

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS**

Carla Tognato de Oliveira

**AVALIAÇÃO DOS FACILITADORES E BARREIRAS DA
ECONOMIA CIRCULAR NA CADEIA REVERSA DO
POLIESTIRENO EXPANDIDO NO BRASIL**

Florianópolis

2018

Carla Tognato de Oliveira

**AVALIAÇÃO DOS FACILITADORES E BARREIRAS DA
ECONOMIA CIRCULAR NA CADEIA REVERSA DO
POLIESTIRENO EXPANDIDO NO BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção para a obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia de Produção.
Orientadora: Prof. Dr^a. Lucila Maria
de Souza Campos

Florianópolis

2018

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

de Oliveira, Carla Tognato

Avaliação dos facilitadores e barreiras da economia circular na cadeia reversa do poliestireno expandido no Brasil / Carla Tognato de Oliveira ; orientadora, Lucila Maria de Souza Campos, 2018.

135 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Economia circular. 3. Poliestireno expandido (EPS). 4. Cadeia de suprimentos e reversa. 5. Embalagem. I. Campos, Lucila Maria de Souza. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

Carla Tognato de Oliveira

**AVALIAÇÃO DOS FACILITADORES E BARREIRAS DA
ECONOMIA CIRCULAR NA CADEIA REVERSA DO
POLIESTIRENO EXPANDIDO NO BRASIL**

Esta Dissertação foi julgada aprovada para a obtenção do Título de “Mestre em Engenharia de Produção”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, 28 de Maio 2018.

Prof. Dr^a. Lucila Maria de Souza Campos
Coordenadora

Banca Examinadora:

Prof. Dr^a. Lucila Maria de Souza Campos
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientadora

Prof. Dr. Sebastião Roberto Soares
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr^a Mônica Maria Mendes Luna
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esse trabalho à minha família, que sempre me apoiou.

AGRADECIMENTOS

Os dois anos de mestrado foram feitos de muitos altos e baixos emocionais e por um grande trabalho de autoconhecimento. Para passar por esses anos sem enlouquecer, a presença de algumas pessoas na minha vida foram fundamentais.

A primeira pessoa, na verdade, é uma instituição. Minha família foi essencial para a finalização dessa dissertação. O apoio dos meus pais, com os ouvidos atentos da minha mãe e as análises críticas do meu pai, e os, sempre bem-vindos, abraços do meu irmão.

A segunda pessoa que quero agradecer é ao meu amado Luquinhas. Meu parceiro de viagens, de descobertas e de vida. Por estar sempre ao meu lado, sempre mesmo! Por ter me amado mesmo quando, nesses dois anos, perdi minha paciência e meu senso de humor. Por ter me proporcionado a oportunidade de constituir a nossa família. De ter mergulhado de cabeça comigo ao adotar, não dois, mas três gatos.

Meus amigos, mesmo não conseguindo encontrá-los tanto quanto gostaria, foram muito importantes para esse processo. Primeiro gostaria de agradecer aos meus amigos de anos ou mesmo décadas! O grupo missão me fez companhia mesmo a distância, com muitas fotos e vídeos do Loki e da gordinha. Por causa desse grupo, sei que existe uma lagarta que parece o *Blanka*, que Florianópolis é lotada de cobras coral verdadeiras e que a combinação de antidepressivo e álcool não faz bem à saúde, mesmo existindo controvérsia.

Às lulus, especialmente à Fabi, Yuki, Ju e Paulinha, fica meu agradecimento. O aprendizado com essas mulheres é constante. Desde a faculdade, há muito amor e cumplicidade envolvidos. Os encontros são poucos, porém o papo não tem fim!

O mestrado me proporcionou amigos que já possuem um espaço gigantesco no meu coração. O grupo Lean&Green estará sempre comigo. Foram muitas risadas, desabaços, incentivos, bolos e cafés. No final, deu certo!

Sou grata pela oportunidade de ter essas pessoas em minha vida! Nesse dois anos de trabalho árduo, essas pessoas acalmaram minha mente e aqueceram meu coração.

Sem esquecer da minha orientadora, do futuro professor Brian Alvarez Ribeiro de Melo e de todos do PPGEF que, de alguma forma, contribuíram nesse caminho de aprendizado.

Criamos este momento histórico, vivemos não, em uma era de mudanças e sim em uma “Mudança de era”.

Gil Giaderlli - Você É o Que Você Compartilha

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo avaliar os facilitadores e barreiras da economia circular na cadeia reversa do poliestireno expandido (EPS) no Brasil. A pesquisa foi dividida em três fases. A primeira fase consistiu em entrevistas com especialistas do setor de EPS, visitas técnicas e análise de conteúdo de relatórios setoriais. A segunda fase foi formada por uma revisão da literatura. Os facilitadores e barreiras mais relevantes da economia circular foram identificados a partir do portfólio. A terceira fase foi caracterizada pela análise dos especialistas em EC e EPS. A partir desses métodos, pôde-se mapear a cadeia reversa do EPS e identificar que importadores e distribuidores de EPS ainda têm participação incipiente em seus canais reversos. A dificuldade de implementar um sistema de logística reversa no Brasil é resultado, conforme o mapeamento da cadeia, de: (a) dificuldades de transporte do EPS pós-consumo; (b) falta de conhecimento de uma grande parte da população de que o EPS é reciclável; e, (c) baixo número de coletores e recicladores. Por meio da revisão da literatura foram identificados 13 barreiras e 7 facilitadores. Os facilitadores foram caracterizados com base na teoria institucional e as barreiras com base nas categorias encontradas na revisão da literatura. A consulta com especialistas permitiu concluir que os facilitadores mais importantes são “Cultura empresarial” (F1) e “Ferramentas de *design* e manuais de aplicação da economia circular” (F4), esses são internos à organização. As barreiras mais importantes são “Informações sobre economia circular” (B7), “Subsídio governamental” (B12) e “Políticas e regulamentos” (B13), essas externas à organização. A avaliação realizada pelos especialistas ajuda a diminuir as incertezas na implantação da economia circular à medida que as iniciativas estratégicas são baseadas nos fatores mais influentes para a cadeia reversa do EPS.

Palavras-chave: Economia circular, poliestireno expandido, EPS, cadeia reversa, cadeia de suprimentos, logística reversa, Brasil, embalagem.

ABSTRACT

This paper aims to evaluate the drivers and barriers of the circular economy in the reverse chain of expanded polystyrene (EPS) in Brazil. The research was divided into three phases. The first phase consisted of interviews with EPS industry experts, technical visits and content analysis of sector reports. The second phase was formed by a review of the literature. The most relevant drivers and barriers of the circular economy were identified from the document portfolio. The third phase was characterized by the analysis of experts in circular economy and EPS. From these methods, we identified that EPS importers and distributors still have incipient participation in their reverse channels. The difficulty to implement a reverse logistics system in Brazil is a result, according to the chain mapping, of (a) transport difficulties of post-consumer EPS; (b) lack of knowledge of a large part of the population that EPS is recyclable; and, (c) low number of collectors and recyclers. Through the literature review, 13 barriers and 7 drivers were identified. Drivers were characterized on the basis of institutional theory and barriers based on the categories found in the literature review. The questionnaire with experts has led to the conclusion that the most influential drivers are “Business culture” (F1) and “Design tools and circular economy application manuals” (F4), these are internal to the organization. The most influential barriers are “Information on circular economy” (B7), “Government subsidy” (B12) and “Policies and regulations” (B13), these external to the organization. Expert assessment helps to reduce uncertainties in the implementation of the circular economy as strategic initiatives are based on the most influential factors for the EPS reverse chain.

Keywords: Circular economy, expanded polystyrene, EPS, supply chain, reverse supply chain, reverse logistics, Brazil, package.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estruturação dos capítulos.....	32
Figura 2	Produtos do poliestireno.....	33
Figura 3	Símbolo do poliestireno.....	34
Figura 4	Economia linear e circular.....	37
Figura 5	Os 3Rs, segundo Kumar e Putnam (2008).....	40
Figura 6	<i>Framework</i> dos 9Rs.....	41
Figura 7	Fases da pesquisa, procedimentos metodológicos, ferramentas e resultados.....	56
Figura 8	Métodos e ferramentas utilizadas nas etapas (II.1) localização dos estudos e (II.2) seleção do estudo e avaliação.....	61
Figura 9	Resultado do portfólio bibliográfico.....	62
Figura 10	Passos 1 e 2 da etapa II.3 - análise e síntese.....	63
Figura 11	Resumo das etapas III.1 a III.4.....	69
Figura 12	Procedimentos referentes à etapa III.5.....	70
Figura 13	Cadeia de suprimentos e canais reversos do EPS.....	72
Figura 14	Consumo de EPS no Brasil.....	76
Figura 15	Atores dos canais reversos do EPS.....	80
Figura 16	Atividades da logística reversa e fluxo do EPS pós-consumo.....	83
Figura 17	<i>Framework</i> de barreiras e facilitadores da economia circular na cadeia reversa do EPS.....	84
Figura 18	Frequência de item assinalado por questão referente aos facilitadores.....	91
Figura 19	Classificação dos facilitadores.....	92
Figura 20	Classificação dos facilitadores por categoria.....	94
Figura 21	Classificação das categorias de facilitadores.....	95
Figura 22	Frequência de item assinalado por questão referente às barreiras.....	96
Figura 23	Classificação das barreiras.....	97
Figura 24	Classificação das barreiras por categoria.....	99
Figura 25	Classificação das categorias das barreiras.....	100
Figura 26	Seleção dos facilitadores e categoria chave com base na análise dos resultados.....	101
Figura 27	Seleção das barreiras e categoria chave com base na análise dos resultados.....	101

lise dos resultados 104

Figura 28 Cadeia de suprimento do EPS e a economia circular ... 128

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Abordagens da economia circular	38
Quadro 2	Categorias mais frequentes das barreiras da economia circular	53
Quadro 3	Especialistas em EPS participantes das entrevistas da Fase I	58
Quadro 4	Duração e data das entrevistas	58
Quadro 5	Categorização dos facilitadores	63
Quadro 6	Categorização das barreiras	64
Quadro 7	Especialistas selecionados para avaliação dos facilitadores e barreiras da economia circular aplicada à cadeia reversa do EPS	66
Quadro 8	Indústrias envolvidas na segunda geração da cadeia de suprimentos do EPS	74
Quadro 9	Indústrias envolvidas na terceira geração da cadeia de suprimentos do EPS	75
Quadro 10	Indústrias recicladoras de EPS no Brasil	79
Quadro 11	Lista dos facilitadores da economia circular, categorização e fontes	86
Quadro 12	Lista das barreiras da economia circular, categorização e fontes	88
Quadro 13	Classificação dos facilitadores conforme a avaliação dos especialistas	92
Quadro 14	Classificação dos facilitadores por suas categorias pela avaliação dos especialistas	93
Quadro 15	Classificação das barreiras conforme a avaliação dos especialistas	97
Quadro 16	Classificação dos facilitadores por suas categorias conforme a avaliação dos especialistas	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima	23
EPS	Poliestireno Expandido	24
DMF	Detritos Marinhos Flutuantes	24
EC	Economia Circular	25
UE	União Europeia	26
ONU	Organização das Nações Unidas	26
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	26
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos	27
NBR	Norma Brasileira	34
PS	Poliestireno	34
PVC	Policloreto de vinila	35
C2C	<i>Cradle to Cradle</i> (Berço ao Berço)	37
3Rs	Redução, Reuso e Reciclagem	39
CS	Cadeia de Suprimentos	44
TI	Tecnologia da Informação	44
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química	58
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	59
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	65
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina	68
ABRAPEX	Associação Brasileira do Poliestireno Expandido	77
PEV	Ponto de Entrega Voluntária	77
ONG	Organização Não Governamental	80

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA	25
1.1.1 Objetivo geral	25
1.1.2 Objetivos específicos	25
1.2 RELEVÂNCIA SOCIAL DA PESQUISA	26
1.3 RELEVÂNCIA CIENTÍFICA DA PESQUISA	29
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	30
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	30
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	33
2.1 POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	33
2.1.1 Definição e características	33
2.1.2 Utilização	34
2.1.3 Pós-consumo	36
2.2 ECONOMIA CIRCULAR	37
2.2.1 Definição	37
2.2.2 Iniciativas para a implantação da economia circular	41
2.2.3 Legislação brasileira e de outros países	43
2.3 FACILITADORES E BARREIRAS DA ECONOMIA CIRCULAR	45
2.3.1 Categorização dos facilitadores da economia circular	46
2.3.2 Categorização das barreiras da economia circular ..	48
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	55
3.1 FASE I - MAPEAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E REVERSA DO EPS	57
3.2 FASE II - IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS FACILITADORES E DAS BARREIRAS PARA IMPLANTAR A ECONOMIA CIRCULAR	59
3.2.1 Etapas II.1 e II.2 - localização dos estudos e seleção de estudo e avaliação	59
3.2.2 Etapa II.3 - análise e síntese	61
3.3 FASE III - AVALIAÇÃO DOS FACILITADORES E DAS BARREIRAS DA ECONOMIA CIRCULAR À CADEIA REVERSA DO EPS	64
3.3.1 Etapa III.1 - seleção dos especialistas	64
3.3.2 Etapa III.2 - desenvolvimento do instrumento para coleta de dados	67
3.3.2.1 Estruturação do questionário	67

3.3.3	Etapas III.3 e III.4 - teste piloto e coleta de dados .	68
3.3.4	Etapa III.5 - análise de dados	69
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
4.1	CADEIA DE SUPRIMENTOS DO EPS	71
4.1.1	Matéria-prima e primeira geração (monômeros)	73
4.1.2	Segunda geração - resinas termoplásticas (polímeros)	73
4.1.3	Terceira geração - transformadora do plástico	74
4.1.4	Mercado do EPS	76
4.2	CADEIA REVERSA DO EPS	76
4.2.1	Reciclagem	77
4.2.2	<i>Stakeholders</i> e atividades da logística reversa do EPS pós-consumo	79
4.3	QUADRO CONCEITUAL DE BARREIRAS E FACILITA- DORES RUMO À ECONOMIA CIRCULAR	84
4.3.1	Facilitadores	85
4.3.2	Barreiras	87
4.4	RESULTADO DA AVALIAÇÃO REALIZADA PELOS ES- PECIALISTAS	90
4.4.1	Avaliação dos facilitadores da economia circular para a cadeia reversa do EPS	91
4.4.1.1	Avaliação dos facilitadores sob a ótica da teoria institu- cional	93
4.4.2	Avaliação das barreiras da economia circular para a cadeia reversa do EPS	95
4.4.2.1	Avaliação das barreiras sob a ótica das categorias identi- ficadas na literatura	98
4.5	DISCUSSÕES	100
4.5.1	Avaliação dos facilitadores	100
4.5.2	Avaliação das barreiras	103
4.5.3	Fatores internos e externos	106
4.5.4	Cadeia reversa do EPS e economia circular	106
5	CONCLUSÕES	109
5.1	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	110
5.2	OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS FUTURAS	111
	REFERÊNCIAS	113
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	127

1 INTRODUÇÃO

O relatório da *British Petroleum* de 2014, uma das maiores empresas de petróleo do mundo, indica que as reservas de petróleo, se continuarem na taxa atual de extração, durarão 53,3 anos (BRITISH PETROLEUM, 2014). Em média, petróleo e gás estão mais caros para produzir, pois seus depósitos mais antigos e mais fáceis de encontrar estão sendo esgotados. No caso dos depósitos mais recentes, a extração costuma ser mais complexa. Nesse sentido, os compromissos propostos e aceitos pelo Acordo de Paris ¹, que entrou em vigor em novembro de 2016, aceleraram o ritmo de mudança no setor de energia, do qual o petróleo é a maior fonte.

O nível de consumo de petróleo até 2040 será mais de 103 milhões de barris por dia, em comparação com 92,5 milhões de barris por dia em 2015, se as nações respeitarem os compromissos do Acordo de Paris, apresenta o relatório *World Energy Outlook 2016* (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2016). Ainda assim, usa-se o petróleo para diversas atividades e produtos, não se limitando ao combustível. O petróleo transforma-se em diversos produtos, com utilização diária em plásticos, aditivos alimentares, tintas, equipamentos eletrônicos, roupas, cola, materiais de construção, materiais para pavimentos e fertilizantes.

Hoje, quase todas as pessoas têm contato diário com plásticos. Em 2014, para produzir plástico, 6% do petróleo global era consumido e será 20% até 2050 (NEUFELD et al., 2016). O consumo aparente de plástico foi de 6,99 milhões de toneladas em 2015 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2016). A quantidade de plástico pós-consumo descartado em 2012 foi de 3 milhões de toneladas e, desse total, apenas 5% foi reciclado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS

¹Acordo realizado pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) que trata da redução da emissão de gases de efeito estufa a partir de 2020. Foi assinado por 194 países e a União Europeia e seus objetivos são: (a) Assegurar que o aumento da temperatura média global fique abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e prosseguir os esforços para limitar o aumento da temperatura a até 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, reconhecendo que isto vai reduzir significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas; (b) Aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das alterações climáticas e promover a resiliência do clima e o baixo desenvolvimento de emissões de gases do efeito estufa, de maneira que não ameace a produção de alimentos; (c) Criar fluxos financeiros consistentes na direção de promover baixas emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento resistente ao clima (UNFCCC, 2015).

ESPECIAIS, 2014). No entanto, essa não é apenas uma realidade brasileira, estima-se que apenas 1% do plástico produzido mundialmente é reciclado (ASAAD; TAWFIK, 2011). A outra parte pode ter um caminho diferente do aterro sanitário. Uma porcentagem de 32% de embalagens plásticas são desviadas do sistema de coleta (NEUFELD et al., 2016). Essa porcentagem gera gastos significantes para a economia, perturba e polui os sistemas naturais vitais, como o oceano.

Diversos resíduos de plástico acabam depositados nos leitos dos rios e são despejados no mar, tornando-se detritos marinhos flutuantes (DMF), que são observados em todos os oceanos. Hinojosa e Thiel (2009) analisaram em sua pesquisa que a maior quantidade de DMF na costa chilena são fragmentos de poliestireno expandido (EPS), porque são muito leves e podem ser transportados pela água e pelo vento facilmente (ESKANDER; TAWFIK, 2011). Quando o EPS alcança o mar, ele pode perturbar a vida marinha de duas formas: (1) ingestão de detritos que podem causar a morte (BAULCH; PERRY, 2014) e (2) intoxicação da cadeia alimentar por bioacumulação, sendo essa a capacidade de absorver poluentes tóxicos dispersos no mar (ROCHMAN, 2016). Não obstante, o EPS tem diversas qualidades como ser um termoplástico inerte, não tóxico, estável e de baixo custo.

O EPS oferece uma combinação de leveza (baixa densidade), durabilidade, baixa condutividade térmica, resistência à umidade, alta absorção acústica, resistência à corrosão, difícil degradação e resistência à fotólise (BANDYOPADHYAY; BASAK, 2007; ASAAD; TAWFIK, 2011; SIYAL et al., 2012; FERRÁNDIZ-MAS; GARCÍA-ALCOCEL, 2013; CHEN et al., 2015; SARMIENTO et al., 2016). Por essas razões, o EPS é amplamente utilizado em embalagens, equipamentos eletrônicos e materiais de construção. Ele tem alta demanda em várias indústrias em todo o mundo devido à sua aplicação flexível. No entanto, os produtos de EPS costumam ter apenas um ciclo de vida, especialmente em embalagens com aplicação única. Esses produtos são frequentemente descartados sem valor de reutilização, e esse uso único gera uma grande quantidade de resíduos.

Como os produtos são leves (98% de ar em sua composição) e costumam ter grandes volumes, o custo de transporte é alto, o que limita a área de comercialização na cadeia de suprimentos e reduz o interesse das empresas na logística reversa. A cadeia de suprimentos é a principal unidade de ação para a transição de uma produção linear para uma produção circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014). A transição pode começar uma vez que os pontos críticos já foram identificados e atua-se em um esforço combinado - nas empresas e ao

longo tanto da cadeia de suprimentos como da cadeia reversa. Dessa forma, os facilitadores e as barreiras para integrar o novo modelo de fluxos de materiais circulares em uma economia globalizada devem ser abordados.

O EPS é um produto plástico derivado do petróleo. O petróleo é um recurso caro e finito e tem um grande potencial para degradar o meio ambiente durante sua extração. Consequentemente, os esforços para alcançar a economia circular devem ser o início para a sustentabilidade do EPS. Embora existam alguns elementos de circularidade, como a reciclagem na economia linear do EPS, onde o progresso precisa ser mantido, uma economia circular vai além da busca de prevenção e redução de resíduos para inspirar inovações tecnológicas, organizacionais e sociais por meio das cadeias de valor.

O uso de quantidades substanciais de recursos naturais e o impacto associado ao meio ambiente podem ser resolvidos reutilizando e reciclando estes produtos em sua fase de pós-consumo e os redeseñando para uma visão mais circular do EPS. Além disso, há uma série de oportunidades inexploradas, custos a serem evitados e obstáculos a serem abordados para acelerar o movimento em direção a uma economia circular do EPS. Isso ilustra o problema geral que esta pesquisa aborda, os possíveis facilitadores e as barreiras que limitam a transição da cadeia do EPS para a economia circular (EC).

1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

A partir dos argumentos anteriormente apresentados, os objetivos geral e específicos são apresentados a seguir.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho é avaliar as barreiras e facilitadores da economia circular na cadeia reversa das embalagens de EPS no Brasil.

1.1.2 Objetivos específicos

- Mapear a cadeia de suprimentos das embalagens de EPS, seus canais reversos e seus membros no Brasil;

- Identificar os mais relevantes facilitadores e barreiras na transição para economia circular e classificá-los em um quadro conceitual;
- Avaliar os mais relevantes facilitadores e barreiras na transição para economia circular aplicada à cadeia reversa do EPS.

1.2 RELEVÂNCIA SOCIAL DA PESQUISA

Em dezembro de 2015, a Comissão Europeia apresentou o trabalho de Economia Circular. Este trabalho prevê propostas sobre os resíduos e um Plano de Ação para a Economia Circular que identifica as linhas estratégicas da UE para uma economia mais circular. Há mudanças na produção; no consumo; no provisionamento responsável de matérias-primas primárias; na gestão de resíduos; na conversão de resíduos em recursos - matérias-primas secundárias; nos consumidores; na inovação e no investimento (COMISSÃO EUROPEIA, 2016; MCDOWALL et al., 2017). O Plano de Ação para a Economia Circular é organizado em cinco áreas-chave de ação e cinco setores prioritários, com medidas que abrangem todo o ciclo de vida dos produtos. O primeiro setor prioritário é o plástico, considerado o setor com maior impacto negativo para o meio ambiente e que precisa, mais rapidamente, fechar seu ciclo.

Não apenas a UE está preocupada com a produção elevada de produtos e conseqüentemente de resíduos. Em 2015, os membros da Organização das Nações Unidas (ONU) assinaram a agenda 2030, a qual é constituída de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas para serem alcançadas até 2030 (NAÇÕES UNIDAS, 2015). Dentre esses 17 ODS, o ODS 12 assegura padrões de produção e de consumo sustentáveis. O ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) possui 12 metas, sendo que 5 dessas metas são alcançadas utilizando como base a EC (NAÇÕES UNIDAS, 2016):

- Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionalmente acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente;
- Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso;
- Incentivar as empresas, especialmente as grandes e transnacio-

nais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios;

- Apoiar países em desenvolvimento para que fortaleçam suas capacidades científicas e tecnológicas rumo à padrões mais sustentáveis de produção e consumo;
- Racionalizar subsídios aos combustíveis fósseis, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado, de acordo com as circunstâncias nacionais, considerando as necessidades específicas e condições dos países em desenvolvimento e minimizando os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento de maneira que proteja os pobres e as comunidades afetadas.

Embora os produtos sejam gradualmente reciclados e reutilizados em países desenvolvidos, as práticas mais comuns nas economias emergentes é de continuar a enviar produtos usados para aterros, causando custos consideráveis e danos ao meio ambiente (HSU et al., 2013). Geralmente, nos países economicamente mais desenvolvidos, existe uma percepção mais ampla e generalizada de problemas ambientais (MATIVENGA et al., 2017). Em contrapartida, nos países em desenvolvimento, a sustentabilidade e, conseqüentemente, a EC parecem ser práticas com baixo grau de maturidade na maioria dos setores industriais (XUE et al., 2010).

O Brasil é o quinto país do mundo, tanto em tamanho como em população, com mais de 200 milhões de habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017). O Brasil é a maior economia da América Latina e a nona maior economia mundial (FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL, 2016). A economia circular está ganhando importância devido a implantação de novas políticas ambientais: a gestão de resíduos ganhou mais atenção na política pública com a Lei nº 12305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que entrou em vigor no final de 2010, e o Acordo Setorial de Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral, assinado em 2015. O Acordo Setorial de Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral tem a meta de garantir a destinação final ambientalmente adequada das embalagens. Por meio deste acordo, fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores de embalagens e produtos vendidos em embalagens comprometem-se a trabalhar em conjunto para assegurar a destinação final ambientalmente apropriada das embalagens que colocam no mercado (BRASIL, 2015).

No Brasil está localizada a maior indústria de transformação de EPS da América Latina (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016), sendo que, de todo plástico utilizado no país, 2,3% é EPS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2016) e seu segundo maior uso é no setor de embalagens (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). Nesse setor, a embalagem plástica representa a maior participação no valor da produção, correspondente a 39,07% do total, e é a segunda maior em produção. A indústria de embalagens plásticas é a que mais emprega, totalizando, em dezembro de 2014, 119.953 empregos formais, correspondendo a 52,77% do total de postos de trabalho do setor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM E FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2015).

Mesmo sendo um produto bem conhecido de todos, apenas 7% dos brasileiros sabem que o EPS é reciclável (GAZETA DO POVO, 2010). Por consequência, o resíduo do EPS é responsável por 20% do volume total de aterros no Brasil (SANTA LUZIA, 2015). Esse desconhecimento da população brasileira aumenta os problemas ambientais, especialmente como a poluição da água e do solo (KAN; DEMIRBOĞA, 2009), pois muito do material descartado é desviado do aterro sanitário e na natureza ele leva cerca de 450 anos para se decompor (SANTA LUZIA, 2015). Portanto, organizações e associações de EPS de mais de trinta países, incluindo o Brasil, assinaram um acordo internacional para maximizar a reutilização e reciclagem de EPS na mais ampla variedade de possíveis aplicações (FERRÁNDIZ-MAS; GARCÍA-ALCOCEL, 2012). No entanto, as características EPS tornam a logística reversa mais complexa. Por ele conter muito ar e ter grande volume torna-se dispendioso ser transportado no pós-consumo (SHIN, 2005; GARCÍA et al., 2009; CELLA, 2012).

As tecnologias, de modo geral, estão sendo aprimoradas e disseminadas rapidamente e o comportamento do consumidor está mudando para uma direção mais sustentável, o tempo para transformar a economia em uma EC é favorável (WESTBLOM, 2015). A cadeia de suprimentos é a principal unidade de ação, e gerará em conjunto mudanças (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014). Contudo, a execução das metas propostas e as mudanças, muitas vezes, não são fáceis. É necessário reestruturar a cadeia de suprimentos para implantar a economia circular (MOOREN, 2016). Para tanto, deve-se conhecer as barreiras e os facilitadores para a transição para EC. A partir da obtenção desse conhecimento pode-se elaborar planos adequados para a promoção no longo prazo de uma economia circular (GENG; DOBERSTEIN, 2008), incluindo a formulação de objetivos, políticas e medidas, para que o país

possa passar para um caminho mais sustentável. Essas ações, com o objetivo de fechar o *loop* do poliestireno expandido, proporcionam muitos benefícios sociais.

1.3 RELEVÂNCIA CIENTÍFICA DA PESQUISA

Embora a implantação da economia circular em todo o mundo ainda esteja em estágio inicial de desenvolvimento, as perspectivas do EC são enormes, sendo que mais de 100 artigos foram publicados sobre o tema em 2016 (KIRCHHERR et al., 2017). Isto posto, segundo Ghisellini et al. (2016), um aumento geral do conhecimento do quadro teórico e prático da economia circular, bem como o monitoramento dos projetos atualmente existentes nos diferentes níveis são fundamentais para o progresso da EC em todo o mundo.

Facilitadores são elementos motivacionais que levam as empresas a se envolverem em algum tipo de atividade Andiç et al. (2012) e barreiras são elementos que dificultam ou impedem o sucesso da implantação de alguma atividade Sharma et al. (2011). Estudos internacionais sobre facilitadores e barreiras para a transição para a economia circular se concentram, até o momento, essencialmente na China e, alguns casos na Europa (MOOREN, 2016). Da mesma maneira, estudos internacionais que investigam as barreiras estão evoluindo rapidamente, no entanto, parece haver uma lacuna na investigação dos facilitadores específicos da EC (RIZOS et al., 2016). Existe, portanto, uma lacuna de conhecimento em relação as barreiras e, principalmente, facilitadores relativos à EC no Brasil.

Um aspecto importante, ou seja, o que ainda parece precisar de mais pesquisas, é o conhecimento dos produtores e consumidores sobre EC (GHISELLINI et al., 2016). Isso se torna de real relevância para o Brasil, já que a PNR5 traz o conceito de responsabilidade compartilhada, em que cada setor da sociedade tem sua própria obrigação com os resíduos gerados (BRASIL, 2010). De fato, a transição para a EC vem do envolvimento de todos os atores da sociedade e sua capacidade de ligar e criar padrões adequados de colaboração e intercâmbio (GHISELLINI et al., 2016), sendo que a importância de fatores significativos para a EC parece ser específica dos países. Essas diferenças internacionais destacam a necessidade de entender o ambiente empresarial dentro das configurações locais (MATIVENGA et al., 2017). Dessa forma, a pesquisa deve se basear na cadeia de suprimentos e seus canais reversos no Brasil, pois cada membro da cadeia encontra diferentes desafios para a

implantação da EC (MOOREN, 2016).

