

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

**INSERÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR: ESTUDO DE CASO PARA
EMBALAGENS DE DESODORANTE**

Nairana Gardete Peres Vieira

Trabalho de Graduação
apresentado ao Departamento de
Engenharia Química da
Universidade Federal de São Carlos

Orientador: **Prof. Dr. André Bernardo**

São Carlos – SP

2022

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de graduação apresentado no dia 14 de abril de 2022 perante a seguinte banca examinadora:

Orientador: André Bernardo, DEQ/UFSCar

Convidada: Alice Medeiros de Lima, DEQ/UFSCar

Professor da Disciplina: Fabio Bentes Freire, DEQ/UFSCar

AGRADECIMENTO

Inicialmente, gostaria de agradecer à minha família. À minha mãe Andreia e ao meu pai Alexandre, que desde a minha infância me ensinaram o valor do conhecimento. Obrigada por todo amor, incentivo e dedicação. Sem vocês, nunca teria conquistado meus sonhos e objetivos sozinha.

Aos meus avós e meus tios, que também contribuíram para que eu chegasse até aqui. Muito obrigada por todo suporte. Em especial a minha avó Leonor e minha avó Cecília, minha tia Sandra e meu tio Tadeu, obrigada por tudo.

Aos meus amigos da faculdade, que foram a minha família em São Carlos. Agradeço por todos os momentos que compartilhamos, tenham sido eles de descontração, de estudos ou de apoio. Obrigada por terem contribuído com que essa fase tenha sido tão incrível. Em especial ao Jesus, Kelly e Glaucia, que estiveram presentes desde o primeiro dia até o último, obrigada por tudo. Ao Daniel, que esteve presente grande parte da minha caminhada, obrigada por todo suporte.

Agradeço também aos meus amigos de Andradina, minha cidade natal, que mesmo distantes estiveram presentes nessa caminhada, me dando força e suporte. Vocês são incríveis.

A UFSCar, por todas oportunidades e vivências. Tenho muito orgulho de ter cursado Engenharia Química na UFSCar.

Agradeço a todos os professores e funcionários que contribuíram de alguma forma com a minha trajetória e formação profissional. Em especial ao meu orientador, André Bernardo, por se disponibilizar em me orientar nesses últimos meses.

RESUMO

Extrair, produzir e descartar, este é o modelo econômico linear mais difundido atualmente, que inclui a geração de resíduos, a utilização de energia e de recursos naturais finitos. Em decorrência da preocupação crescente com o meio ambiente, o conceito de economia circular vem ganhando destaque para substituir o modelo atual que vem se tornando cada vez mais prejudicial para o meio ambiente.

A economia circular (EC), inspirada em ciclos fechados, propõe soluções que permitem a circularidade dos recursos na economia. São valorizados recursos que tenham um grande potencial de utilidade, tempo de vida útil, fácil reparabilidade, matérias primas renováveis ou reaproveitadas.

O Brasil é um dos países com maior índice de utilização de desodorantes e antitranspirantes do mundo, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC). Desta forma, este trabalho buscou coletar informações sobre as embalagens de desodorante, principalmente sobre as embalagens biodegradáveis e de desodorante roll-on e aerosol; analisou e comparou o impacto ambiental destes três tipos de embalagem dentro das práticas da economia circular; avaliou quais são as alternativas existentes e propôs alternativas de processos de recuperação e reciclagem, como: cooperativas de reciclagem, entre outras.

Palavras-chave: Economia Circular, Embalagem, Desodorante.

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA	1
AGRADECIMENTO	2
RESUMO	3
SUMÁRIO	4
LISTA DE QUADROS	6
LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES	7
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 ECONOMIA CIRCULAR	9
2.2 DESIGN REGENERATIVO	14
2.3 ECOLOGIA INDUSTRIAL	15
2.4 CRADLE TO CRADLE - DO BERÇO AO BERÇO	18
2.5 SIMBIOSE INDUSTRIAL	19
2.6 LOGÍSTICA REVERSA	20
3 ESTUDO DE CASO	23
3.1 CONTEXTO E ASPECTOS DO MERCADO DE EMBALAGENS DE DESODORANTE	23
3.1.1 Embalagem Aerossol	24
3.1.2 Embalagem Roll-On	25
3.1.3 Embalagem Biodegradável	26
3.1.4 Embalagem Recarregável	27
3.1.5 Embalagem Retornável	28
3.2 PANORAMA DA LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM NA ATUALIDADE	29
4 DISCUSSÃO	35
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama sistêmico da Economia Circular.....	12
Figura 2.2 Esquematização da Ecologia Biológica.....	16
Figura 2.3 Abrangência da Ecologia Industrial.....	17
Figura 2.4 Ciclo de Vida - Cradle to Cradle.....	19
Figura 2.5 Canais de distribuição reversos.....	22
Figura 3.1 Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil e regiões em 2020.....	32
Figura 3.2 Porcentagem de reciclabilidade - Percebida pelos consumidores x real.....	33
Figura 3.3 Fluxograma simplificado do processo de reciclagem de embalagens de aerossóis.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 Síntese dos tipos de embalagens de desodorante no mercado.....	37
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

EC – Economia Circular

LR – Logística Reversa

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

SI – Simbiose Industrial

1 INTRODUÇÃO

A indústria desempenha um papel essencial para a economia global, sendo crucial para o crescimento e desenvolvimento da sociedade. O modelo econômico linear se estabeleceu durante o período da Revolução Industrial, é o mais difundido na atualidade e foi fundamental para o desenvolvimento econômico, estabelecendo um crescimento sem precedentes (GULDMANN; HUULGAARD, 2016).

O modelo linear foi desenvolvido em consequência da abundância de recursos de baixo custo e fácil acesso. Entretanto, por ser um modelo que se resume a extrair - produzir - descartar, sua adoção em larga escala leva a uma crescente escassez de recursos e consequente volatilidade dos preços das matérias-primas (BEE CIRCULAR, 2021).

Além disso, esse modelo traz consigo inúmeros impactos negativos, sendo eles principalmente ambientais, como: a degradação de diversos ecossistemas, a emissão de gases poluentes causadores de inúmeras doenças, responsáveis pelo efeito de estufa e aquecimento global e a produção massiva de resíduos, que em grande parte são depositados em aterros ou incinerados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014).

O intenso crescimento populacional, a urbanização e as mudanças climáticas têm provado que o modelo atual está atingindo seus limites físicos, uma vez que recursos e espaço são propriedades limitadas (GULDMANN; HUULGAARD, 2016). De acordo com a *Global Footprint Network*, para atender as necessidades de recursos a que a sociedade demanda atualmente, seriam necessárias 1,7 Terras. Dado que, no dia 1 de agosto de 2018 marcou a data em que o limite de regeneração da Terra foi ultrapassado. A primeira vez que este limite foi ultrapassado foi em 1970 e estima-se que se nada for feito, até 2050 serão necessárias duas Terras para atender todas as necessidades dos humanos.

Em decorrência dos impactos ambientais oriundos dos processos da cadeia produtiva atual, há uma crescente preocupação quanto à temática ambiental. Essa concepção tem incentivado o engajamento das organizações às atitudes sustentáveis, uma vez que os consumidores começam a priorizar produtos, serviços e empresas com atitudes ecologicamente corretas (RIBEIRO E SANTOS, 2012).

Motivado pelo cenário de impactos sobre o meio ambiente devido ao modelo linear, o conceito de Economia Circular vem ganhando destaque. Inspirado em ciclos fechados, esse conceito propõe soluções que permitem a circularidade dos recursos na economia, recorrendo à adoção de modelos onde os produtos são pensados de modo a potenciar a sua utilidade e tempo de vida útil (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), o Brasil é um dos países com maior índice de utilização de desodorantes e antitranspirantes do mundo. Desta forma, este trabalho busca:

- Coletar informações sobre as embalagens de desodorante, principalmente sobre as embalagens biodegradáveis e de desodorante roll-on e aerosol;
- Analisar e comparar o impacto ambiental destes três tipos de embalagem dentro das práticas da economia circular;
- Avaliar quais são as alternativas existentes e propor alternativas de processos de recuperação e reciclagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, serão abordados de forma mais aprofundada os temas de interesse. Nele será apresentado o conceito a respeito da Economia Circular, suas características, benefícios, dificuldades de implementação e críticas ao modelo. Além de conceitos relacionados a Economia Circular que visam contribuir com o meio ambiente, como Ecologia Industrial e Logística Reversa.

2.1 ECONOMIA CIRCULAR

O modelo linear traz consigo inúmeros impactos negativos, como mencionado anteriormente. Além dos impactos ambientais atrelados às atividades industriais, é importante ressaltar os impactos pós-consumo atrelados aos produtos, destacando principalmente o descarte e degradação de embalagens (TELLES, 2020).

Na Economia Linear o fim de vida de um produto, além de significar o fim do seu potencial económico, também representa o fim de todo o investimento, esforço, trabalho e consequências negativas geradas (BEE CIRCULAR, 2021).

Motivado pelo cenário de impactos negativos sobre o meio ambiente, o modelo circular tem ganhado espaço e importância por se contrapor aos preceitos estabelecidos pelo modelo convencional linear. Trata-se de um modelo em que cada parte do produto é considerado como recurso valioso não apenas dentro dos limites da cadeia de suprimentos tradicional, mas estendendo ao considerar o fornecimento de matérias-primas junto com a fase de uso e descarte dos produtos (GULDMANN; HUULGAARD, 2016).

A Economia Circular é inspirada pela própria natureza considerando a Lei de Lavoisier - “onde nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” - e tem como base uma postura restauradora e regenerativa. Neste modelo, o conceito de “lixo” torna-se obsoleto, pois este passa a ser visto como um recurso que pode ser utilizado para diversos fins (BEE CIRCULAR, 2021).

Esse conceito vem sendo abordado na literatura a partir da década de 1970 e passou a ter maior visibilidade na década de 1990 em decorrência ao surgimento de

diversas escolas de pensamento. Dentre elas estão as escolas de pensamento do Design Regenerativo (John T. Lyle, 1970), Economia Azul (Gunter Pauli, 2010), cradle to cradle® (berço a berço) (McDonough e Braungart, 2003), a Ecologia industrial (Reid Lifset e Thomas E. Graedel, 2001) e a Economia de Desempenho (Walter Stahel, 2006), estudos de Simbiose Industrial e Economia Ecológica e Ambiental (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015; PAULIUK, 2018).

