (BC2) no vigésimo terceiro lugar.

Enquanto que a quinta barreira prática, elevada cubagem, incluiu as barreiras relativas complexidade na operação (B6) na sétima posição de prioridade, complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10) na décima quinta posição, falta de economia de escala (B18) na décima nona posição e, por fim, a barreira complementar eliminação em aterros sanitários (BC2) na vigésima quinta posição de prioridade.

A quarta e a quinta barreiras práticas, baixo preço de compra e elevada cubagem, estão estritamente relacionadas, e obtiveram barreiras com *rankings* variados. Para contornar os reflexos desses empecilhos, a recicladora apresenta a estratégia de estabelecer compromisso de compra com fornecedores, proporcionando segurança de venda e, apesar de não aumentar o preço de compra do EPS ou diminuir a cubagem, pelo menos a negociação do produto se torna mais atrativa e facilitada. Outra estratégia utilizada foi a recente parceria e bem-sucedida da empresa com uma grande rede de supermercados, que movimentava grande volume de isopor e envia o material enfardado, ou seja, em vez de mandar o EPS com densidade média de 10 kg/m³, enviam com 60 kg/m³. Esse é um caso de sucesso, apesar das diversas tentativas falhas já realizadas. Como alternativa para esses problemas, sugere-se a avaliação da viabilidade de implementação de mini compactadores de isopor, nos principais fornecedores e pontos de acumulação.

Na sexta posição de barreira prática, o despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR, compreendeu as seguintes barreiras relativas e posições, dificuldades com os membros da cadeia de suprimentos (B7) na décima sexta posição, já a falta de habilidades técnicas (B1) na décima oitava posição, previsão e planejamento limitados (B8) ocupou a vigésima quarta posição *ranking* e a complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10) ficou com uma das últimas posições, a vigésima sétima. Com relação a essas barreiras, existem duas principais ações que a empresa realiza para mitigar suas consequências, a primeira é o fornecimento de treinamentos em cooperativas e a segunda é a manutenção do

frequente contato com os fornecedores, com o intuito de trazer o fornecedor mais próximo possível e fortalecer os laços existentes entre eles.

Finalmente, no que diz respeito a sétima barreira prática, desconhecimento da população, as duas primeiras barreiras relativas, falta de informações sobre os canais de retorno (B20) e falta de consciência sobre a LR e seus benefícios (B21), compartilham da vigésima primeira posição. Em seguida, a complexidade em encontrar terceiros para a LR (B10) obteve a vigésima sexta posição de ordenamento, já mercados de recuperação pouco desenvolvidos (B32) ficou localizado na penúltima posição, por fim, a eliminação em aterros sanitários (BC2) na última posição. No geral, essa baixa importância traduz que essas dificuldades não devem ser foco principal da empresa na alocação dos seus recursos, apesar disso, recomenda-se, ainda, como atitude alternativa de ação para ser realizada, a melhoria da disseminação de conteúdo através de mídias sociais mais utilizadas, já que esse não é um ponto forte da empresa. Resumindo as ações executadas pela empresa, segue o Quadro 15.

Quadro 15. Resumo das ações realizadas para cada barreira real.

Barreira real	Ação realizada	Sugestão de novas ações
Escassez de Novas aplicações para o EPS reciclado	Realização de pesquisas e laudos internamente à empresa	Parceria com universidades, incentivando a pesquisa de novas aplicações para o EPS reciclado
Baixo preço de compra	Compromisso de compra com fornecedores	-
Cubagem elevada	Enfardamento do material por fornecedor específico (rede de supermercados)	Mini compactadores nos principais fornecedores e pontos de acumulação
Desconhecimento da população	Disseminação do conteúdo no site e blog; Palestras em escolas e congressos	Maior disseminação de conteúdo em mídias sociais mais utilizadas
Imposto sobre produto retornado	Participação de associações, como a ABIPLAST	-
Despreparo de profissionais e entidades para trabalharem com a LR	Fornecimento de treinamentos para as cooperativas; contato frequente com fornecedores	-

Fonte: Elaboração própria.