Algumas pesquisas mostram a importância de analisar a EC sob a ótica da cadeia de suprimentos do plástico em geral (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; NEUFELD et al., 2016; MOOREN, 2016). Entretanto, até o momento, não há conhecimento de trabalho que examinou a EC na cadeia reversa do EPS no cenário internacional. Ademais, nenhum trabalho anterior tratou sistematicamente os facilitadores e barreiras da EC na cadeia reversa do EPS no contexto brasileiro. Dessa forma, a pesquisa no Brasil sobre fatores que promovem ou retardam, facilitadores e barreiras da EC bem como sobre sua influência na cadeia reversa do EPS, torna-se de grande importância. Portanto, essa dissertação irá adicionar uma dimensão extra a pesquisa sobre EC na cadeia de suprimentos e reversa do plástico, não só verificando os membros, mas analisando as barreiras e facilitadores na transição para a EC, com foco no Brasil para obter informações mais detalhadas sobre esse país.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa visa identificar os canais reversos das embalagens de EPS no Brasil. Nesta pesquisa, considera-se que a logística reversa é parte inicial na transição para a economia circular. Serão considerados facilitadores que auxiliam assim como barreiras que dificultam na transição à economia circular. Esses facilitadores e barreiras serão avaliados sob a perspectiva restrita dos especialistas tanto de economia circular como de EPS, identificando quais desses se adequam mais às embalagens do EPS pós-consumo no Brasil. Não faz parte do escopo desta pesquisa desenvolver métodos de solução das barreiras bem como métodos de aplicação dos facilitadores.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está organizada em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo, discute-se aspectos gerais, objetivos, motivação e estrutura da dissertação.

O capítulo 2 é a fundamentação teórica do trabalho. Esse capítulo apresenta a descrição geral de EPS e de Economia Circular e suas utilizações. Fornece uma revisão da literatura sobre facilitadores e barreiras da EC. Também, define as visões teóricas usadas nesta

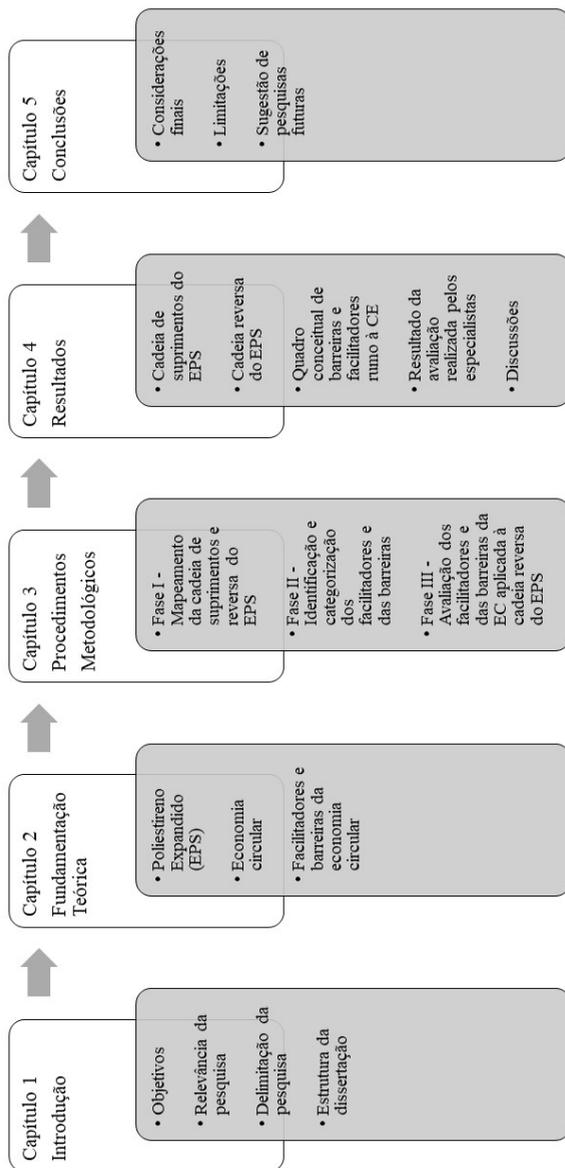
pesquisa.

No capítulo 3 são apresentados os procedimentos metodológicos do trabalho. O capítulo descreve as três principais fases da pesquisa, que remetem aos objetivos específicos, subdivididas em: (i) mapeamento da cadeia de suprimentos do EPS e seus canais reversos, (ii) análise dos facilitadores e barreiras existentes para implantar EC e suas categorizações, (iii) avaliação, realizada por especialistas, dos facilitadores e das barreiras aplicadas à cadeia reversa do EPS.

O capítulo 4 apresenta e discute a cadeia de suprimentos do EPS e seus canais reversos no Brasil, um quadro conceitual com as mais relevantes barreiras e facilitadores da EC. Além da análise estatística descritiva com base na avaliação dos especialistas de economia circular e de EPS sobre as barreiras e os facilitadores da economia circular na cadeia reversa do EPS no contexto brasileiro.

No Capítulo 5, as conclusões do trabalho, a proposição de pesquisas futuras e as limitações da pesquisa são apresentadas, seguidas pelas referências. A Figura 1 apresenta a estrutura desse trabalho.

Figura 1 – Estruturação dos capítulos



Fonte: elaborada pela autora.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

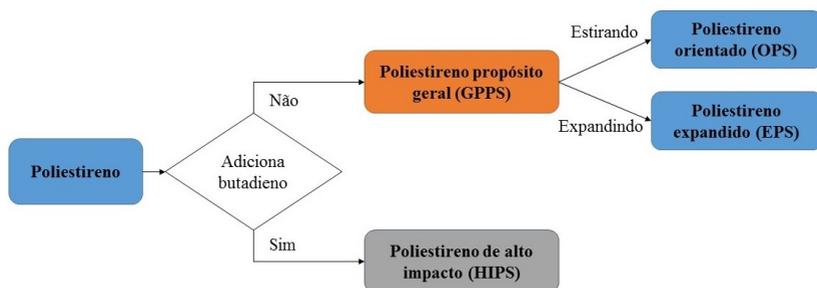
Tendo em vista a essência do assunto a ser tratado nessa pesquisa, esse capítulo apresenta como base: a) o poliestireno expandido; b) a economia circular e; c) os facilitadores e as barreiras da economia circular.

2.1 POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

2.1.1 Definição e características

O poliestireno expandido (EPS), conhecido popularmente no Brasil por Isopor[®] (nome da marca registrada da Knauf Isopor Ltda), é um material de baixa densidade causada pela incorporação de gases durante o processo industrial (CELLA, 2012). O EPS é um termoplástico inerte e não tóxico sob a forma de pérolas pequenas de poliestireno e contendo 2-7% de agente de expansão, usualmente pentano (NAJMADDIN; CANAKCI, 2013; SHIN, 2005; WIKS, 2001). As pérolas expandidas consistem em aproximadamente 98% de ar e 2% de poliestireno em massa, se tornando extremamente leve (SCHMIDT et al., 2011; ESKANDER; TAWFIK, 2011; SIYAL et al., 2012; CELLA, 2012; SARMIENTO et al., 2016). A Figura 2 ilustra alguns produtos da polimerização do estireno.

Figura 2 – Produtos do poliestireno



Fonte: Zhuang et al. (2016).

Ele é amplamente utilizado em embalagens, equipamentos eletrônicos e materiais de construção. As importantes características do

poliestireno expandido são: (i) Isolante térmico; (ii) Alta flexão mecânica; (iii) Alta durabilidade; (iv) Resistência à umidade; (v) Resistência a fotólise; (vi) Excelente absorção a choque; (vii) Resistência ao envelhecimento, não oxida ou se decompõe; (viii) Leveza, o que facilita seu transporte; (ix) Pode ser fechado, cortado, perfurado, aplainado, polido, pregado e aparafusado; (x) Alta absorção acústica; (xi) Aderência às superfícies absorventes e não absorventes, tais como madeira, metal, concreto e materiais múltiplos. Pode ser fixado com adesivos à base de água, sem solventes tóxicos (ASAAD; TAWFIK, 2011; BANDYOPADHYAY; BASAK, 2007; CHEN et al., 2015; ESKANDER; TAWFIK, 2011; FERRÁNDIZ-MAS; GARCÍA-ALCOCEL, 2013; NAJMADDIN; CANAKCI, 2013; SARMIENTO et al., 2016; SIYAL et al., 2012).

O EPS também é um material versátil com estabilidade dimensional, natureza limpa e baixo custo (SHIN, 2006). Por este motivo ele apresenta alta demanda em várias indústrias em todo o mundo. O símbolo de reciclagem do EPS, apresentado pela norma NBR 13230:2008 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008) e utilizado mundialmente, é o mesmo do poliestireno (PS), que utiliza o número seis envolto pelo triângulo da reciclagem, apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Símbolo do poliestireno



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008).

2.1.2 Utilização

O EPS não é degradável, mas possui a versatilidade para ser usado em um número múltiplo de opções, como embalagens de produtos alimentícios, utensílios térmicos descartáveis, proteção de equipamentos, materiais para construção civil, isolante térmico, entre outras aplicações (CELLA, 2012). Como embalagem, ele é usado como proteção no fluxo de materiais na cadeia de suprimentos. Por ser um material composto de 98% de ar (SCHMIDT et al., 2011), e possuir baixa condutividade térmica (SINGH et al., 2008) o EPS é um bom amortecedor, isolante e protege alguns produtos durante a distribuição (ESKANDER;

TAWFIK, 2011).

Em 1968, o poliestireno expandido já era utilizado como embalagem de transporte das células vermelhas do sangue congeladas. Essas células saíam dos Estados Unidos e eram utilizadas no Vietnã durante a guerra (HESS, 2004). Da mesma forma, em 1970, para reduzir a quantidade de carne estragada durante o transporte na cadeia de suprimentos de carne, assim, aumentando seu prazo de validade, os produtores de carne começaram a embalar a carne fresca em bandejas de EPS brancas com envoltório de estiramento de policloreto de vinila (PVC). As bandejas são baratas e dão ao produto uma aparência limpa e higiênica (THODEN VAN VELZEN; LINNEMANN, 2008). O papel do EPS como embalagem é importante na proteção da qualidade e prazo de validade dos alimentos, especialmente na cadeia de suprimentos, uma vez que são projetados para permitir que os consumidores obtenham alimentos que correspondam às suas expectativas de qualidade e segurança (MARSH; BUGUSU, 2007; ACCORSI et al., 2014; BERTOLUCI et al., 2014).

Ingrao et al. (2015), por meio da análise de ciclo de vida das espumas semirrígidas de poliestireno na cadeia de suprimentos de alimentos, identificaram que os maiores impactos negativos do poliestireno estão relacionados à produção de seus grânulos, já que é um derivado do petróleo, e o gasto de energia elétrica para sua transformação. Seu transporte aparece como terceiro maior impactante para o meio ambiente. Essa pesquisa considera como fases do ciclo de vida das espumas semirrígidas de poliestireno (poliestireno extrudado e poliestireno expandido) a produção, o transporte até o consumo e o descarte. Quando os produtores são responsabilizados pela fase de fim de vida dos produtos, eles têm mais motivação para facilitar outros membros da cadeia de suprimento, usuários e partes interessadas no processamento no fim da vida útil. Assim, cria-se oportunidades para tornar o processo mais efetivo e com gastos eficientes (KUMAR; PUTNAM, 2008). Nesse contexto, para Berkhout e Howes (1997), a cadeia genérica de qualquer produto envolve, também, os estágios de gerenciamento dos seus resíduos, englobando assim a logística reversa. Sendo uma cadeia de suprimentos genérica a soma da extração das matérias-primas, processamento de materiais, montagem do produto final, uso e estágios do gerenciamento do resíduo, contemplando a reciclagem.

Os setores que mais utilizam EPS, no Brasil, são construção civil e embalagens. Sendo que na construção civil, a construção de lajes é a que mais utiliza EPS (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). A respeito de embalagens, o EPS é utilizado em duas funções, calço/proteção para transporte de produtos frágeis (ESKANDER; TAWFIK, 2011) e cai-

xas térmicas como embalagens de bebidas e alimentos congelados (SINGH et al., 2008; ACCORSI et al., 2014; BERTOLUCI et al., 2014). A diferença essencial entre o EPS da construção civil e da indústria das embalagens é que a maioria do EPS da construção civil continua na edificação após seu término, enquanto o EPS das embalagens normalmente possui um único ciclo de uso e é descartado. As empresas de embalagens têm a responsabilidade de maximizar o lucro, reconhecendo as necessidades de seus clientes e a crescente ênfase na responsabilidade social e ambiental das empresas (COTE et al., 2008). Os regulamentos de embalagens relacionados aos produtos alimentares também podem afetar as empresas em suas capacidades de reutilização de recipientes. Logo, a próxima subseção é dedicada ao EPS pós-consumo.

2.1.3 Pós-consumo

A descartabilidade do EPS e o montante de resíduos gerados não é apenas uma realidade brasileira. A União Europeia considerou o setor de plástico o setor que mais precisa de atenção para fechar o ciclo, a estratégia adotada corresponde a reciclabilidade, a biodegradabilidade, a presença de substâncias perigosas e detritos marinhos. Menos de 30% do resíduo plástico coletado, na Europa, é reciclado. Dos 70% restantes, 30% vão para aterros e 40% são incinerados para geração de energia elétrica (DIREÇÃO-GERAL DO AMBIENTE - COMISSÃO EUROPEIA, 2017).

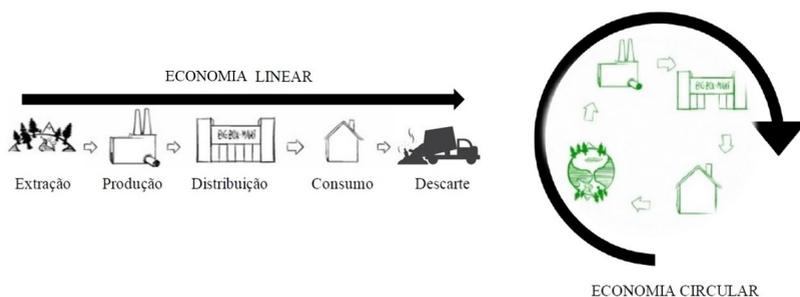
O EPS representa 0,1% do total de resíduos sólidos nas municipalidades (FERRÁNDIZ-MAS; GARCÍA-ALCOCEL, 2012). Embora seja gerado um grande volume de resíduos de EPS, a sua baixa densidade torna inconveniente a reutilização e tratamento. O custo de tratamento para tais produtos envolve taxas para coleta, transporte, esmagamento ou quebra e, reutilização, reciclagem ou aterro sanitário (CHO et al., 2010). O EPS possui baixa densidade e pode permanecer intacto por muitas gerações, logo o aterramento dele significa uma possível diminuição da vida do aterro. Por isso, várias organizações de EPS e associações de mais de trinta países, entre os quais o Brasil, assinaram um acordo internacional para maximizar a reutilização e reciclagem de EPS na mais ampla faixa de possíveis aplicações (FERRÁNDIZ-MAS; GARCÍA-ALCOCEL, 2012). Diversas técnicas, químicas e mecânicas, estão disponíveis para reciclagem do resíduo de EPS. No entanto, o EPS é um dos produtos do poliestireno menos econômicos para ser reciclado, pois a maioria dos métodos são caros e com baixa qualidade, além da ameaça ambiental (SHIN; CHASE, 2005; BEKRI-ABBES et al., 2008).

2.2 ECONOMIA CIRCULAR

2.2.1 Definição

A economia convencional costuma ser linear: as matérias-primas “entram” em uma extremidade da indústria e resíduos “saem” por outra. Este modelo de economia não considera os limites naturais (MATHEWS; TAN, 2011). Conforme Yang e Feng (2008), economia circular é a abreviação de “Economia de ciclo fechado de materiais ou Economia de recursos circulados”. A economia linear converte-se para um sistema fechado quando a relação de recursos e de resíduos é considerada. A Figura 4 ilustra a economia linear e a economia circular.

Figura 4 – Economia linear e circular



Fonte: elaborada pela autora com base em McDonough e Braungart (2010).

A EC é um conceito genérico que se baseia em abordagens mais específicas como (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2010): a) *design* regenerativo; b) economia de *performance*; c) berço ao berço (C2C); d) ecologia industrial; e) biomimética; f) economia azul e; g) capitalismo natural. Sendo assim, o objetivo principal da EC é incorporar essas abordagens para alcançar uma maior eficiência por meio de integração de sistemas (GENG et al., 2012). Parcerias entre empresas para atender serviço comum, as necessidades de transporte e infraestrutura são incentivadas pela EC. O Quadro 1 descreve cada uma das abordagens citadas acima.

Quadro 1 – Abordagens da economia circular

Abordagem	Autor criador	Descrição
<i>Design regenerativo</i>	Lyle (1996)	Processos que restauram, renovam ou revitalizam suas próprias fontes de energia e materiais. Desenvolvimento de produtos com novas matérias-primas, gerando sistemas sustentáveis que integram as necessidades da sociedade com a natureza
Economia de <i>performance</i>	Stahel (2010)	O foco é a indústria adotar a reutilização e a extensão da vida dos serviços como uma estratégia de prevenção de resíduos, criação regional de empregos e eficiência de recursos para desmaterializar a economia industrial
C2C	McDonough e Braungart (2010)	O objetivo é criar um sistema produtivo circular, onde não existe o conceito de lixo. Tudo é nutriente para um novo ciclo e resíduos são nutrientes que circulam em ciclos contínuos (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2010)
Ecologia industrial	Graedel e Allenby (2003)	Um ecossistema industrial não pode ser visto isoladamente do seu sistema circundante, mas em conjunto com eles. É uma visão de sistemas em que se busca otimizar o ciclo total de materiais: da matéria virgem, até material acabado, componente, produto, produto obsoleto e disposição final (GRAEDEL; ALLENBY, 2003)
Biomimética	Benyus (2002)	Estuda as melhores ideias da natureza e, em seguida, imita esses projetos e processos para fornecer soluções inovadoras e sustentáveis para o desenvolvimento da indústria e da pesquisa
Economia azul	Pauli (2010)	Destaca os benefícios na conexão e combinação de problemas ambientais aparentemente díspares com soluções científicas de código aberto, com base em seu ambiente local e características físicas e ecológicas
Capitalismo natural	Hawken et al. (2013)	Refere-se aos estoques de ativos naturais, incluindo solo, ar, água e todos os seres vivos. O objetivo é a conservação de recursos através de processos de fabricação mais efetivos, a reutilização de materiais encontrados em sistemas naturais, a mudança de valores de quantidade para a qualidade e a investir em capital natural (HAWKEN et al., 2013)

Fonte: elaborado pela autora.

A economia circular classifica os materiais como nutrientes técnicos e biológicos. Os nutrientes biológicos são projetados para voltar a entrar na biosfera com segurança e construir capital natural. Os nutrientes técnicos são projetados para serem compostos por materiais 100% recicláveis para circular em alta qualidade sem entrar na biosfera (GHISELLINI et al., 2016). O ideal é otimizar os nutrientes, sendo que os materiais otimizados para o ciclo biológico são biodegradáveis,

e retornam seu valor como nutrientes biológicos para o solo.

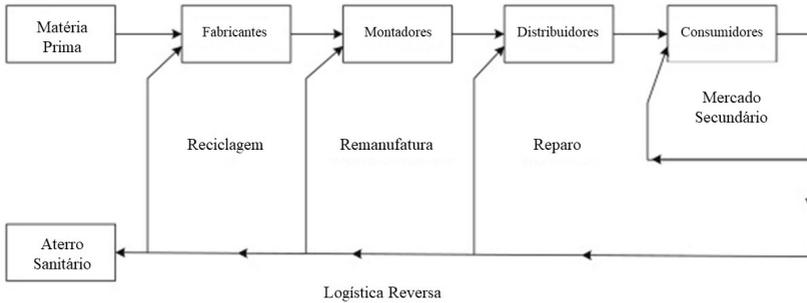
Os materiais otimizados para o ciclo técnico são utilizados de modo que circulem em ciclos industriais fechados, principalmente os nutrientes não-renováveis. Projetar produtos para o ciclo técnico significa garantir que as partes podem ser desmontadas facilmente e a qualidade dos materiais ser recuperada ou melhorada para serem utilizados na fabricação de novos produtos (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2010). Como na EC trata-se materiais como nutrientes, utiliza-se o termo “desmaterializar” para explicar que não há mais perdas de materiais para aterros ou incineração, tudo retorna ao sistema como nutrientes, conforme a Lei de Lavoisier de conservação das massas.

Por consequência, a EC tem como objetivo o uso eficiente dos recursos, com ciclos fechados de materiais e utilização de energia reciclada como características e “Redução”, “Reutilização” e “Reciclagem” (3Rs) como estratégia básica. A redução refere-se à redução dos materiais que entram na produção e no consumo. Reutilizar significa prolongar a durabilidade de produtos e serviços, enquanto a reciclagem pode reduzir as necessidades de disposição. Existem diferenças entre autores sobre a economia circular e a estratégia dos 3Rs. Para Kumar e Putnam (2008), o foco de reutilização, reciclagem e recuperação dos recursos é chamado de gerenciamento de recursos do berço ao berço. Segundo Kumar e Putnam (2008), os 3Rs principais são:

- Remanufatura: restauração de um produto para uma nova condição, reutilizando, recondicionando e substituindo peças;
- Reparo: usando bons componentes de montagens que já estiveram em uso;
- Reciclagem: utilizando materiais de componentes e processando-os para se tornarem o mesmo material ou outro material útil.

O processo de reciclagem divide os produtos em materiais que devem ser reprocessados e refabricados a partir do “zero”. Do ponto de vista ambiental, a remanufatura tem vantagens significativas, incluindo a conservação de recursos, a redução do consumo de energia e a redução da geração de resíduos (LINDAHL et al., 2006; ÖSTLIN et al., 2006). Produtos remanufaturados correspondem a custos que são 40-60% menores do que aqueles incorridos na entrega de novos produtos (KUMAR; PUTNAM, 2008). No entanto, remanufatura e reutilização requerem coleta, reparo e limpeza, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 – Os 3Rs, segundo Kumar e Putnam (2008).



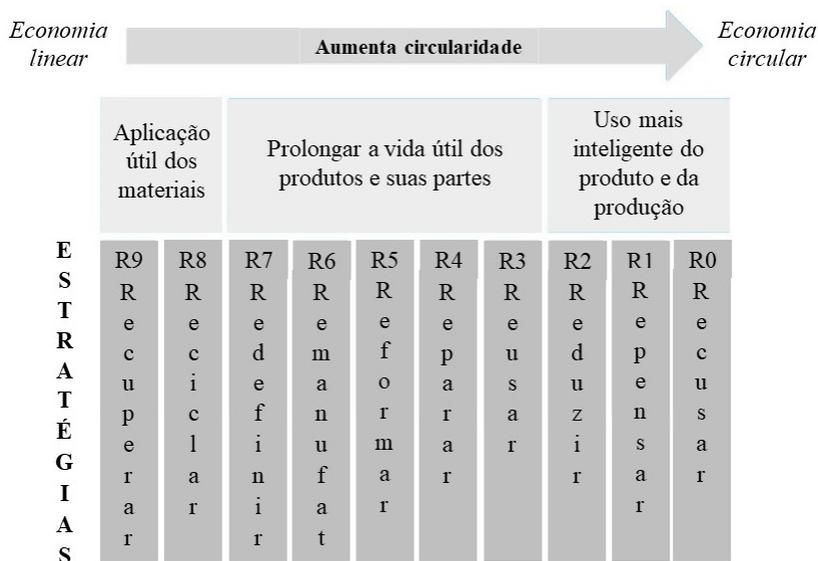
Fonte: adaptada de Kumar e Putnam (2008).

Segundo Buren et al. (2016), a economia circular possui 9 graduações ou opções para a circularidade, ou seja, 9Rs. A hierarquia começa com “Recusar” e finaliza com “Recuperar energia”, englobando a “Redução”, “Reutilização” e “Reciclagem”. Já para Kirchherr et al. (2017), continuam 9Rs, mas inicia-se a contagem dos Rs no número zero, sendo, na verdade, 10Rs. Seu diferencial para os 9Rs de Buren et al. (2016) é o “Repensar”. Os 10Rs estão enumerados a seguir e esse *framework* é retratado na Figura 6.

1. Recusar: prevenir o uso de matéria-prima;
2. Repensar: fazer o uso do produto mais intenso (compartilhamento de produtos)
3. Reduzir: reduzir o uso de matéria-prima;
4. Reutilizar: reuso do produto por outro consumidor (segunda mão, compartilhamento de produtos);
5. Reparar: manutenção e reparo para que o produto tenha suas funções originais;
6. Reformar: reformar o produto e atualizá-lo;
7. Remanufaturar: criar novos produtos com (partes de) produtos antigos;
8. Redefinir: reuso do produto para um outro propósito;
9. Reciclar: processamento e reuso dos materiais;

10. Recuperar energia: incineração dos materiais para recuperar energia.

Figura 6 – *Framework* dos 9Rs



Fonte: adaptada de Kirchherr et al. (2017).

Recuperar energia é a última opção para extrair valor dos recursos. Na realidade, ela degrada e decompõe os materiais em calor, emissões gasosas e cinzas sendo o ponto final do ciclo desses recursos. Igualmente, a reciclagem é um processo que reduz a qualidade dos materiais. Pois o sistema de reciclagem não é capaz de criar recursos secundários de alta qualidade de todos os resíduos gerados (BUREN et al., 2016).

Produtos de EPS são materiais técnicos, conforme classificação da EC, não conseguem ser reparados e os produtos que contêm gorduras e graxas não são limpos. Portanto, atualmente, a reciclagem torna-se o caminho mais fácil e rápido.

2.2.2 Iniciativas para a implantação da economia circular

Segundo Mathews e Tan (2011), as iniciativas para a economia circular são divididas em 3 etapas. A primeira, está relacionada a

produção mais limpa, acontece em uma única empresa ou grupo de empresas e está vinculada ao aumento de energia e eficiência dos recursos. Já a segunda etapa está relacionada com a criação de *clusters* ou simbiose industrial em que o grupo de empresas compartilham fluxos de recursos e energia e assim tem uma melhora coletiva. A terceira etapa envolve toda uma cidade, onde a reciclagem e processos interligados são promovidos por meio de incentivos econômicos e administrativos e as falhas são penalizadas.

Ghisellini et al. (2016) categorizam e dividem a economia circular em implantação em nível micro, médio e macro. Na micro implantação o foco é em uma única empresa ou consumidor e as pesquisas se desenvolvem nas áreas de: Produção mais limpa; Consumo verde e contratos públicos ecológicos; Reciclagem e reuso e catadores. No nível médio de implantação o objetivo de pesquisa são os parques eco-industriais e a pesquisa é voltada a: Sistemas eco-industriais e simbiose industrial em *clusters* e redes; Mercado de comércio de resíduos.

No nível macro de implantação visa cidades, províncias, regiões e nações, as pesquisas na área são: Redes e produções em regiões eco-industriais, eco-cidades, simbiose urbana; Consumo colaborativo; Programas de Lixo Zero, Inovação em sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos. Em todos os níveis, a pesquisa em políticas e regulamentação são citadas. Essa revisão mostra que são poucas pesquisas desenvolvidas com foco nos ciclos da EC e a maioria deles abordam o nível macro e a ecologia industrial, com foco na simbiose industrial.

A partir de diversas iniciativas para a implantação da EC, foi elaborada uma definição para EC. Essa definição é:

Economia circular descreve um sistema econômico baseado em modelos de negócios que substituem o conceito de “fim de vida” por reduzir, alternativamente reutilizar, reciclar e recuperar materiais em processos de produção/distribuição e consumo. Opera-se a nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível médio (parques eco-industriais) e macro nível (cidade, região, nação e além), com o objetivo de realizar o desenvolvimento sustentável, o que implica em criar qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social para benefício das gerações atuais e futuras (KIRCHHERR et al., 2017).

Assim sendo, fica evidente que ainda existem muitas possibilidades de implantações da EC. Conforme Ghisellini et al. (2016), tanto em níveis teóricos como práticos, a EC ainda está principalmente enrai-

zada em economia ambiental e ecologia industrial, com grande ênfase na inovação tecnológica na forma de tecnologias mais limpas, bem como na reciclagem, ao invés da reutilização. Sendo assim, nesse trabalho, a pesquisa é mais ampla que o nível micro, desenvolvida na cadeia de suprimentos do EPS e seus canais reversos, porém não alcança o nível médio que são os parques eco-industriais.

2.2.3 Legislação brasileira e de outros países

A questão de fechar o ciclo dos produtos ganhou atenção na política pública brasileira com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010). Dentre os diversos conceitos introduzidos na legislação ambiental está a logística reversa e o acordo setorial. A logística reversa é definida como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

O Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral foi assinado em novembro de 2015. Ele tem como objetivo garantir a destinação final ambientalmente adequada das embalagens. Conforme o objeto do acordo setorial, as embalagens podem ser compostas de papel e papelão, plástico, alumínio, aço, vidro, ou ainda pela combinação destes materiais. Por meio deste acordo, fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores de embalagens e de produtos comercializados em embalagens se comprometem a trabalhar de forma conjunta para garantir a destinação final das embalagens que colocam no mercado. O acordo prevê que até 2018 haverá uma redução de no mínimo 22% das embalagens dispostas em aterros. Portanto, o Sistema de Logística Reversa de Embalagens deverá garantir a destinação final ambientalmente adequada de, pelo menos, uma média de 3.815,081 toneladas de embalagens por dia (BRASIL, 2015). No relatório da primeira fase do Acordo Setorial, apresentado em janeiro de 2017, as ações, promovidas pelo setor das indústrias de embalagens, alcançaram 104.713.430 milhões de brasileiros, em 25 estados e 422 municípios, representando 51% da população brasileira (COMPRO-MISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM, 2017).