A EC passou a ganhar representatividade com o apoio de instituições como a Fundação Ellen MacArthur, British Standards Institution (BSI), Circle Economy, entre outras, que iniciaram programas e parcerias com organizações públicas e privadas para acelerar a transição da economia linear para o modelo circular. Desde a sua criação em 2012, a Fundação Ellen MacArthur tem buscado a disseminação da Economia Circular, se tornando referência global no tema (FGV ENERGIA, 2018).

O modelo circular é uma alternativa atraente que busca redefinir a noção de crescimento, com foco em benefícios para toda a sociedade. Isto envolve dissociar a atividade econômica do consumo de recursos finitos e eliminar resíduos do sistema por princípio. Segundo a Fundação Ellen MacArthur, são considerados três princípios na EC:

(I) preservar e aprimorar o capital natural, com a restauração e regeneração dos recursos naturais;

(II) otimizar o rendimento de recursos e conseqüentemente a redução dos desperdícios e aumento da circularidade dos mesmos;

(III) estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

Uma das principais abordagens e ações através da economia circular é a adoção do princípio dos 3R – reduzir, reutilizar e reciclar – com foco na circulação de materiais no sistema e manutenção do valor na cadeia produtiva (ARCADIS, 2016).

O primeiro princípio, reduzir, impõe a minimização da quantidade de materiais e energia utilizados e a diminuição de resíduos gerados no sistema, sendo atingido através da melhoria da eficiência na produção e consumo. Esse objetivo pode ser alcançado através do aprimoramento de tecnologias, simplificação de embalagens e

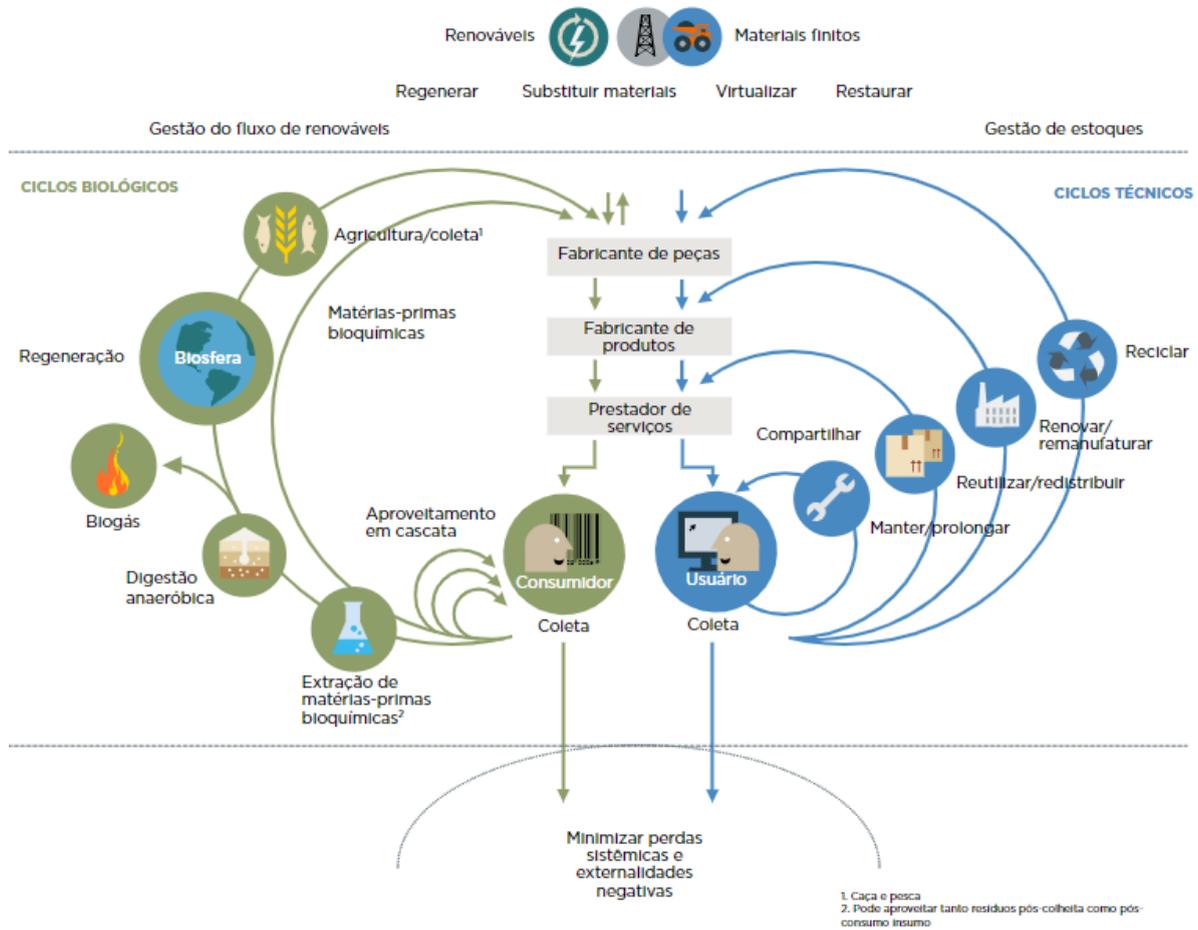
uso de aparelhos mais eficientes energeticamente, por exemplo. A aplicação desse princípio na prática é muito relevante, visto que através deste é possível eliminar a necessidade dos demais.

Já o princípio da reutilização defende que produtos e componentes não são resíduos e podem ser utilizados novamente para o mesmo fim ao qual foram concebidos. A reutilização requer menos recursos, energia e mão de obra do que a concepção de produtos novos ou reciclagem dos mesmos. Desta forma, esse princípio apresenta o potencial de aumentar a eficiência dos recursos e gerar receita adicional ao ciclo produtivo. Para empresas que oferecem seu produto como um serviço e não um produto físico em si, esse princípio torna-se central.

No caso do princípio da reciclagem, é sustentado a recuperação pela qual resíduos são reprocessados em produtos ou materiais, para seu propósito original ou outros fins. A reciclagem possui o caráter de transformação dos materiais e é o princípio com maior destaque e aplicação, sendo que muitas vezes é confundido como sinônimo de EC. Entretanto, esta pode ser a solução menos sustentável dentre os três princípios, pois é limitada pela entropia envolvida na transformação, complexidade dos materiais e potencial de uso, não mantendo o valor total dos materiais em circulação (RANTA et al.,2018).

Na Figura 2.1 é apresentado o diagrama sistêmico desenvolvido pela Fundação Ellen MacArthur e inspirado no modelo *Cradle to Cradle*. O diagrama ilustra o conceito do modelo da EC e evidencia o fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos através do círculo de valor, dando destaque aos ciclos das principais ações: reutilização, reciclagem e restauração.

Figura 2.1 - Diagrama sistêmico da Economia Circular.



Fonte: Adaptado de (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Três princípios podem ser identificados no diagrama:

- (I) Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis. Priorizam-se tecnologias e processos que utilizam recursos renováveis ou que apresentam melhor desempenho. Além de aprimorar o capital natural estimulando fluxos de nutrientes dentro do sistema e criando as condições necessárias para a regeneração, por exemplo, do solo.
- (II) Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico. Busca a remanufatura, renovação e reciclagem, de modo que componentes e materiais técnicos continuem circulando e contribuindo para a economia. É priorizado os menores circuitos internos, como a manutenção em vez

de reciclagem, visto que esses preservam mais energia e outros tipos de valor inculidos nos materiais e componentes. Além disso, é maximizado o número de ciclos consecutivos e/ou o tempo dedicado a cada ciclo, desta forma é possível prolongar a vida útil dos produtos e intensificar sua reutilização.

Também é estimulado a reinserção segura de nutrientes biológicos na biosfera para decomposição, de modo a transformá-los em matérias primas valiosas para um novo ciclo. Visto que para os materiais biológicos, o centro da criação de valor está na vantagem de extrair mais valor dos produtos e materiais, aproveitando-os em cascata e em outras aplicações.

(III) Incentivar a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio, desenvolvendo sistemas eficazes que minimizem o volume de resíduos que são destinados a aterros ou que causam externalidades negativas.

O diagrama também aborda dois tipos de ciclos: biológicos e técnicos. Nos ciclos biológicos é considerado o fluxo de materiais renováveis, os produtos são projetados com o objetivo de retornar ao sistema através de processos como compostagem e digestão anaeróbica. Visto que esses ciclos regeneram os sistemas vivos, como o solo, que por sua vez proporcionam recursos renováveis para a economia. Já os ciclos técnicos, abrange a gestão dos estoques de materiais finitos, onde são recuperados e restaurados os produtos, componentes e materiais através de estratégias como reuso, reparo, remanufatura ou, em última instância, reciclagem (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2015).

Na EC são valorizados recursos que tenham um grande potencial de utilidade e grande tempo de vida útil, fácil reparabilidade, matérias primas renováveis ou reaproveitadas. É interessante ressaltar que o diagrama transmite a ideia de que os círculos de materiais devem ser fechados literalmente, no sentido que os materiais ou componentes devem retornar às peças originais ou ao fabricante do produto, por exemplo. Todavia, esse material pode ser utilizado por outros fabricantes considerando que o fabricante original possa se beneficiar também com os materiais reciclados, caracterizando a reciclagem de ciclo aberto. O downcycling – caracterizado pelo processo de reciclagem em que o material reciclado apresenta menor qualidade ou funcionalidade do que o original – é frequentemente defendido

como uma alternativa melhor frente ao uso de matérias-primas virgens, principalmente em uma situação de transição para a economia circular, no entanto, é importante que este processo seja substituído assim que possível por uma prática mais ecologicamente positiva (BAS MENTINK, 2014).

A EC é restaurativa e regenerativa por princípio, tendo como objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor. Diante disso, a implementação da ecoinovação é um grande aliado desse conceito na prática, tendo como objetivo implementar melhorias ao nível de estratégia, modelo de negócio, produtos, serviços e processos, buscando tornar a economia sustentável e circular em todos os seus âmbitos (Bee Circular, 2021).

Empresas de diversas áreas já possuem iniciativas para a criação de produtos ou modelos de negócios circulares. Um exemplo é a Unilever, que vem adotando metas ambiciosas e inter-relacionadas para reduzir a pegada de resíduos, isso inclui metas em: plásticos e embalagens, resíduos de alimentos e outros resíduos de suas fábricas e operações. Um dos seus objetivos é que, até 2025, todas as suas embalagens de plástico sejam projetadas para serem totalmente reutilizáveis, recicláveis ou compostáveis (UNILEVER, 2021).