De uma maneira geral, é relevante ressaltar que as ações realizadas não são independentes das outras, ou seja, por vezes é necessário que uma ação esteja implementada para viabilizar a outra, entretanto os valores obtidos de prioridade global têm como objetivo servir como um indicador quantitativo da importância das barreiras e, portanto, servir de diretriz para tomada de decisões e investimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral, propor uma sistemática de análise e priorização das barreiras da LR de EPS, foi cumprido através da execução dos cinco objetivos específicos. Os tópicos onde foram realizados cada um deles estão descritos na Tabela 23.

Tabela 23. Tópicos de cumprimento de objetivos específicos.

Objetivo específico	Tópico
(a) identificar na literatura as barreiras da LR;	2.4 e 4.3
(b) validar as barreiras em uma indústria de reciclagem de EPS;	4.2
(c) priorizar barreiras com especialistas da empresa;	4.5
(d) identificar ações corretivas ou preventivas para as barreiras encontradas;	4.2
(e) propor novas ações para as barreiras encontradas	4.6

Fonte: Elaboração própria.

Como conclusão do estudo, percebe-se que a PNRS representou um excelente avanço do Brasil e tem grande importância no que diz respeito a reciclagem no País, já que estimula a prevenção e a redução na geração de resíduos, além da responsabilidade compartilhada na cadeia reversa. Contudo, não há relação direta dessa lei com o problema de fim de vida das embalagens de EPS.

A realidade da reciclagem do EPS está longe da ideal, dada a divergência da utilização do produto com a quantidade efetivamente reciclada, esse fato se justifica nas barreiras da operacionalização da LR, que foram apresentadas e discutidas nesse trabalho. O objetivo desse estudo foi propor uma sistemática de análise e priorização das barreiras da LR de EPS.

Para realizar esse propósito, foram identificadas no total 41 barreiras da LR em uma revisão sistemática da literatura, em seguida, realizou-se um estudo de campo em uma grande

recicladora de EPS para validar quais barreiras que a empresa realmente enfrenta, o resultado encontrado foi de 21 barreiras. Além disso, também foram identificadas ações são realizadas pela empresa para contornar esses problemas. Por fim, essas barreiras foram priorizadas através do método AHP, obtendo um *ranking* de importância das barreiras, com destaque para a falta de aplicações para o EPS reciclado no Brasil e falta de leis motivadoras e que ocuparam a primeira e a segunda posição na ordem de prioridade. Esse *ranking* obtido tem como objetivo servir como diretriz estratégica para a tomada de decisão e direcionamento de investimentos.

Uma limitação identificada no estudo é que os resultados podem ter caráter tendencioso, visto que o método de priorização foi realizado com base em uma empresa do setor e somente com um *expert* do segmento. Outra limitação relevante é a margem à interpretação que existe na etapa de listagem das barreiras relativas em relação às práticas. Além disso, diante da especificidade do caso da LR do EPS, as conclusões para o caso não são passíveis de generalizações. Logo, as recomendações para trabalhos futuros são as seguintes: (i) realizar o mesmo processo em outras empresas do mesmo contexto, com o objetivo de comparação dos resultados, (ii) realizar um estudo multicaso da LR de EPS a fim de obter dados passíveis de generalização para melhor traduzir a situação do tema no Brasil.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596–1605, 2011.
- BOUZON, M. Evaluating Drivers and Barriers for Reverse Logistics Implementation Under a Multiple Stakeholders' Perspective Analysis Using Grey-Dematel Approach. p. 207, 2015.
- BOUZON, M. et al. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 108, p. 182–197, 2016.
- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T. Reducing the extraction of minerals: Reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach. **Resources Policy**, v. 46, p. 27–36, 2015.
- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T. Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 128, p. 315–335, 2018.
- BRASIL. LEI Nº 12.305. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, v. 147, p. 21, 2010.
- CAUCHICK, P. A. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- CHILESHE, N.; RAMEEZDEEN, R.; HOSSEINI, M. R. Barriers to implementing reverse logistics in South Australian construction organisations. **Supply Chain Management**, v. 20, n. 2, p. 179–204, 2015.
- EPS BRASIL. **Mercado**. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/mercado.html>>.
- ERENO, D. **Isopor Vegetal**. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2007/02/01/isopor-vegetal/>>.
- GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32, 2016.
- GOMES, A. M.; ALVES, B. V.; BOUZON, M. **Análise de barreiras para a logística reversa do poliestireno expandido: uma investigação em uma empresa recicladora de EPS no Brasil**. São Paulo: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA), 2016.
- GOVINDAN, K.; BOUZON, M. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. **Journal of Cleaner Production**, v. 187, p. 318–337, 2018.
- HILLARY, R. Environmental management systems and the smaller enterprise. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 6, p. 561–569, 2004.
- HSU, C. C. et al. Supply chain drivers that foster the development of green initiatives in an emerging economy. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 33, n. 6, p. 656–688, 2013.
- IHS. **Chemical Economics Handbook (CEH)**. Stanford: Chemical Information Services, Economics Research Division, Stanford Research Institute, 2014.