As leis brasileiras para logística reversa e desenvolvimento de sistema de logística reversa existem. Porém, não há lei específica que oriente a logística reversa do plástico, muito menos do EPS. Isso dificulta o desenvolvimento e aplicação da logística reversa, bem como da EC no país. Segundo Kumar e Putnam (2008), para o sistema de logística reversa ter um melhor desempenho e ser aplicada deve-se (a) desenvolver ou procurar métodos de obtenção de eficiência econômica para coleta, desmontagem, reutilização, reciclagem e remanufatura; (b) desenvolver maior compartilhamento de informações ao longo da cadeia de suprimentos (CS) para fechar o ciclo e; (c) desenvolver as cadeias de suprimento reversas e fechadas dos produtos.

Além disso, a cadeia reversa é muitas vezes mais complexa do que os modelos de cadeia de suprimentos convencional. Um exemplo da complexidade é o custo de transporte, somente peças ou componentes valorizados são devolvidos ao fabricante para economizar custos de transporte (SAVASKAN et al., 2004). Os sistemas de informação e infraestruturas físicas são também fatores-chave para o sucesso da formação da cadeia reversa. Diversas fontes identificaram necessidades para serviços de logística reversa. As necessidades típicas incluem serviço ao cliente, depósito de reparos, fabricação em fim de vida, gerenciamento de TI, reciclagem, renovação/triagem, gerenciamento de substituição, autorização de devoluções, gerenciamento de peças sobressalentes, transporte, armazenagem e gerenciamento de garantia (KUMAR; PUTNAM, 2008).

O Brasil, comparado com outros países, está iniciando sua caminhada em busca da EC. Países como a China e os participantes da União Europeia são os que mais se destacam. Em 2005, a China definiu que a EC seria o principal meio de reduzir a pesada exploração de recursos (MATHEWS; TAN, 2011). A partir desse momento, foram iniciados os projetos de parques eco-industriais. Em 2006, o décimo primeiro Plano de Cinco Anos foi dedicado todo a economia circular e em 2008 foi criada a lei de economia circular em que municípios e estados deveriam investir e desenvolver estratégias para fomentar a EC (SU et al., 2013). Em continuidade, em 2011, o décimo segundo Plano de Cinco Anos foi atualizado para toda a nação. As indústrias alvo na China para o desenvolvimento da EC são de carvão, de aço, de eletrônicos, químicas e petroquímicas (SU et al., 2013). A abordagem chinesa para desenvolver a EC incorpora aspectos de planejamento territorial e de design urbano para parques eco-industriais (MCDOWALL et al., 2017).

A legislação europeia voltadas a EC começaram a ser desenvolvidas mais tarde do que na China, mesmo a Europa sendo o berço da EC. Em 2008, a Comissão Europeia desenvolveu a Diretiva de Resíduo

2008/98/EC (PINJING et al., 2013). Em 2015, deu-se início ao novo Pacote de Economia Circular que estimula a transição da Europa rumo a EC. Esse pacote foi chamado de *Closing the Loop - An European Union Action Plan for the Circular Economy*. Esse plano de ação propõe um *framework* integrativo das políticas existentes e dos instrumentos legais em sete áreas: (1) Produção; (2) Consumo; (3) Gerenciamento de resíduos; (4) Impulsão de mercados de materiais secundários; (5) Definição de cinco resíduos prioritários; (6) Inovação, investimento e medidas “horizontais”; (7) Monitoramento do progresso (MCDOWALL et al., 2017).

Deve-se ressaltar, que na definição de cinco resíduos prioritários, o plástico foi definido como o primeiro resíduo a ter prioridade. O uso de plásticos na UE cresceu de forma constante, mas menos de 30% dos resíduos de plástico coletados são reciclados. A partir de 2014, cerca de 30% ainda eram direcionados para aterro sanitário, com quase 40% queimados para geração de energia (COMISSÃO EUROPEIA, 2017). A estratégia para os plásticos na economia circular, abordam questões de reciclagem, biodegradabilidade, a presença de substâncias perigosas, e para o desenvolvimento sustentável, bem como objetivos para reduzir significativamente os detritos marinhos flutuantes (DMF) (COMISSÃO EUROPEIA, 2016). A Comissão propõe uma taxa alvo de reciclagem para embalagens plásticas de 55% até 2025 (COMISSÃO EUROPEIA, 2017). Além dessa área citada, deve-se ressaltar dentro da área de gerenciamento de resíduos a (i) Adaptação das regras de contratos públicos e (ii) Novas propostas legislativas sobre resíduos e aterros, incluindo novos objetivos.

2.3 FACILITADORES E BARREIRAS DA ECONOMIA CIRCULAR

Uma das intenções da economia circular é manter o produto em uso ao invés de descartá-lo. Contudo, a transformação em EC é de alta complexidade, pois o material e a energia, o design do produto, os modelos de negócios, a fabricação, o serviço, os processos de distribuição e o gerenciamento de dados devem ser considerados (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017). Isto posto, existem diversas barreiras e facilitadores relacionados a essa transformação.

Um ponto relevante é a existência de diferenças entre as empresas nas quais as barreiras e os facilitadores são mais proeminentes e, segundo Westblom (2015), existem três variáveis que afetam isso: (i) o tipo de transação comercial que a empresa pratica; (ii) em que setor

e país opera a empresa e; (iii) qual o tipo de medida da EC que ela pretende implantar.

Com o desenvolvimento de legislação específica para a promoção da EC, na China e na Europa, levantamentos e discussões sobre facilitadores e barreiras foram realizados. Verifica-se que há um grande número de barreiras e, na maioria das vezes, estão conectadas entre si e ilustram claramente a complexidade da EC (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017; WESTBLOM, 2015). Para Mativenga et al. (2017), os facilitadores são a ignição das mudanças das empresas, eles impulsionam e motivam as empresas para a transformação do modelo econômico convencional para a EC. Mooren (2016) e Rizos et al. (2016) identificam os facilitadores como soluções diretas para superar as barreiras, porém também podem ser condições favoráveis para a transição. Em vista dessas definições, a pesquisa considera os facilitadores como fatores impulsionadores para a transição à economia circular.

Para orientar o questionário enviado para os especialistas e para discutir os facilitadores e as barreiras para uma EC da cadeia do EPS, as barreiras e facilitadores são categorizados nas subseções seguintes.

2.3.1 Categorização dos facilitadores da economia circular

Algumas fontes sugerem categorizações dos facilitadores e das barreiras. Os facilitadores da transição para EC não possuem categorizações claramente definidas como há nas barreiras. Porém, a categorização com base na nova teoria institucional foi difundida em pesquisas de sistemas de gestão ambiental (ZHU et al., 2013, 2012) e *green supply chain management* (SARKIS et al., 2011; ZHU et al., 2011; ZHU; GENG, 2013; ZHU et al., 2013).

Nessa pesquisa, a teoria institucional é baseada na versão da teoria institucional de DiMaggio e Powell (1983), por meio do isomorfismo. O isomorfismo é um processo restritivo que obriga uma empresa a se assemelhar a outras que enfrentam o mesmo conjunto de condições ambientais, podendo ser percebidas como parceiras, concorrentes, cadeias produtivas, verticais ou horizontais (DIMAGGIO; POWELL, 2000). A nova teoria institucional sugere que as empresas podem obter legitimidade se estiverem de acordo com as práticas dominantes de seu campo institucional. O campo institucional constitui os principais fornecedores, consumidores, reguladores e rivais da organização (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Do ponto de vista ambiental, o campo institucional constitui os principais fornecedores, consumidores, ONGs, ativistas, as-

sociações comerciais, investidores, comunidades locais, reguladores e rivais da organização (HOFFMAN, 2001).

Os mecanismos de isomorfismo normativo, coercivo e mimético criam e difundem um conjunto de normas, regras e valores comuns que resultam em estruturas e práticas similares em todos os campos organizacionais. A mudança organizacional isomórfica normativa decorre, principalmente, da profissionalização. A troca de informações entre profissionais ajuda a contribuir para uma hierarquia comum de status que se torna uma matriz para fluxos de informação e movimentos de pessoal entre as organizações (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Essa ordem de status ocorre através de meios formais e informais. A designação de algumas grandes empresas em um mesmo setor como principais agentes negociadores em negociações de gestão sindical pode tornar essas empresas fundamentais em outros aspectos. O reconhecimento do governo de empresas ou organizações chaves por meio do processo de concessão ou contrato pode dar legitimidade e visibilidade a essas organizações e liderar empresas concorrentes para copiar aspectos de sua estrutura ou procedimentos operacionais na esperança de obter recompensas similares.

O isomorfismo coercivo resulta de pressões formais e informais exercidas sobre as organizações por outras organizações sobre as quais são dependentes e pelas expectativas culturais na sociedade em que as organizações funcionam (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Essas pressões podem ser sentidas como força ou como persuasão. Em algumas circunstâncias, a mudança organizacional é uma resposta direta a regras governamentais: os fabricantes adotam novas tecnologias de controle da poluição para se adequarem aos regulamentos ambientais, por exemplo.

Muitas vezes a incerteza é uma força poderosa que incentiva o isomorfismo mimético. Quando os objetivos são ambíguos, ou quando o ambiente cria incerteza simbólica, as organizações podem se modelar com base em outras organizações. A imitação é uma resposta à incerteza. A organização mimetizada pode desconhecer a imitação ou pode não ter nenhum desejo de ser copiada; ela serve apenas como uma fonte conveniente de práticas que a organização “imitadora” pode usar (DIMAGGIO; POWELL, 2000). As organizações tendem a mimetizar quando acreditam que as outras empresas são mais legítimas ou bem-sucedidas.

A nova teoria institucional também é usada como método; sendo um guia para identificar facilitadores e barreiras para que as organizações exibam um comportamento que apoie uma EC (MOOREN, 2016). Os facilitadores isomórficos normativos fazem com que as empresas se adaptem para serem percebidas como tendo atividades organizacionais

legítimas (ZHU et al., 2013, 2012, 2011; ZHU; GENG, 2013; ZHU et al., 2013). Essa pressão pode ser exercida pelas partes interessadas externas que tenham um interesse direto ou indireto na organização (ZHU; GENG, 2013; ZHU et al., 2013). A cadeia de suprimentos e as pressões do mercado fazem com que muitos fabricantes repensem o papel das práticas e rotinas ambientais em suas estratégias e operações organizacionais (ZHU et al., 2013, 2012).

A conformidade por meio de facilitadores isomórficos coercivos ocorre por influência exercida por aqueles que estão no poder (ZHU; GENG, 2013; ZHU et al., 2012, 2011), como por influência política (regulamentos governamentais e leis). A pressão coerciva geralmente é um fator importante que impulsiona as práticas de gestão ambiental entre os fabricantes em países em desenvolvimento (ZHU et al., 2013). As regulamentações ambientais podem ser consideradas como as pressões coercivas que impulsionam os fabricantes a implementar as práticas de EC.

Os facilitadores isomórficos miméticos ocorrem quando as organizações imitam as ações de concorrentes bem-sucedidos em uma indústria, na tentativa de replicar o caminho do seu sucesso (ZHU et al., 2011, 2013; ZHU; GENG, 2013; ZHU et al., 2012, 2013). Esse isomorfismo decorre da busca da legitimidade e concorrência com a reprodução do comportamento de outras organizações (MOOREN, 2016). Nas operações e na fabricação, essa ação é tipicamente definida como *benchmarking* competitivo (ZHU et al., 2013). As cadeias de produtos globais são especialmente pertinentes para as pressões miméticas nos países em desenvolvimento. Pois as indústrias nacionais competem com empresas internacionais no mercado internacional e isso significa seguir as normas internacionais, normalmente mais rígidas, e imitar seus grandes concorrentes (ZHU et al., 2012).

2.3.2 Categorização das barreiras da economia circular

As barreiras são mais discutidas e há um entendimento da categorização delas. Essa compreensão mais completa das barreiras e suas conexões por meio de categorias ajuda as empresas a priorizar e utilizar melhor seus recursos para superá-las (SHAHBAZI et al., 2016). Sendo assim, muitos autores adotam categorizações.

O desenvolvimento tecnológico tornou a economia circular tecnicamente viável (MATHEWS; TAN, 2011). Novas realizações acadêmicas em tecnologias ambientais, como aquelas que contribuíram para

os campos de *eco-design*, produção mais limpa e avaliação do ciclo de vida, ajudaram a revolucionar o campo da economia circular (GENG; DOBERSTEIN, 2008). Esta revolução ajudou as indústrias, alcançando a mesma produção industrial ao usar menos energia e menos matérias-primas a um custo razoável, produzindo menos poluição. A inovação técnica é necessária, no entanto, ela também pode servir de barreira. Sem a aplicação de tecnologias avançadas, é improvável que as empresas possam melhorar sua ecoeficiência e implantar a EC.

Assim, as barreiras tecnológicas possuem como base a falta de tecnologias ou processos disponíveis, o que impede as empresas de aplicarem o conceito de EC (WESTBLOM, 2015; MOOREN, 2016). Para Westblom (2015), as barreiras tecnológicas estão fortemente relacionadas às barreiras organizacionais, comportamentais e econômicas, já que dificultam a incorporação de novas tecnologias. Por consequência, a demanda por tecnologias ambientalmente superiores ainda é fraca e as capacidades técnicas e os recursos financeiros são inadequados, com o resultado de que níveis de poluição e consumo de energia superam o crescimento econômico em muitos países (GENG; DOBERSTEIN, 2008).

As barreiras legais estão relacionadas à ação política e às regras que atuam sobre diferentes atores ou grupos de atores na sociedade. As barreiras legais podem ser vistas como a legislação sendo um obstáculo ou como a falta de legislação em vigor (MOOREN, 2016). Do ponto de vista político, muitos sistemas jurídicos como um todo não criam uma plataforma unificada para promover a economia circular. O sistema de regulação fragmentada, muitas vezes, funciona contra a EC. Em diversos países ainda não existem políticas que incentivem a produção, as tecnologias e o consumo com foco na EC, como é o caso do Brasil. No Brasil os controles regulatórios ainda são bastante negligentes e as oportunidades para o “fechamento do *loop*” liderado pelo mercado são numerosas (GENG; DOBERSTEIN, 2008). Da mesma forma, argumenta-se que não há legislação que apoie especificamente o desenvolvimento de atividades como a simbiose industrial, embora essa política esteja começando a aparecer em países europeus (AID et al., 2017).

Paradoxalmente, a legislação ambiental excessiva pode, às vezes, prevenir atividades para implantar a EC. Os instrumentos políticos podem impedir transições para a economia circular, como o uso de subprodutos entre as organizações, no caso da simbiose industrial. Em países onde os regulamentos ambientais são mais rigorosos e abrangentes alguns aspectos das leis de reciclagem podem desencorajar ativamente o intercâmbio de resíduos, que é a essência da iniciativa eco-industrial (MATHEWS; TAN, 2011). A classificação jurídica de um material como

resíduo muitas vezes resulta em um processo de solicitação de licenças que são caras, demoradas e burocráticas (AID et al., 2017). A política também pode impedir indiretamente o uso de materiais secundários, por exemplo, fornecendo subsídios para produtores de materiais primários. Portanto, as empresas preferem comprar matérias-primas mais baratas, em vez de usar recicladas, o que muitas vezes implica em custos de processamento suplementares (RIZOS et al., 2016).

Para a transição para uma economia circular, o bom potencial da economia é fundamental para as empresas. As empresas que se adaptam aos princípios de uma economia circular, provavelmente, precisarão de modelos de negócios alternativos com processos de negócios que tenham sido configurados de maneira diferente. Barreiras econômicas, ou financeiras, podem surgir da economia interna de uma empresa. O deslocamento de um modelo de produção linear para circular requer atividades como planejamento de distribuição, gerenciamento de estoque, planejamento de produção e gerenciamento de uma rede logística reversa, exigindo inovações financeiras, que acompanham uma quantidade substancial de tempo e investimento por parte da empresa (MATHEWS; TAN, 2011; KOK et al., 2013).

A falta de capital tem sido citada extensivamente na literatura como uma das barreiras mais difíceis de serem rompidas para a adoção da economia circular (RIZOS et al., 2016; WESTBLOM, 2015). Para isso, deve-se criar uma perspectiva além de ganhos e metas de curto prazo. Apenas se concentrar no ganho econômico de curto prazo é traduzido em uma barreira econômica (MOOREN, 2016). Da mesma forma, vários estudos sugerem que problemas no financiamento de parcerias sinérgicas entre duas ou mais empresas ou condições de mercado restritivas são considerados barreiras financeiras (MATHEWS; TAN, 2011; BUREN et al., 2016; RIZOS et al., 2016; AID et al., 2017). Quando tais barreiras existem, pode-se facilmente criar um círculo vicioso, pois não é possível alcançar o desenvolvimento de economia de escala, o que mantém os custos altos e a demanda do mercado baixa (WESTBLOM, 2015).

As barreiras organizacionais são principalmente barreiras internas à empresa e estão intimamente ligadas ao ser organizacional (WESTBLOM, 2015). Essas barreiras referem-se à filosofia, hábitos e atitudes da empresa (gerentes e funcionários) para a implantação de práticas comerciais de economia circular (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017). Uma complexidade adicional é que os decisores precisam estimar as proposições de valor concretas antes de prosseguir com práticas de economia circular; avaliar os custos das medidas circulares, levando em consideração os riscos de mudança no atual ambiente de negócios; e reconhecer

que uma perspectiva de longo prazo precisa ser adotada. A resistência à mudança mantém os modelos de negócios bloqueados em sua configuração convencional e podem constituir um grande gargalo para as empresas (RIZOS et al., 2016).

A falta de apoio da rede de oferta e demanda refere-se principalmente à dependência das empresas no envolvimento de seus fornecedores e clientes em atividades sustentáveis. A implantação bem-sucedida de uma economia circular exige a colaboração de todas as partes em toda a cadeia de suprimentos (CS) (BUREN et al., 2016). No entanto, os fornecedores e os parceiros de serviços podem ser relutantes em se envolver em processos de economia circular inovadores devido a riscos percebidos para sua vantagem competitiva ou devido a uma mentalidade que não prioriza práticas de economia circular (RIZOS et al., 2016).

A adoção de um modelo de negócios circular, provavelmente, aumentará a complexidade em toda a cadeia de suprimentos (em termos logísticos, financeiros e legais), impactando a cadeia de valor de um produto, processo ou serviço. Neste contexto, as questões relacionadas à governança (propriedade, participação nos custos e benefícios ao longo da cadeia de valor) precisam ser resolvidas para que possam ser empregados modelos comerciais efetivos. Gerenciar a transição em CS circulares pode levar tempo, ser caro e exigir colaboração com novos operadores de mercado (KOK et al., 2013; RIZOS et al., 2016). Consequentemente, a cooperação entre os atores da cadeia é necessária para uma EC que funcione bem. Sendo que, uma estratégia deve ser adotada em toda a CS por todos os atores. Caso contrário, isso representa uma barreira operacional, ou da cadeia de suprimentos (MOOREN, 2016).

A participação pública é muito importante para a implantação de uma economia circular, devido à natureza complexa do conceito e ao conjunto de potenciais contribuições que os consumidores podem fazer. Ao implementar o conceito de EC, é necessário gerenciar melhor os recursos naturais, assegurar uma alocação justa e equitativa de recursos diferentes e proteger o meio ambiente; todos os quais exigem o apoio total de todas as partes interessadas, ou seja, gerentes industriais, funcionários governamentais, funcionários das instituições de pesquisa, organizações comunitárias e financeiras. De um modo geral, ganhar aceitação pública pelos princípios de uma economia circular constitui uma condição importante para alcançar essa transição (GENG; DOBERSTEIN, 2008; BUREN et al., 2016). Entretanto, a insuficiente conscientização do cliente sobre os benefícios dos produtos da EC não incentiva uma mudança nos padrões de consumo e, muitas vezes, não há pressão substancial da demanda para atender critérios de sustentabilidade ou

desenvolver um modelo de economia circular (ZHU; GENG, 2013).

A transição para uma economia circular exige uma mudança no estilo de vida e no comportamento dos consumidores. No entanto, alguns podem perceber as práticas de economia circular como alternativas mais dispendiosas e difíceis de implementar sem benefícios tangíveis, ou talvez não estejam dispostas a mudar seus conceitos de consumo e propriedade (os bens são percebidos como símbolos do status social) (RIZOS et al., 2016). A resposta do público é geralmente difícil de prever, uma vez que depende em grande parte das normas sociais e condições externas.

Além disso, potenciais interessados em todas as cadeias de valor podem resistir à mudança devido aos seus interesses de manter o *status quo*, impactando o progresso dos pequenos jogadores em relação a modelos de negócios inovadores (ELJK, 2015; RIZOS et al., 2016). Assim, as barreiras comportamentais são operacionalizadas em comportamentos que estão realmente impedindo uma economia circular. Concretamente, isso significa que as partes interessadas não estão dispostas a mudar, não aceitando influência do ambiente, avaliação negativa sobre possíveis soluções. Elas possuem estruturas de pensamento inflexíveis, não considerando a EC importante, pensamento racional, falta de compromisso no nível de gerenciamento, acreditando em soluções orientadas para o mercado (MOOREN, 2016).

Finalmente, ao desenvolver a economia circular, são necessárias informações para um planejamento e gerenciamento efetivos, incluindo a criação de cenários para redução, reutilização e reciclagem ótimas. Toda empresa, de uma pequena empresa a uma grande corporação multinacional, é parte de um grande sistema econômico ou rede (GENG; DOBERSTEIN, 2008). As empresas estão interligadas através de cadeias de suprimentos, cada vez mais complexas. Portanto, um sistema de informação é necessário para que os decisores possam encontrar formas mais ambientalmente e financeiramente benéficas de planejar e gerenciar seus recursos.

A falta de um sistema de intercâmbio de informações constitui uma barreira adicional à efetiva adoção de modelos de negócios circulares. Mais especificamente, isso se refere a uma falta de conscientização, a estratégias comerciais pouco claras, a um foco limitado na EC e à falta de opções de aprendizado. Posteriormente, os obstáculos relacionados à informação podem surgir quando há falta de informação para ação, incapacidade de obter novas informações, ambiguidades em relação às informações necessárias, ou incerteza quanto a quem requer essas importantes informações (AID et al., 2017).

Esses problemas implicam em decisões empresariais: informações precisas não estão disponíveis para os tomadores de decisão, ou não são transmitidas em tempo hábil (GENG; DOBERSTEIN, 2008; MOOREN, 2016). Confidencialidade, falta de confiança e questões de concorrência (juntamente com a legislação de concorrência, como discutido anteriormente) inibem o compartilhamento de informações de conhecimento e produtos entre as empresas e constituem uma barreira para a coprodução, a inovação e o gerenciamento efetivo de fim de vida de produtos (RIZOS et al., 2016).

Além disso, devido a estruturas de gerenciamento fragmentadas, diferentes tipos de informação geralmente pertencem a diferentes empresas ou agências governamentais (GENG; DOBERSTEIN, 2008), dificultando cada vez mais a troca de informações. Essas categorias retratadas acima são as mais frequentes na literatura. Elas são apresentadas resumidamente no Quadro 2.

Quadro 2 – Categorias mais frequentes das barreiras da economia circular

Categoria	Descrição	Fonte
Tecnológica	Tecnologia muito cara ou insuficiente	Geng e Doberstein (2008), Xue et al. (2010), Mathews e Tan (2011), Westblom (2015), Mooren (2016), Shahbazi et al. (2016), Prendeville et al. (2016), Rizos et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017), Aid et al. (2017)
Legal	Causadas por instituições políticas (regularizar)	Geng e Doberstein (2008), Xue et al. (2010), Mosgaard et al. (2014), Zhu et al. (2015), Mooren (2016), Buren et al. (2016), Shahbazi et al. (2016), Rizos et al. (2016), Aid et al. (2017)
Financeira ou econômica	Relacionada as condições de capital e mercado	Xue et al. (2010), Mathews e Tan (2011), Westblom (2015), Mooren (2016), Buren et al. (2016), Shahbazi et al. (2016), Prendeville et al. (2016), Rizos et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017), Aid et al. (2017), Adams et al. (2017)
Social ou comportamental	Comportamento em relação à EC	Geng e Doberstein (2008), Xue et al. (2010), Westblom (2015), Mooren (2016), Buren et al. (2016), Shahbazi et al. (2016), Rizos et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017), Aid et al. (2017)
Informacional	Resultante da falta de informação ou da incapacidade de obter novas informações	Mooren (2016), Shahbazi et al. (2016), Rizos et al. (2016), Aid et al. (2017)

Quadro 2 – continuação da página anterior

Categoria	Descrição	Fonte
Organizacional ou estrutural	Em nível de empresa relacionada ao sistema e à estrutura organizacional	Westblom (2015), Shahbazi et al. (2016), Prendeville et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017)
Operacional ou cadeia de suprimentos	Em nível da cadeia de suprimentos	Prendeville et al. (2016), Rizos et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017), Adams et al. (2017)

Fonte: elaborado pela autora.

Nesse capítulo foi discutido o conceito de economia circular. Enquanto existem diferentes interpretações sobre EC, há um consenso em fechar o ciclo. No entanto, existem diferentes formas de fechar o ciclo: recusar, repensar, reduzir, reutilizar, reparar, reformar, remanufaturar, redefinir, reciclar e recuperar energia. Desses diferentes ciclos, reduzir e reciclar são os mais viáveis para o setor de EPS. O ciclo de reciclagem ganhou muita atenção e parece ser o ciclo mais bem-sucedido (MOOREN, 2016). Todavia, mais ênfase deve ser colocada nos ciclos mais curtos de reutilização, já que atualmente há menos leis nesse ciclo. Para expandir esses ciclos, as mudanças em toda a cadeia de suprimentos e reversa precisam ocorrer. Os diferentes ciclos exigem diferentes atores e diferentes ações. Por isso, os diferentes atores da cadeia precisam ser identificados. Assim como, as barreiras e os facilitadores para a transformação da cadeia de suprimentos e reversa do EPS para uma economia circular.

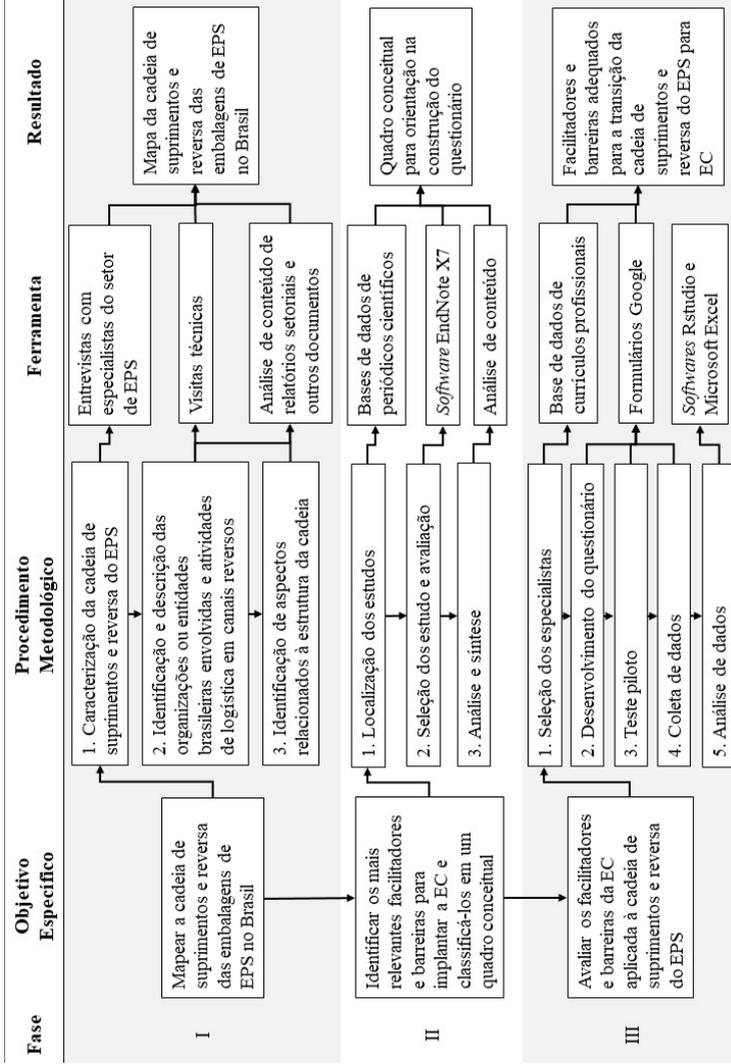
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo geral deste trabalho foi o de avaliar as barreiras e facilitadores da economia circular na cadeia reversa das embalagens de EPS no Brasil. Essa pesquisa concentrou-se na fase de análise do problema, pois visou estabelecer as barreiras e os facilitadores mais importantes da EC no setor de EPS e gerar melhor compreensão da situação da EC no setor brasileiro de EPS como um todo. Além disso, o estudo buscou compreender a relação entre as diferentes etapas da cadeia de suprimentos e reversa das embalagens de EPS.