2.2 DESIGN REGENERATIVO

Em 1970, John T. Lyle iniciou o conceito de design regenerativo aplicado para todos os tipos de sistemas, dado que este conceito de regeneração já havia sido formulado anteriormente para a agricultura. O termo “regenerativo” descreve processos que restauram, renovam ou revitalizam suas próprias fontes de energia e materiais, criando sistemas sustentáveis que integram as necessidades da sociedade com a integridade da natureza. Ecossistemas e sistemas projetados de forma regenerativa são estruturas holísticas que buscam criar sistemas absolutamente livres de resíduos.

Essa escola de pensamento foi a base para a EC, e ganhou destaque ao ser desenvolvida por Bill McDonough, que estudou com Lyle, Michael Braungart e Walter Stahel. Dado que hoje o Centro Lyle de Estudos Regenerativos oferece cursos sobre o assunto (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2021).

O design é um valioso instrumento de fomento para a transição da lógica linear para a circular, através dele é possível projetar ciclos de vida ecologicamente eficientes e economicamente viáveis, buscando produtos e serviços mais duradouros que utilizem menos recursos naturais e energéticos.

É na fase de design que a maioria das características de um produto, ao longo de seu ciclo de vida, são definidas. Sob a perspectiva dos processos produtivos, o design passou a desempenhar um papel fundamental, tornando factível a proposição de novos cenários, processos e sistemas baseados em diretrizes de desenvolvimento sustentável, assumindo novas funções diante do atual panorama socioeconômico e ambiental (PEREIRA, 2020).

2.3 ECOLOGIA INDUSTRIAL

A ecologia industrial, assim como a ecologia tradicional, é um campo interdisciplinar e complexo que estuda as interações de elementos em sistemas: as indústrias, o meio ambiente e a sociedade. Os termos ecologia e industrial apontam para uma nova perspectiva sob os sistemas industriais, sendo estes entendidos não apenas como um setor da economia, mas como toda atividade humana de transformação dinâmica e interdependente (KAPUR; GRAEDEL, 2004).

Segundo a Fundação Ellen Macarthur, “Ecologia industrial é o estudo dos fluxos de materiais e energia nos sistemas industriais”. Essa abordagem busca a criação de processos de ciclo fechado nos quais os resíduos servem como insumo, eliminando assim a noção de um subproduto indesejável. A Ecologia Industrial adota um ponto de vista sistêmico, projetando processos de produção de acordo com as restrições ecológicas locais, enquanto observa seu impacto global desde o início, e procura moldá-los para que funcionem o mais próximo possível dos sistemas vivos.

Sousa e Silva (2018) defende que a primeira inserção da Ecologia Industrial na literatura científica foi por Frosch e Gallopoulos (1989) em “Strategies for manufacturing”, não pela utilização do termo, mas pela apresentação da viabilidade desta como resposta à necessidade da operacionalização do então recém-concebido desenvolvimento sustentável. Frosch e Gallopoulos (1989)

defendia que as atividades industriais deveriam se assemelhar a um ecossistema biológico: onde os vegetais absorvem do solo os nutrientes, onde este era o alimento do herbívoro que por consequência seria o alimento do carnívoro e por fim os dejetos orgânicos voltam ao solo como nutrientes para os vegetais, como sugere a Figura 2.3.

Figura 2.2 - Esquemática da Ecologia Biológica.



Fonte: Adaptado pelos autores de (ODUM E BARRETT, 2011).

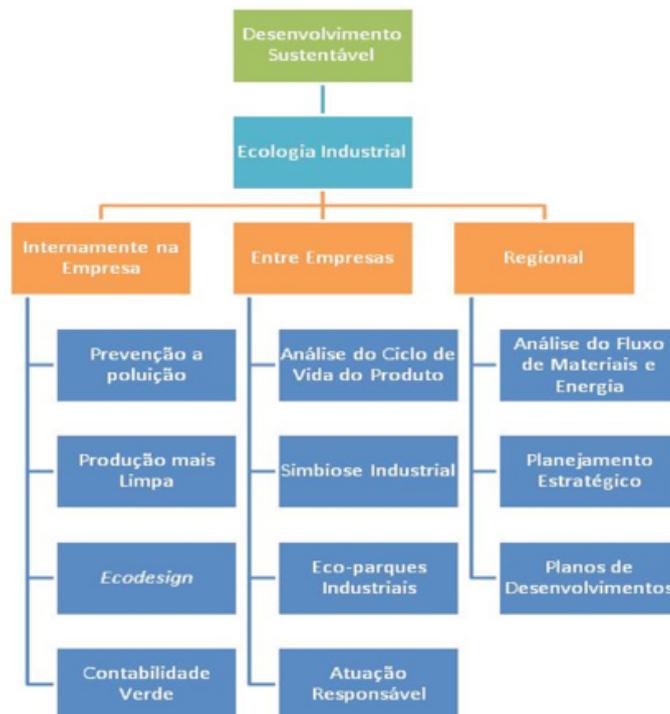
Foi em 1997 que a Universidade de Yale publicou o primeiro volume do periódico *Journal of Industrial Ecology*, marco que reafirmou a identidade da área de estudo até então bombardeada por uma desconfiança teórica-epistemológica. Com a consolidação da constituição teórica do termo, nos anos 2000 em diante a Ecologia Industrial passou a significar a analogia dos sistemas industriais com os sistemas biológicos (Sousa e Silva, 2018).

Segundo Chertow (2000), a Ecologia Industrial pode ser classificada em três níveis de abrangência: a interna da empresa, entre empresas e a regional. Na figura 2.3 é ilustrado dentro de cada nível as ferramentas e estratégias empregadas.

Além disso, Lifset e Graedel (2005) apontam que a Ecologia Industrial tem duas grandes áreas de concentração: análise dos processos produtivos e design dos produtos. Na primeira área de concentração, é proposta a análise das relações de causa e efeito dos processos produtivos com relação ao meio ambiente, materiais de entrada e saída e efeitos no meio ambiente (extração, armazenamento, uso, destinação pós-uso). Nesse aspecto, a análise dos materiais acontece sob a perspectiva do ciclo de vida para realidades econômicas, ambientais e sociais. Na

segunda área de concentração, a Ecologia Industrial indica o redesenho dos produtos, embalagens e materiais utilizados para fabricação com base nos resultados da primeira área de concentração e biomimetismo.

Figura 2.3 - Abrangência da Ecologia Industrial.



Fonte: Adaptado de (CHERTOW, 2000).

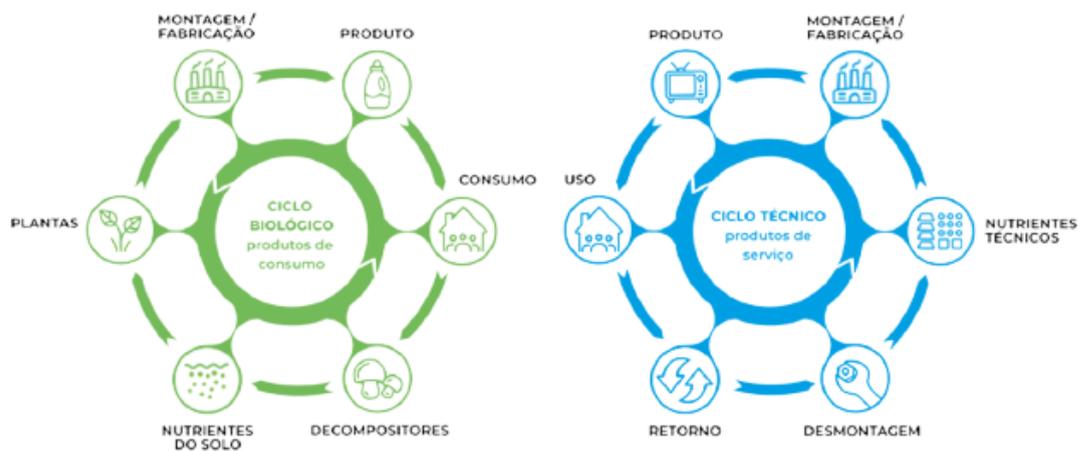
A ecologia industrial tem uma base sólida em engenharia e foi dominada por cientistas e engenheiros, que direcionaram principalmente na aplicação de soluções de engenharia para problemas ambientais, como por exemplo: Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) e Fluxo de Material Análise (MFA), que são as principais metodologias aplicadas na indústria ecológica (GUILLAUME ET AL., 2014).

2.4 CRADLE TO CRADLE - DO BERÇO AO BERÇO

O conceito *Cradle to Cradle*, também chamado de “berço a berço”, é mais recente e foi abordado em 2002 por Braungart e McDonough. Esse conceito defende a necessidade de fechar o ciclo de vida do produto, considerando que todos os materiais envolvidos nos processos industriais e comerciais são nutrientes, dos quais há duas principais categorias: técnicos e biológicos.

No *Cradle to Cradle* é realizado um projeto de produtos e todo mapeamento e modelagem de processos produtivos. Sua estrutura é focada no design para a efetividade em termos de produtos com impacto positivo. Esse design compreende os processos seguros e produtivos do “metabolismo biológico” da natureza, como um modelo para desenvolver um fluxo de “metabolismo técnico” de materiais industriais. Componentes do produto podem ser projetados para a recuperação contínua e reutilização como nutrientes biológicos e técnicos dentro desses metabolismos (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2021).

Figura 2.4 - Ciclo de vida - *Cradle to Cradle*.



Fonte: Adaptado de (Ideia Circular, 2018).

Desta forma, o ciclo de vida é fechado através dos materiais e componentes do produto que retornam para a indústria, como matérias-primas; ou, são decompostos na natureza com segurança. Nesse caminho, o conceito de resíduo é eliminado, pois todos os materiais são reaproveitados ou decompostos de forma segura para a saúde humana e para o meio ambiente (JACQUES, 2011).

Os sistemas de coleta têm um importante papel na recuperação do valor dos materiais. É valorizado o uso de energias renováveis e o gerenciamento do uso da água, promover ecossistemas saudáveis e respeitar os impactos locais. O *Cradle to Cradle* é uma conceitualização além dos 3R 's, do qual reduzir o consumo de materiais, estimular a reciclagem, minimizar a quantidade de energia utilizada no

ciclo de vida do produto e sempre repensar em como reaproveitar todas as fases de produção (RIBEIRO, 2018).