- IHS. **Chemical Economics Handbook (CEH)**. Stanford: Chemical Information Services, Economics Research Division, Stanford Research Institute, 2017.
- KUMAR, S.; PUTNAM, V. Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. **International Journal of Production Economics**, v. 115, n. 2, p. 305–315, 2008.
- LEITE, P. R. Logística Reversa: Nova Área Da Logística Empresarial. **Revista Tecnológica**, p. 1–6, 2002.
- MAJUMDER, P.; GROENEVELT, H. Procurement competition in remanufacturing. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 125–141, 2001.
- MAXIQUIM; PLASTIVIDA. Brasil recicla 34,5% do EPS pós-consumo. p. 9–11, 2012.
- MEYER, A. et al. Drivers and barriers of reverse logistics practices: A study of large grocery retailers in South Africa. **Journal of Transport and Supply Chain Management**, v. 11, n. 0, p. 1–16, 2017.
- MOKTADIR, M. A. et al. Modeling the interrelationships among barriers to sustainable supply chain management in leather industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 181, p. 631–651, 2018.
- PRAKASH, C.; BARUA, M. K.; PANDYA, K. V. Barriers Analysis for Reverse Logistics Implementation in Indian Electronics Industry using Fuzzy Analytic Hierarchy Process. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 189, p. 91–102, 2015.
- PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. [s.l.: s.n.].
- ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. [s.l.] Reverse Logistics Executive council, 1999.
- SAATY, T. L. **Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks**. 3. ed. Pittsburgh: RWS Publications, 2005.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83, 2008.
- SAATY, T. L. Analytic Hierarchy Process. **Wiley StatsRef: Statistics Reference Online**, p. 1–11, 2014.
- SHARMA, S. K. et al. Analysis of Barriers for Reverse Logistics: An Indian Perspective. **International Journal of Modeling and Optimization**, v. 1, n. 2, p. 101–106, 2011.
- SRIVASTAVA, S. K. Issues and Challenges in Reverse Logistics. **Reverse Supply Chains: Issues and Analysis**, p. 61–82, 2013.
- SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 2, p. 215–241, 2012.
- THIYAGARAJAN, G.; ALI, S. Analysis of reverse logistics implementation barriers in online retail industry. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 19, 2016.
- TIBBEN-LEMBKE, R. S.; ROGERS, D. S. Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 7, 2002.
- TSENG, S. C.; HUNG, S. W. A strategic decision-making model considering the social costs of carbon dioxide emissions for sustainable supply chain management. **Journal of Environmental Management**, v. 133, p. 315–322, 2014.
- VAN WASSENHOF, L. N.; BESIQU, 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.

VARGAS, R. Utilizando a programação multicritério (AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. **Russian Project Management Conference**, 2010.

WILLISON, J.; BUISMAN-PIJLMAN, F. Analyzing the factors for implementation of green supply chain management. **International Journal for Researcher Development**, v. 7, n. 1, p. 63–83, 2016.

WU, Z.; PAGELL, M. Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management. **Journal of Operations Management**, v. 29, p. 577–590, 2011.