Este estudo mapeou a cadeia de suprimentos das embalagens de EPS e seus canais reversos pois, para fechar um ciclo (*close the loop*), deve-se conhecer sua cadeia de suprimentos e organizá-la (LAAN; PECK, 2016). Houve a identificação e caracterização dos facilitadores e barreiras comuns da EC. Esses facilitadores e barreiras da EC encontrados na literatura foram avaliados por especialistas de economia circular e de EPS. Sua avaliação confirma quais desses se adéquam mais ao EPS no Brasil.

Esta dissertação de mestrado focou no que os atores da cadeia estão fazendo atualmente, e como eles podem ser conduzidos para um comportamento mais próximo a economia circular ou porque isso é limitado. A Figura 7 ilustra e resume as fases da pesquisa relacionadas aos objetivos específicos, os procedimentos metodológicos, as ferramentas utilizadas e os resultados obtidos.

Figura 7 – Fases da pesquisa, procedimentos metodológicos, ferramentas e resultados



Fonte: elaborada pela autora com base em Denyer e Tranfield (2009), Garza-Reyes (2015), Zomer (2017).

3.1 FASE I - MAPEAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E REVERSA DO EPS

Esta fase da pesquisa foi qualitativa e aplicada e foi limitada à embalagem de EPS pós-consumo. Para obter o mapa da cadeia de suprimentos do poliestireno expandido e seus canais reversos foi realizado um procedimento de três etapas:

- Etapa I.1: caracterização e mapeamento da cadeia de suprimentos de EPS, identificação dos elos a montante e a jusante da indústria de EPS, bem como canais reversos no Brasil.
- Etapa I.2: identificação e descrição das organizações ou entidades brasileiras envolvidas nas atividades de logística em canais reversos.
- Etapa I.3: identificação de aspectos relacionados à estrutura da cadeia e à legislação brasileira, que influenciam no desempenho das atividades desenvolvidas em canais reversos.

O objetivo principal dessa fase da pesquisa foi entender como a cadeia de suprimentos e a reversa do EPS estão configuradas e identificar quais organizações estão envolvidas com o fluxo de produtos, a fim de descobrir como as embalagens de EPS retornam ao ciclo produtivo após o consumo. Portanto, as etapas 1 e 2 estão intrinsecamente conectadas. Estas etapas foram feitas mediante:

- visitas técnicas: a indústria de EPS, central de triagem de resíduos sólidos e associação de catadores de resíduos recicláveis;
- dados secundários: obtidos de legislação e políticas brasileiras em matéria de gerenciamento de resíduos, relatórios setoriais, análise de dados de entidades de classe, trabalhos de pesquisa, teses, dissertações, relatórios e outras fontes;
- entrevista narrativa com informantes-chave: especialistas em EPS - pesquisadores e profissionais da área.

A entrevista narrativa ou informal é um tipo de entrevista não estruturada na qual o entrevistador tem o objetivo de evitar a distorção da narrativa por meio de uma intervenção mínima e manter o entrevistador encorajado a falar (BRINKMANN; KVALE, 2009). Para tanto, o entrevistado lidera a maior parte do tempo. Essa abordagem, utilizada em estudos exploratórios, está aberta ao desenvolvimento e

à mudança, dependendo das experiências do narrador (HOLLWAY; JEFFERSON, 2000). Portanto, recorreu-se, aos especialistas em EPS citados no Quadro 3.

Quadro 3 – Especialistas em EPS participantes das entrevistas da Fase I

Especialista	Instituição	Cargo	Perfil
#1	Universidade Federal de Santa Catarina	Professor da Engenharia Química	Pesquisa há mais de 20 anos o EPS
#2	Universidade Federal de Santa Catarina	Professor da Engenharia Química	Fez pós-doutorado industrial na indústria do EPS
#3	-	-	Título de mestre e de doutor com pesquisa desenvolvida sobre EPS
#4	Termotécnica	Diretora de Operações	Membro da Comissão de EPS da ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química

Fonte: elaborado pela autora.

Foram elaboradas algumas questões para iniciar e manter o foco no tema principal. No entanto, conforme a narrativa, outros questionamentos foram realizados. As perguntas formuladas não eram fixas e poderiam ser modificadas a qualquer momento da entrevista.

As entrevistas foram realizadas face a face, individuais e o contato inicial deu-se por *e-mail* e, após troca de *e-mails*, para formar um “vínculo de confiança”, foram marcadas as entrevistas. Cada entrevista foi de diferentes durações, dependendo da experiência e do tempo do entrevistado. O Quadro 4 apresenta a duração e a data de cada entrevista.

Quadro 4 – Duração e data das entrevistas

Especialista	Tempo de entrevista	Data da entrevista
#1	1 hora	setembro/2016
#2	1 hora	dezembro/2017
#3	1 hora e 30 minutos	novembro/2016
#4	45 minutos	outubro/2017

Fonte: elaborado pela autora.

A identificação e caracterização dos vários elementos que fazem parte da cadeia de suprimentos do EPS, bem como dos canais de distribuição e canais reversos desses produtos, permitiram identificar quais produtos são comercializados por quais membros, bem como para identificar as funções desses membros.

O produto gerado em um elo da cadeia é usado como entrada no estágio subsequente, gerando diferentes relações entre os membros que influenciam direta ou indiretamente os elementos econômicos envolvi-

dos. Esses membros tendem a procurar novas soluções em busca de vantagens competitivas, aumentando assim a complexidade da cadeia. Portanto, para simplificar a análise e cumprir os objetivos deste trabalho, levou-se em consideração a disponibilidade de dados sobre origens, destinos e volumes de fornecimento e os canais reversos. A principal intenção foi estabelecer a cadeia de suprimentos e a reversa do EPS tão fiel quanto possível.

3.2 FASE II - IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS FACILITADORES E DAS BARREIRAS PARA IMPLANTAR A ECONOMIA CIRCULAR

Essa fase apresentou os procedimentos metodológicos usados para a construção e análises do portfólio bibliográfico sobre facilitadores e barreiras para implantar a EC. Essa análise fundamenta a geração de um quadro conceitual que serviu como base e como ferramenta orientadora para produzir o questionário.

Esse processo de análise sistemática permite aos pesquisadores identificar o título, autores, ano de publicação, objetivos, constructos e conceitos, metodologia, resultados e recomendações para futuras pesquisas da base de dados escolhida (FERENHOF et al., 2014). Ainda que a análise dos artigos não seja uma revisão sistemática, adaptou-se o procedimento metodológico equivalente. Esse procedimento está dividido em 3 etapas: (1) localização dos estudos, (2) seleção do estudo e avaliação, e (3) análise e síntese (DENYER; TRANFIELD, 2009), apresentados nas subseções seguintes.

3.2.1 Etapas II.1 e II.2 - localização dos estudos e seleção de estudo e avaliação

As etapas (II.1) localização dos estudos e (II.2) seleção do estudo e avaliação foram, mais uma vez, divididas em: critério para escolha das bases de dados; critério de inclusão e exclusão nas bases de dados; termos usados na pesquisa; software; critério de seleção do portfólio e; critério de análise sistemática (FERENHOF et al., 2014). A descrição de cada item está a seguir:

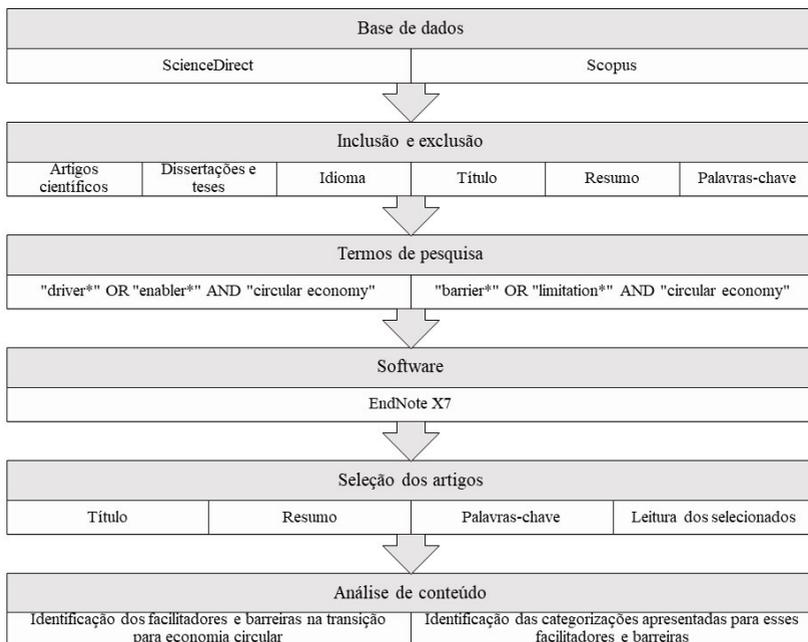
1. Critério para escolha das bases de dados: as bases de dados escolhidos foram *ScienceDirect* e *Scopus*. As duas bases de dados são da editora Elsevier.

- *ScienceDirect* possui mais de 3.800 revistas e mais de 35.000 títulos de livros. As revistas científicas estão divididas em 4 grupos: Ciências Físicas e Engenharia, Ciências Biológicas, Ciências da Saúde e Ciências Sociais e Humanas.
 - *Scopus* é uma das maiores bases de dados de resumo e citações científicas. Ela contém mais de 15.000 revistas indexadas. Estas são divididas nos mesmos 4 grupos da *ScienceDirect*.
2. Critério de inclusão e exclusão nas bases de dados: foram selecionados artigos científicos, tanto de periódicos como de conferências, dissertações e teses, com idioma inglês, contendo em seu título, resumo ou palavras-chave os termos referentes à facilitadores, barreiras e economia circular, não houve limitação no período de pesquisa. Os artigos estavam disponíveis com acesso de texto completo através da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Google[®], Google Scholar[®].
 3. Termos usados na pesquisa: nas bases de dados para formar o portfólio bibliográfico utilizou-se duas relações:
 - (“driver*” OR “enabler*”) AND (“circular economy”)
 - (“barrier*” OR “limitation*”) AND (“circular economy”)
 4. *Software*: utilizou-se o EndNote X7 como ferramenta para gerenciar as referências coletadas. Ele é produzido pela Thomson Reuters.
 5. Critério de seleção do portfólio: identificou-se no título, resumo ou palavras-chave os termos facilitadores e economia circular e; barreiras e economia circular, com base em cada eixo de pesquisa. Após essa primeira verificação, leu-se os documentos completos.
 6. Critério de análise sistemática: buscou-se (a) a análise de conteúdo para identificar os facilitadores e barreiras para a transição para economia circular e (b) a identificação das categorizações apresentadas para esses facilitadores e barreiras.

A Figura 8 ilustra e resume os métodos e as ferramentas utilizadas nas etapas (II.1) e (II.2).

As pesquisas dos eixos dos facilitadores e das barreiras juntas retornaram 252 documentos. Desses 252 documentos, 59 eram duplicatas, resultando num total de 193. Os artigos, dissertações e testes disponíveis para leitura completa foram 88. Por meio da leitura de título,

Figura 8 – Métodos e ferramentas utilizadas nas etapas (II.1) localização dos estudos e (II.2) seleção do estudo e avaliação



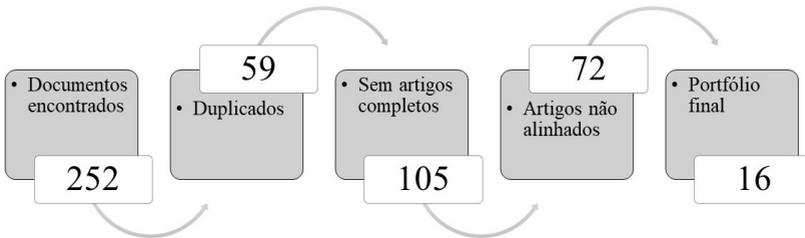
Fonte: elaborada pela autora com base em Ferenhof et al. (2014).

resumo e palavras-chave, 27 artigos não estavam alinhados com o tema e foram descartados do portfólio. Após a leitura dos 61 documentos selecionados, restaram apenas 16. Portanto, o portfólio bibliográfico foi de 14 artigos e 2 dissertações. O portfólio se encontra numa faixa temporal de 10 anos, iniciando com 1 artigo de 2008 e finalizando com 4 artigos de 2017. O ano de maior publicação foi 2016, com 7 documentos. O processo de seleção dos artigos está resumido na Figura 9.

3.2.2 Etapa II.3 - análise e síntese

O objetivo da análise foi responder a questão formulada anteriormente, “Quais são os facilitadores e as barreiras da economia circular e como eles são categorizados?”. Para tanto, efetuou-se um procedimento em 4 passos:

Figura 9 – Resultado do portfólio bibliográfico

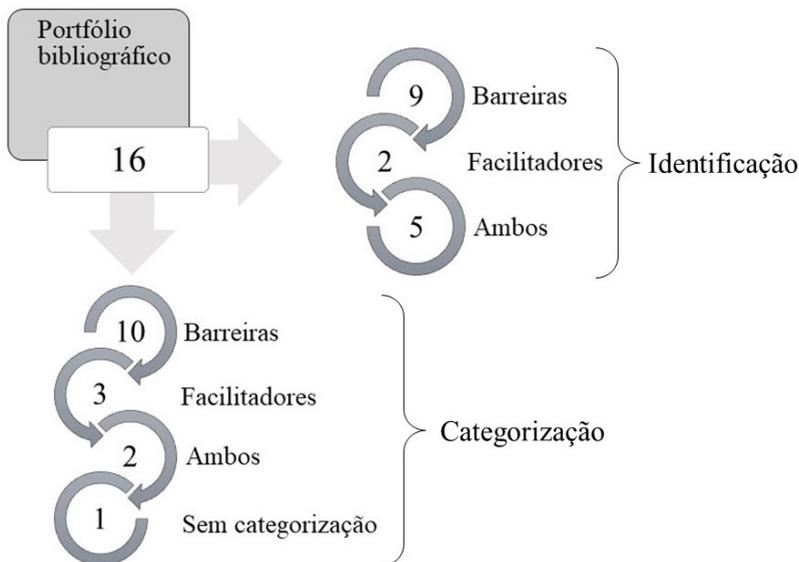


Fonte: elaborada pela autora.

- Passo 1: divisão dos documentos entre quais apresentam e discutem apenas barreiras, apenas facilitadores e ambos.
- Passo 2: identificação de quais documentos apresentam categorizações das barreiras e facilitadores e definição das categorizações mais frequentes.
- Passo 3: definição dos facilitadores e barreiras mais relevantes a partir dos mais citados no portfólio bibliográfico.
- Passo 4: caracterização dos facilitadores e barreiras mais relevantes referente as categorizações apresentadas no passo 2.

O portfólio bibliográfico foi dividido em 9 documentos que apresentam apenas barreiras, 2 documentos que apresentam apenas facilitadores e 5 documentos que apresentam e discutem ambos. Desses documentos, 2 categorizam tanto barreiras como facilitadores, 10 documentos categorizam as barreiras, 3 categorizam os facilitadores e 1 artigo não há categorização de facilitadores e nem de barreiras. A Figura 10 resume os passos 1 e 2.

Figura 10 – Passos 1 e 2 da etapa II.3 - análise e síntese



Fonte: elaborada pela autora.

No total foram levantadas 34 barreiras e 13 facilitadores. As barreiras e os facilitadores que foram citados em mais de um artigo foram considerados mais relevantes. Desse modo, obtiveram-se 7 facilitadores e 13 barreiras como os mais relevantes. Tanto os facilitadores como as barreiras foram classificadas como externo ou interno a empresa. Os facilitadores foram categorizados em miméticos, coercivos e normativos, conforme apresenta o Quadro 5.

Quadro 5 – Categorização dos facilitadores

Categoria	Número de facilitadores	Autores
Mimético	4	Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017), Adams et al. (2017)
Coercivo	1	Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017)
Normativo	2	Mosgaard et al. (2014), Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017), Adams et al. (2017)

Fonte: elaborado pela autora.

As barreiras foram divididas em sete categorias. O Quadro 6 apresenta a quantidade de barreiras por categoria.

Quadro 6 – Categorização das barreiras

Categoria	Número de barreiras	Autores
Financeira	3	Despeisse et al. (2015), Westblom (2015), Buren et al. (2016), Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017), Adams et al. (2017)
Organizacional	1	Buren et al. (2016), Rizos et al. (2016)
Operacional	2	Prendeville et al. (2016), Buren et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017), Adams et al. (2017)
Informacional	1	Geng e Doberstein (2008), Westblom (2015), Rizos et al. (2016), Adams et al. (2017)
Comportamental	2	Geng e Doberstein (2008), Despeisse et al. (2015), Buren et al. (2016), Mativenga et al. (2017), Adams et al. (2017)
Tecnológica	2	Geng e Doberstein (2008), Westblom (2015), Prendeville et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017)
Legal	2	Geng e Doberstein (2008), Mathews e Tan (2011), Prendeville et al. (2016), Rizos et al. (2016)

Fonte: elaborado pela autora.

Os facilitadores e barreiras e suas categorizações, levantados nessa etapa, foram usados como pilares para a construção do quadro conceitual, apresentado na seção 4.3. Ele foi construído para orientar as avaliações da fase III.

3.3 FASE III - AVALIAÇÃO DOS FACILITADORES E DAS BARREIRAS DA ECONOMIA CIRCULAR À CADEIA REVERSA DO EPS

Nesta etapa, um questionário foi desenvolvido para avaliar os facilitadores e as barreiras da EC à cadeia reversa do EPS. Esse questionário foi respondido por especialistas em EPS e EC no Brasil. Os procedimentos metodológicos adotados nessa abordagem consistem em cinco etapas (ZOMER, 2017): (i) seleção dos especialistas; (ii) desenvolvimento do instrumento para coleta de dados; (iii) teste piloto; (iv) coleta dos dados; e (v) análise dos dados. Descritas nas seções seguintes.

3.3.1 Etapa III.1 - seleção dos especialistas

A população é definida como:

O conjunto de elementos que queremos abranger em nosso estudo e que são passíveis de serem observados, com respeito às características que pretendemos levantar (BARBETTA, 2008).

Portanto, especialistas das áreas acadêmicas e industriais, além de pessoas que se destacam pelo seu conhecimento e/ou seus trabalhos e projetos no que concerne à EC ou ao EPS foram selecionados. Tratou-se do contexto brasileiro, já que o foco da pesquisa é a cadeia reversa do EPS no Brasil.

Os pesquisadores no Brasil foram selecionados pela Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os critérios para seleção dos pesquisadores no país, segundo Zomer (2017), foram: (i) possuir título de doutor; (ii) ter conduzido a tese e/ou trabalho de pós-doutorado no tema de EPS ou EC; ou (iii) ser membro de projetos de pesquisa sobre EPS ou EC; ou (iv) ter publicações em periódicos relacionadas à EC ou EPS (classificadas nos extratos superiores do Qualis-CAPES das Engenharias III como B1, A1 e A2). No que diz respeito à indústria do EPS, foram selecionados especialistas de toda a cadeia, desde a indústria produtora de pérolas de EPS (segunda geração) até a indústria de reciclagem. Alguns especialistas de EC foram selecionados com base em sua relação ou interesse na área. Ao total, 11 especialistas foram identificados como potenciais para responder ao questionário, cujos perfis são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Especialistas selecionados para avaliação dos facilitadores e barreiras da economia circular aplicada à cadeia reversa do EPS

Nome	Área	Instituição	Cargo	Perfil	Geração
Ariovaldo Bolzan	EPS	Universidade Federal de Santa Catarina	Professor da engenharia química	Pesquisador a mais de 20 anos o EPS	-
Ricardo Francisco Machado	EPS	Universidade Federal de Santa Catarina	Professor da engenharia química	Fez pós-doutorado industrial na indústria do EPS	-
Rafael Ferraz Cella	EPS	-	-	Título de mestre e de doutor com pesquisa desenvolvida sobre EPS	-
Regina C. Zimmermann da Fonseca	EPS	Termodélica	Diretora de Operações	Membro da Comissão de EPS da ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química	2 ^a , 3 ^a e reciclagem
Stephanny Niehues Wiggers	EPS	Indústria e Comércio de Molduras Santa Luzia	Programadora de produção	Trabalha a mais de 10 anos com produção e reciclagem de EPS	3 ^a e reciclagem
Claiton Nazário Silva	EPS	Termovale Indústria e Comércio de Poliestireno e Aço	Proprietário da empresa	Trabalha a mais de 5 anos com EPS	3 ^a
Aldo Ometto	EC	Universidade de São Paulo	Professor da Engenharia de Produção	Coordenador do Programa <i>Pioneer University</i> da USP em Economia Circular junto à Fundação Ellen MacArthur	-
Daniel Guzzo	EC	Universidade de São Paulo	Doutorando da Engenharia de Produção	Membro do programa de Economia Circular da Fundação Ellen MacArthur. Um dos 18 selecionados entre universidades participantes de todo o mundo	-
Luísa Santiago	EC	Fundação Ellen MacArthur	<i>Brazil Lead</i>	Líder do C100 Brazil Circular Economy Programme (C100 Brazil) da Fundação Ellen MacArthur	-
Rodrigo Sabatini	EC	Instituto Lixo Zero Brasil	Presidente	Fundador do Instituto Lixo Zero Brasil, fundador e mentor da Juventude Lixo Zero	-
Mônica Maria Mendes Luna	EC	Universidade Federal de Santa Catarina	Professora da Engenharia de Produção	Participante do projeto “Economia circular em Santa Catarina”	-

Fonte: elaborado pela autora.

3.3.2 Etapa III.2 - desenvolvimento do instrumento para coleta de dados

O desenvolvimento do instrumento é importante para que a coleta dos dados dos elementos da população seja realizada de forma organizada (BARBETTA, 2008). Assim sendo, o instrumento construído nesse trabalho foi o questionário utilizando a escala *Likert*. Uma escala *Likert* é uma escala psicométrica comumente envolvida na pesquisa com base em questionários. Nesse caso, os especialistas especificam seu nível de concordância ou desacordo em uma escala simétrica para uma série de declarações. O alcance da escala de *Likert* captura a intensidade de seus sentimentos por um determinado item.

No entanto, o resultado da análise de vários itens revela um padrão que possui propriedades dimensionadas. Um item de tipo *Likert* pode incentivar a recuperação e integração de informações mais detalhadas da memória do que itens que exigem uma avaliação simples, uma vez que exige que uma pessoa avalie a extensão da concordância. Em um sentido real, pode-se ver uma opinião como uma expressão verbal de uma atitude, o que significa que as opiniões são os meios que se tem para medir as atitudes (ALBAUM, 1997).

Algumas vantagens dos questionários em escala *Likert*, de acordo com Nemoto e Beglar (2014), são: (a) os dados podem ser coletados relativamente rápido de um grande número de entrevistados, (b) eles podem fornecer estimativas de capacidade de pessoas altamente confiáveis, (c) a validade das interpretações feitas a partir dos dados fornecidos podem ser estabelecidos através de uma variedade de meios, e (d) os dados que eles fornecem podem ser comparados, contrastados e combinados com as técnicas qualitativas de coleta de dados, como perguntas abertas e entrevistas.

3.3.2.1 Estruturação do questionário

O questionário resultou em um total de 23 questões de múltipla escolha relacionadas a diversos aspectos da proposta, divididas em 2 blocos: (i) barreiras e facilitadores e (ii) informações gerais. O primeiro bloco envolveu questões relacionadas às barreiras e aos facilitadores da EC na cadeia reversa do EPS. Para tal, utilizou-se a escala *Likert*, de 5 itens, com respostas de múltipla escolha, onde o especialista poderia escolher entre: (1) discordar totalmente; (2) discordar em parte; (3) nem concorda nem discorda; (4) concordar em parte e; (5) concordar

totalmente. Cada item recebe um valor, de 1 a 5, sendo que o item “discordo completamente” vale 1 e “concordo completamente” vale 5. Utiliza-se essa valoração para a análise das respostas do questionário.

As barreiras e os facilitadores não foram separados em blocos. Foram geradas um total de 20 questões. Cada questão se refere a uma barreira ou a um facilitador que foi definido na fase II. As questões abrangem desde comportamento dos consumidores, organização da empresa até participação dos membros na cadeia de suprimentos para desenvolver a EC. O segundo bloco envolveu perguntas em relação a informações gerais. Esse bloco consistiu em apenas 3 questões. As questões são de múltipla escolha, porém elas não são formadas na escala *Likert*. O Apêndice A apresenta o questionário completo.

3.3.3 Etapas III.3 e III.4 - teste piloto e coleta de dados

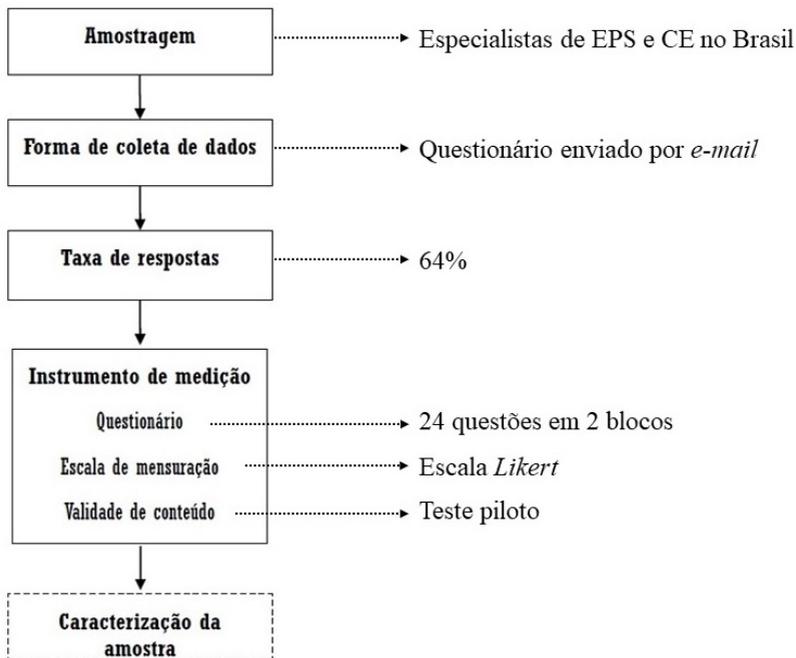
O teste piloto do questionário foi realizado, por meio de seu envio a sete alunos da pós-graduação de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com algum conhecimento em EPS e/ou EC e dois pesquisadores que não possuem conhecimento em EPS e EC, no entanto, possuem anos de experiência em desenvolvimento de questionários e em estatística.

Os sete alunos são indivíduos com características similares aos indivíduos da população em estudo (BARBETTA, 2008), nesse caso, os especialistas. Os dois pesquisadores verificaram a forma do questionário e se as questões coletavam os dados esperados. O envio da versão piloto teve por objetivo verificar se as perguntas estavam claras (sem ambiguidade e sem deixar dúvidas), se a forma das perguntas não estava induzindo alguma resposta, se as perguntas estavam ordenadas de maneira que fosse fluido respondê-las e o tempo estimado para a aplicação do questionário (BARBETTA, 2008). Após sugestões feitas pelos alunos e pesquisadores, melhorias na ordenação e formulação das questões foram realizadas. O tempo para responder o questionário foi estimado em 25 minutos.

O questionário foi aplicado *online*, por meio do Formulários Google, pois o questionário não precisa que algum responsável da pesquisa observe o respondente no momento do preenchimento (BARBETTA, 2008). O Formulário Google possibilita a coleta de dados de forma *online* e as respostas são armazenadas de forma organizada em uma planilha de excel, facilitando, assim, as respostas pelos respondentes e a análise dos resultados. Os onze especialistas foram contatados por

e-mail. O corpo do *e-mail* apresentava a pesquisa, os pesquisadores e a instituição de ensino, indicava o tempo estimado para responder o questionário e um limite de dias para realizá-lo. No total foram respondidos 7 questionários, sendo a taxa de resposta de 64%. A Figura 11 sintetiza as etapas III.1 a III.4.

Figura 11 – Resumo das etapas III.1 a III.4



Fonte: elaborada pela autora.

A próxima seção apresenta os procedimentos adotados para verificação dos dados da análise pelos especialistas.

3.3.4 Etapa III.5 - análise de dados

Os dados coletados das respostas dos especialistas foram primeiramente tabulados em uma planilha no Microsoft Excel[®]. Contudo, antes da análise dos dados, fez-se a análise de confiabilidade, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 – Procedimentos referentes à etapa III.5



Fonte: elaborada pela autora.

A confiabilidade refere-se à precisão da mensuração independente do que é medido (HOSS; CATEN, 2010). Consequentemente, o objetivo da análise de confiabilidade é estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa. Utilizou-se a fórmula de Alpha de Cronbach para indicar diferentes itens que medem o mesmo conceito. Ele é calculado a partir da variância dos itens individuais e das covariâncias entre os itens. Nessa pesquisa foi medido o questionário como um todo, mas também é possível medir blocos de questões. O cálculo foi realizado no Microsoft Excel[®] a partir da equação:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_{soma}^2} \right).$$

Onde k é o número de itens do questionário, s_i^2 é a variância das n pontuações dos especialistas a i -ésimo item ($i = 1, \dots, k$) e s_{soma}^2 é a variância dos pontos totais de cada respondente.

Numally (1978) considera que o instrumento de coleta de dados é classificado como tendo confiabilidade apropriada quando o valor mínimo para o alfa de Cronbach é de 0,70. O valor do alfa obtido foi 0,74, alcançando, assim, a confiabilidade do questionário.

A análise dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva do questionário. Para isso, utilizou-se dois *softwares*, o RStudio e o Microsoft Excel[®]. O RStudio, um *software* gratuito e de código aberto, foi utilizado como um sistema de apoio. Nele, as frequências, as médias e as médias separadas pelo setor de conhecimento dos especialistas, poliéstero expandido ou economia circular, foram geradas. Utilizou-se o Microsoft Excel[®] na análise de dados e geração de gráficos.