2.5 SIMBIOSE INDUSTRIAL

O termo “simbiose” refere-se à convivência comunitária de dois ou mais seres vivos que vivem em harmonia com intuito de sobreviverem no espaço que dividem, como, por exemplo, os vegetais e animais. Desta forma, a simbiose industrial é uma abordagem empresarial coletiva na qual aproxima empresas por meio de trocas e compartilhamento de materiais, recursos, resíduos, subprodutos, produtos semielaborados, energia e água, entre outros. Essa dinâmica gera várias vantagens competitivas através da redução de custos, agregação de valor e melhor desempenho ambiental. Além do compartilhamento de recursos tangíveis, existe a possibilidade do compartilhamento de intangíveis como o conhecimento e recursos humanos em nível operacional e gerencial. (ROCHA, 2010; BASS, 2011; CRUZ, 2014).

A Simbiose Industrial está intimamente ligada à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável e é considerada uma importante estratégia de transição para uma economia circular. Sua prática é baseada em três principais pilares: informação geográfica, organizacional e sobre os processos. Caso haja a ausência de algum destes, a SI acaba se tornando inválida pois são esses os pilares responsáveis por fornecer sustentação para o intercâmbio de materiais e energia. A colaboratividade e as possibilidades sinérgicas proporcionadas pelas proximidades geográficas são chaves do sucesso para a SI (PEREIRA et al., 2007).

Já quando uma rede é expandida, é importante a consideração de mais dois pilares: informações logísticas e mercadológicas. A mercadológica consiste na relação entre oferta e demanda, além da logística que busca entender os meios e métodos que promovem o fluxo de materiais. Sendo assim, a simbiose industrial também se estrutura por meio de informações processuais, mercadológicas e logísticas (PEREIRA et al., 2007).

A SI ganhou destaque nos últimos anos, como pode ser visto tanto na prática quanto no número de artigos de pesquisa, que tem crescido

exponencialmente. Nas últimas décadas, foi notado um aumento no uso eficiente de recursos escassos por meio de relacionamentos de SI, o que desencadeou o surgimento de várias redes de empresas que estabeleceram parques eco-industriais (CASTIGLIONE et al., 2021).

2.6 LOGÍSTICA REVERSA

O conceito de Logística Reversa tem como principal foco 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. Esse conceito ganhou força a partir da década de 1980, entretanto, foi no começo dos anos 1990 que passou a ser discutido com mais intensidade e passou a ser implementado. Todavia, foi apenas em 1995 que surgiram os primeiros trabalhos que abordam a relação entre LR e questões socioambientais (HERNÁNDEZ, et al., 2012).

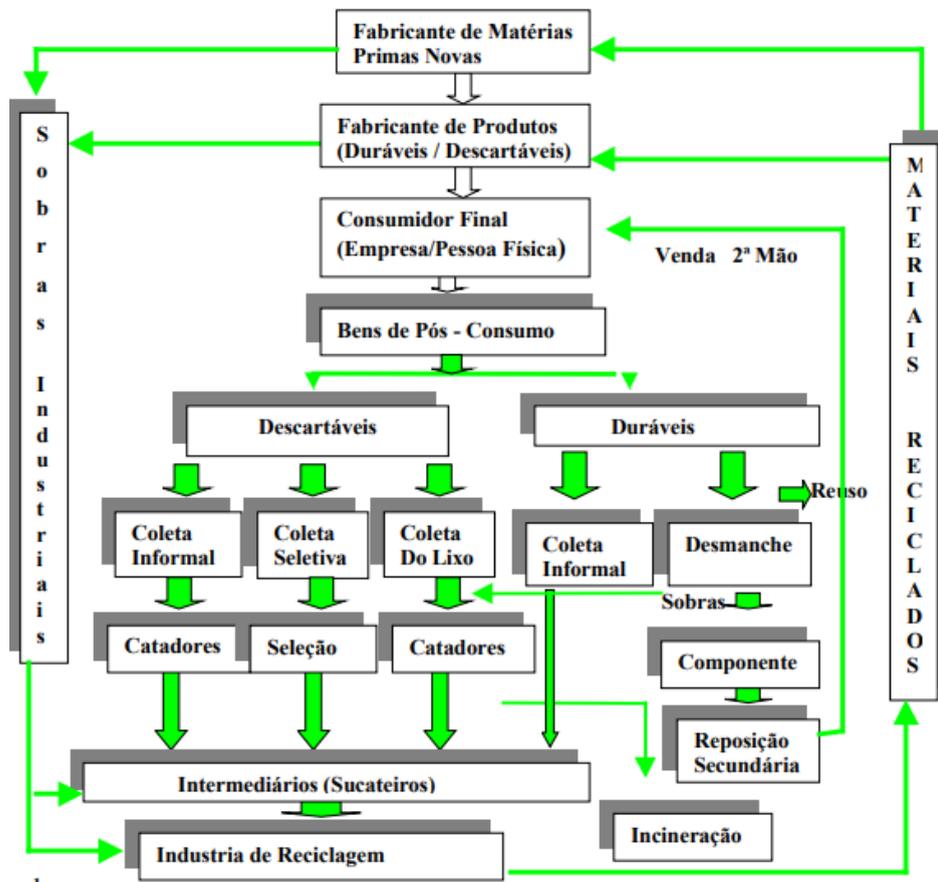
Os autores Kroon e Vrijens (1995) foram um dos primeiros a indicar o termo de logística reversa como o gerenciamento de resíduos. Segundo os autores, a LR refere-se às habilidades e atividades de gerenciamento de logística envolvidas na redução, gerenciamento e disposição de lixos tóxicos e não-tóxico de produtos e embalagens.

No mesmo ano, em 1995, os autores Thierry et al., ressaltaram o termo “Gerenciamento de recuperação de produto”, que descreve todas as atividades que abrangem o gerenciamento de todos os produtos, componentes e materiais descartados que são de responsabilidade da empresa de fabricação. O objetivo do gerenciamento de recuperação de produtos é recuperar o máximo possível do valor econômico e ecológico, reduzindo assim as quantidades finais de resíduos.

A LR é definida como uma área da logística empresarial que planeja, opera e controla fluxo, e as informações logísticas correspondentes, do retorno de bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valores econômicos, ecológicos, legais, logísticos, de imagens corporativas, entre outros. A Figura 2.5. ilustra as etapas dos canais de distribuição reversos, sendo que os bens

semi-duráveis apresentam tempo de vida útil intermediário entre os bens duráveis e descartáveis, constituindo aos canais de distribuição reversos com características ora de um bem durável ora de um bem descartável. Além disso, é destacado as quatro etapas principais de retorno de uma parcela dos bens ao ciclo produtivo: Coleta do pós – consumo; Processamento Intermediários; Reciclagem Industrial e Reintegração ao Ciclo Produtivo (LEITE, 2002).

Figura 2.5 - Canais de distribuição reversos



Fonte: Adaptado de (LEITE, 2002).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, apresenta princípios, objetivos e instrumentos, além de fundamentos do desenvolvimento sustentável e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo-se os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público, bem como seus instrumentos econômicos aplicáveis. Regulamentada pelo Decreto 7.404, de 23 de dezembro de

2010, a Lei Federal 12.305 leva em conta que o resíduo sólido é reutilizável e reciclável, com valor econômico e social, estando sujeitas tanto às pessoas físicas como jurídicas (BRASIL, 2010).

A Lei defende que é responsabilidade do consumidor devolver o resíduo do produto após o uso ao distribuidor e ou varejista. Visto que esses devem devolver ao fabricante e importador, os quais asseguram a destinação final adequada. No caso das embalagens, o produto é destinado ao processo de reciclagem ou reutilização.

Diante disso, a LR é um dos mecanismos determinados pela PNRS, da qual busca viabilizar o retorno de materiais, peças, embalagens e outros componentes à cadeia produtiva da empresa, garantindo seu descarte adequado ou seu reaproveitamento.

São três as principais motivações por parte das empresas para a realização da LR: ambiental, financeiro e legal. A motivação ambiental é pautada em virtude da vantagem competitiva através da criação de uma imagem verde para os produtos e serviços oferecidos no mercado, uma vez que os consumidores estão cada vez mais optando por escolhas sustentáveis. Já o fator econômico da LR se refere aos lucros relacionados ao reaproveitamento dos produtos, sendo ele total ou parcial. A legislação existente também tem influenciado no desenvolvimento da LR, levando os setores produtivos a rever os ciclos de vida de seus produtos e a estruturar seus sistemas (ROSA, 2019).

Portanto, a LR é um importante mecanismo a fim de contribuir com ações sustentáveis e, além disso, lucrativas. Entretanto, ainda existem diversos fatores críticos, internos e externos, que afetam as atividades inerentes à sua execução. Principalmente em relação à interação entre os atores na cadeia, às normas de regulação da cadeia reversa e às estratégias de inovação tecnológica e gerencial (Gonçalves Dias et al., 2012).

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso visa desenvolver o tema da pesquisa, por meio da análise dos tipos de embalagens de desodorantes disponíveis a fim de discutir as opções de consumo e possíveis mecanismos atrelados à sustentabilidade.

3.1 CONTEXTO E ASPECTOS DO MERCADO DE EMBALAGENS DE DESODORANTE

O Brasil é o segundo maior mercado consumidor de desodorantes do mundo, registrando R\$11,591 bilhões de vendas em 2020. Visto que, as marcas Rexona e Dove detêm 50% da categoria de desodorantes no Brasil e estão presentes em mais de 40 milhões de lares brasileiros (COSMETIC INNOVATION, 2021).

Além disso, a embalagem é o principal usuário de materiais virgens, devido à qualidade do material necessário. Na Europa, 40% dos plásticos virgens (Plastics Europe, 2018) e 50% do papel são usados para embalagens (CEPI, 2018), enquanto as embalagens representam 36% dos resíduos sólidos (EUROSTAT, 2019).

É crucial analisar os sistemas de gestão de resíduos, as características dos embalagens descartadas e os principais indicadores da prestação dos serviços (geração, coleta e destinação de resíduos, recursos disponíveis, iniciativas existentes, dentre outros) com o intuito de orientar as melhores práticas e viabilizar soluções conforme a demanda.

A seguir são apresentados os tipos de embalagens de desodorante mais presentes no mercado, suas características e as principais iniciativas existentes com o objetivo de minimizar o impacto ambiental das embalagens, além de garantir um destino final após uso apropriado.

3.1.1 Embalagem Aerossol

Presente no mercado desde os anos 60, o desodorante em aerossol é o formato mais consumido atualmente, visto que sua aplicação em jato seco é simples e prático, proporcionando uma secagem rápida. De acordo com a agência de pesquisa de mercado Euromonitor International, em 2009 os aerossóis

representavam 31% do consumo brasileiro, número que saltou para 50% apenas quatro anos depois (REVISTA ALUMÍNIO, 2019).

A maior parte das embalagens de aerossol são compostas de alumínio ou aço, apresentando geralmente tampas de material plástico. A Associação Brasileira de Aerossóis (Abas) projetou para 2021 um volume de 1,4 bilhão de unidades ao ano consumidas, sendo que deste total aproximadamente 65% dessas unidades deverão ser em alumínio (REVISTA ALUMÍNIO, 2019).

As embalagens de desodorantes aerossóis possuem alta inflamabilidade, reatividade e toxicidade, além de possuírem gases propelentes que causam alto risco de explosão em altas temperaturas. Por conta disso, é de extrema importância uma destinação adequada para este tipo de embalagem a fim de evitar riscos à saúde humana e ao meio ambiente (ROSA, 2019).

Os aerossóis são classificados como resíduos potencialmente perigosos com características de periculosidade, ou como resíduos de características especiais. A legislação brasileira busca eliminar as latas de aerossóis da categoria de materiais recicláveis (SILVA, 2009).

Segundo a Lei nº 10.888, de 20 de setembro de 2001 do Estado de São Paulo, os frascos de aerossóis em geral são classificados como resíduos potencialmente perigosos, em conjunto com materiais como: pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes. A lei determina que os fabricantes, os importadores, os comerciantes e os revendedores desse tipo de material são responsáveis pelo seu recolhimento, descontaminação e destinação correta.

A PNRS dispõe as diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos promovendo o descarte adequado, reciclagem e utilização dos resíduos, além da responsabilidade compartilhada. Entretanto, a PNRS somente exige que alguns setores implementem a logística reversa, não incluindo embalagens de aerossóis, como descrito no Art 33°.

3.1.2 Embalagem Roll-On

Outro tipo de desodorante popular é o roll-on. Chegou ao mercado a partir dos anos 50 e sua embalagem é geralmente de material plástico, mais especificamente de Polipropileno ou Polietileno, a depender da marca. A

embalagem é composta por uma esfera rotativa na ponta que ao deslizar na superfície desejada, libera o produto em formato de creme (AERCAMP, 2021).

As embalagens plásticas podem ser um desafio no fluxo de reciclagem. A embalagem de desodorante, por exemplo, pode incluir vários materiais e ser difícil de classificar em instalações de reciclagem de materiais típicos ou separar durante o processo de reciclagem de plástico.

Em 2016, O Boticário lançou sua primeira linha de produtos a utilizar plástico renovável, a linha Cuide-se Bem da qual oferece, além de cremes e fragrâncias, desodorantes roll-on. Essa inovação conquistou o título internacional de beleza sustentável na categoria embalagem do prêmio Sustainable Beauty Awards, concedido pela Organic Monitor, no mesmo ano. O plástico renovável utilizado, também chamado de *I'm green*, é uma tecnologia exclusiva da Braskem e é desenvolvido por meio do etanol da cana-de-açúcar produzindo Polietileno Verde.

Por ser de fonte renovável, o processo não emite gases do efeito estufa, o gás carbônico é capturado e fixado na atmosfera durante a sua produção, colaborando para a redução da pegada de carbono, é capturado 3,09 kg de dióxido de carbono a cada kg produzido.

O plástico *I'm green* apresenta as mesmas propriedades técnicas, aparência e versatilidade de aplicações do polietileno de fonte fóssil, garantindo que não haja investimento em novas máquinas nos convertedores plásticos. Além disso, o material é 100% reciclável, garantindo o reaproveitamento do material.

3.1.3 Embalagem Biodegradável

A conscientização ambiental cada vez mais forte atualmente vem incentivando empresas a desenvolverem embalagens não convencionais sustentáveis, o maior exemplo é o desodorante de embalagem biodegradável.

A empresa Positiv.a, a qual adota uma postura circular em toda sua cadeia produtiva, foi a primeira empresa brasileira a desenvolver um desodorante com uma embalagem completamente biodegradável. O desodorante apresenta o modelo de bastão e é natural, livre de componentes químicos nocivos ao meio ambiente e composto por uma embalagem de papel biodegradável (POSITIVA, 2021).

As empresas multinacionais também estão buscando iniciativas similares, um exemplo é a Procter & Gamble (P&G) que está avançando em seus esforços de sustentabilidade com o lançamento de estojos antitranspirantes recarregáveis que eliminam os plásticos descartáveis para suas conhecidas marcas de desodorantes. Após um piloto bem-sucedido em maio de 2020, que incluiu uma solução totalmente em papel e sem plástico, as marcas Secret e Old Spice da empresa agora são oferecidas com uma formulação sem alumínio e em embalagens de tubo de papel reciclável feitas de papelão 90% reciclado, certificado pela Forest Stewardship Council - FSC (P&G, 2021).

3.1.4 Embalagem Recarregável

Outro modelo de desodorante é o de embalagem recarregável, do qual a embalagem original apresenta um maior tempo de vida e é incentivado a compra de refis ou produtos a granel. Essa ação resulta em reduções significativas no volume de material utilizado nas embalagens e, conseqüentemente, na produção de resíduos sólidos. Além de proporcionar redução no transporte, contribuindo com a diminuição dos gases de efeito estufa (COELHO et al., 2020).

A Natura foi a primeira empresa brasileira de cosméticos a oferecer a opção de refil em seus produtos, em 1983. Suas embalagens são feitas de plástico 100% reciclado, reduzindo o descarte de resíduos, e seus refis apresentam embalagens com 86% menos plástico do que a regular. Atualmente, entre os 100 itens do portfólio, a linha de desodorante colônia Ekos Frescor apresenta essa opção. Além da contribuição ambiental, os refis apresentam um valor inferior em relação a embalagem regular, incentivando o consumidor a escolher essa opção (NATURA, 2019).

Outro exemplo é a Dove, marca pertencente à companhia Unilever que tem como objetivo reduzir pela metade o uso de plásticos virgens e eliminar mais de 100 mil toneladas de embalagem plástica até 2025. A Dove lançou no começo de 2021 uma embalagem recarregável de desodorante nos Estados Unidos. A proposta é que, após o fim do produto, os clientes comprem apenas um refil contendo o líquido ao invés de descartar o roll-on. As embalagens dos refis são compostas por 54% menos plástico do que a embalagem tradicional, sendo que 98% desse plástico é

reciclado. Já a embalagem original é feita de aço inoxidável e não apresenta tempo de vida (CICLOVIVO, 2021).

Outra ação circular da Unilever, dessa vez no Brasil, é da marca *Love Beauty and Planet* que traz à venda a granel dos seus produtos para cabelo. O modelo piloto da Estação de Refil da marca já está em funcionamento, no Shopping Morumbi em São Paulo, com o intuito de testar a receptividade do público brasileiro a esse modelo de negócio. A ação coloca em prática um pedido de muitas consumidoras brasileiras que sonhavam em poder adquirir produtos de beleza a granel. Apesar do portfólio da marca não conter desodorantes, tudo indica que cada vez mais iniciativas similares a esta estarão presentes (CICLOVIVO, 2019).

Além disso, como mencionado na seção de embalagem biodegradável, as marcas Secret e a Old Spice, pertencentes ao portfólio da multinacional P&G, lançou embalagens de antitranspirantes recarregáveis. A embalagem original é composta de plástico e a embalagem do refil é feita com embalagens de papelão biodegradável 100% certificadas pelo FSC (P&G, 2021).

3.1.5 Embalagem Retornável

No mercado *Business-to-Consumer* (B2C), os exemplos de novas embalagens reutilizáveis são limitados, principalmente no segmento de cosméticos. Historicamente, os sistemas de depósito para recipientes representam a maior experiência com embalagens reutilizáveis, como por exemplo o modelo de refil.

A TerraCycle, líder global em soluções para resíduos de difícil reciclabilidade, lançou em 2019 uma plataforma de envio circular: o Loop. A plataforma atua como um *e-commerce* por assinatura para grandes marcas como Unilever, Nestlé, P&G, entre outras, e funciona da seguinte forma: após a entrega do produto a domicílio e utilização pelo consumidor, a embalagem é recolhida, higienizada e reabastecida pelo Loop antes de ser revendida. A plataforma tem como objetivo tornar a devolução dos contêineres reutilizáveis tão fácil e acessível quanto jogar algo fora, proporcionando uma embalagem de uso único e distante da descartabilidade. Além disso, a propriedade da embalagem é da marca, sendo portanto, do interesse das marcas tornar a embalagem o mais resistente e durável possível.

Três marcas da Unilever, Dove, Rexona e AX, estão testando um modelo de desodorante premium recarregável chamado *minim*TM. Dependendo do uso, o produto apresenta estimativa de duração de um mês, visto que a embalagem é projetada para ser utilizada pelo menos por 100 ciclos. Ou seja, cada embalagem apresenta um tempo de vida de aproximadamente oito anos, com o potencial de reduzir o descarte de até 100 pacotes. Além disso, o material da embalagem é de aço inoxidável e totalmente reciclado.

Segundo a Unilever, esta é a solução que mais favorece o meio ambiente frente aos seus outros produtos. A embalagem retornável apresenta um longo tempo de vida útil e, apesar da produção da embalagem reutilizável demandar mais energia e recursos do que uma de uso único, com o tempo o recipiente reutilizável apresenta um custo ambiental e econômico menor pois não precisa ser remanufaturado a cada uso. A análise inicial do ciclo de vida afirma que o Loop tem o potencial de reduzir drasticamente o desperdício do consumidor e as emissões de gases de efeito estufa (UNILEVER, 2019).

3.2 PANORAMA DA LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM NA ATUALIDADE

Com o vigor da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a logística reversa foi estabelecida como um dos principais mecanismos de implementação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Visto que, vários setores buscaram ações para a implementação de sistemas de logística reversa de produtos e embalagens pós-consumo, com o objetivo de priorizar seu retorno para um novo ciclo de aproveitamento.

De acordo com a PNRS, os geradores de resíduos são responsáveis por estabelecer sistemas de logística reversa através de acordos setoriais ou regulamentação específica, portanto, é papel da empresa estruturar o processo de logística reversa em conjunto com o estado. No caso das embalagens de desodorante, é necessário abranger no processo de logística reversa: a coleta, o transporte, a reciclagem e o retorno do material no começo do ciclo de vida do produto.

Cabe mencionar que, em grande parte dos municípios brasileiros, os processos de gestão de resíduos não priorizam ações de educação ou coleta

seletiva dos resíduos. Além disso, os geradores dos resíduos acabam não sendo totalmente comprometidos em garantir a execução adequada do processo de logística reversa e neste caso, grande parte dos materiais não são separados de maneira apropriada e são enviados para aterros e/ou lixões. Entretanto, as cooperativas de coleta seletiva e catadores informais exercem um papel fundamental e garantem a separação adequada dos resíduos recicláveis e consequentemente o direcionamento correto (RUTKOWSKI, 2017).