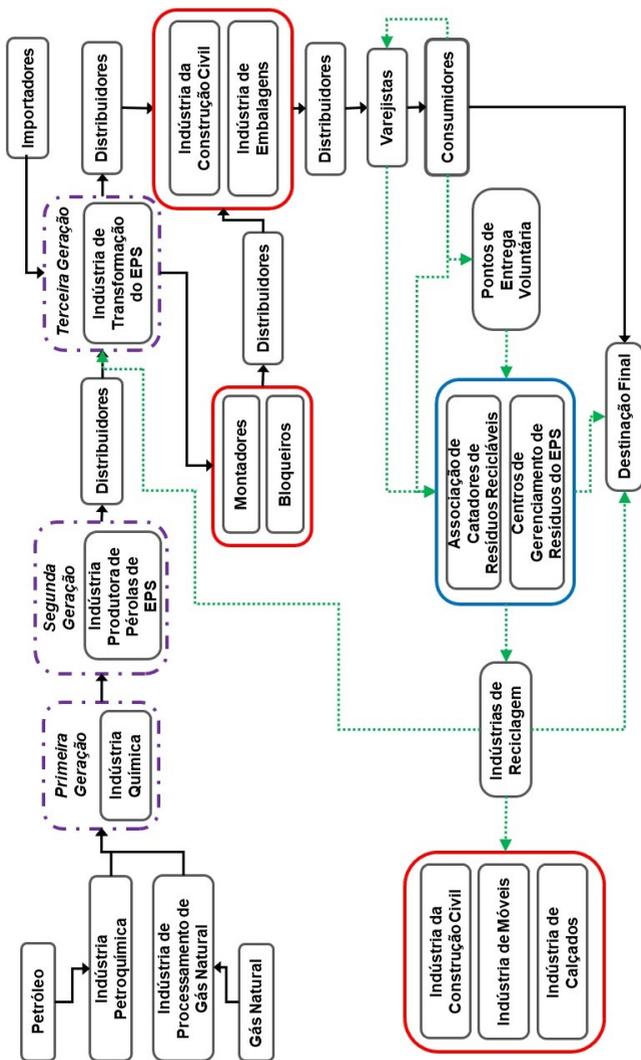
No próximo capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir das fases da pesquisa propostas neste capítulo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS DO EPS

Os resultados obtidos na fase I da pesquisa foram organizados e, a partir deles, foi elaborada uma representação da cadeia de suprimentos e reversa do EPS. A partir das informações obtidas das entrevistas, visitas técnicas e da análise de relatórios setoriais, as cadeias do EPS foram resumidas na Figura 13 para melhor apresentar os fluxos logísticos envolvidos entre as organizações participantes de cada elo dessas cadeias. Os membros das cadeias estão representados pelas caixas, as setas cheias (cor preta) e as tracejadas (cor verde) representam respectivamente os canais de distribuição e os canais reversos.

Figura 13 – Cadeia de suprimentos e canais reversos do EPS



Fonte: elaborada pela autora.

A cadeia produtiva do plástico envolve três diferentes indústrias e essas indústrias são classificadas por gerações. As análises de cada geração estão descritas separadamente nas subseções subsequentes.

4.1.1 Matéria-prima e primeira geração (monômeros)

Petróleo e gás natural são as matérias-primas para a produção do EPS. O etileno e o benzeno, a base da primeira geração, são produzidos por meio do refino de petróleo em nafta e no processamento do gás natural, nas refinarias de petróleo. O etileno e o benzeno são convertidos em monômeros de estireno durante a primeira geração. Essa transformação acontece nas indústrias petroquímicas, sendo esses o primeiro elo da cadeia de suprimentos do EPS. A Shell Químicos, a Innova e a Unigel são exemplos de petroquímicas que atuam no Brasil (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016).

4.1.2 Segunda geração - resinas termoplásticas (polímeros)

O segundo elo na cadeia de suprimentos do EPS é composto por indústrias químicas e petroquímicas localizadas no Brasil. Nessas indústrias, o monômero de estireno juntamente com água e pentano, retirado do nafta bem como o benzeno e o etileno, são transformados em poliestireno expansível ou, também conhecidas como, pérolas de EPS.

Ao contrário da indústria de terceira geração com muitos agentes, a segunda geração atualmente concentra suas operações em apenas quatro empresas: “Styropek”; “Videolar-Innova”; “Termotécnica” e; “Construlev” (“Polímeros Itaquera”) (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). Essas empresas possuem diversas plantas em diferentes estados do país. No Quadro 8 identifica as indústrias envolvidas na segunda geração do EPS no Brasil.

Quadro 8 – Indústrias envolvidas na segunda geração da cadeia de suprimentos do EPS

Empresa	Área de atuação	Sede (Estado)	Geração
Styropeck Brasil	Produção de resina de EPS	São Paulo	2 ^a
Videolar-Innova	Produção de resina de EPS	São Paulo	2 ^a
Termotécnica	Produção de resina; produtos e reciclagem de EPS	Santa Catarina	2 ^a , 3 ^a e reciclagem
Construlev	Produção de resina; produtos e reciclagem de EPS	São Paulo	2 ^a , 3 ^a e reciclagem

Fonte: elaborada pela autora com base em MAXIQUIM MARKET OUTLOOK (2016).

Uma vez que se consolidaram ao longo do tempo no mercado nacional e devido ao fechamento de algumas outras indústrias produtoras de pérolas de EPS, as quatro empresas juntas possuem, hoje, uma capacidade instalada de 103 mil toneladas/ano (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). A entrada, em junho de 2016, da “Videolar-Innova” no mercado do EPS ocasionou uma redução das importações de resina de EPS. Sua fábrica tem capacidade para produzir 28 mil toneladas/ano (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). O EPS importado representa, desde 2011, uma média de 44% de todo o poliestireno expandido ou 40 milhões de toneladas consumidas no Brasil (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016).

4.1.3 Terceira geração - transformadora do plástico

Na terceira geração são descritas as organizações responsáveis pela transformação da resina de poliestireno expandido em um produto consumível, que posteriormente será direcionado para jusante da cadeia de suprimentos. Nessa geração, as indústrias transformadoras realizam uma pré-expansão do EPS. Esses EPS pré-expandidos são maturados em silos e são moldados de duas maneiras diferentes. A primeira forma é o de molde em blocos, também conhecida como “bloqueira”, que podem ser cortados, montando o produto final, e comercializados. A segunda forma é a moldadora, da qual já sai a peça moldada sem mais nenhum processo (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016).

De todas as resinas termoplásticas processadas no país, cerca de 2,4% são de EPS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2016). No Brasil, existem atualmente cerca de 90 empresas na

indústria de transformação de EPS e considerando as indústrias de blocos de EPS (“bloqueiras”), o número total de empresas é estimado em cerca de 200 (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). Da mesma forma que as indústrias de segunda geração, a maioria dessas empresas possuem plantas em diversos estados do país. Entre as 10 maiores empresas de fabricação, 3 empresas produzem para o setor de embalagens e 7 para a indústria da construção (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). Comumente, essas indústrias não produzem outras resinas. O Quadro 9 identifica algumas das indústrias envolvidas na terceira geração do EPS no Brasil.

Quadro 9 – Indústrias envolvidas na terceira geração da cadeia de suprimentos do EPS

Empresa	Área de atuação	Sede (Estado)	Geração
Termotécnica	Produção de resina; produtos e reciclagem de EPS	Santa Catarina	2 ^a , 3 ^a e reciclagem
Construlev	Produção de resina; produtos e reciclagem de EPS	São Paulo	2 ^a , 3 ^a e reciclagem
Santa Luzia	Produtos e reciclagem de EPS	Santa Catarina	3 ^a e reciclagem
Isoeste	Transformação de EPS para construção civil	Goiás	3 ^a
Isoterm	Transformação de EPS para embalagens	Santa Catarina	3 ^a
Isorecort	Transformação de EPS para construção civil	São Paulo	3 ^a
Knauf Isopor Styrocorte	Transformação de EPS para embalagens	São Paulo	3 ^a
Isoplast	Transformação de EPS para construção civil	Ceará	3 ^a
Termovalle	Transformação de EPS para construção civil	Santa Catarina	3 ^a
Tenocell	Transformação de EPS para construção civil e embalagens	Santa Catarina	3 ^a
EME Comercial	Transformação de EPS para construção civil	São Paulo	3 ^a

Fonte: elaborada pela autora com base em MAXIQUIM (2014).

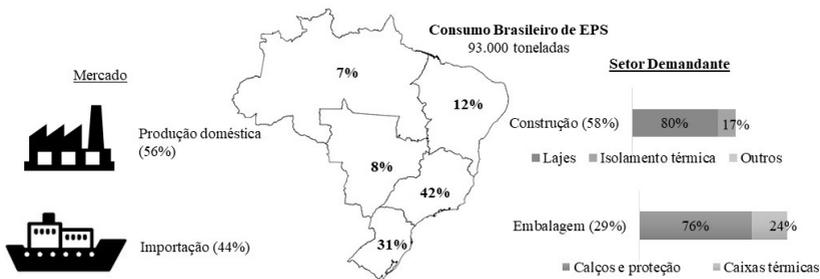
Além das indústrias de processamento, há os distribuidores do EPS. O único distribuidor de EPS no Brasil é a “BRISCO” (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). O Brasil importa principalmente da China e de Taiwan. Estes países apresentam um produto com preços competitivos e boa qualidade. A importação ocorre principalmente pelo Porto de Itajaí em Santa Catarina.

4.1.4 Mercado do EPS

O Brasil consome, em média, 93 mil toneladas de EPS, consumo per capita de 0,45 kg por habitante. O sudeste e o sul do Brasil são os que apresentam maior demanda de EPS, com um total de 73% da participação de mercado (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). Apesar das inúmeras aplicações do material, como papelaria, decoração, modelagem aerodinâmica, agricultura e refrigeração, os setores que mais consomem EPS são indústria de construção, com 58% de consumo e indústria de embalagens com 29% (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016).

No caso da indústria da construção, das 53 mil toneladas de EPS utilizadas, 42 mil toneladas ou 80% são usadas em lajes. Os 20% do EPS utilizado na indústria da construção está relacionado a sistemas de isolamento térmico, geossintese e sistemas construtivos. Em relação à indústria de embalagens, das 26 mil toneladas de EPS consumidas, 20 mil toneladas ou 76% são usadas para calços e proteção. Já as 6 mil toneladas são usadas em caixas térmicas (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). A Figura 14 resume as informações sobre as aplicações e volumes de consumo de EPS no Brasil.

Figura 14 – Consumo de EPS no Brasil



Fonte: elaborada pela autora.

4.2 CADEIA REVERSA DO EPS

A logística reversa começa com o usuário, também chamado de gerador, que descarta EPS após o fim de seu ciclo de vida (vide Figura 13). Existem diversos canais reversos através dos quais o EPS pós-consumo retorna à cadeia produtiva e dos quais participam: fabrican-

tes; empresas, que operam no pré-processamento de EPS pós-consumo; e, associações de catadores de materiais recicláveis. Para descrever a logística reversa do EPS, deve-se discutir brevemente os 3Rs: redução, reutilização e reciclagem.

4.2.1 Reciclagem

As indústrias de transformação EPS melhoram o *design* do produto e modificam as propriedades iniciais do EPS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO, 2012). Desta forma, quanto menor, mais leve e menos material for usado no produto, menos desperdícios serão gerados no final de seu ciclo de vida, além de representar uma redução de custos para a indústria de EPS.

A Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (ABRAPEX) informa que vários produtos de EPS podem ser reutilizados por empresas, especialmente o EPS usado como proteção para produtos frágeis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO, 2012). No entanto, esses relatórios não possuem informações sobre como é o funcionamento da reutilização (qual função tem o EPS reutilizado), como eles coletam esse material ou se existem pontos de entrega voluntária (PEV) mantidos por essas empresas. Este canal é desconhecido para a maioria dos usuários.

Por meio das entrevistas observou-se que existem dois grandes desafios para a reciclagem do EPS: logístico e; viabilidade econômica. O desafio logístico é dividido em duas outras barreiras: (a) alto custo de transporte; (b) grandes distâncias entre os centros consumidores e as centrais de reciclagem.

O EPS possui, normalmente, baixa densidade. Isso torna o seu transporte pós-consumo dispendioso. Assim, as empresas recicladoras de EPS criaram parcerias com os varejistas e associações de catadores de materiais recicláveis. Os varejistas e as associações recolhem as embalagens de EPS pós-consumo. O recolhimento dos varejistas é com base em pontos de entrega voluntária (PEV) e as associações recebem da empresa que faz a coleta seletiva do município. Quando as recicladoras entregam seus produtos nos varejistas, elas já coletam nos PEVs e passam nas associações. Dessa forma, elas aproveitam o caminhão que voltaria vazio para a empresa. Assim mesmo, uma das maiores dificuldades encontradas é a falta de conhecimento dos consumidores em relação ao EPS ser um plástico 100% reciclável, conforme os entrevistados na pesquisa. A maior parte dos consumidores não faz a separação

do EPS e esse é coletado e enviado para aterros sanitários.

A forma que as empresas encontraram para superar o desafio da dispersão dos resíduos do EPS pós-consumo nas várias regiões do país e o pequeno número de instalações de reciclagem foi a criação de múltiplas unidades de reciclagem próximas às áreas de demanda. Sendo assim, as maiores taxas de reciclagem são alcançadas nas regiões Sudeste e Sul, com 41% e 37,1%, respectivamente, de todo o EPS reciclado no Brasil (MAXIQUIM, 2014). Isso ocorre porque os maiores mercados de consumo e a maioria das indústrias EPS estão nessas regiões, tornando rentável a logística reversa do EPS pós-consumo.

A tecnologia de reciclagem atual não utiliza produtos de EPS que contenham graxas e gorduras, pois causam instabilidade no processo da reciclagem. Consequentemente, há uma redução no material com possibilidade de reciclagem, porque ou o EPS estava armazenando algo com graxas ou acabam misturados com materiais gordurosos. Portanto, as condições básicas para a reciclagem do EPS são materiais limpos e secos. As indústrias recicladoras juntas ganham 85,6 milhões de reais (R\$ 85.600.000,00) e possuem uma capacidade instalada de 30.473 toneladas (MAXIQUIM, 2014). Contudo, em 2014, apenas metade da capacidade foi utilizada, ou seja, 15 mil toneladas de EPS pós-consumo foram recicladas (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016). Portanto, algumas dessas indústrias não operam em sua capacidade máxima devido aos desafios da coleta seletiva, dos resíduos recicláveis que chegam sem uma boa triagem e da tecnologia de reciclagem atual.

Existem duas formas de reciclagem de EPS no Brasil: (1) mecânica, quando os resíduos previamente limpos são esmagados e usados novamente (os resíduos EPS são adicionados ao EPS virgem para blocos de construção); e, (2) químico e está destinado a indústria de processamento de poliestireno. A maioria das empresas de reciclagem no Brasil usa reciclagem mecânica. Na reciclagem mecânica, o EPS pós-consumo pode ser usado na fabricação de novos elementos de EPS, na melhoria do solo para agricultura ou em outros materiais para uso na indústria da construção. A indústria da construção é o maior mercado de EPS reciclado, com cerca de 80% (argamassa, concreto leve, azulejos, ladrilhos termoacústicos, rodapés e bancadas) (MAXIQUIM, 2014). As outras aplicações são verificadas na indústria do calçado, indústria de móveis, utilidades domésticas (quadros, potes de flores) e embalagens. O Quadro 10 apresenta algumas indústrias recicladoras de EPS pós-consumo no Brasil.

Quadro 10 – Indústrias recicladoras de EPS no Brasil

Empresa	Sede (Estado)
ProEcologic	São Paulo
TermoEPS	São Paulo
FOX Reciclagem	São Paulo
Santa Luzia	Santa Catarina
Construlev	São Paulo
Termotécnica	Santa Catarina

Fonte: elaborada pela autora.

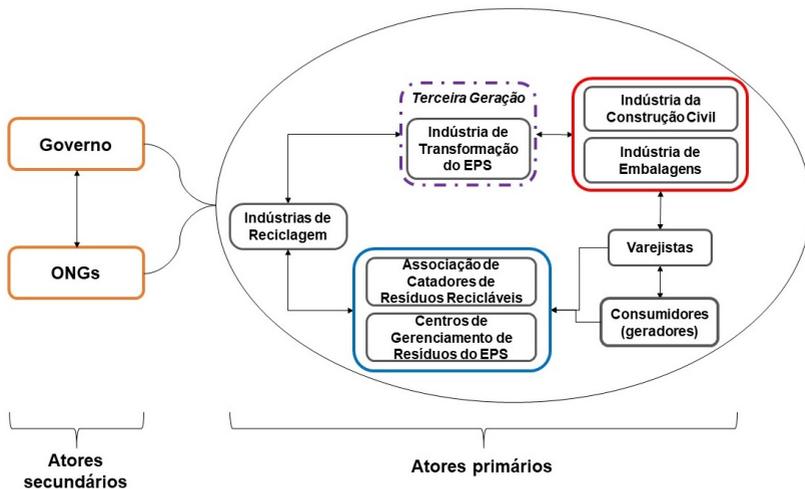
A Termotécnica é a maior indústria de transformação de EPS da América Latina (MAXIQUIM MARKET OUTLOOK, 2016) e, no Brasil, é considerada a maior empresa de reciclagem de EPS. Essa empresa trabalha na reciclagem desde 2007. Desde então, foram coletadas e recicladas 35 mil toneladas de EPS, atualmente, de todo material reciclado a empresa é responsável por um terço (TERMOTÉCNICA, 2016). Somente a logística reversa da Termotécnica possui 391 cooperativas de coletores de materiais recicláveis, que engloba 5 mil famílias, 136 empresas de gerenciamento de resíduos sólidos, 171 indústrias clientes e importadoras e 100 funcionários diretamente envolvidos nessa atividade, distribuídos por todo o país (TERMOTÉCNICA, 2016). Hoje, a Construlev e a Santa Luzia também trabalham na reciclagem do EPS. Alguns produtos da Termotécnica, da Construlev e da Santa Luzia são resultado de misturas de EPS virgem com EPS reciclado. Eles realizam desde a coleta (caminhões ou em PEVs) até a reciclagem, diretamente ou por meio de terceiros.

4.2.2 Stakeholders e atividades da logística reversa do EPS pós-consumo

Ao longo dos canais reversos devem ser realizadas diversas atividades logísticas com o objetivo de permitir a reintrodução desses materiais no processo produtivo e incluem: coleta, tratamento e recuperação do EPS pós-consumo. Essas atividades são desenvolvidas por alguns atores, como: consumidores, também conhecidos como geradores, varejistas, indústrias da terceira geração, catadores, empresas de gerenciamento de resíduos sólidos, indústrias de reciclagem. Esses são atores que têm uma influência direta na cadeia. No entanto, o governo tem uma grande influência na configuração com que esses atores dos canais reversos operam. Do ponto de vista regulatório, o governo pode ter um enorme impacto nas decisões estratégicas das empresas. As empresas devem cumprir os regulamentos e políticas de

retorno e ambientais para evitar ações legais (SARKIS et al., 2010). Já as ONGs, definidas nesta pesquisa como organizações sem fins lucrativos que realizam tarefas ambientais ou humanitárias, monitoram as políticas governamentais ou o comportamento corporativo (MOOREN, 2016) e atuam como vigilância e fiscalização não oficiais, mobilizando a opinião pública a favor ou contra as atividades de uma organização. Isso implica que outros atores influenciam os canais reversos bem como a cadeia de suprimentos. Esses atores seriam considerados secundários. Portanto, os atores secundários são o governo e as organizações não governamentais (ONGs) (CARROLL; BUCHHOLTZ, 2015). A Figura 15 explicita os atores e suas conexões nos canais reversos. As setas pretas indicam a influência entre esses atores.

Figura 15 – Atores dos canais reversos do EPS



Fonte: elaborada pela autora.

A logística reversa está se tornando um processo estratégico e mandatário para reduzir o impacto ambiental das fabricantes de EPS. A indústria de transformação do EPS conta com a utilização de insumo reciclável para sua produção. É imprescindível, para esse ator, o monitoramento dos produtos que colocam no mercado, realização de avaliações do ciclo de vida e adoção de diversas abordagens de logísticas reversas.

Para que a logística reversa funcione, os produtos devem retornar aos canais de distribuição. É, portanto, necessário um ponto de

coleta central. Alguns varejistas, no caso do EPS, fornecem pontos de coleta, pois este é o lugar onde os consumidores geralmente compram seus produtos e estão inclinados a retorná-los no mesmo local. Nesse caso, os varejistas se tornam responsáveis por esse resíduo disposto nos seus pontos de coleta. Muitas vezes esses PEVs estão presentes em varejos diversos, como supermercados e lojas de eletrodoméstico. Além desses pontos, também são encontrados em ONGs e instituições públicas, entre outros lugares; no entanto, poucos são mapeados e não há muita divulgação sobre os pontos de entrega voluntária.

O varejista tem o papel de pressionar os fabricantes que utilizam EPS como embalagem, principalmente, a desenvolver um canal reverso. Atualmente, essa obrigação da logística reversa recai, principalmente, na indústria de transformação do EPS e ao varejista. São poucas as empresas que utilizam o EPS como parte de seu produto que atuem no retorno desse material.

Os geradores são o início da atividade de logística reversa. Eles geram o resíduo após seu consumo. Eles são um importante membro, uma vez que os padrões de consumo deles que causaram o aumento dos resíduos de embalagens plásticas (ACCORSI et al., 2014). Os consumidores são o primeiro grupo de atores do canal reverso e devem cumprir uma importante tarefa de retornar o EPS usado. Sem isso, o EPS não pode ser reciclado. No entanto, esse grupo pode se engajar em um *loop* menor, o da reutilização.

Os resultados mostram que os maiores geradores são residências (com muitas embalagens de alimentos usadas em entregas), instituições públicas e privadas. Uma vez que muitos locais de geração não possuem espaço para armazenar material reciclável e as empresas responsáveis por essa coleta têm que realizar recolhimentos frequentes de pequenos volumes, aumentando os custos de transporte. As atividades de transporte são os maiores causadores de gastos na logística reversa do EPS, que representam cerca de 29% dos custos totais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO, 2012). O EPS ocupa uma grande área de armazenamento, cada 130m³ equivale a aproximadamente 600 kg de EPS pós-consumo (PLASTIVIDA, 2009). Por esse motivo, alguns desses grandes geradores pós-consumo têm compactadores para reduzir o volume do material, tornando a coleta mais eficiente e atraente.

Além de seu papel direto, há também um papel importante (indireto) quando se trata de mudanças nas estratégias de negócios. As empresas dependem do seu mercado consumidor para sua sobrevivência. Assim, quando os consumidores exigem produtos mais ecológicos

ou canais de retorno desses, as empresas seguirão esse caminho para garantir e atender seus clientes. Desta forma, os consumidores podem indiretamente modificar a cadeia de suprimentos ou criar novos canais reversos. Entretanto, atualmente, são poucas residências que sabem que o EPS é reciclável.

As empresas intermediárias são aquelas que realizam a coleta primária e a classificação do EPS pós-consumo. Normalmente, as empresas de coleta primária são companhias públicas ou privadas de coleta de resíduos. As empresas intermediárias que realizam a classificação do EPS pós-consumo são associações de catadores de resíduos recicláveis ou empresas de gerenciamento de resíduos recicláveis. O EPS pode ser coletado por meio de uma estrutura onde os consumidores separam o próprio EPS e o levam para os PEVs designados, chamado de separação na origem. A outra opção é o esquema de coleta conjunta, juntamente com os outros resíduos recicláveis municipais, denominado de separação após coleta. No Brasil, a maior parte da separação é após coleta. Nos centros urbanos, o município, normalmente, é responsável pela coleta e entrega de resíduos recicláveis para associações de catadores de materiais recicláveis ou nos centros de reciclagem de EPS. Em instituições públicas e privadas e cadeias de varejo, o processo pode ocorrer de três maneiras: (a) operações como coleta doméstica, o município é responsável pela coleta; (b) centros de geração enviam seus resíduos recicláveis para associações de catadores ou; essas associações, que possuem veículos coletores, coletam nos locais determinados; (c) o trabalho das indústrias de reciclagem é integrado aos centros de geração e a indústria de reciclagem que coleta o EPS pós-consumo. Pela PNRS, quando a coleta é pública, há a obrigatoriedade de passar esse material reciclável para a associação de catadores de materiais recicláveis.

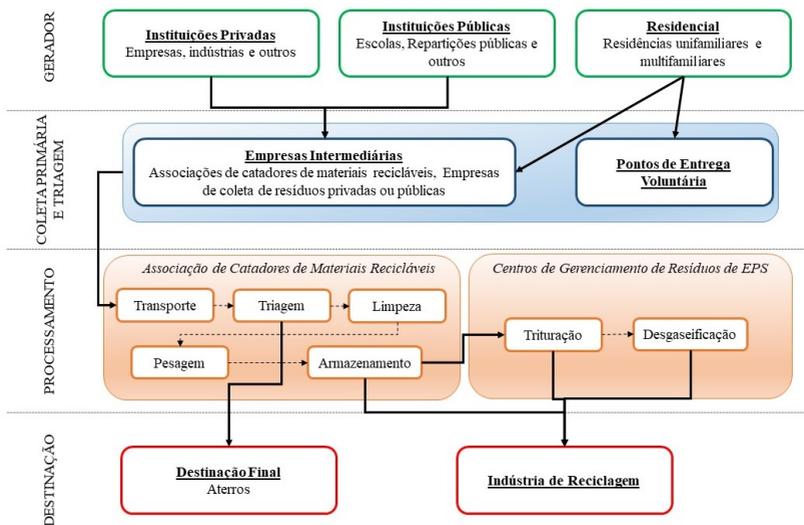
A etapa de processamento de EPS pode acontecer em associações de catadores de resíduos recicláveis ou em empresas de gerenciamento de resíduos recicláveis (quando contratadas por instituições privadas). As associações são responsáveis, principalmente, pela triagem do material reciclável. Eles operam o processamento de EPS: pesagem; separação de outros plásticos; pré-limpeza (remoção de impurezas). Caso ainda existam impurezas maiores é realizada uma lavagem com água, porém é feita pela indústria de reciclagem. A triagem é o passo mais importante no ciclo de reciclagem. Pois a mistura com outros resíduos pode comprometer o processo. Em associações de catadores de materiais recicláveis, após a pré-limpeza do EPS pós-consumo, ocorre armazenagem e o envio tanto para os centros de gerenciamento de resíduos de EPS como para as indústrias recicladoras. Atualmente, um

quilograma de EPS vale um real (R\$ 1,00).

Normalmente, os centros de gerenciamento de resíduo fazem o mapeamento das associações de catadores de materiais recicláveis que trabalham com o EPS pós-consumo e coletam esse material. Eles podem realizar a lavagem, trituração (o resíduo continua sendo EPS) e o passo pré-reciclagem, chamado passo de desgaseificação (transforma-se em PS). O sistema de desgaseificação é um processo industrial realizado por meio de uma mini extrusora, que através da compressão e do calor, compactam os resíduos, removendo o gás do EPS, moldando-os em pedaços (semelhantes ao pão), que são então moídos. No entanto, esse processo pode ser realizado pela indústria recicladora, retirando esse ator da cadeia.

A reciclagem mecânica geralmente significa o uso diário do termo reciclagem. Nessa etapa, o EPS pós-consumo pode passar por diferentes processos para gerar diferentes produtos; por exemplo, o material extrudado e triturado (PS) pode ser enviado para indústrias de calçado ou da construção civil, sendo os novos produtos solados e rodapés, respectivamente. Na Figura 16, é apresentado um esquema contendo as atividades de logística reversa e fluxo de EPS pós-consumo, desde o gerador até o retorno dos materiais para reciclagem.

Figura 16 – Atividades da logística reversa e fluxo do EPS pós-consumo



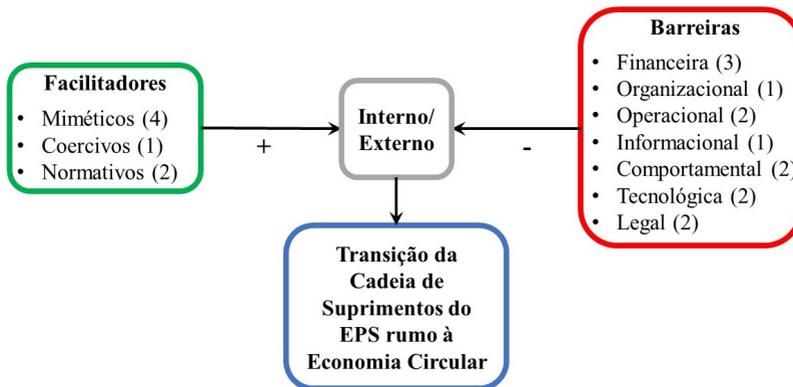
Fonte: elaborada pela autora com base em PLASTIVIDA (2009).

4.3 QUADRO CONCEITUAL DE BARREIRAS E FACILITADORES RUMO À ECONOMIA CIRCULAR

A cadeia de suprimentos (CS) pode ser importante na implantação da economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; NEUFELD et al., 2016; MOOREN, 2016), pois alguns *stakeholders* exigem que seus parceiros da cadeia de suprimentos sigam os padrões da EC que estabeleceram para si. Assim sendo, uma motivação para a construção deste quadro é orientação para procurar barreiras e facilitadores para o questionário. Com a orientação deste quadro conceitual, serão discutidas as interações entre as diferentes percepções dos especialistas em um conjunto comum de facilitadores e barreiras para a cadeia reversa do EPS.

O quadro conceitual aqui apresentado baseia-se na estrutura projetada por Zhu e Geng (2013), mas é estendida com barreiras identificadas na literatura. O artigo de Zhu e Geng (2013) se concentra principalmente nos facilitadores. A Figura 17 ilustra o quadro conceitual.