Os catadores são os principais representantes no setor informal de reciclagem e são responsáveis pela maior parte da quantidade de coleta de materiais recicláveis, evitando perda do valor dos materiais e a disposição final inadequada, apesar das condições precárias de trabalho (RUTKOWSKI, 2017).

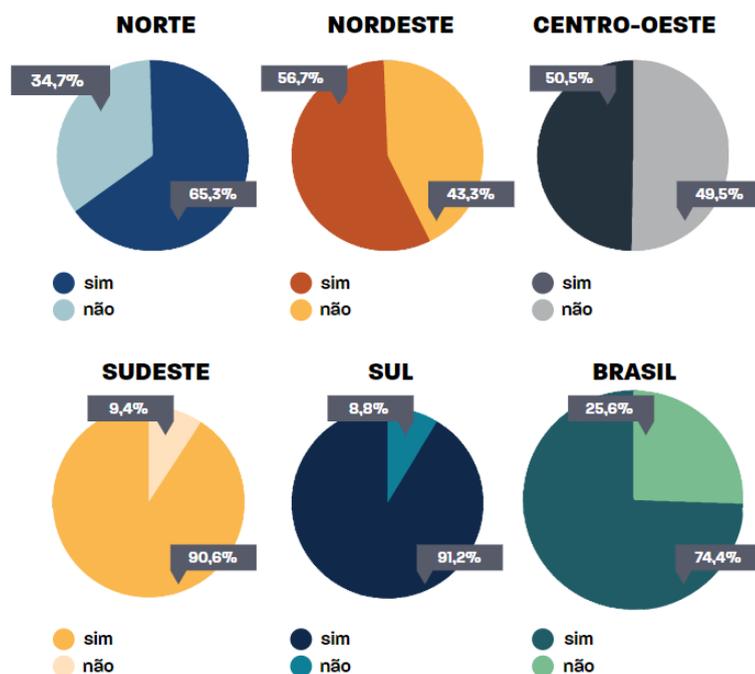
Atualmente, várias iniciativas de logística reversa de embalagens estão sendo estruturadas no país. O Panorama, na edição de 2017, apresentou informações referentes ao primeiro relatório do Acordo Setorial de Embalagens, apresentado pela Coalizão Embalagens, entidade gestora do sistema de logística reversa de embalagens em geral. Nesta edição, a principal fonte de informações foi o Anuário da Reciclagem, desenvolvido pela Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (Ancat) e pela Pragma Soluções Sustentáveis, em parceria com a LCA Consultores. O Anuário da Reciclagem apresenta uma amostra representativa de associações e cooperativas (607 em 2019), as quais compõem um banco de dados que já somam 1.829 entidades, construído pela Ancat, Pragma e outros parceiros.

Um exemplo de iniciativa, é a do Boticário que tem o maior programa de reciclagem com pontos de coleta no Brasil. O Boti Recicla é um projeto sustentável que incentiva o consumidor a levar as embalagens vazias de cosméticos de qualquer marca do Boticário através de descontos na compra. As embalagens são coletadas por transportadoras e levadas para cooperativas, que fazem a separação adequada dos materiais e envio para reciclagem (BOTICÁRIO, 2022).

Durante o ano de 2020, foram produzidos aproximadamente 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos, dado que cada brasileiro gerou, em média, 1,07 kg de resíduo por dia. Apesar do volume alarmante de resíduos sólidos produzidos, o total de municípios com coleta seletiva vem aumentando, visto que 4.145 municípios

apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva, representando 74,4% do total de municípios do país. Sendo que em 2010, as iniciativas de coleta seletiva estavam presentes em apenas 56,6% das cidades (ABRELPE, 2021).

Figura 3.1 - Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil e regiões em 2020



Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2021)

É importante evidenciar que, em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade da população, podendo ser iniciativas pontuais. Além disso, as regiões Sul e Sudeste são as que apresentam os maiores percentuais de municípios com iniciativa de coleta seletiva.

No processo de reciclagem, conforme as práticas avançam em direção a uma economia circular, é de grande importância que os materiais de embalagem sejam reciclados com eficiência após o uso pelos consumidores finais. Os plásticos, por exemplo, são amplamente considerados difíceis de reciclar e estão sujeitos ao downcycling – sua qualidade se degrada a cada ciclo de reciclagem, limitando o

número de vezes que podem ser reintroduzidos em um sistema circular (ZERO WASTE EUROPE, 2020).

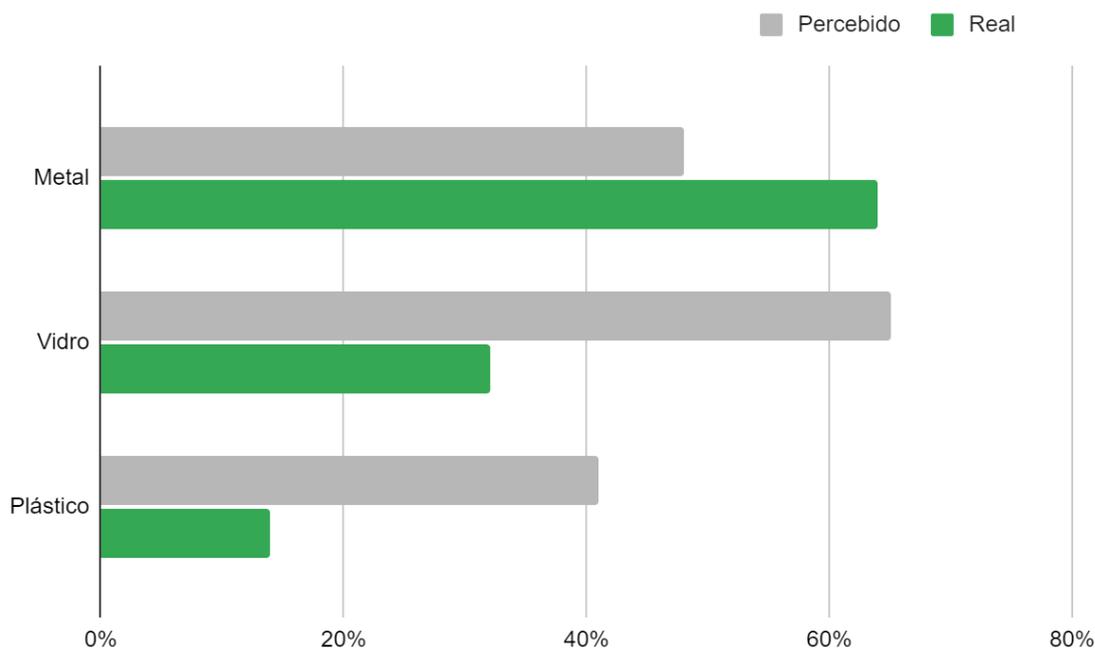
Em contraste, as propriedades inerentes dos metais não se deterioram com o tempo, uma vez que os metais podem ser reciclados infinitamente sem perder sua qualidade. Além disso, por apresentarem canais de reciclagem bem estabelecidos, as embalagens de metal têm as taxas de reciclagem mais altas do mundo entre todos os materiais de embalagem (METAL PACKAGING EUROPE, 2021).

Segundo o relatório realizado pela Trivium Packaging em 2012, uma grande parcela dos consumidores apresentam uma percepção das características de reciclabilidade dos materiais incompatível com a realidade. Não reconhecendo o potencial do metal, do qual é 100% reciclável, e superestimaram a reciclabilidade de outros materiais, como plástico e vidro.

Entende-se que esta incompatibilidade provavelmente é fruto de mensagens e rótulos ambientais inconsistentes e diferenças nos processos locais de reciclagem, bem como à falta geral de conscientização sobre as melhores práticas de reciclagem. Nos Estados Unidos, 38% dos consumidores afirmaram que “não fazem ideia” de quais números de reciclagem impressos nas embalagens estão associados a uma reciclabilidade mais positiva (Buying green report, 2021).

Apesar do plástico apresentar uma baixa taxa de reciclabilidade frente a outros materiais, segundo o relatório realizado pela Fundação Ellen Macarthur em 2016, a maioria das embalagens plásticas são usadas apenas uma vez e apenas 14% são coletadas para reciclagem. Indicando que 95% do valor do material de embalagem de plástico é perdido para a economia, representando anualmente o valor de US\$80 a 120 bilhões.

Figura 3.2 - Porcentagem de reciclabilidade - Percebida pelos consumidores x real



Fonte: Adaptado de (TRIVIUM PACKAGING, 2021).

3.2.1 Panorama da reciclagem de embalagens de desodorantes aerossóis no Brasil

Considerando o potencial de reciclabilidade do metal, será aprofundado nesta seção o processo de reciclagem de embalagens de desodorantes aerossóis.

As embalagens de aerossol são compostas por materiais 100% recicláveis e de valor comercial atrativo, especialmente alumínio e aço. Todavia, apesar do potencial de reciclabilidade das latas de aerossol, apenas 1% das embalagens descartadas é enviado para reciclagem no Brasil. O percentual é ínfimo se comparado a outros países, como os Estados Unidos que reciclam 75% desses produtos.

Durante a fabricação do aerossol, acontece o processo de envasamento do qual é inserido um gás propelente de alta pressão, na maioria dos casos, o GLP (gás liquefeito de petróleo). O gás se mantém comprimido na embalagem, permanecendo sob a forma líquida, e possui alto risco de explosão em altas temperaturas. Sendo assim, extremamente importante a destinação adequada deste

tipo de embalagem para que se evite riscos à saúde humana e ao meio ambiente (ROSA, 2019).

Uma prática comum entre os catadores, não vinculados a cooperativas, é furar a embalagem com agulha por conta própria para retirar os gases e vender o metal. Entretanto, esta prática é totalmente prejudicial à saúde, visto que a pressão interna do aerossol, mesmo que a lata esteja vazia, ainda é muito grande e, ao ser perfurada, acaba explodindo e causando intoxicações.

Por possuir alta inflamabilidade, reatividade e toxicidade, é necessário que o desenvase do aerossol seja realizado de forma adequada antes do processo de descarte ou reciclagem, não podendo ser destinado para incineradores, usinas de coprocessamento e aterros. Além disso, outra substância reaproveitada no processo são os gases comprimidos que sobram no interior das embalagens, e representam geralmente 30% do gás composto inicialmente na embalagem (RECICLA SAMPA, 2019).