Figura 17 – *Framework* de barreiras e facilitadores da economia circular na cadeia reversa do EPS



Fonte: elaborada pela autora com base em Zhu e Geng (2013).

Os facilitadores e barreiras são influenciadas por pressões internas e externas. As pressões internas provêm da organização como um todo, por exemplo, dos funcionários, da estratégia da empresa para reduzir os riscos de custos ou para garantir a propriedade intelectual dos produtos. Ao mesmo tempo, emergem pressões externas, em que a

empresa não possui controle, como as exercidas pelo governo, organizações não-governamentais (ONGs), comunidade, consumidores e até mesmo a mídia para fazer as indústrias atuarem em regulamentos ambientais (BOUZON, 2015). Esses são itens que influenciarão a empresa na transição para a EC.

As informações usadas para construir tanto o quadro conceitual como os quadros de facilitadores e barreiras a seguir descritas (Quadros 11 e 12) foram obtidas pelo portfólio bibliográfico.

4.3.1 Facilitadores

Identificar e entender os fatores motivacionais, ou seja, os facilitadores, da EC é uma etapa importante para ganhar competitividade. Os facilitadores são considerados elementos motivacionais que levam as empresas a exercer algum tipo de atividade. Na literatura, alguns facilitadores foram sugeridos para entender os elementos motivacionais que levaram as empresas à transição para EC, como mostrado no Quadro 11.

Por meio da revisão da literatura, descrita na seção 3.2, 7 facilitadores foram identificados e categorizados com base no seu significado e semelhanças. A classificação dos facilitadores em internos e externos refere-se a ser interno ou não a organização ou empresa. Os facilitadores selecionados foram classificados em três grupos. Esses grupos foram inspirados por esquemas de classificação anteriores encontrados na literatura, nomeadamente por Zhu et al. (2011), Zhu et al. (2012), Zhu e Geng (2013), Zhu et al. (2013), Zhu et al. (2013) e Mooren (2016). Os grupos são:

- **Mimético:** as organizações imitam as ações de concorrentes bem-sucedidos. Este grupo inclui as questões da “cultura empresarial”, “vantagens competitivas”, “evitar possível publicidade negativa” e “ferramentas de *design* e manuais de aplicação de EC”.
- **Coercivo:** influências exercidas por políticas (regulamentos governamentais e leis). Este grupo inclui “legislação de EC”.
- **Normativo:** as empresas se adaptam para serem percebidas como tendo atividades organizacionais legítimas. Este grupo inclui “apoio da cadeia de suprimentos” e “demanda dos *stakeholders*”.

Quadro 11 – Lista dos facilitadores da economia circular, categorização e fontes

Facilitador	Descrição	Interno/ Externo	Fonte
Mimético			
F1. Cultura empresarial	A implantação da EC é facilitada quando há na empresa consciência sobre questões ambientais, desenvolvimento sustentável. Gerentes são conscientes e comprometidos com a implantação da EC	Interno	Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017)
F2. Vantagem competitiva	EC pode ser um diferencial por meio da obtenção de mercado e vantagem competitiva como diferencial estratégico (maiores lucros, intensificação do processo, maior participação de mercado, custos mais baixos, diferenciação, maior preço das ações e recursos)	Externo	Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017)
F3. Evitar possível publicidade negativa	As empresas estão sob pressão para se comportar de forma ambientalmente responsável. Atenção negativa da mídia por grupos de ação ambiental	Externo	Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017)
F4. Ferramentas de <i>design</i> e manuais de aplicação de EC	Muitas estratégias de EC estão evoluindo, documentar esse material e disponibilizá-los facilita a implantação e a propagação de conhecimento sobre EC	Interno/ Externo	Mativenga et al. (2017), Adams et al. (2017)
Coercivo			
F5. Legislação de EC	Muitos países introduziram legislação ou diretivas para garantir a EC ou podem tornar obrigatório para as empresas a EC	Externo	Rizos et al. (2016), Mativenga et al. (2017)
Normativo			
F6. Apoio da cadeia de suprimentos	A cooperação e a relação com os membros da CS podem ajudar a implantação da EC	Externo	Rizos et al. (2016), Adams et al. (2017)
F7. Demanda dos <i>stakeholders</i>	A pressão do cliente pela proteção ambiental. As pressões de seus concorrentes que induzem as organizações a adotar a EC	Externo	Mosgaard et al. (2014), Mativenga et al. (2017)

Fonte: elaborada pela autora com base em Bouzon (2015).

Desses 7 facilitadores, 5 foram classificados como internos à organização, 1 classificado como externo e 1 foi classificado como interno e externo. Essa pesquisa também analisou as categorias de facilitadores mais citadas no portfólio. Os facilitadores isomórficos mimético e normativo são as principais categorias de acordo com os trabalhos estudados; mais da metade dos artigos citados. A pesquisa mostra

que as empresas estão progressivamente saindo da inércia de fazer uma atividade para cumprir a lei ou regulamento.

4.3.2 Barreiras

Embora possa haver razões ambientais, sociais e econômicas para se envolver em atividades de EC, ao mesmo tempo, muitas barreiras podem impedir as empresas de implementar a EC. Diferentes autores discutiram as múltiplas barreiras para a implantação da EC. Dessa forma, as barreiras podem ser internas ou externas às organizações. As barreiras internas são os obstáculos que existem na própria empresa que impedem a adoção de esforços para a EC, enquanto as barreiras externas envolvem obstáculos de fora das empresas que perturbam a adoção de práticas circulares.

Semelhante à classificação dos facilitadores, o Quadro 12 descreve cada barreira encontrada, classificação como interna ou externa e fontes. As 13 barreiras selecionadas foram classificadas em sete grupos. Os grupos são:

- Financeira: falta de capital e instrumentos econômicos para investimento em EC. Este grupo inclui as barreiras “capital para investimento”, “matéria-prima virgem barata”, “recuperação dos materiais”.
- Organizacional: interna à empresa, refere-se à filosofia, hábitos e atitudes da empresa (gerente e funcionários) que dificultam a implantação de práticas de economia circular. Este grupo é composto pela barreira “cultura empresarial”.
- Operacional: falta de cooperação entre os atores da CS para o bom funcionamento de uma EC. Este grupo possui questões de “transparência da CS” e “conectividade entre a CS”.
- Informacional: falta de informação ou da incapacidade de obter novas informações. Este grupo é composto pela barreira “informações de EC”.
- Comportamental: comportamento em relação à EC tanto da empresa quanto dos clientes. Este grupo possui questões de “interesse sobre o ciclo de vida do produto” e “propriedade e consumo”.
- Tecnológica: falta de infraestrutura tecnológica para desenvolvimento da EC. Este grupo inclui as barreiras “ineficiência tecnoló-

gica” e “integração do processo produtivo”.

- Legal: falta de regulamentos e leis referentes à implantação da EC. Este grupo possui questões de “subsídio governamental” e “políticas e regulamentos”.

Quadro 12 – Lista das barreiras da economia circular, categorização e fontes

Barreira	Descrição	Interna/ Externa	Fonte
Financeira			
B1. Capital para investimento	As empresas exigem alocação de recursos para a implantação da EC. Fazer um investimento ou passar por um processo de reestruturação gera alto custo de instalação e operação	Interna	Buren et al. (2016), Rizos et al. (2016)
B2. Matéria-prima virgem barata	Pouca quantidade material que volta para o ciclo e alto valor no mercado secundário, o que dificulta a entrada desse material no mercado	Externa	Despeisse et al. (2015), Westblom (2015)
B3. Recuperação dos materiais	EC pode ser incerta em relação ao volume de produtos retornados, criando uma dificuldade em alcançar economia de escala Poucos mercados secundários	Externa	Mativenga et al. (2017), Adams et al. (2017)
Organizacional			
B4. Cultura empresarial	Resistência da alta administração para mudar para EC devido à cultura organizacional. Resistência à mudança de investimentos existentes, sistemas de informação e hábitos	Interna	Buren et al. (2016), Rizos et al. (2016)
Operacional			
B5. Transparência da CS	Falta de apoio da CS para implantação e gerenciamento da EC, como a falta de vontade de compartilhar informações; relutância com o apoio dos distribuidores, varejistas e outros membros da CS em relação às atividades de EC	Externa	Prendeville et al. (2016), Buren et al. (2016), Adams et al. (2017)
B6. Conectividade entre a CS	Falta de coordenação e de um sistema integrado de gerenciamento da CS	Externa	Prendeville et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017), Adams et al. (2017)

Quadro 12 – continuação da página anterior

Barreira	Descrição	Interna/ Externa	Fonte
Informacional			
B7. Informações de EC	Dificuldade em obter informações sobre as melhores práticas em EC. Não há divulgação adequada de informações sobre os canais de devolução disponíveis para os consumidores retornarem seus produtos	Interna/ Externa	Geng e Doberstein (2008), Westblom (2015), Rizos et al. (2016), Adams et al. (2017)
Comportamental			
B8. Interesse sobre o ciclo de vida do produto	Falta de publicidade e conhecimento da EC. Falta de consciência sobre os benefícios da EC e do fim de vida do produto	Interna	Despeisse et al. (2015), Mativenga et al. (2017), Adams et al. (2017)
B9. Propriedade e consumo	Os consumidores querem ter a propriedade sobre o produto. Os clientes podem pensar que o uso de material reciclado torna a qualidade do produto inferior	Externa	Geng e Doberstein (2008), Buren et al. (2016)
Tecnológica			
B10. Ineficiência tecnológica	Dificuldade de obter as tecnologias disponíveis para a reciclagem de produtos/materiais	Externa	Geng e Doberstein (2008), Westblom (2015), Prendeville et al. (2016)
B11. Integração do processo produtivo	Os processos e opções de recuperação do sistema reverso são complexos e variam em função dos ciclos de vida e características dos produtos, recursos necessários e capacidade das instalações	Interna	Prendeville et al. (2016), Ritzén e Sandström (2017)
Legal			
B12. Subsídio governamental	Falta de incentivos financeiros feitas pelo governo para motivar os fabricantes a realizar a EC e também motivar os consumidores a comprar produtos sustentáveis	Externa	Geng e Doberstein (2008), Rizos et al. (2016)
B13. Políticas e regulamentos	A falta de legislação ou lei apropriadas é vista como uma grande barreira para que as empresas estejam envolvidas na EC	Externa	Geng e Doberstein (2008), Mathews e Tan (2011), Prendeville et al. (2016)

Fonte: elaborada pela autora com base em Bouzon (2015).

Das 13 barreiras, 4 foram classificadas como internas à organização, 8 classificadas como externas e uma barreira foi classificada como interna e externa. Além da análise realizada para os facilitado-

res, analisou-se a popularidade das categorias das barreiras da EC de acordo com o número de vezes que o obstáculo apareceu no portfólio.

A categoria “financeira” aparece como a principal barreira de acordo com o número de vezes que este impedimento está indicado na literatura. A falta de capital e a falta de mudanças no mercado têm sido citadas extensivamente na literatura como uma das barreiras mais difíceis de serem rompidas para a adoção da economia circular (WEST-BLOM, 2015; BUREN et al., 2016; RIZOS et al., 2016; ADAMS et al., 2017). A categoria “comportamental” aparece como a segunda principal barreira. Ghisellini et al. (2016) identificaram a falta de consciência da empresa e do cliente sobre EC. As categorias “operacional”, “informacional”, “tecnológica” e “legal” são citadas por 4 artigos cada. A categoria de barreira “organizacional” ocupa o último lugar, por ser citada em 2 artigos.

4.4 RESULTADO DA AVALIAÇÃO REALIZADA PELOS ESPECIALISTAS

Conforme descrito na seção 3.3.3 do Capítulo 3, um questionário foi enviado a especialistas para avaliação das barreiras e facilitadores de EC na cadeia reversa do EPS. A partir das respostas, uma leitura geral das respostas foi realizada inicialmente, conforme descrito na seção 3.3.4 do Capítulo 3. Posteriormente, uma análise das respostas das questões de múltipla escolha foi realizada. Dentre os 11 especialistas consultados, 7 respostas foram obtidas (taxa de retorno maior do que 60%), sendo 4 especialistas em EPS e 3 especialistas em EC. Os aspectos mais relevantes extraídos da análise dos dados obtidos são discutidos a seguir.

O resultado se refere à classificação das barreiras e dos facilitadores segundo os especialistas respondentes do questionário. Os especialistas avaliaram quais são as barreiras e os facilitadores da economia circular que possuem maior conexão com a cadeia reversa do EPS.

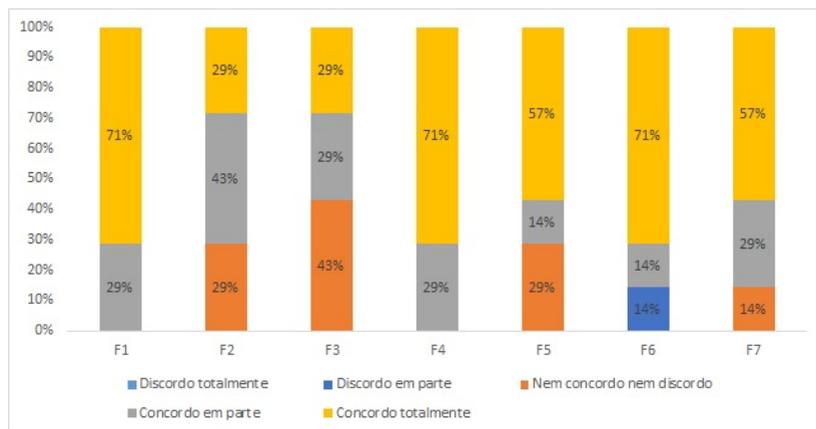
Conforme apresentado na seção 3.3.2.1, a escala *Likert* utilizada foi de 5 itens: (1) discordo totalmente; (2) discordo em parte; (3) nem concordo nem discordo; (4) concordo em parte e; (5) concordo totalmente. Cada item recebe um valor, de 1 a 5, sendo que discordo completamente vale 1 e concordo completamente vale 5. Com a média aritmética simples desses valores, podendo variar de 1 até 5, para cada questão do questionário, chegou-se a classificação geral das barreiras e dos facilitadores, apresentados na seção 4.4.

A primeira colocada é a questão com média mais alta, ou seja, é a questão que os especialistas consideraram mais relevante para a cadeia reversa do EPS no Brasil. A ocorrência de empates, ou seja, repetição de valores pode ser considerada uma deficiência do instrumento de medida (BARBETTA, 2008). De acordo com Barbetta (2008), atribui-se posições sequenciais e, após, calcula-se a média das posições com valores empatados. No entanto, essa dissertação desenvolve uma classificação (*rank*), de tal forma que não há facilitador ou barreira classificada em, por exemplo, 2, 5^o lugar na avaliação dos especialistas. Dessa forma, manteve-se a mesma classificação para os empates até o aparecimento de valor diferente.

4.4.1 Avaliação dos facilitadores da economia circular para a cadeia reversa do EPS

Os especialistas marcaram com maior frequência os itens “concordo em parte” e “concordo totalmente”, conforme a Figura 18 apresenta.

Figura 18 – Frequência de item assinalado por questão referente aos facilitadores



Fonte: elaborada pela autora.

O item “discordo totalmente” não foi assinalado em nenhuma questão referente aos facilitadores. Apenas no facilitador F6 (Apoio da cadeia de suprimentos), o item “discordo em parte” foi marcado. Como pode-se observar, nos facilitadores F1 (cultura empresarial) e F4

(ferramentas de *design* e manuais de aplicação de EC) os especialistas marcaram apenas os itens “concordo em parte” e “concordo totalmente” com valores 4 e 5, respectivamente. Por essa razão, esses facilitadores são os mais relevantes, consoante identificação no Quadro 13, que classifica os facilitadores segundo as respostas dos especialistas.

Quadro 13 – Classificação dos facilitadores conforme a avaliação dos especialistas

Facilitador	Média	Classificação
F1. Cultura empresarial	4,71	1 ^a
F4. Ferramentas de <i>design</i> e manuais de aplicação de EC	4,71	1 ^a
F6. Apoio da CS	4,43	3 ^a
F7. Demanda dos <i>stakeholders</i>	4,43	3 ^a
F5. Legislação de EC	4,29	5 ^a
F2. Vantagem competitiva	4,00	6 ^a
F3. Evitar possível publicidade negativa	3,86	7 ^a

Fonte: elaborada pela autora.

A Figura 19 ilustra a classificação dos facilitadores, apresentada no Quadro 13, por meio da média aritmética das respostas dos especialistas.

Figura 19 – Classificação dos facilitadores



Fonte: elaborada pela autora.

A próxima seção apresenta esses facilitadores por suas categorias.

4.4.1.1 Avaliação dos facilitadores sob a ótica da teoria institucional

Nessa seção são apresentados os facilitadores divididos por categorias, identificadas na seção 4.4.1 desse capítulo. Para a categorização utilizou-se a teoria institucional, para tanto os facilitadores foram divididos em 3 categorias: (i) mimético, com 4 facilitadores; (ii) coercivo, com 1 facilitador; e (iii) normativo, com 2 facilitadores. O Quadro 14 apresenta a classificação dos facilitadores por suas categorias.

Quadro 14 – Classificação dos facilitadores por suas categorias pela avaliação dos especialistas

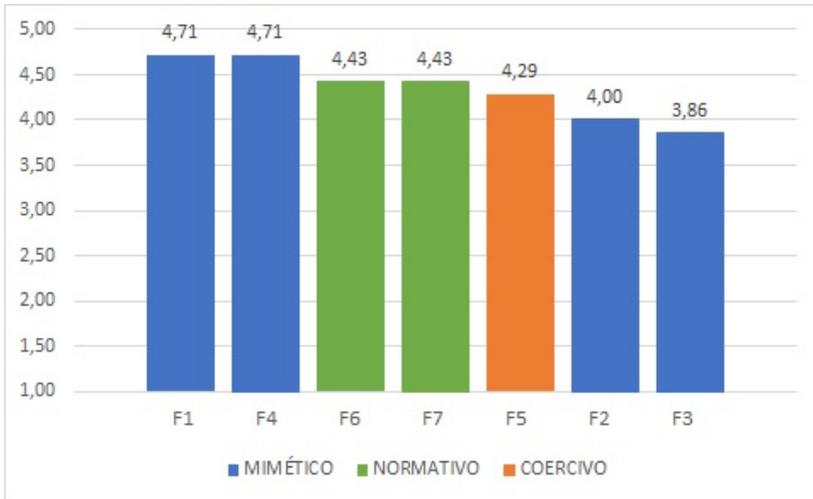
Facilitador	Categoria	Média	Classificação
F1. Cultura empresarial	Mimético	4,71	1 ^a
F4. Ferramentas de <i>design</i> e manuais de aplicação de EC	Mimético	4,71	1 ^a
F6. Apoio da CS	Normativo	4,43	3 ^a
F7. Demanda dos <i>stakeholders</i>	Normativo	4,43	3 ^a
F5. Legislação de EC	Coercivo	4,29	5 ^a
F2. Vantagem competitiva	Mimético	4,00	6 ^a
F3. Evitar possível publicidade negativa	Mimético	3,86	7 ^a

Fonte: elaborada pela autora.

Pode-se observar que os 2 facilitadores mais relevantes, segundo os especialistas, são categorizados como miméticos. Os facilitadores são relacionados à “cultura empresarial” (F1) e “ferramentas de *design* e manuais de aplicação de EC” (F4). Nessa categoria, as organizações imitam as ações de concorrentes bem-sucedidos. O terceiro lugar é composto pelos 2 facilitadores normativos, “apoio da cadeia de suprimentos” (F6) e “demanda dos *stakeholders*” (F7). Nessa categoria, as empresas se adaptam para serem percebidas como tendo atividades organizacionais legítimas. No quinto lugar está o facilitador “legislação de EC” (F5), referente à categoria coerciva. Essa categoria condiz com a influência exercida por políticas por meio de regulamentos e leis. Os 6^o e 7^o lugares são os 2 facilitadores miméticos faltantes: “vantagem competitiva” (F2) e “evitar possível publicidade negativa” (F3).

A Figura 20 ilustra a classificação dos facilitadores pelos *clusters* normativo, coercivo e mimético.

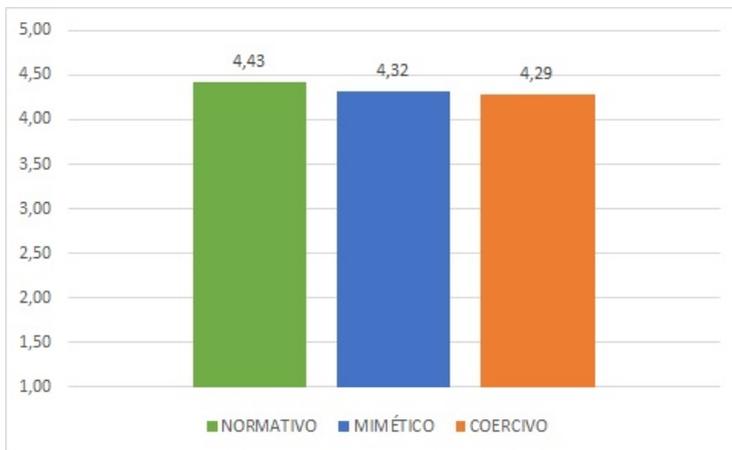
Figura 20 – Classificação dos facilitadores por categoria



Fonte: elaborada pela autora.

Pela média aritmética das categorias, o grupo de facilitadores normativos é considerado pelos especialistas como o mais relevante para a cadeia reversa do EPS, com média 4,43. O *cluster* mimético está na segunda posição, com a média 4,32 e o facilitador coercivo possui a menor importância sobre a CS do EPS, segundo os especialistas. A Figura 21 apresenta a classificação dos *clusters*.

Figura 21 – Classificação das categorias de facilitadores

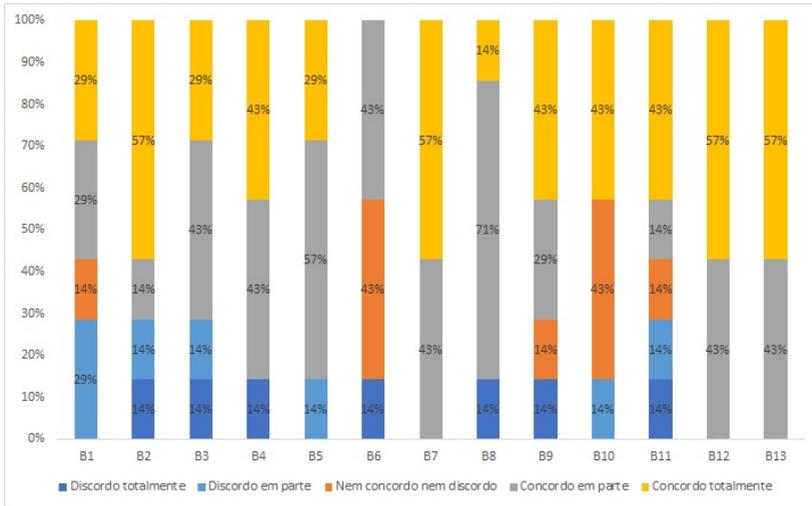


Fonte: elaborada pela autora.

4.4.2 Avaliação das barreiras da economia circular para a cadeia reversa do EPS

As barreiras obtiveram médias aritméticas menores e mais variadas do que os facilitadores. Isso mostra que não houve um consenso dos especialistas sobre as barreiras. A Figura 22 ilustra a frequência com que cada item foi marcado por questão referente às barreiras.

Figura 22 – Frequência de item assinalado por questão referente às barreiras



Fonte: elaborada pela autora.

O item “discordo totalmente” foi marcado em 7 questões referentes às barreiras, sendo elas: B2 (matéria-prima virgem barata), B3 (recuperação dos materiais), B4 (cultura empresarial), B6 (conectividade entre a CS), B8 (interesse sobre o ciclo de vida do produto), B9 (propriedade e consumo) e B11 (integração do processo produtivo). Em 6 questões foram marcados o item “discordo em parte”: B1 (capital para investimento), B2 (matéria-prima virgem barata), B3 (recuperação dos materiais), B5 (transparência da CS), B10 (ineficiência tecnológica) e B11 (integração do processo produtivo). Já o item “nem concordo nem discordo” foi assinalado em 5 questões: B1 (capital para investimento), B6 (conectividade entre a CS), B9 (propriedade e consumo), B10 (ineficiência tecnológica) e B11 (integração do processo produtivo). As barreiras que possuem maior frequência de valores de 1 à 3 são, consequentemente, menos relevantes da EC.

Apenas na barreira B10 (ineficiência tecnológica), o item “concordo em parte” não foi marcado. E somente na barreiras B6 (conectividade entre a CS), o item “concordo totalmente” não foi marcado. Como pode-se observar, nas barreiras B7 (informação de EC), B12 (subsídio governamental) e B13 (políticas e regulamentos) os especialistas marcaram apenas os itens “concordo em parte” e “concordo totalmente” com valores 4 e 5, respectivamente. Por essa razão, essas barreiras são

as mais relevantes, conforme o Quadro 15 apresenta, que classifica as barreiras segundo as respostas dos especialistas.

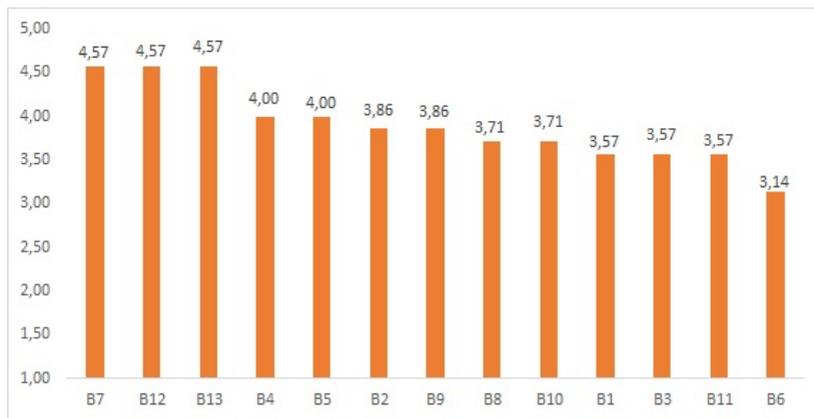
Quadro 15 – Classificação das barreiras conforme a avaliação dos especialistas

Barreira	Média	Classificação
B7. Informações de EC	4,57	1 ^a
B12. Subsídio governamental	4,57	1 ^a
B13. Políticas e regulamentos	4,57	1 ^a
B4. Cultura empresarial	4,00	4 ^a
B5. Transparência da CS	4,00	4 ^a
B2. Matéria-prima virgem barata	3,86	6 ^a
B9. Propriedade e consumo	3,86	6 ^a
B8. Interesse sobre o ciclo de vida do produto	3,71	8 ^a
B10. Ineficiência tecnológica	3,71	8 ^a
B1. Capital para investimento	3,57	10 ^a
B3. Recuperação dos materiais	3,57	10 ^a
B11. Integração do processo produtivo	3,57	10 ^a
B6. Conectividade entre a CS	3,14	13 ^a

Fonte: elaborada pela autora.

A Figura 23 ilustra a classificação das barreiras, apresentada no Quadro 15, por meio da média aritmética das respostas dos especialistas.

Figura 23 – Classificação das barreiras



Fonte: elaborada pela autora.

A próxima seção apresenta essas barreiras por suas categorias.

4.4.2.1 Avaliação das barreiras sob a ótica das categorias identificadas na literatura

Conforme apresentado na seção 4.4.2 desse capítulo, as 13 barreiras identificadas na literatura foram divididas em 7 categorias: (i) financeira, composta por 3 barreiras; (ii) organizacional, composta por 1 barreira; (iii) operacional, composta por 2 barreiras; (iv) informacional, composta por 1 barreira; (v) comportamental, composta por 2 barreiras; (vi) tecnológica, composta por 2 barreiras; (vii) legal, composta por 2 barreiras. O Quadro 16 apresenta a classificação das barreiras por suas categorias.

Quadro 16 – Classificação dos facilitadores por suas categorias conforme a avaliação dos especialistas

Barreira	Categoria	Média	Classificação
B7. Informações de EC	Informacional	4,57	1 ^a
B12. Subsídio governamental	Legal	4,57	1 ^a
B13. Políticas e regulamentos	Legal	4,57	1 ^a
B4. Cultura empresarial	Organizacional	4,00	4 ^a
B5. Transparência da CS	Operacional	4,00	4 ^a
B2. Matéria-prima virgem barata	Financeira	3,86	6 ^a
B9. Propriedade e consumo	Comportamental	3,86	6 ^a
B8. Interesse sobre o ciclo de vida do produto	Comportamental	3,71	8 ^a
B10. Ineficiência tecnológica	Tecnológica	3,71	8 ^a
B11. Integração do processo produtivo	Tecnológica	3,57	10 ^a
B1. Capital para investimento	Financeira	3,57	10 ^a
B3. Recuperação dos materiais	Financeira	3,57	10 ^a
B6. Conectividade entre a CS	Operacional	3,14	13 ^a

Fonte: elaborada pela autora.

Pode-se observar que 2 das 3 barreiras mais relevantes, segundo os especialistas, são categorizadas como legais. As barreiras são “subsídio governamental” (B12) e “políticas e regulamentos” (B13). Nessa categoria, considera-se que há falta de regulamentação e leis referentes à implantação da EC. A outra barreira mais relevante é da categoria informacional, a barreira B7. Essa categoria aponta a falta de informação ou a incapacidade de obter novas informações.