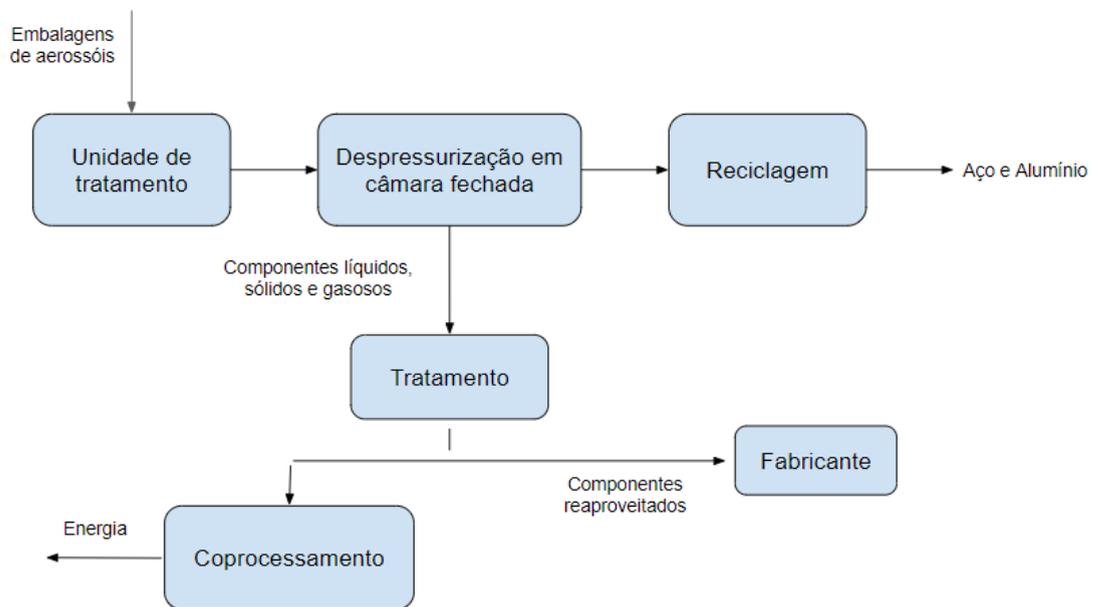
Por esse motivo, alguns geradores de aerossóis preferem contratar empresas especializadas na reciclagem desses produtos para garantir que tenham um destino final correto. Uma dessas companhias responsáveis por tratar esses resíduos, é a Silcon Ambiental, que atua há 20 anos no ramo. O processo de reciclagem é realizado na cidade de Paulínia, interior de São Paulo, acontece de forma segura e autorizada pelos órgãos ambientais.

3.2.1.1 Processo de desenvase das embalagens de aerossóis

O desenvase de aerossóis deve ser feito por meio de um processo seguro e à prova de explosões. Primeiramente, as embalagens passam por um processo de despressurização em um circuito fechado a fim de separar todos os componentes, principalmente os gases. Os gases são reaproveitados como energia, que não geram emissões nocivas para a atmosfera, contribuindo com a diminuição dos gases de efeito estufa.

Os resíduos líquidos recebem tratamento com as tecnologias apropriadas e em plantas próprias. Já a embalagem é encaminhada para o processo de reciclagem e são submetidas à descaracterização — uma medida importante para proteger a marca dos fabricantes e das empresas geradoras de resíduos.

Figura 3.3 - Fluxograma simplificado do processo de reciclagem de embalagens de aerossóis



Fonte: Adaptado de (SILCON AMBIENTAL, 2022).

4 DISCUSSÃO

A conscientização ambiental vem impulsionando o mercado a se distanciar de práticas lineares, dado que a pressão do consumidor e as leis ambientais têm influenciado diversas empresas a adotarem práticas em direção a cadeias e modelos de negócios circulares. Todavia, as iniciativas circulares ainda são baixas frente ao modelo atual.

O Quadro 4.1 apresenta, em síntese, os principais tipos de embalagens presentes no mercado, além de seus pontos fortes conforme os conceitos de EC e os principais desafios.

Quadro 4.1 - Síntese dos tipos de embalagens de desodorante no mercado

Tipo de Embalagem	Material	Pontos fortes	Principais desafios	Conceito geralmente aplicado
Aerossol	Metal (Alumínio ou Aço)	Alta taxa de reciclabilidade	Resíduo potencialmente perigoso Necessário uma gestão de resíduo adequada para realização do processo de desenvase pré reciclagem	Reciclagem
Roll-on	Plástico	Material reciclável	Baixa taxa de reciclabilidade frente aos outros materiais, sujeito ao downcycling	Reciclagem
Roll-on	Plástico Verde (Polietileno Verde)	Material reciclável, alta taxa de reciclabilidade Fonte renovável Apresenta propriedades técnicas, aparência e versatilidade de aplicações similares ao polietileno de fonte fóssil	Aplicação da tecnologia inovadora para o desenvolvimento do Polietileno Verde	Reciclagem
Bastão	Papel biodegradável	Material biodegradável	Adequação do consumidor por ser uma embalagem não	Redução, Cradle to Cradle

			convencional	
Recarregável Refil	Plástico	Quantidade menor de plástico do que a embalagem original	Baixa taxa de reciclabilidade frente aos outros materiais, sujeito ao downcycling	Reciclagem, Redução
Retornável	Aço inoxidável	Longo tempo de vida Material reciclável	Necessário a inserção de uma logística reversa apropriada	Reciclagem, Reuso

Fonte: Acervo pessoal.

As embalagens de aerossol e roll-on são as mais comuns no mercado e, conseqüentemente, as mais consumidas atualmente. Além disso, considerando o material das duas opções (plástico e metal) é possível concluir que o consumo da embalagem de aerossol é menos prejudicial ao meio ambiente por conta do material apresentar uma maior taxa de reciclabilidade.

É de suma importância que a logística reversa seja aplicada adequadamente a fim de garantir com que o resíduo pós consumo não seja descartado incorretamente, podendo acarretar em contaminação do solo, da água e causar impactos na saúde humana. Destaque para as embalagens de aerossóis, que, por se tratar de um resíduo potencialmente perigoso, caso a embalagem não seja manuseada corretamente pode ocasionar explosões e contaminações. Além disso, cabe ressaltar que, dentre o princípio dos 3Rs - reduzir, reutilizar e reciclar - a reciclagem é a solução menos sustentável.

Já a embalagem biodegradável é uma alternativa inserida recentemente no mercado. Após o consumo, a embalagem atende um ciclo de vida fechado, visto que seu material biodegradável é decomposto e se torna nutrientes para o solo.

No caso da embalagem retornável, apresenta um longo tempo de vida em relação às outras embalagens, aproximadamente oito anos e, desta forma, atende a um ciclo de vida fechado ao decorrer de seu tempo de vida, dado que após perder seu potencial de uso, a embalagem é totalmente reciclada. Menores circuitos

internos, como a manutenção, são priorizados frente a reciclagem, sendo que esses preservam mais energia e outros tipos de valor incutidos nos materiais e componentes.

Todavia, para que seja possível analisar a fundo as iniciativas e seus impactos em concordância com a EC, é necessário um estudo mais complexo de todo o processo de produção, reutilização, manutenção e/ou reciclagem e logística a fim de identificar as taxas de emissão de gases estufa, índices de reaproveitamento e/ou reciclabilidade do material, além da gestão de resíduos realizada. Além disso, como mencionado anteriormente, todos os materiais indicados apresentam potencial de reciclagem, entretanto, na prática, apenas uma pequena parcela é realmente reciclada.

Na maioria dos municípios brasileiros, os processos de gestão de resíduos não priorizam ações de educação e/ou coleta seletiva dos resíduos. Os geradores não são totalmente comprometidos com o processo de reciclagem e o resíduo não é separado de maneira adequada, desta forma, a maioria dos materiais vão para aterros e/ou lixões. Neste cenário, as cooperativas e catadores informais apresentam um papel fundamental na coleta de resíduos. Quando existem cooperativas de coleta seletiva no município, é estimulado à separação de resíduos recicláveis e conseqüentemente o direcionamento para a destinação correta.

Além do mais, os catadores são responsáveis pela maior parte da quantidade de coleta de materiais recicláveis, representando cerca de 90% de toda coleta realizada no país. Apesar da relevância do trabalho dos catadores, que são essenciais para a gestão de resíduos nos municípios, esses não são valorizados e são os que menos se beneficiam do processo. Neste caso, é importante o apoio dos setores públicos, privados e da sociedade civil para proporcionar condições de trabalho adequadas para estes profissionais (ROSA, 2019).

Portanto, é observado que as ações em concordância com a EC não são apenas relacionadas aos produtos em si. Diversos fatores impactam na implementação rumo ao conceito circular, como: políticas públicas, infraestruturas de logística reversa e de saneamento, além da educação e estímulo para que o consumidor realize o descarte correto da embalagem pós consumo. Além disso, é

extremamente importante que ocorra a fiscalização das leis impostas a fim de garantir com que elas estejam sendo cumpridas.

A conscientização e educação ambiental do consumidor apresenta um papel relevante para o caminho da inserção do modelo circular, visto que uma grande parcela apresenta percepções equivocadas sobre as melhores práticas ambientais de embalagens, o que impacta diretamente na escolha dos produtos de consumo e na realização do seu descarte adequado.

Adicionalmente, o preço se mostra em, muitos casos, um obstáculo quanto a compra de produtos sustentáveis. Pois, o preço final repassado ao consumidor abrange os custos ecológicos e sociais empreendidos na cadeia de produção por introduzir novos insumos, técnicas de redução do impacto ao meio ambiente e remuneração adequada na cadeia, além do custo de certificação ambiental. Desta forma, as empresas devem investir em comunicação e canais de relacionamento com seu público a fim de transmitir os benefícios agregados aos produtos e aumentar a disposição dos consumidores à compra (TELLES, 2020).

Por fim, a tecnologia e a inovação também são importantes aliados para a disrupção do modelo linear. Estes mecanismos podem auxiliar no gerenciamento da cadeia de valor e soluções operacionais, como no caso do Plástico Verde proveniente de fontes renováveis, sendo de extrema importância o investimento das empresas nesses dois pilares.

5 CONCLUSÃO

O trabalho abordou o conceito de Economia Circular e seus principais princípios. O panorama das embalagens de desodorante foi escolhido por ser um segmento de grandes dimensões, uma vez que o Brasil é um dos países com maior índice de consumo de desodorantes e antitranspirantes. Desta forma, foi revisado as principais iniciativas e ações realizadas em concordância com o conceito circular para as embalagens de desodorante, a fim de se discutir quais os caminhos mais sustentáveis e os seus principais desafios.

Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos, vigente desde 2010, os dados apontam que o país ainda permanece com um modelo linear de gestão de resíduos sólidos. A gestão de resíduos exerce o papel de protagonista na EC,

garantindo o retorno e aproveitamento das embalagens pós consumo. Neste caminho, os catadores informais e cooperativas de reciclagem exercem um papel relevante para mitigar os impactos ambientais dos resíduos sólidos urbanos a partir da coleta seletiva, sendo necessário investimentos e capacitação nesse setor. Para as embalagens de desodorantes aerossóis, é preciso o investimento em maquinário específico para que se realize a descompressurização das latas, evitando riscos aos colaboradores.

Em resumo, existe uma movimentação e investimento gradual na EC, entretanto, é necessário que sejam intensificados para que resultados significativos sejam obtidos. Visto que a indústria de desodorantes desempenha grande impacto quanto ao consumo e geração de resíduos, devendo, portanto, implementar ações que minimizem seus impactos, sendo necessária a atuação por parte das empresas, dos governos e da sociedade em direção ao modelo da economia circular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS, Associação Brasileira de Aerossóis e Saneantes Domissanitários, 2021.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.**

AERCAMP. **Desodorante em aerossol ou roll-on? Entenda as diferenças e descubra a melhor opção!**

<https://aercamp.com.br/desodorante-em-aerossol-ou-roll-on-entenda-as-diferencas-e-descubra-a-melhor-opcao/>. Acesso em: 27. abril. 2022.

AJWANI-RAMCHANDANI, R. et al. **Towards a circular economy for packaging waste by using new technologies: The case of large multinationals in emerging economies.** Journal of Cleaner Production, p. 1–51, 25 jan. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS - ABIHPEC. **Guia técnico ambiental da indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos - Por uma produção mais limpa.**

Guia Técnico Ambiental. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/guia-tecnico-ambiental/>. Acesso em: 08 set. 2021.

BAAS, L. **Planning and Uncovering Industrial Symbiosis: Comparing the Rotterdam and Östergötland Regions.** Business Strategy and the Environment, 2011,20, 428-440.

BEE CIRCULAR. **EcoInovação: a união entre sustentabilidade e inovação.** Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/ecoinovacao>. Acesso em: 20 set. 2021.

BEE CIRCULAR. **Economia Linear - Uma postura insustentável para o planeta.** Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/economia-linear>. Acesso em: 26 set. 2021.

BEE CIRCULAR. **Simplificando: o que é a Economia Circular?** Disponível em: <https://en.beecircular.org/post/simplificando-economia-circular>. Acesso em: 20 set. 2021.

BEE CIRCULAR. **Como inovar na sua empresa através da Economia Circular.** Costa, M., 2020.

BORSCHIVER, S.; TAVARES, A. **Economia circular e o setor energético.** Caderno Opinião, p. 1-9, 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CASTIGLIONE, C. et al. **A holistic technological eco-innovation methodology for industrial symbiosis development.** Sustainable Production and Consumption, (2021), 1538-1551, n. 28, out. 2021.

CICLOVIVO. **Dove lança desodorante recarregável.** Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/inovacao/negocios/dove-lanca-desodorante-recarregavel/>. Acesso em: 01. mar. 2022.

CICLOVIVO. **1ª estação de refil de xampu e condicionador é lançada no Brasil.** Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/inovacao/negocios/1a-estacao-refil-de-xampu-condicionador-brasil/>. Acesso em: 01. mar. 2022.

CHERTOW, M. R. **Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy.** Annual Review of Energy and the Environment, 2000, 25, 313-337.

COELHO, P. M. et al. Sustainability of reusable packaging—Current situation and trends Resources, Conservation and Recycling. 01. maio. 2020.

COSMETIC INNOVATION. Brasileiros desembolsam R\$11,6 bilhões por ano em desodorantes. Disponível em: <https://cosmeticinnovation.com.br/brasileiros-desembolsam-r-116-bilhoes-por-ano-e-m-desodorantes/>. Acesso em: 03. mar. 2022.

CRUZ, R. R. **Desenvolvimento de uma plataforma virtual de colaboração para reaproveitamento de resíduos e descartáveis na indústria.** Dissertação (Mestrado). UNISINOS, São Leopoldo. 2014

DOMINGOS, D.; BOEIRA, S. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares: Análise do atual cenário no município de Florianópolis. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 4, n. 3, p. 14–30, 1 dez. 2015.

Ellen MacArthur Foundation. **Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição.** Fundação Ellen MacArthur, 2015.

GONÇALVES-DIAS, S.L.F.; LABEGALINI, L.; CSILLAG, J.M. (2012) **Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais.** Produção, v. 22, n. 3, p. 517-533.

TRIVIUM PACKAGING. Global buying green report - **Sustainable packaging in a year of unparalleled disruption.** 2021

GUILLAUME, M.; OLIVIER, J.; DANIEL, Z.; **International Survey on Ecoinnovation Parks: Workshop on Eco-innovation Parks.** Berne. 2014.

GULDMANN, E.; HUULGAARD, R. **Barriers to circular business model innovation: A multiple-case study.** Elsevier Ltd. 2017.

HERNÁNDEZ, C.T.; MARINS, F.A.S.; CASTRO, R.C. (2012). **Modelo de Gerenciamento da Logística Reversa.** Revista Gestão & Produção, São Carlos, v.19, n.3, p.445-456.

JACQUES, J. **Estudo de iniciativas em desenvolvimento sustentável de produtos em empresas calçadistas a partir do conceito berço a berço.** 2011. 305f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KAPUR, A.; GRAEDEL, T. E. **Industrial Ecology.** Encyclopedia of Energy, v. 3, n. 4, p. 373-382, 2004.

KROON, Leo; VRIJENS, Gaby. **Returnable containers: an example of reverse logistics.** *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 25, n. 2, p. 56-68, 1995.

KUIJPERS, A. **The Circular Economy. What Is It And What Does It Mean For You?** Arcadis Briefing Paper. ARCADIS, 2016.

LEITE, Paulo Roberto. **Estudo dos Fatores que influenciam o Índice de Reciclagem Efetivo de Materiais em um grupo selecionado de “Canais de Distribuição Reversos”** São Paulo: 2000.

LEITE, P. R. **Logística reversa: nova área da logística empresarial.** *Revista Tecnológica*, São Paulo, maio de 2002.

LIFSET, R.; GRAEDEL, T. E. **Industrial ecology: goals and definitions.** In: AYRES, R. U.; AYRES, L. W. *A Handbook of Industrial Ecology.* Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2005.

MENTIK, B. **Circular Business Model Innovation.** MSc thesis Industrial Ecology. Holand, 2014.

Metal Packaging Europe. (2021). **Metal Recycles Forever.** Disponível em: <https://www.metalrecyclesforever.eu>. Acesso em: 02, mar, 2022.

NATURA. **Refil: Conheça produtos Natura que têm essa embalagem consciente.** Disponível em: <https://www.natura.com.br/blog/sustentabilidade/refil-conheca-produtos-natura-que-t-em-essa-embalagem-consciente>. Acesso em: 01. mar. 2022.

ODUM, E. P. and BARRETT, G W. **Fundamentos de ecologia.** São Paulo: Ed Cengage Learning, 2011. p. 612.

PEREIRA, A.S.; LIMA, J.C.F. and RUTKOWSKI, W. **Ecologia Industrial, Produção e Ambiente: uma discussão sobre as abordagens de inter-conectividade produtiva.** In.:1st International Workshop Advances in Cleaner Production. 2007. São Paulo.

PEREIRA, L. C. F. **O Design para a Economia Circular - Repensando a forma como fazemos as coisas.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2020.

TELLES, P. Q. S. **Inserção da Economia Circular: um estudo de caso na Indústria de Cosméticos**. Monografia - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020.

THIERRY, Martijn et al. **Strategic issues in product recovery management**. California management review, v. 37, n. 2, p. 114-13

RANTA, V. et al. **Creating value in the circular economy: A structured multiple-case analysis of business models**. Finlândia, 2018.

REVISTA ALUMÍNIO. **Desodorante Aerossol Ganha Território**. Disponível em: <https://revistaaluminio.com.br/a-escolha-do-fregues/>. Acesso em: 01. mar. 2022.

Ribeiro, R. B., & Santos, E. L. **Análise das práticas estratégicas da logística verde no gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Revista de Administração da Fatea, 5 (5), 20-40, 2021.

ROCHA, L. K. **Simbiose Industrial Aplicada na Inter Relação de Empresas e Seus Stakeholders na Cadeia Produtiva Metal-Mecânica na Bacia do Rio Dos Sinos**. Dissertação (Mestrado). UNISINOS, São Leopoldo, 2010.

ROSA, M. **Logística reversa como estratégia de aplicabilidade da economia circular: estudo de caso em empresas de bens de consumo**. São Carlos, 2019.

RUTKOWSKI, Jacqueline; RUTKOWSKI, Emília. **Recycling in Brasil: Paper and Plastic Supply Chain**. Resources, v. 6, n. 3, p. 43, 2017.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 10.888**, de 20 de Setembro de 2001.

SMITH, D. N.; LINTON, D. **Health and safety issues in post-consumer aerosol container recycling**. Resources, Conservation and Recycling.

SILVA, WELINGTON MATIAS DOS SANTOS; POLEZI, RICARDO; IRAZUSTA, SÍLVIA PIERRE. **Estudo sobre a viabilidade da logística reversa como ferramenta para o tratamento dos resíduos gerados por latas de aerossol no Município de São Paulo**, 2009.

TERRACYCLE. **História da TerraCycle**. Disponível em: <https://www.terracecycle.com/pt-BR/about-terracecycle/history>. Acesso em: 01. mar. 2022.

TELLES, P. Q. S. **Inserção da Economia Circular: um estudo de caso na Indústria de Cosméticos**. Rio de Janeiro, 2020.

UNILEVER. **We're introducing reusable, refillable packaging to help cut waste.**

Disponível em:

<https://www.unilever.com/news/news-search/2019/we-are-introducing-reusable-refillable-packaging-to-help-cut-waste/>. Acesso em: 01. mar. 2022.

Zero Waste Europe. (2020). **Recycling of Multilayer Composite Packaging: The Beverage Carton.** Disponível em:

https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2020/12/zero_waste_europe_report_-_beverage-carton_en.pdf. Acesso em: 01 mar. 2022.