O quarto lugar é composto por 2 barreiras de diferentes categorias, a barreira B4 (cultura empresarial) é categorizada como organizacional e a barreira B5 (transparência da CS) é categorizada como operacional. A categoria organizacional é interna à empresa e refere-se à filosofia, hábitos e atitudes da empresa que dificultam a implantação de práticas de economia circular. No caso da categoria operacional, há

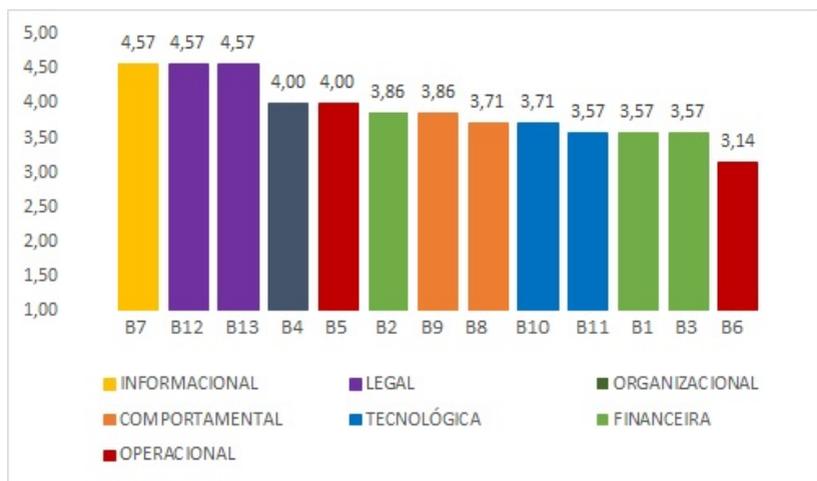
falta de cooperação entre os atores da CS para o bom funcionamento de uma EC.

O sexto lugar é composto por 2 barreiras, a “matéria-prima virgem barata” (B2) categorizada como financeira e a “propriedade e consumo” (B9). A categoria financeira condiz com a falta de capital e instrumentos econômicos para investimento em EC e a categoria comportamental refere-se ao comportamento em relação à EC tanto da empresa quanto dos clientes.

O oitavo lugar na classificação é composto pelas barreiras B8 (interesse sobre o ciclo de vida do produto) e B10 (ineficiência tecnológica). Essas barreiras são categorizadas como comportamental e tecnológica respectivamente. A categoria tecnológica se refere à falta de infraestrutura tecnológica para desenvolvimento da EC.

A décima posição é formada por 2 barreiras financeiras, “capital para investimento” (B1) e “recuperação dos materiais” (B3), e por uma barreira tecnológica, “integração do processo produtivo” (B11). O último lugar é formado pela barreira “conectividade entre a CS” (B6) categorizada como operacional. A Figura 24 ilustra a classificação das barreiras pelas 7 categorias identificadas na literatura.

Figura 24 – Classificação das barreiras por categoria

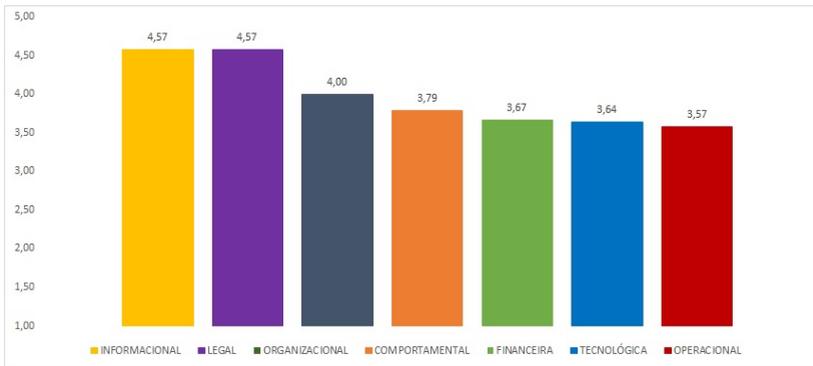


Fonte: elaborada pela autora.

Pela média aritmética das categorias, os grupos de barreiras informacional e legal são considerados pelos especialistas como os mais relevantes para a cadeia reversa do EPS, com média 4,57. O *cluster*

organizacional está na terceira posição, com a média 4,00. O grupo de barreiras comportamental ficou na quarta posição com a média 3,79 e o *cluster* financeiro ficou em quinto lugar, com média 3,67. O *cluster* de barreiras tecnológicas possui a média 3,64 e ficou na quarta posição e o grupo operacional possui a menor influência sobre a CS do EPS, segundo os especialistas, com média 3,57. A Figura 25 apresenta a classificação dos grupos.

Figura 25 – Classificação das categorias das barreiras



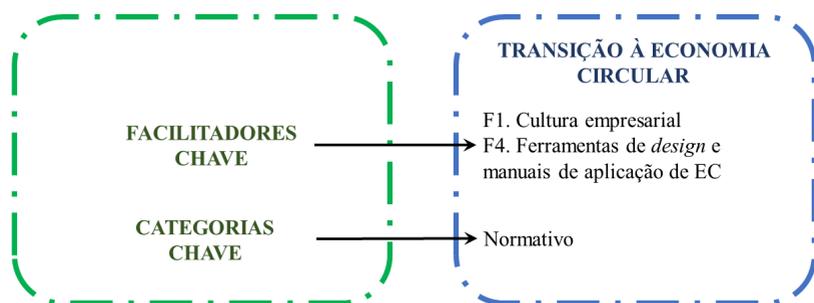
Fonte: elaborada pela autora.

4.5 DISCUSSÕES

4.5.1 Avaliação dos facilitadores

Reunindo os resultados da seção 4.4 deste capítulo, a Figura 26 apresenta os facilitadores e as categorias selecionados como as mais importantes para EC na cadeia reversa do EPS no Brasil, a partir da perspectiva dos especialistas respondentes do questionário.

Figura 26 – Seleção dos facilitadores e categoria chave com base na análise dos resultados



Fonte: elaborada pela autora.

Como apresentado na Figura 26, cultura empresarial é considerado o facilitador mais relevante da EC. A mentalidade e o empenho da equipe da organização são um aspecto importante para facilitar a transição para a economia circular da cadeia reversa do EPS. Para as empresas recém-fundadas, é relativamente fácil adotar princípios de economia circular, à medida que a cultura da empresa está em estado embrionário, o que pode ser mais fácil do que mudar as práticas nas empresas existentes (RIZOS et al., 2016).

O outro facilitador mais relevante são ferramentas de *design* e manuais de aplicação de EC. Conforme Adams et al. (2017), o mais importante é a apresentação de um caso de negócios claro para que as organizações entendam o processo de mudança e, principalmente, a viabilidade comercial. Isso pode facilitar o desenvolvimento do conhecimento trans-setorial. Uma vez que a mudança para uma economia circular é aplicável para vários setores e pode seguir caminhos e padrões semelhantes (RIZOS et al., 2016).

A demanda dos *stakeholders* e o apoio da cadeia de suprimentos são considerados como o terceiro mais relevante. Em muitos casos, isso envolve buscar a adesão a uma parceria da cadeia de suprimentos. Os clientes que preferem produtos ou serviços “verdes” motivam a empresa e, possivelmente, a cadeia de suprimentos a aderir negócios circulares (RIZOS et al., 2016).

Considerando que os especialistas identificam a falta de subsídios e políticas do governo como barreiras, pode-se concluir que a maioria dos especialistas não considera o governo particularmente útil em relação à transição para a economia circular. Segundo Mativenga et al. (2017), as empresas precisam ter pró-atividade e uma gestão interes-

sada como facilitadores da EC, enquanto vantagem competitiva e estar seguindo a legislação foram reconhecidas como itens que sustentam a EC quando já existem atividades de EC nas empresas.

Seguindo a teoria institucional, existem três tipos de facilitadores: os coercivos, os miméticos e os normativos. Os facilitadores coercivos são identificados quando os atores foram motivados por políticas ou regulamentos pelo governo brasileiro. Os facilitadores miméticos são identificados como imitações das práticas de negócios de cada um para não se atrasarem na concorrência, portanto, estão seguindo a tendência geral. Os facilitadores normativos são identificados quando os atores agiram pelas pressões de seus clientes, ou quando eles estavam conscientes do que acreditavam ser a ação legítima.

A categoria normativa é considerada, pelos especialistas, como a mais relevante. Como ficou claro durante os resultados e análise, os dois componentes da categoria normativa combinados, o apoio da cadeia de suprimentos e a demanda dos *stakeholders*, tornaram-na a mais relevante. Portanto, verifica-se que a combinação dos dois facilitadores é um importante motivador para a EC na cadeia do EPS.

A categoria mimética é a segunda mais relevante. Além do fato de que dois de seus facilitadores foram considerados os mais relevantes individualmente, eles obtiveram menos relevância nas alternativas gerais do que os facilitadores normativos. Como os facilitadores miméticos referem-se a imitação do comportamento geral aceito para não se atrasar na concorrência, isso é principalmente atividades para as empresas que estão atrasadas, e não para as organizações pioneiras. Por conseguinte, não se espera que empresas principalmente dirigidas por mimetismo iniciem grandes mudanças. Além disso, os facilitadores miméticos influenciam as organizações em um estágio posterior do que o dos facilitadores normativos ou facilitadores coercivos (MOOREN, 2016).

A categoria coerciva é a menos relevante. Isso não significa necessariamente que os facilitadores tenham a menor influência. Ao contrário dos facilitadores miméticos e normativos, os coercivos são vinculativos (ZHU; GENG, 2013). Portanto, embora sejam menos relevantes, eles determinam as atividades dos atores da cadeia e, ao contrário dos facilitadores miméticos, eles podem iniciar a mudança. No entanto, enquanto os facilitadores coercivos obrigam a mudança, eles fazem isso apenas até certo ponto. Se as atividades das empresas são meramente coercivas, implementarão as mudanças, mas não irão além disso. Se tanto coercivamente e normativamente influenciados, as organizações irão mais adiante na implantação da EC (MOOREN, 2016).

No entanto, os facilitadores coercivos são importantes para mo-

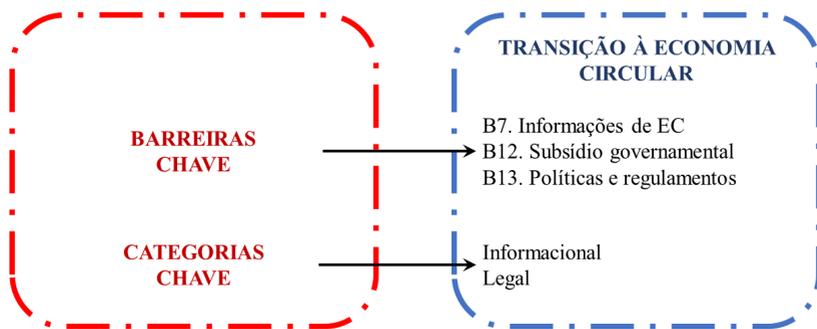
tivar as organizações no início do processo em vez de esperar até que os facilitadores miméticos comecem a funcionar. Além disso, uma vez que as empresas são coercitivamente motivadas, os atores da cadeia de suprimentos e da cadeia reversa parecem experimentar menos barreiras (MOOREN, 2016). Por isso, os facilitadores coercivos ajudam a superar barreiras. No Brasil, ainda faltam legislação e políticas de apoio que estabeleçam metas específicas como já existem em outros países (PIN-JING et al., 2013; MOSGAARD et al., 2014; WESTBLOM, 2015; MOOREN, 2016; MCDOWALL et al., 2017). O Acordo Setorial para a Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral é o mais próximo de objetivos mais específicos para manter o EPS em seu mais alto valor, sendo esse um dos objetivos da EC. Garantindo a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Em geral, os regulamentos e as políticas têm um efeito positivo no desempenho dos atores sobre as mudanças para implantar a EC. Muitas vezes, um regulamento pode se tornar um incentivo econômico para as empresas. Reduzir o imposto sobre embalagens recicladas proporcionaria um incentivo econômico para o uso de plásticos reciclados, por exemplo. No entanto, pode haver também regulamentos inadequados e uma falta de regulamentos, que serão discutidos a seguir.

4.5.2 Avaliação das barreiras

Do lado das barreiras, a Figura 27 destaca as barreiras selecionadas em relação aos fatores mais importantes de acordo com a perspectiva dos especialistas.

Figura 27 – Seleção das barreiras e categoria chave com base na análise dos resultados



Fonte: elaborada pela autora.

Há uma grande quantidade de barreiras reveladas na revisão da literatura que mostram o quão complexo e desafiador uma transição para EC pode se tornar. As barreiras mais relevantes, segundo os especialistas, são informações de EC, subsídio governamental e políticas e regulamentos. Diferentemente dos facilitadores, as barreiras chave, para iniciar a economia circular na cadeia do EPS, condizem com as categorias principais.

As informações de benefícios e práticas de EC foram consideradas importantes. A colaboração é um requisito fundamental para o progresso da transmissão de informações da economia circular e deve ser explorado entre empresas e entre empresas e clientes (ADAMS et al., 2017) Como existem poucas implantações de EC em organizações nacionais, a falta de informações é mais evidente e torna-se uma barreira. Também, não há no Brasil uma ferramenta que possa apresentar os aspectos circulares de um produto, o que significa que os consumidores não podem fazer escolhas com base em tais requisitos. Segundo Westblom (2015), se as grandes organizações liderassem a mudança para EC, o conceito se difundiria mais rápido, pois a informação e os conhecimentos chegariam ao público em geral.

A falta de informações sobre os benefícios e práticas da economia circular é vista como uma barreira para a implantação de modelos de negócios de economia circular (WESTBLOM, 2015; ADAMS et al., 2017) e confirmada nessa pesquisa. Contudo, para países da União Europeia (MOOREN, 2016; RIZOS et al., 2016) a barreira de informações de EC não foi considerada relevante para a EC. Pois, há políticas e regulamentos para a implantação da EC pelas empresas europeias (PINJING et al.,

2013). Por isso, a transmissão de informações sobre EC está presente nas atividades empresariais europeias.

A falta de subsídios do governo é uma barreira principal para a economia circular. No entanto, uma empresa que criou ou que goza de condições favoráveis para alinhar a operação de negócios com um modelo de negócios circular pode precisar depender menos da assistência do governo, tanto monetário como regulamentar, para desenvolver uma estrutura adequada (RIZOS et al., 2016).

A barreira políticas e regulamentos pode indicar tanto uma falta de regulamentação, bem como uma legislação que causa incertezas sobre o que uma empresa precisa fazer para cumpri-la. Muitas vezes há incertezas das organizações sobre mudanças inesperadas e a consistência das políticas. Por exemplo, a definição de resíduos que é muito genérica. Uma vez o EPS rotulado como resíduo, é difícil “transformar” o mesmo material em um recurso (MOOREN, 2016).

A colaboração entre os membros primários e secundários da cadeia reversa e de suprimentos supera as barreiras informacionais. Esta interação pode gerar maiores informações entre as empresas, empresa-consumidor e empresa-governo. Com isso, torna-se possível verificar onde uma nova legislação pode ser necessária. O Acordo Setorial para a Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral pode ser o início de uma mudança para a EC. Embora este possa ser um início para reunir os vários atores da cadeia, a parte da sociedade civil ainda não é percebida, como pode-se observar pelas respostas dos especialistas.

A identificação das barreiras e dos facilitadores para implementar a EC foi baseada em uma ampla variedade de pesquisas e fontes. Essas pesquisas e fontes utilizaram-se de análises em organizações e cadeias de suprimentos em geral e em diversas partes do mundo. Portanto, essa pesquisa complementa a análise por destacar a cadeia reversa do EPS no Brasil.

Os benefícios da adoção da economia circular podem não ser compartilhados igualmente em toda a cadeia reversa. Não há clareza das atividades que cada ator da cadeia do EPS pode comprometer-se a fazer para permitir que a cadeia se torne circular. A colaboração deve ser explorada dentro das atividades de gerenciamento da cadeia reversa e de suprimentos, bem como nas capacidades de compartilhamento de informações de EC.

4.5.3 Fatores internos e externos

Observa-se que os facilitadores chave são facilitadores que se caracterizam por serem internos à organização. No caso do facilitador F4, considera-se como interno/externo. Este é um resultado denota que os especialistas consideram que as empresas conseguem iniciar a implantação das estratégias da economia circular no EPS, pois se abordam facilitadores internos vinculados à cultura e proatividade da empresa. Dessa forma, parte-se do princípio que não há necessidade inicial de mudar as leis e regulamentos sobre economia circular. No entanto, muitas vezes, a mudança dos processos da empresa é complexa e por meio de mudança de leis, que conferem multas, torna-se obrigatório.

Segundo a avaliação dos especialistas, houve uma predominância de barreiras externas, isto é, fora da organização. Apenas a barreira B7 é caracterizada como interna/externa à empresa. Identifica-se que as barreiras externas são mais difíceis de serem superadas do que as barreiras internas. O gerenciamento ambiental externo geralmente requer maiores esforços organizacionais para a implantação, uma vez que os fabricantes precisam cooperar e desenvolver planos e relacionamentos com seus fornecedores e clientes (ZHU et al., 2013). Assim, esse resultado vai ao encontro do que foi apresentado nos facilitadores. Contudo, Sarkis et al. (2011) afirmam que ainda não está claro como os fatores externos e internos promovem de forma interativa iniciativas verdes.

4.5.4 Cadeia reversa do EPS e economia circular

Após sete anos da aprovação da PNRS, ainda não existe um sistema estruturado de logística reversa de EPS no Brasil. No entanto, a pesquisa de iniciativas em relação à logística reversa do EPS permitiu observar que alguns fabricantes estão desenvolvendo diferentes ações com uma estrutura de canais reversos contando com a participação de diferentes atores dessas cadeias conforme previsto pela PNRS.

O Brasil tem dificuldade para implantar o sistema de logística reversa do EPS, como as grandes distâncias entre os centros consumidores e as centrais de reciclagem, as diferenças econômicas e sociais entre as regiões e os numerosos municípios, a complexidade da legislação dos municípios, estados e da nação, os diferentes níveis de maturidade e organização das cooperativas de catadores e a necessidade de mudar o comportamento e os hábitos da população. Apesar destes problemas, o interesse da indústria de EPS e a existência de intermediários especí-

alizados em atividades de logística reversa do EPS comprovam que os processos podem ser mais eficientes para que haja o aumento das taxas de reciclagem.

A logística reversa das embalagens de EPS pós-consumo é utilizada por poucos canais reversos, normalmente vinculados a alguma empresa que produz o EPS, fator que dificulta a consolidação dos processos de logística para alcançar níveis mais altos de eficácia e produtividade. Poucos canais reversos reduzem os custos de transporte e de outras atividades de logística, porque podem armazenar mais resíduos. No entanto, o acesso à disposição correta do EPS é limitado a poucas pessoas e regiões e, como mencionado anteriormente, poucas instituições possuem áreas para armazenar o EPS pós-consumo, por seu grande volume.

Analisando os elos de cadeia reversa, percebe-se que algumas barreiras para implementar um sistema de logística reversa no país são resultado de: (a) o custo de transporte do EPS pós-consumo relacionado às características inerentes deste material como sua densidade; (b) falta de conhecimento de uma grande parte da população que o EPS é reciclável, gerando uma disposição incorreta do EPS e; (c) pequeno número de coletores e recicladores que resultam em uma pequena capacidade instalada de reciclagem e baixos níveis de EPS pós-consumo coletados e reciclados. Também se destaca que vários municípios ainda não implementaram os serviços de coleta, e outros não oferecem os serviços de coleta a todos os bairros. A maior parte do EPS pós-consumo não é coletada corretamente e, portanto, o aterro sanitário é a principal destinação.

Além da necessidade de separar o EPS, o transporte desta carga de baixo valor agregado entre cooperativas e indústrias de reciclagem ou intermediários, geralmente localizado perto de áreas urbanas, aumenta o custo do processo e gera problemas de trânsito, uma vez que esses veículos são geralmente de grande porte. A etapa de triagem é realizada pelas associações de catadores de resíduos recicláveis. Essas associações são descritas pela PNRS como forma de gerar renda para a população de baixa renda, o que significa que seu trabalho é citado como uma questão social. As associações fazem uma separação manual de resíduos recicláveis, tornando este processo caro e perigoso. O retorno econômico desses trabalhadores também é baixo porque muitas vezes estão dependentes dos intermediários, que proporcionam equipamentos e estrutura física.

Além disso, a maioria das indústrias de processamento de EPS não prioriza a redução e não geração de resíduos. Ao invés disso, os

produtos são projetados para um ciclo de vida curto. Razoavelmente, a pouca preocupação com o que está escrito no artigo 9º da PNRS, “[...] ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010), por parte dos fabricantes é devido ao princípio da responsabilidade compartilhada que orienta a legislação brasileira. De fato, os objetivos da responsabilidade estendida do produtor são exatamente para evitar esse problema, pois esse princípio busca forçar as indústrias a investir no desenvolvimento de produtos e processos sustentáveis e evitar, tanto quanto possível, a incineração de rejeitos ou a disposição em aterros sanitários (NOVAES, 2016).

A reciclagem EPS pós-consumo não atinge uma grande quantidade de resíduos de EPS, pois ainda existe o problema de não poder reciclar EPS sujo de óleo. No entanto, pesquisas e tecnologias estão sendo desenvolvidas no Brasil para resolver esta questão (CELLA, 2012). Uma economia circular vai além da busca de prevenção de resíduos e redução de resíduos para inspirar inovações tecnológicas, organizacionais e sociais através e dentro das cadeias de valor. Por esta razão, a cadeia do EPS pode se tornar um exemplo da economia circular no Brasil se forem desenvolvidas estratégias circulares.

5 CONCLUSÕES

A economia circular está crescendo em importância e aplicação. Os programas de EC enfrentam fatores que podem permitir ou impedir seu desenvolvimento. Assim, o principal objetivo do presente estudo foi avaliar as barreiras e facilitadores da economia circular na cadeia reversa do EPS no contexto brasileiro, considerando sob a perspectiva de especialistas de economia circular e EPS.

Para atingir esse objetivo, desenvolveu-se uma pesquisa, que inclui:

- um mapa da cadeia de suprimentos do EPS, seus canais reversos e seus membros no Brasil;
- uma revisão específica da literatura sobre facilitadores e barreiras na transição para a EC, incluindo a criação de um quadro conceitual;
- avaliação dos mais relevantes facilitadores e barreiras na transição para EC na cadeia reversa do EPS com especialistas na área de economia circular e poliestireno expandido.

Com base na análise dos resultados, destacou-se a complexidade dos canais que fazem parte do sistema de logística reversa do EPS. O desenvolvimento desse processo complexo e intrincado para operacionalizar os canais reversos do EPS depende da superação de desafios relevantes, como as diferenças econômicas e sociais entre as regiões e os numerosos municípios, a complexidade da legislação municipal, estadual e federal, dos diferentes níveis de maturidade e organização das cooperativas de catadores, a necessidade de mudança de comportamento e hábitos da população.

Com base no princípio 3R em economia circular, apenas algumas empresas que produzem EPS consideram o princípio da redução, reutilização e não geração. Portanto, pode haver regras e incentivos para o desenvolvimento de tecnologias e iniciativas para a redução e reutilização do EPS pós-consumo.

As ações municipais de coleta seletiva e educação ainda são precárias e precisam de revisão importante. Essas ações educativas para a separação doméstica dos resíduos recicláveis e a eliminação correta dos resíduos aumentaria a qualidade da reciclagem do EPS pós-consumo e, assim, aumentaria a quantidade de EPS reciclado. A alta demanda de mão-de-obra para a triagem torna o processo dispendioso, o que se

torna um grande obstáculo. No entanto, a maior desvantagem para o desenvolvimento da cadeia reversa do EPS com sucesso é o alto custo do seu transporte; seu grande volume torna o transporte pós-consumo economicamente inviável.

A adoção de uma abordagem da cadeia de suprimentos e reversa, com a cooperação dos membros, com as diversas atividades logísticas, pode permitir a obtenção de ganhos de escala para aumentar a taxa de recuperação dos materiais, minimizando os impactos ambientais e fatores econômicos associados a lógica reversa. Consequentemente, a cadeia de EPS ainda não é um ciclo fechado, no entanto, pode se tornar.

Conclui-se que ainda existem muitos obstáculos para fechar o ciclo EPS. Há um grande problema de resíduos de EPS, e esse deve ser considerado. Uma parte substancial do EPS pós-consumo ainda é despejada em aterros sanitários, poluindo severamente o meio ambiente. Assim, as empresas que podem efetivamente e eficientemente implantar a EC contribuem para reduzir o crescente desafio ambiental. Além disso, quanto mais materiais forem recuperados, menor será a exploração do meio ambiente.

No que se refere às implicações práticas, a EC exige uma reaprendizagem e mudança de modelos mentais básicos da organização com uma integração entre seus diferentes níveis. O conhecimento das barreiras e dos fatores que influenciam a adoção da EC ajuda os fabricantes a entender a responsabilidade corporativa deles em relação à conservação ambiental. Além disso, uma análise crítica desses fatores, além de conhecer os atores causadores ou afetados por eles, pode ser uma valiosa fonte de informação para os tomadores de decisão. Possíveis soluções para o fechamento de *loops* do EPS exigem uma conexão mais próxima entre a primeira, segunda geração e seus clientes, além do consumidor.

A avaliação dos especialistas ajuda a diminuir as incertezas na implantação da EC à medida que as iniciativas estratégicas são baseadas nos fatores mais importantes. Portanto, a compreensão dos fatores importantes de uma perspectiva dos especialistas é crucial para o desenvolvimento de uma estratégia da cadeia reversa do EPS de implantação efetiva da EC.

5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A área de economia circular é recente no Brasil. Portanto, buscou-se no trabalho alguns especialistas na área, mas não se exauriu

todas as possibilidades de encontrá-los. Assim sendo, apenas 5 especialistas em EC foram consultados e apenas 3 responderam o questionário. Foram 7 respondentes no total e a classificação das barreiras e dos facilitadores se limita às percepções dos mesmos. Da mesma forma, alguns dos especialistas em EPS são colaboradores em organizações que não possuem medidas para atividades circulares. Conseqüentemente, suas respostas se baseiam mais nas percepções do que numa experiência real.

Os facilitadores e barreiras da EC na cadeia reversa do EPS no Brasil foram coletados da literatura por um procedimento sistemático, mas a categorização de acordo com a teoria institucional e as identificadas na literatura e sua natureza (interna, externa) foi subjetiva. Além disso, foram considerados apenas os facilitadores e barreiras mais citados entre os artigos selecionados. O que pode ter prejudicado o entendimento sobre as barreiras e facilitadores relacionados à economia circular e a cadeia de suprimentos do EPS.

Embora este estudo tenha sido concluído, ainda existiram limitações, que oferecem oportunidades para futuras pesquisas, apresentas na próxima seção.

5.2 OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS FUTURAS

A partir das limitações e dos resultados apresentados, podem se destacar diferentes oportunidades para pesquisas futuras. Em primeiro lugar, pode-se desenvolver uma busca mais ampla dos especialistas em economia circular e em poliestireno expandido com o objetivo de obter mais respondentes para o instrumento de coleta de dados. Em segundo lugar, se propõe uma análise mais aprofundada nos membros da cadeia do EPS envolvidos com o EPS pós-consumo. Essa análise fornece informações precisas sobre o EPS pós-consumo.

O aprofundamento da pesquisa em apenas facilitadores ou barreiras da EC na cadeia reversa do EPS ou mesmo de uma categoria dos facilitadores ou das barreiras são possibilidades de pesquisa futura. Trabalhos futuros também podem examinar e comparar as barreiras e os facilitadores de diferentes países da EC nas cadeias de EPS. É importante verificar a existência de aplicações reais nessas cadeias ou mesmo apresentar possíveis aplicabilidades da EC nas cadeias do EPS.

Em termos gerais, torna-se necessária uma maior pesquisa empírica para aprofundar o conhecimento sobre os fatores e a implantação de processos de economia circular.

REFERÊNCIAS

- ACCORSI, R.; MANZINI, R.; FERRARI, E. A comparison of shipping containers from technical, economic and environmental perspectives. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Elsevier, v. 26, p. 52–59, 2014.
- ADAMS, K. T.; OSMANI, M.; THORPE, T.; THORNBACK, J. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. In: THOMAS TELFORD LTD. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management*. [S.l.], 2017. v. 170, n. 1, p. 15–24.
- AID, G.; EKLUND, M.; ANDERBERG, S.; BAAS, L. Expanding roles for the swedish waste management sector in inter-organizational resource management. *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, v. 124, p. 85–97, 2017.
- ALBAUM, G. The likert scale revisited: an alternate version. *Journal of the Market Research Society*, World Advertising Research Center Ltd., v. 39, n. 2, p. 331–332, 1997.
- ANDIÇ, E.; YURT, Ö.; BALTACIOĞLU, T. Green supply chains: Efforts and potential applications for the turkish market. *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, v. 58, p. 50–68, 2012.
- ASAAD, J.; TAWFIK, S. Polymeric composites based on polystyrene and cement dust wastes. *Materials & Design*, Elsevier, v. 32, n. 10, p. 5113–5119, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. *Perfil 2015*. [S.l.]: ABIPLAST, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014*. [S.l.]: ABRELPE, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015*. [S.l.]: ABRELPE, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13230: Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia*. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO. *O EPS e o meio ambiente*. São Paulo: ABRAPEX, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM E FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE/FGV*. ABRE, 2015. [\url{http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/}](http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/).

BANDYOPADHYAY, A.; BASAK, G. C. Studies on photocatalytic degradation of polystyrene. *Materials Science and Technology*, Taylor & Francis, v. 23, n. 3, p. 307–314, 2007.

BARBETTA, P. A. *Estatística aplicada às ciências sociais*. [S.l.]: Ed. UFSC, 2008.

BAULCH, S.; PERRY, C. Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Marine Pollution Bulletin*, Elsevier, v. 80, n. 1, p. 210–221, 2014.

BEKRI-ABBES, I.; BAYOUDH, S.; BAKLOUTI, M. The removal of hardness of water using sulfonated waste plastic. *Desalination*, Elsevier, v. 222, n. 1-3, p. 81–86, 2008.

BENYUS, J. M. *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. [S.l.]: Perennial New York, 2002.

BERKHOUT, F.; HOWES, R. The adoption of life-cycle approaches by industry: patterns and impacts. *Resources, conservation and recycling*, Elsevier, v. 20, n. 2, p. 71–94, 1997.

BERTOLUCI, G.; LEROY, Y.; OLSSON, A. Exploring the environmental impacts of olive packaging solutions for the european food market. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 64, p. 234–243, 2014.

BOUZON, M. *Evaluating drivers and barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey-DEMATEL approach*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2015.

BRASIL. Lei nº12. 305 de 02 de agosto de 2010: Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 2010.

BRASIL. Acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral. *Ministério do Meio Ambiente*, 2015.

BRINKMANN, S.; KVALE, S. *InterViews - Learning the craft of qualitative research interviewing*. [S.l.]: Sage Publications, 2009.

BRITISH PETROLEUM. *Annual report and form 20-F 2014*. British Petroleum, 2014. \url{http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_de/PDFs/brochures/BP_Annual_Report_and_Form_20F_2014.pdf}.

BUREN, N. van; DEMMERS, M.; HEIJDEN, R. van der; WITLOX, F. Towards a circular economy: The role of dutch logistics industries and governments. *Sustainability*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 8, n. 7, p. 647, 2016.

CARROLL, A.; BUCHHOLTZ, A. *Business and society: Ethics, sustainability, and stakeholder management*. [S.l.]: Nelson Education, 2015.

CELLA, R. F. *Reciclagem de espumas semi-rígidas de poliestireno pela dissolução em terrenos e secagem em secador de tambor*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2012.

CHEN, W.; HAO, H.; HUGHES, D.; SHI, Y.; CUI, J.; LI, Z.-X. Static and dynamic mechanical properties of expanded polystyrene. *Materials & Design*, Elsevier, v. 69, p. 170–180, 2015.

CHO, S.-J.; KIM, K.-H.; JUNG, H.-Y.; KWON, O.-J.; SEO, Y.-C. Characteristics of products and pccd/df emissions from a pyrolysis process of urethane/styrofoam waste from electrical home appliances. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Springer, v. 12, n. 2, p. 98–102, 2010.

COMISSÃO EUROPEIA. *Pacote da economia circular da Comissão Europeia*. 2016. \url{http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/?fuseaction=feedbackattachment&fb_id=366C17F8-E245-C650-51457CE97287FDE2}.

COMISSÃO EUROPEIA. *LIFE and the Circular Economy*. 2017. \url{http://ec.europa.eu/environment/life/publications/lifepublications/lifefocus/documents/circular_economy.pdf}.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. *Primeiro relatório de desempenho - Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral*. [S.l.]: CEMPRE, 2017.

COTE, R. P.; LOPEZ, J.; MARCHE, S.; PERRON, G. M.; WRIGHT, R. Influences, practices and opportunities for environmental supply chain management in nova scotia smes. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 16, n. 15, p. 1561–1570, 2008.

DENYER, D.; TRANFIELD, D. Producing a systematic review. Sage Publications Ltd, 2009.

DESPEISSE, M.; KISHITA, Y.; NAKANO, M.; BARWOOD, M. Towards a circular economy for end-of-life vehicles: A comparative study uk–japan. *Procedia CIRP*, Elsevier, v. 29, p. 668–673, 2015.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, v. 48, n. 2, p. 147–160, 1983.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The iron cage revisited institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. In: *Economics Meets Sociology in Strategic Management*. [S.l.]: Emerald Group Publishing Limited, 2000. p. 143–166.

DIREÇÃO-GERAL DO AMBIENTE - COMISSÃO EUROPEIA. *LIFE and the Circular Economy*. [S.l.]: Comissão Europeia, 2017.

EIJK, F. v. *Barriers & drivers towards a circular economy: literature review*. [S.l.]: Naarden: Acceleratio, 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Escolas de pensamento - Economia Circular*. 2010. \url{https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/escolas-de-pensamento}.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy 1: economic and business rationale for an accelerated transition. 2012.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy: Accelerating the scale-up across global supply chains. *MacArthur Foundation, Geneva*, 2014.

ESKANDER, S.; TAWFIK, M. Polymer–cement composite based on recycled expanded polystyrene foam waste. *Polymer Composites*, Wiley Online Library, v. 32, n. 9, p. 1430–1438, 2011.

FERENHOF, H. A.; VIGNOCHI, L.; SELIG, P. M.; LEZANA, A. G. R.; CAMPOS, L. M. S. Environmental management systems in

small and medium-sized enterprises: an analysis and systematic review. *Journal of cleaner production*, Elsevier, v. 74, p. 44–53, 2014.

FERRÁNDIZ-MAS, V.; GARCÍA-ALCOCEL, E. Physical and mechanical characterization of portland cement mortars made with expanded polystyrene particles addition (EPS). *Materiales de construcción*, v. 62, n. 308, p. 547–566, 2012.

FERRÁNDIZ-MAS, V.; GARCÍA-ALCOCEL, E. Durability of expanded polystyrene mortars. *Construction and Building Materials*, Elsevier, v. 46, p. 175–182, 2013.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. *World Economic Outlook 2016*. International Monetary Fund, 2016. [\url{http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/}](http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/).

GARCÍA, M. T.; GRACIA, I.; DUQUE, G.; LUCAS, A. de; RODRÍGUEZ, J. F. Study of the solubility and stability of polystyrene wastes in a dissolution recycling process. *Waste management*, Elsevier, v. 29, n. 6, p. 1814–1818, 2009.

GARZA-REYES, J. A. Lean and green—a systematic review of the state of the art literature. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 102, p. 18–29, 2015.

GAZETA DO POVO. *Isopor também entra na lista dos recicláveis*. Gazeta do Povo, 2010. [\url{http://www.gazetadopovo.com.br/}](http://www.gazetadopovo.com.br/).

GENG, Y.; DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in china: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, Taylor & Francis, v. 15, n. 3, p. 231–239, 2008.

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*, Elsevier, v. 114, p. 11–32, 2016.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Industrial ecology*. [S.l.]: Pearson College Division, 2003.

HAWKEN, P.; LOVINS, A. B.; LOVINS, L. H. *Natural capitalism: The next industrial revolution*. [S.l.]: Routledge, 2013.

HESS, J. R. Red cell freezing and its impact on the supply chain. *Transfusion Medicine*, Wiley Online Library, v. 14, n. 1, p. 1–8, 2004.

HINOJOSA, I. A.; THIEL, M. Floating marine debris in fjords, gulfs and channels of southern Chile. *Marine pollution bulletin*, Elsevier, v. 58, n. 3, p. 341–350, 2009.

HOFFMAN, A. J. Linking organizational and field-level analyses: The diffusion of corporate environmental practice. *Organization & Environment*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 14, n. 2, p. 133–156, 2001.

HOLLWAY, W.; JEFFERSON, T. *Doing qualitative research differently: Free association, narrative and the interview method*. [S.l.]: Sage, 2000.

HOSS, M.; CATEN, C. Processo de validação interna de um questionário em uma survey research sobre iso 9001: 2000. *Produto & Produção*, v. 11, n. 2, p. 104–119, 2010.

HSU, C.-C.; TAN, K. C.; ZAILANI, S. H. M.; JAYARAMAN, V. Supply chain drivers that foster the development of green initiatives in an emerging economy. *International Journal of Operations & Production Management*, Emerald Group Publishing Limited, v. 33, n. 6, p. 656–688, 2013.

INGRAO, C.; GIUDICE, A. L.; BACENETTI, J.; KHANEGHAH, A. M.; SANT'ANA, A. S.; RANA, R.; SIRACUSA, V. Foamy polystyrene trays for fresh-meat packaging: Life-cycle inventory data collection and environmental impact assessment. *Food Research International*, Elsevier, v. 76, p. 418–426, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. IBGE, 2017. [\url{https://ww2.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/}](https://ww2.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/).

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. World energy outlook 2016. IEA, 2016.

KAN, A.; DEMIRBOĞA, R. A new technique of processing for waste-expanded polystyrene foams as aggregates. *Journal of materials processing technology*, Elsevier, v. 209, n. 6, p. 2994–3000, 2009.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, v. 127, p. 221–232, 2017.

- KOK, L.; WURPEL, G.; WOLDE, A. T. Unleashing the power of the circular economy. *Report by IMSA Amsterdam for Circle Economy*, 2013.
- KUMAR, S.; PUTNAM, V. Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, v. 115, n. 2, p. 305–315, 2008.
- LAAN, E. van der; PECK, D. *Four types of value creation*. TU Delft Open Course Ware, 2016. <https://youtu.be/jViH1ThvxUA>.
- LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; ÖSTLIN, J. Environmental issues with the remanufacturing industry. In: KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN. *13th CIRP international conference on Life Cycle Engineering: held at the Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, May 31st-June 2nd 2006*. [S.l.], 2006. p. 447–452.
- LYLE, J. T. *Regenerative design for sustainable development*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1996.
- MARSH, K.; BUGUSU, B. Food packaging—roles, materials, and environmental issues. *Journal of food science*, Wiley Online Library, v. 72, n. 3, 2007.
- MATHEWS, J. A.; TAN, H. Progress toward a circular economy in china. *Journal of industrial ecology*, Wiley Online Library, v. 15, n. 3, p. 435–457, 2011.
- MATIVENGA, P. T.; SULTAN, A. A.; AGWA-EJON, J.; MBOHWA, C. Composites in a circular economy: A study of united kingdom and south africa. *Procedia CIRP*, Elsevier, v. 61, p. 691–696, 2017.
- MAXIQUIM. *Plastics PS & EPS Brasil - Taxas de Reciclagem*. [S.l.]: Plastivida, 2014.
- MAXIQUIM MARKET OUTLOOK. *Plastics PS & EPS Brazil - Perfil da indústria brasileira de transformação*. [S.l.]: MaxiQuim, 2016.
- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. [S.l.]: North point press, 2010.
- MCDOWALL, W.; GENG, Y.; HUANG, B.; BARTEKOVÁ, E.; BLEISCHWITZ, R.; TÜRKELI, S.; KEMP, R.; DOMÉNECH, T.

Circular economy policies in china and europe. *Journal of Industrial Ecology*, Wiley Online Library, 2017.

MOOREN, C. *Transforming package into package; a case study into the drivers and barriers to a circular economy in the Dutch plastic food packaging industry*. Dissertação (Mestrado) — Utrecht University, 2016.

MOSGAARD, M.; ZACHO, K. O.; RIISGAARD, H. The circular economy of smartphones-success factors and barriers found in denmark. *Sustainability Science*, 2014.

NAJMADDIN, D. Y.; CANAKCI, H. Compaction properties of sand mixed with modified waste EPS. *Geotechnical and Geological Engineering*, Springer, v. 31, n. 1, p. 315–318, 2013.

NAÇÕES UNIDAS. *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations, 2015. [\url{https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf}](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf).

NAÇÕES UNIDAS. *Plataforma Agenda 2030*. 2016. [\url{http://www.agenda2030.org.br/ods/12/}](http://www.agenda2030.org.br/ods/12/).

NEMOTO, T.; BEGLAR, D. *Likert-Scale Questionnaires*. [S.l.]: JALT, 2014.

NEUFELD, L.; STASSEN, F.; SHEPPARD, R.; GILMAN, T. The new plastics economy: rethinking the future of plastics. In: *World Economic Forum*. [S.l.: s.n.], 2016.

NOVAES, A. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2016.

NUMALLY, J. C. *Psychometric theory*. NY: McGraw-Hill, 1978.

ÖSTLIN, J.; LINDAHL, M.; SUNDIN, E. Managing functional sales systems-important aspects for making functional sales an effective business system. Linköpings universitet, 2006.

PAULI, G. A. *The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs*. [S.l.]: Paradigm Publications, 2010.

PINJING, H.; FAN, L.; HUA, Z.; LIMING, S. Reference to the circular economy as a guiding principle. *Waste as a Resource*, Royal Society of Chemistry, v. 37, p. 144, 2013.

- PLASTIVIDA. *Projeto Repensar e estimativa de mercado de reciclagem*. Plastivida, 2009. \url{http://www.plastivida.org.br/2009/Isopor_Reciclagem.aspx}.
- PRENDEVILLE, S.; HARTUNG, G.; PURVIS, E.; BRASS, C.; HALL, A. Makespaces: From redistributed manufacturing to a circular economy. In: *Sustainable Design and Manufacturing 2016*. [S.l.]: Springer, 2016. p. 577–588.
- RITZÉN, S.; SANDSTRÖM, G. Ö. Barriers to the circular economy—integration of perspectives and domains. *Procedia CIRP*, Elsevier, v. 64, p. 7–12, 2017.
- RIZOS, V.; BEHRENS, A.; GAAST, W. Van der; HOFMAN, E.; IOANNOU, A.; KAFYEKE, T.; FLAMOS, A.; RINALDI, R.; PAPADELIS, S.; HIRSCHNITZ-GARBERS, M.; TOPI, C. Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (smes): Barriers and enablers. *Sustainability*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 8, n. 11, p. 1212, 2016.
- ROCHMAN, C. M. The role of plastic debris as another source of hazardous chemicals in lower-trophic level organisms. Springer, 2016.
- SANTA LUZIA. *Sustentabilidade por princípio*. [s.n.], 2015. \url{http://www.santaluziamolduras.com.br/sustentabilidade/por-principio}.
- SARKIS, J.; GONZALEZ-TORRE, P.; ADENSO-DIAZ, B. Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. *Journal of Operations Management*, Elsevier, v. 28, n. 2, p. 163–176, 2010.
- SARKIS, J.; ZHU, Q.; LAI, K.-h. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, v. 130, n. 1, p. 1–15, 2011.
- SARMIENTO, A. M.; GUZMÁN, H. L.; MORALES, G.; ROMERO, D. E.; PATAQUIVA-MATEUS, A. Y. Expanded polystyrene (EPS) and waste cooking oil (WCO): From urban wastes to potential material of construction. *Waste and Biomass Valorization*, Springer, v. 7, n. 5, p. 1245–1254, 2016.
- SAVASKAN, R. C.; BHATTACHARYA, S.; WASSENHOVE, L. N. V. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing. *Management science*, Informs, v. 50, n. 2, p. 239–252, 2004.

- SCHMIDT, P. N. S.; CIOFFI, M. O. H.; VOORWALD, H. J. C.; SILVEIRA, J. L. Flexural test on recycled polystyrene. *Procedia Engineering*, Elsevier, v. 10, p. 930–935, 2011.
- SHAHBAZI, S.; WIKTORSSON, M.; KURDVE, M.; JÖNSSON, C.; BJELKEMYR, M. Material efficiency in manufacturing: swedish evidence on potential, barriers and strategies. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 127, p. 438–450, 2016.
- SHARMA, S.; PANDA, B.; MAHAPATRA, S.; SAHU, S. Analysis of barriers for reverse logistics: an indian perspective. *International Journal of Modeling and Optimization*, IACSIT Press, v. 1, n. 2, p. 101, 2011.
- SHIN, C. A new recycling method for expanded polystyrene. *Packaging technology and science*, Wiley Online Library, v. 18, n. 6, p. 331–335, 2005.
- SHIN, C. Filtration application from recycled expanded polystyrene. *Journal of colloid and interface science*, Elsevier, v. 302, n. 1, p. 267–271, 2006.
- SHIN, C.; CHASE, G. G. Nanofibers from recycle waste expanded polystyrene using natural solvent. *Polymer Bulletin*, Springer, v. 55, n. 3, p. 209–215, 2005.
- SINGH, S.; BURGESS, G.; SINGH, J. Performance comparison of thermal insulated packaging boxes, bags and refrigerants for single-parcel shipments. *Packaging Technology and Science*, Wiley Online Library, v. 21, n. 1, p. 25–35, 2008.
- SIYAL, A. N.; MEMON, S. Q.; KHUHAWAR, M. Recycling of styrofoam waste: synthesis, characterization and application of novel phenyl thiosemicarbazone surface. *Polish Journal of Chemical Technology*, v. 14, n. 4, p. 11–18, 2012.
- STAHEL, W. *The performance economy*. [S.l.]: Springer, 2010.
- SU, B.; HESHMATI, A.; GENG, Y.; YU, X. A review of the circular economy in china: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 42, p. 215–227, 2013.
- TERMOTÉCNICA. *Termotécnica Reciclagem*. [s.n.], 2016.
\url{http://www.reciclareps.com.br/reciclagem/}.

THODEN VAN VELZEN, E. U.; LINNEMANN, A. R. Modified atmosphere packaging of fresh meats—sudden partial adaptation caused an increase in sustainability of dutch supply chains of fresh meats. *Packaging Technology and Science*, Wiley Online Library, v. 21, n. 1, p. 37–46, 2008.

UNFCCC. *Adoption of the Paris Agreement. Report No. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1*. 2015. [\url{http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf}](http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf).

WESTBLOM, C. *Towards a Circular Economy in Sweden—Barriers for new business models and the need for policy intervention*. Dissertação (Mestrado) — International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), 2015.

WIKS, E. *Industrial polymers handbook: products, processes, application*. [S.l.]: Wiley-VCH Press, Germany, 2001.

XUE, B.; CHEN, X.-P.; GENG, Y.; GUO, X.-J.; LU, C.-P.; ZHANG, Z.-L.; LU, C.-Y. Survey of officials' awareness on circular economy development in china: based on municipal and county level. *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, v. 54, n. 12, p. 1296–1302, 2010.

YANG, S.; FENG, N. A case study of industrial symbiosis: Nanning sugar co., ltd. in china. *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, v. 52, n. 5, p. 813–820, 2008.

ZHU, Q.; CORDEIRO, J.; SARKIS, J. International and domestic pressures and responses of chinese firms to greening. *Ecological Economics*, Elsevier, v. 83, p. 144–153, 2012.

ZHU, Q.; CORDEIRO, J.; SARKIS, J. Institutional pressures, dynamic capabilities and environmental management systems: Investigating the iso 9000–environmental management system implementation linkage. *Journal of environmental management*, Elsevier, v. 114, p. 232–242, 2013.

ZHU, Q.; GENG, Y. Drivers and barriers of extended supply chain practices for energy saving and emission reduction among chinese manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 40, p. 6–12, 2013.

ZHU, Q.; GENG, Y.; SARKIS, J.; LAI, K.-H. Barriers to promoting eco-industrial parks development in china. *Journal of Industrial Ecology*, Wiley Online Library, v. 19, n. 3, p. 457–467, 2015.

- ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.-h. An institutional theoretic investigation on the links between internationalization of chinese manufacturers and their environmental supply chain management. *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, v. 55, n. 6, p. 623–630, 2011.
- ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.-h. Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. *Journal of Purchasing and Supply Management*, Elsevier, v. 19, n. 2, p. 106–117, 2013.
- ZHUANG, G.-L.; TSENG, H.-H.; WEY, M.-Y. Feasibility of using waste polystyrene as a membrane material for gas separation. *Chemical Engineering Research and Design*, Elsevier, v. 111, p. 204–217, 2016.
- ZOMER, T. T. d. S. *Proposta para identificação e análise dos hotspots ambientais e sociais no ciclo de vida de sistemas produto-serviço nas fases iniciais de projeto*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2017.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

A.1 PESQUISA: A ECONOMIA CIRCULAR (EC) NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

Esta é uma pesquisa do Laboratório de Gestão e Avaliação Ambiental (LGAA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os resultados farão parte da dissertação de mestrado da aluna Carla Tognato de Oliveira, do programa de pós-graduação da Engenharia de Produção (PPGEP) da UFSC.

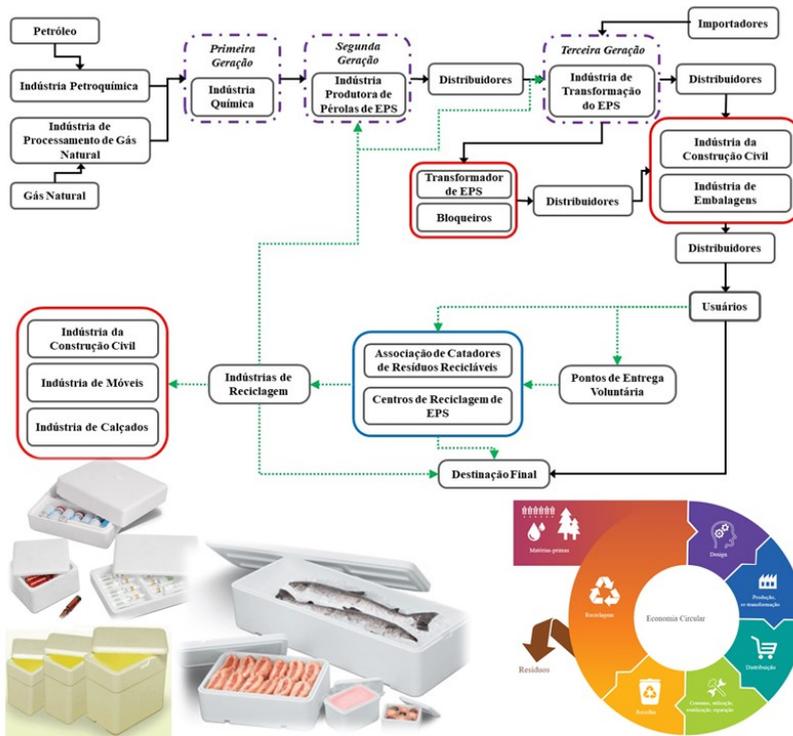
Pesquisadores: Carla Tognato de Oliveira, Brian Alvarez Ribeiro de Melo e Lucila Maria de Souza Campos.

Essa pesquisa busca identificar os mais importantes facilitadores e barreiras, encontrados na literatura, perante a aplicação de EC na cadeia de suprimentos do EPS. Portanto, é importante retornar aos conceitos de EPS e EC:

O poliestireno expandido (EPS) é um termoplástico inerte e não tóxico sob a forma de pérolas muito pequenas de poliestireno e contendo 2-7% de agente de expansão (NAJMADDIN; CANAKCI, 2013). Ele é amplamente utilizado em embalagens, eletrônicos e materiais de construção.

A EC consiste em um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos administrando estoques finitos e fluxos renováveis (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012). A economia circular envolve uma mudança de paradigma em termos de design de produto, processo de produção, relação produtor consumidor e produtor, cadeias de de suprimentos mais conectadas e próximas, tecnologia digital e diferentes indicadores de desempenho. Cada cidade, cada setor pode encontrar um novo modelo de negócio para crescimento e desenvolvimento. Pesquisas customizadas podem ser aplicadas para investigar oportunidades de longo prazo e desenvolver indicadores circulares apropriados.

Figura 28 – Cadeia de suprimento do EPS e a economia circular



Fonte: Elaborada pela autora.

A.1.1 Barreiras e Facilitadores

Os números encontrados entre colchetes são as referências que discutem a barreira ou o facilitador. Logo, as referências encontram-se no final da página.

1. Os conceitos de propriedade, consumo de material e valores associados aos produtos estão incorporados na sociedade. Você concorda que essa afirmação é uma barreira para a aplicação da EC? [3, 8, 10]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

- 2.Você concorda que a falta de informações sobre EC para consumidores e empresas é uma barreira? [1, 3, 9, 11]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

- 3.Descaso e falta de interesse, pelos consumidores e empresas, para questões de fim de vida do EPS é uma barreira para a implantação da EC. Você concorda com essa afirmação? [1, 2, 5]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

- 4.Você concorda que a cultura da empresa facilita a aplicação da EC? [5, 9]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

- 5.Você concorda que a cultura da empresa é uma barreira para a aplicação da EC? [9, 10]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

6.Você concorda que a aplicação da EC evita possível publicidade negativa? [5, 9]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

7.Você concorda que a falta de recurso financeiro para investimento é uma barreira na aplicação da EC na cadeia do EPS? [9, 10]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

8.O preço mais baixo da matéria-prima virgem do que o preço do EPS reciclado é uma barreira para a aplicação da EC. Você concorda com essa afirmação? [2, 11]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

9.A falta de mecanismos de mercado para recuperação do EPS é uma barreira para a implantação de EC. Você concorda com essa afirmação? [1, 5]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

10. Você concorda que a demanda das partes interessadas (*stakeholders*) facilitaria a implantação da EC? [5, 6]
- Discordo totalmente
 - Discordo em parte
 - Nem concordo, nem discordo
 - Concordo em parte
 - Concordo totalmente
11. O apoio dos membros da cadeia de suprimentos facilita a implantação da EC. Você concorda com essa afirmação? [1, 9]
- Discordo totalmente
 - Discordo em parte
 - Nem concordo, nem discordo
 - Concordo em parte
 - Concordo totalmente
12. Falta um espaço central, conectado, para acessar conhecimentos e suporte relevantes dentro da cadeia de suprimentos do EPS. Você concorda que essa afirmação é uma barreira para a implantação da EC? [1, 3, 7, 8]
- Discordo totalmente
 - Discordo em parte
 - Nem concordo, nem discordo
 - Concordo em parte
 - Concordo totalmente
13. Você concorda que a falta de transparência da cadeia de suprimentos é uma barreira para a aplicação da EC? [1, 7, 10]
- Discordo totalmente
 - Discordo em parte
 - Nem concordo, nem discordo
 - Concordo em parte
 - Concordo totalmente

14. A cadeia de suprimentos do EPS com foco em EC traz vantagem competitiva. Você concorda com essa afirmação? [5, 9]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

15. Você concorda que tecnologias ultrapassadas/ineficientes são uma barreira para a aplicação da EC? [3, 7, 11]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

16. Você concorda que a falta de integração nos processos produtivos do EPS é uma barreira para a aplicação da EC? [8, 11]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

17. Você concorda que ferramentas de design e manuais de aplicação de EC facilitam a implantação de EC? [1, 5]

Discordo totalmente

Discordo em parte

Nem concordo, nem discordo

Concordo em parte

Concordo totalmente

18. Você concorda que a apresentação de estudos de caso de boas práticas em EC e campanhas de sensibilização facilitam a aplicação da EC? [1, 5]

Discordo totalmente

Discordo em parte
Nem concordo, nem discordo
Concordo em parte
Concordo totalmente

19. Você concorda que falta políticas públicas para implantar a EC?
[3, 9]

Discordo totalmente
Discordo em parte
Nem concordo, nem discordo
Concordo em parte
Concordo totalmente

20. Você concorda que há políticas e regulamentos que não incentivam uso de materiais secundários, reutilização, reciclagem e transporte de resíduos de EPS? [3, 4, 7]

Discordo totalmente
Discordo em parte
Nem concordo, nem discordo
Concordo em parte
Concordo totalmente

21. Uma legislação específica de EC, como há na União Europeia e China, facilitaria a implantação da EC no Brasil. Você concorda com essa afirmação?

Discordo totalmente
Discordo em parte
Nem concordo, nem discordo
Concordo em parte
Concordo totalmente

A.1.2 Informações Gerais

1. Endereço de e-mail

2. Em qual segmento que você atua?

Acadêmico - Pesquisa

Empresarial/industrial

Outro:

3. Em qual setor você tem maior experiência/conhecimento?

Poliestireno expandido (EPS)

Economia Circular (EC)

Referências:

1. ADAMS, K. T.; OSMANI, M.; THORPE, T.; THORNBACK, J. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management*. Thomas Telford Ltd, 2017. p. 15-24.

2. DESPEISSE, M.; KISHITA, Y.; NAKANO, M.; BARWOOD, M. Towards a circular economy for end-of-life vehicles: A comparative study UK–Japan. *Procedia CIRP*, v. 29, p. 668-673, 2015.

3. GENG, Y.; DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, v. 15, n. 3, p. 231-239, 2008.

4. MATHEWS, J. A.; TAN, H. Progress toward a circular economy in China. *Journal of industrial ecology*, v. 15, n. 3, p. 435-457, 2011.

5. MATIVENGA, P. T.; AGWA-EJON, J.; MBOHWA, C. Composites in a Circular Economy: A Study of United Kingdom and South Africa. *Procedia CIRP*, v. 61, p. 691-696, 2017.

6. MOSGAARD, M.; ZACHO, K. O.; RIISGAARD, H. The circular economy of smartphones-Success factors and barriers found in Denmark. *Sustainability Science*, 2016.

7. PRENDEVILLE, S.; HARTUNG, G.; PURVIS, E.; BRASS, C.; HALL, A. Makespaces: From redistributed manufacturing to a circular economy. In: *Sustainable Design and Manufacturing 2016*. Springer International Publishing, 2016. p. 577-588.

8. RITZÉN, S.; SANDSTRÖM, G. Ö. Barriers to the Circular Economy-Integration of Perspectives and Domains. *Procedia CIRP*, v. 64, p. 7-12, 2017.

9. RIZOS, V.; BEHRENS, A.; VAN DER GAAST, W.; HOFFMAN, E.; IOANNOU, A.; KAFYEKE, T.; FLAMOS, A.; RINALDI,

R.; PAPADELIS, S.; HIRSCHNITZ-GARBERS, M.; TOPI, C. Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*, v. 8, n. 11, p. 1212, 2016.

10. VAN BUREN, N.; DEMMERS, M.; VAN DER HEIJDEN, R.; WITLOX, F. Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments. *Sustainability*, v. 8, n. 7, p. 647, 2016.

11. WESTBLOM, C. Towards a Circular Economy in Sweden- Barriers for new business models and the need for policy intervention. IIIIEE Master thesis, 2015.